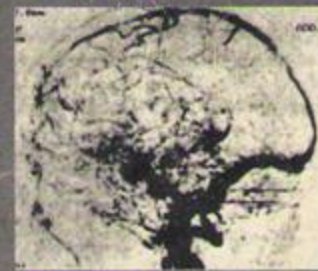


V. GRANCEA

BAZELE RADIOLOGIEI ȘI IMAGISTICII  
MEDICALE



Editura Medicală AMALTEA

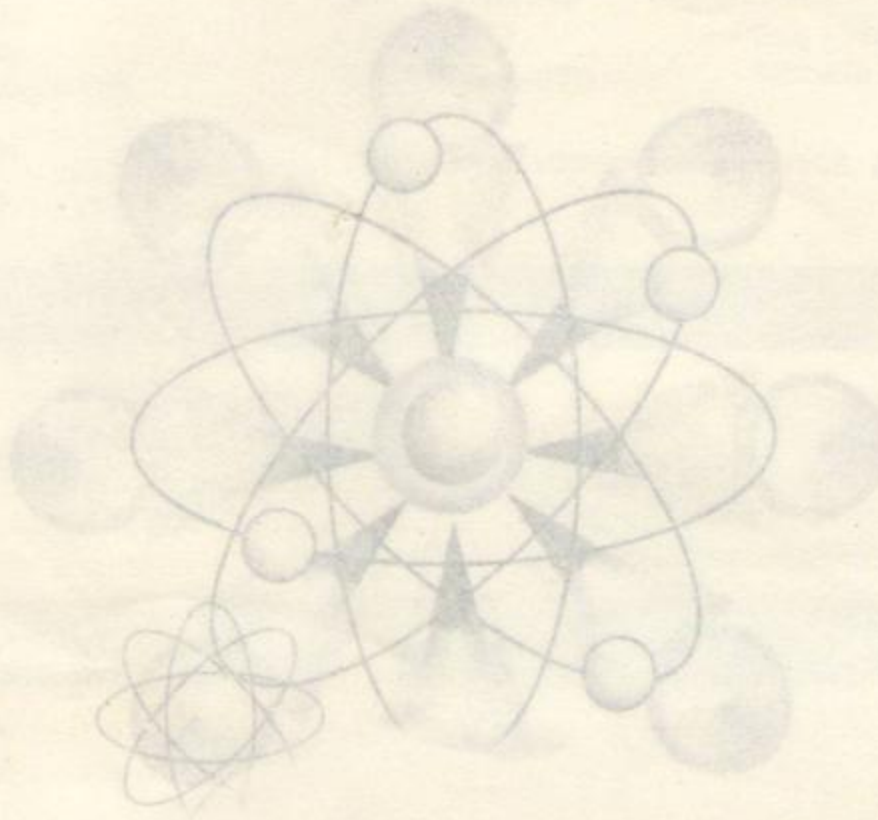




V. GRANCEA

coperta: M.C. Popescu-Drânda  
paginare: C&E Poenaru  
tehnoredactare computerizată: AMALTEA TehnoPlus  
corectură: Daniela Popescu  
**redactor: M.C. Popescu-Drânda**

BAZELE  
RADIOLOGIEI ȘI IMAGISTICII MEDICALE



Bazele Radiologiei și Imagisticii Medicale / V. Grancea  
ISBN 973-96286-1-3  
© 1996 – Editura Medicală AMALTEA  
P.O.Box 9-27, 72100, București

Toate drepturile asupra acestei ediții sînt rezervate Editurii Medicale AMALTEA.  
Nici o parte a acestui volum nu poate fi reprodusă, în orice formă, fără permisiunea scrisă a  
Editurii Medicale AMALTEA.



## CUPRINS

### ÎN LOC DE PREFAȚĂ

Prin conținutul și structura ei, prezenta lucrare este consacrată în principal instruirii studentului în medicină, introducerii acestuia în domeniul deosebit de vast și complex pe care îl constituie în prezent radiologia și metodele imagistice de investigare medicală. În concepția autorului, noțiunile cuprinse în acest volum reprezintă un minimum de cunoștințe din domeniul respectiv care ar trebui integrat în educația viitorului medic și, în consecință, ar trebui să devină un obiect de predare în învățământul universitar. Intenția didactică nedisimulată este, de altfel, subliniată de modul de structurare al fiecărei secțiuni, în care subordonarea față de acest obiectiv al materialului tratat se poate recunoaște cu ușurință.

Propunând un ansamblu noțional în aparență dificil de asimilat în intervalul consacrat predării disciplinare, autorul consideră că, de fapt, răspunde în acest mod dorinței studentului, larg confirmată în practică, de a se informa în cât mai mare măsură cu privire la conținutul unei discipline care se impune prin continue și remarcabile progrese. Chiar în condițiile unui spațiu de predare limitat, materialul ar putea constitui o sursă de întregire a culturii lui profesionale prin studiu individual.

*"Bazele radiologiei și imagisticii medicale"* se adresează în același timp medicului care își începe formarea în această specialitate, ca, de altfel, și practicianului din oricare altă specialitate oferindu-le, într-o formă foarte sintetică, premisele unei viziuni unitare cu privire la un domeniu aparent foarte diversificat. În acest sens autorul consideră că actualele proceduri imagistice, larg implementate în practica medicală modernă, își găsesc cel mai rațional mod de prezentare într-un cadru comun. Acesta trebuie să se constituie în jurul röntgendiagnosticului, prima metodă fizică de investigare, care rămîne cel mai larg folosită și care sub multe aspecte (cum ar fi, de exemplu, logica interpretării imaginii, premisele semiologice și terminologia), reprezintă un model și un etalon. Pe de altă parte, în acest mod poate fi evitată falsa impresie de competiție pe care o crează deseori folosirea respectivelor proceduri și se formează deprinderea de a privi investigarea imagistică actuală ca un veritabil "flux tehnologic".

Autorul este pe deplin conștient că efortul de a cuprinde o arie de noțiuni atât de largă într-un cadru extrem de rezumativ și sintetic a condus numai la o reușită parțială și că materialul rezultat este în mare măsură perfectibil. Cu deplină sinceritate și încredere, lasă celor care îl vor parcurge și vor încerca să-l folosească deplina latitudine în a-i aprecia oportunitatea, în măsura în care se vor considera cu adevărat beneficiari.

**AUTORUL**



## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b> .....	1
--------------------------	---

### Capitolul 1

<b>BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE RÖNTGENDIAGNOSTICULUI</b> .....	5
---	---

1.1. Noțiuni elementare de fizică atomică și nucleară .....	5
1.1.1. Structura atomului. ....	5
1.1.2. Structura nucleului atomic.....	10
+1.2. Radiațiile Röntgen: natură, proprietăți fundamentale .....	11
+1.2.1. Divergența .....	11
+1.2.2. Atenuarea .....	11
+1.2.3. Luminescența.....	12
+1.2.4. Efectele chimice .....	13
+1.2.5. Efecte biologice .....	13
1.3. Imaginea radiologică: mod de formare, semnificație, particularități .....	13
+1.3.1. Formarea și semnificația imaginii radiologice. ....	13
1.3.2. Particularitățile imaginii radiologice. ....	15
1.3.3. Factori de perturbare a imaginii. ....	18
1.4. Tehnica generală a Röntgendiagnosticului .....	20
1.4.1. Instalația de Röntgendiagnostic convențional ("clasic"). ....	20
1.4.2. Radioscopia cu ecran convențional (fluoroscopia). ....	21
+1.4.3. Radioscopia televizată. ....	22
+1.4.4. Radiografia. ....	22
1.4.5. Tomografia convențională. ....	25
1.4.6. Xeroradiografia .....	25
1.4.7. Radiografia digitală (computerizată). ....	26
1.4.8. Radiografia digitală "prelucrată". ....	27
+1.4.9. Tomografia computerizată (CT). ....	28

### Capitolul 2

<b>BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE DIAGNOSTICULUI RADIOIZOTOPIC</b> .....	32
--	----

2.1. Radioactivitatea .....	32
2.1.1. Legea dezintegrării radioactive. ....	33
2.2. Principalele aplicații ale radionuclizilor în diagnosticul medical .....	33
2.2.3. Trasorii radioactivi. ....	34
2.3. Imaginea radioizotopică .....	34
2.3.1. Scintigrafia liniară. ....	34
2.3.2. Camera de scintilație. ....	35
2.3.3. Examinarea simultană a întregului corp. ....	35
2.3.4. Tomografia computerizată de emisie (TEC). ....	36



### Capitolul 3

<b>BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE ULTRASONOGRAFIEI (ECHOGRAFIEI)</b> .....	37
3.1. Noțiuni elementare de fizică a ultrasunetelor .....	37
3.1.1. Unda sonoră. ....	37
3.1.2. Emisia și recepția ultrasunetelor .....	37
3.1.3. Formarea ecourilor. ....	38
3.1.4. Atenuarea fasciculului. ....	39
3.1.5. Capacitatea de rezoluție. ....	39
3.2. "Modurile" investigării ecografice .....	39
3.2.1. Modul A ("amplitudine"). ....	39
3.2.2. Modul TM ("timp-mișcare"). ....	40
3.2.3. Modul B ("briantă", echotomografie, scan ecografic). ....	40
3.2.4. Modul D (dinamic, "timp real", echotomografia dinamică, echoscopia). ....	41
3.2.5. Alte aspecte și variante tehnice. ....	42
3.3. Imaginea ecografică a structurilor fundamentale .....	43
3.3.1. Lichidele pure .....	43
3.3.2. Țesuturile moi (parenchimele). ....	44
3.3.3. Structurile solide .....	44
3.3.4. Gazele .....	45
3.3.5. Interfețele și pereții .....	45
3.3.6. Formațiunile canaliculare. ....	45
3.3.7. Imagini parazitare (artefacte). ....	46

### Capitolul 4

<b>BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE IMAGISTICII PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ (IRM)</b> .....	47
4.1. Treptele obținerii imaginii prin rezonanță magnetică (IRM) .....	47
4.1.1. Nucleii .....	49
4.1.2. Câmpul magnetic .....	50
4.1.3. "Precesia" nucleilor .....	50
4.1.4. Timpii fizici de relaxare (T1 și T2) .....	51
4.1.5. Substratul biologic al timpilor de relaxare .....	52
4.1.6. Semnalul RMN. Trăsături, semnificație. ....	53
4.2. Secvențele pulsului de RF .....	53
4.2.1. Regenerarea "prin saturație" .....	54
4.2.2. Regenerarea "prin inversare" .....	55
4.2.3. "Ecoul de spin" .....	55
4.2.4. Efectul variabilelor TR, TE și TI asupra semnalului RMN .....	56
4.3. Producerea imaginii .....	57
4.3.1. Gradientii magnetici .....	57
4.3.2. Excitația selectivă .....	57
4.3.3. Codificarea spațială a informației .....	58
4.4. Echipamentul IRM .....	58
4.4.1. Magnetul .....	58
4.4.2. Bobinele de radiofrecvență .....	59
4.4.3. Gradientii de câmp magnetic .....	59



4.4.4. Calculatorul (computerul) .....	60
4.5. Noțiuni elementare de semiologie .....	60
4.5.1. Investigarea creierului și structurilor nervoase .....	60
4.5.2. Investigarea cordului și circulației .....	60
4.5.3 Investigarea altor regiuni anatomice .....	61

## Capitolul 5

### DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR APARATULUI RESPIRATOR ȘI MEDIASTINULUI.....

5.1. Tehnici de examinare .....	62
5.1.1. Radiografia .....	62
5.1.2. Radioscopia .....	63
5.1.3 Tomografia convențională .....	63
5.1.4. Radiofotografia .....	63
5.1.5. Investigarea radioizotopică .....	63
5.1.6. Tomografia computerizată și IRM .....	63
5.1.7. Bronhografia .....	64
5.1.8. Pneumotoraxul explorator .....	64
5.2. Imaginea radiologică normală a toracelui .....	64
5.2.1. Radiografia de față .....	68
5.2.2. Radiografia de profil .....	69
5.2.3. Noțiuni de topografie radiologică a plămînilor .....	70
5.3. Modificările patologice elementare .....	71
5.3.1. Opacitățile patologice .....	74
5.3.2. Transparentele patologice (hipertransparentele) .....	76
5.3.3. Imaginile mixte .....	76
5.4. Afecțiunile bronhiilor .....	76
5.4.1. Bronșita acută .....	77
5.4.2. Bronșiolita acută .....	77
5.4.3. Bronșita cronică .....	77
5.4.4. Bronșiectaziile .....	78
5.4.5. Atelectazia .....	79
5.5. Emfizemul pulmonar .....	80
5.6. Bronhopneumopatia cronică obstructivă (BPOC) .....	81
5.7. Chisturile aeriice .....	81
5.8. Stările patologice ale vaselor plmonare .....	81
5.8.1. Oligohemia .....	82
5.8.2. Hiperemia .....	82
5.8.3. Hipertensiunea .....	83
5.8.4. Staza pulmonară .....	83
5.8.5. Edemul pulmonar acut .....	83
5.8.6. Infarctul pulmonar .....	84
5.9. Pneumopatiile acute .....	84
5.9.1. Pneumonia acută tipică (cu pneumococ) .....	85
5.9.2. Congestia pulmonară .....	86
5.9.3. Pneumonia cu bacil Friedländer (Klebsiella pneumoniae) .....	86
5.9.4. Pneumoniile acute interstițiale .....	86



5.9.5. Bronhopneumonia .....	87
5.9.6. Pneumonia (bronhopneumonia) stafilococică .....	88
5.9.7. Infiltratul labil (fugace) Löffler .....	88
5.9.8. Bronhopneumonii nebaracteriene .....	89
5.10. Supurațiile pulmonare .....	89
5.10.1. Abcesul pulmonar .....	89
5.10.2. Gangrena pulmonară .....	90
5.11. Parazitozele pulmonare .....	90
5.11.1. Chistul hidatic .....	90
5.11.2. Cisticercoza pulmonară .....	92
5.12. Micoze pulmonare .....	92
5.12.1. Aspergiloza .....	92
5.12.2. Actinomicoza .....	93
5.13. Tuberculoza pulmonară .....	93
5.13.1. Generalități .....	93
5.13.2. Tuberculoza primară .....	94
5.13.3. Complicațiile complexului primar .....	95
5.13.4. Sechelele tuberculozei primare .....	97
5.14. Pneumoconiozele .....	101
5.14.1. Silicoza .....	101
5.14.2. Alte pneumoconioze .....	102
5.15. Tumorile bronhopulmonare .....	103
5.15.1. Tumorile benigne .....	103
5.15.2. Tumorile maligne primare .....	105
5.15.3. Tumorile maligne secundare .....	109
5.16. Afecțiunile pleurei .....	111
5.16.1. Pleurita uscată .....	111
5.16.2. Revărsatele lichidiene pelurale .....	111
5.16.3. Pahipleuritele .....	114
5.16.4. Calcificările pleurale .....	115
5.16.5. Tumorile pleurei .....	115
5.16.6. Pneumotoraxul .....	115
5.17. Afecțiunile diafragmului .....	117
5.17.1. Modificările de poziție .....	117
5.17.2. Modificările de tonus .....	117
5.17.3. Modificările de mobilitate .....	117
5.18. Afecțiunile mediastinului .....	117
5.18.1. Formațiunile tumorale și pseudotumorale ale mediastinului .....	118
5.18.2. Procesele inflamatorii ale mediastinului .....	121
5.18.3. Procesele traumatice .....	122
<b>Capitolul 6</b>	
<b>DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR</b>	
<b>APARATULUI CIRCULATOR .....</b>	<b>123</b>
6.1 Metode și tehnici de examinare .....	123
6.1.1. Examenul radiologic .....	123
6.1.2. Investigarea radioizotopică .....	126



6.1.3	Investigarea ultrasonografică .....	127
6.1.4.	Investigarea IRM. ....	128
6.2.	Imaginea radiologică a cordului și a vaselor mari normale .....	129
6.2.1.	Imaginea frontală în incidență dorso-ventrală .....	129
6.2.2.	Imaginea oblic anterioară dreaptă (OAD) .....	130
6.2.3.	Imaginea oblic anterioară stînga (OAS) .....	131
6.2.4.	Imaginea laterală stîngă .....	132
6.2.5.	Măsurătorile cordului și vaselor mari .....	132
6.3.	Influența unor factori fiziologici și extracardiaci asupra imaginii cardiovasculare .....	133
6.3.1.	Cordul și poziția diafragmului .....	133
6.3.2.	Cordul și respirația .....	134
6.3.3.	Cordul și vîrsta .....	134
6.3.4.	Cordul și deformările cutiei toracice .....	135
6.3.5.	Cordul și procesele patologice pleuro-pulmonare .....	136
6.4.	Modificările radiologice elementare ale cordului și vaselor mari în stări patologice .....	136
6.4.1.	Dilatata atriului drept .....	136
6.4.2.	Dilatația atriului stîng .....	137
6.4.3.	Dilatația și hipertrofia ventriculului drept .....	137
6.4.4.	Dilatata și hipertrofia ventriculului stîng .....	138
6.4.5.	Modificările elementare ale aortei .....	139
6.4.6.	Modificările elementare ale circulației pulmonare .....	139
6.5.	Leziunile valvulare ale cordului .....	139
6.5.1.	Stenoza mitrală .....	139
6.5.2.	Insuficiența mitrală pură .....	140
6.5.3.	Boala mitrală .....	141
6.5.4.	Insuficiența aortică .....	141
6.5.5.	Stenoza aortică .....	141
6.5.6.	Stenoza arterei pulmonare .....	141
6.5.7.	Insuficiența orificiului pulmonar .....	142
6.5.8.	Leziunile valvulare combinate .....	142
6.6.	Anomaliile congenitale cardio-vasculare .....	142
6.6.1.	Anomalii congenitale fără scurt-circuit .....	143
6.6.2.	Anomalii congenitale cu scurt-circuit arterio-venos .....	143
6.6.3.	Anomalii congenitale cu scurt-circuit veno-arterial .....	143
6.7.	Afecțiunile miocardului .....	144
6.8.	Cordul pulmonar .....	145
6.8.1.	Cordul pulmonar acut .....	145
6.8.2.	Cordul pulmonar subacut .....	145
6.8.3.	Cordul pulmonar cronic .....	146
6.9.	Afecțiunile pericardului .....	146
6.9.1.	Pericardita uscată .....	146
6.9.2.	Revărsatele lichidiene .....	146
6.10.	Afecțiunile aortei .....	148
6.10.1.	Procesele patologice difuze .....	148
6.10.2.	Dilatațiile circumscrise (anevrismele) .....	148



## Capitolul 7

### DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR

<b>TUBULUI DIGESTIV</b> .....	150
7.1. Tehnici de examinare .....	150
7.1.1. Radioscopia și radiografia abdominală "pe gol" (fără substanță de contrast) .....	150
7.1.2. Radioscopia cu suspensie baritată administrată peroral .....	150
7.1.3. Radiografiile .....	151
7.1.4. Irigoscopia și irigografia .....	152
7.1.5. Examenle cu dublu contrast .....	152
7.1.6. Investigația cu substanțe farmacodinamice .....	152
7.1.7. Pregătirea .....	152
7.2. Modificările radiologice elementare ale tubului digestiv în stări patologice .....	152
7.2.1. Modificările elementare funcționale .....	152
7.2.2. Modificări elementare morfologice .....	155
7.3. Afecțiunile esofagului .....	160
7.3.1. Imaginea radiologică a esofagului normal. ....	160
7.3.2. Modificările de poziție și de direcție ale esofagului .....	161
7.3.3. Diverticuli esofagieni .....	161
7.3.4. Megaesofagul .....	162
7.3.5. Esofagitele .....	163
7.3.6. Ulcerul esofagian .....	164
7.3.7. Varicele esofagiene .....	164
7.3.8. Corpii străini intraesofagieni .....	164
7.3.9. Perforările esofagului .....	164
7.3.10. Fistulele esofago-bronhice congenitale .....	164
7.3.11. Cancerul esofagian .....	164
7.4. Afecțiunile stomacului .....	165
7.4.1. Tehnica examenului radiologic .....	165
7.4.2. Imaginea radiologică a stomacului normal. ....	167
7.4.3. Modificările de poziție ale stomacului .....	169
7.4.4. Modificările de formă ale stomacului. ....	170
7.4.5. Gastritele .....	171
7.4.6. Ulcerul gastric .....	171
7.4.7. Tumorile gastrice .....	173
7.4.8. Stenoza pilorică .....	176
7.4.9. Stomacul operat .....	177
7.5. Afecțiunile duodenului .....	178
7.5.1. Aspectul radiologic normal al bulbului și cadrului duodenal .....	178
7.5.2. Anomaliile congenitale ale duodenului .....	179
7.5.3. Diverticuli duodenali .....	179
7.5.4. Duodenitele .....	180
7.5.5. Periduodenitele .....	180
7.5.6. Prolabarea mucoasei gastrice .....	180
7.5.7. Ulcerul duodenal .....	180
7.5.8. Tumorile duodenului .....	181



7.5.9. Modificările duodenului în procesele patologice de vecinătate .....	182
7.6. Afecțiunile intestinului subțire .....	182
7.6.1. Tehnica de examinare .....	182
7.6.2. Aspectul radiologic al intestin subțire normal .....	182
7.6.3. Anomaliile congenitale .....	183
7.6.4. Enteritele nespecifice .....	183
7.6.5. Enterita tuberculoasă .....	184
7.6.6. "Ileita terminală" (boala Crohn) .....	185
7.6.7. Ileita foliculară .....	185
7.6.8. Procesele tumorale ale intestin subțire .....	185
7.7. Afecțiunile apendicelui cecal .....	185
7.7.1. Aspectul radiologic al apendicelui normal .....	186
7.7.2. Aspecte patologice .....	186
7.8. Afecțiunile colonului .....	186
7.8.1. Tehnica examenului radiologic .....	186
7.8.2. Aspectul radiologic al colonului normal .....	186
7.8.3. Modificările de poziție ale colonului .....	187
7.8.4. Modificări dimensionale .....	188
7.8.5. Diverticuli colonului .....	188
7.8.6. Colitele .....	189
7.8.7. Tumorile colonului .....	189
7.8.8. Ocluzia intestinală .....	190

## Capitolul 8

### DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR CĂILOR BILIARE, FICATULUI ȘI PANCREASULUI .....

8.1. Diagnosticul radiologic și imagistic al colecistului și căilor biliare extrahepatice .....	192
8.1.1. Investigarea radiologică. Tehnici de examinare .....	192
8.1.2. Modificările radiologice elementare .....	194
8.1.3. Anomaliile congenitale ale cailor biliare .....	196
8.1.4. Litiția biliară .....	196
8.1.5. Inflamațiile cronice ale veziculei biliare .....	197
8.1.6. Examenul radiologic după colecistectomie .....	197
8.1.7. Investigarea ultrasonografică .....	197
8.1.8. Examenul computer-tomografic .....	199
8.1.9. Investigarea radioizotopică .....	199
8.2. Diagnosticul radiologic și imagistic al afecțiunilor ficatului .....	200
8.2.1. Diagnosticul radiologic convențional .....	200
8.2.2. Tehnicile imagistice .....	200
8.3. Diagnosticul radiologic și imagistic al afecțiunilor pancreasului .....	201
8.3.1. Examenul radiologic gastro-duodenal .....	202
8.3.2. Colangio-colecistografia și colangiografia intraoperatorie .....	202
8.3.3. Investigarea imagistică a pancreasului .....	203
8.3.4. Procesele inflamatorii ale pancreasului. Pancreatitele acute .....	204
8.3.5. Tumorile maligne ale pancreasului .....	204



## Capitolul 9

### DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR

<b>APARATULUI URINAR .....</b>	<b>206</b>
9.1. Tehnici de examinare .....	206
9.1.1. Radiografia renală simplă ("pe gol") .....	206
9.1.2. Urografia intravenoasă .....	206
9.1.3. Urotomografia .....	207
9.1.4. Pielografia ascendentă .....	207
9.1.5. Cistografia .....	207
9.1.6. Alte tehnici radiologice .....	207
9.1.8. Investigarea radioizotopică .....	208
9.1.9. Examenul ultrasonografic al rinichilor și căilor urinare .....	208
9.1.10. Investigarea IRM .....	208
9.2. Aspectul radiologic și imagistic normal al organelor aparatului urinar .....	208
9.2.1. Rinichii .....	208
9.2.2. Căile de excreție .....	210
9.3. Fiziologia secreției și excreției urinare în imaginea radiologică .....	214
9.3.1. Secreția renală .....	214
9.3.2. Excreția urinară .....	214
9.4. Modificări radiologice elementare în condiții patologice .....	214
9.4.1. Modificări funcționale .....	214
9.4.2. Modificări morfologice .....	216
9.5. Anomaliile congenitale ale aparatului urinar .....	220
9.5.1. Anomalii ale rinichilor .....	220
9.5.2. Anomaliile bazinetului și ureterului .....	223
9.5.3. Anomaliile vezicii urinare .....	224
9.6. Litiata renală (urinară) .....	224
9.6.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice și imagistice .....	225
9.7. Tuberculoza aparatului urinar .....	226
9.7.1. Tehnici de investigare; aspecte .....	227
9.8. Procese inflamatorii nespecifice .....	229
9.8.1. Pielonefrita .....	229
9.8.2. Pionefrita .....	229
9.8.3. Pionefroza .....	229
9.9. Tumorile renale .....	230
9.9.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice și imagistice .....	230
9.10. Sindromul pseudotumoral .....	232
9.10.1. Chistul solitar și rinichiul polichistic .....	233
9.10.2. Chistul hidatic .....	233
9.10.3. Tuberculomul .....	233
9.11. Traumatismele renale .....	233
9.12. Afecțiunile vezicii urinare .....	233
9.12.1. Modificările de formă .....	233
9.12.3. Disectazia colului vezical .....	234
9.12.4. Tumorile vezicale .....	234



9.13. Afecțiunile prostatei .....	235
9.13.1. Calculii și calcificările .....	235
9.13.2. Tuberculoza prostatei .....	235
9.13.3. Tumorile prostatei .....	235
9.14. Afecțiunile uretrei .....	236

## Capitolul 10

### DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR

<b>SISTEMULUI OSTEOARTICULAR .....</b>	<b>237</b>
10.1. Tehnici de examinare .....	237
10.1.1. Radiografia + .....	237
10.1.2. Tomografia + .....	237
10.1.3. Arthrografia + .....	237
10.1.4. Arteriografia .....	238
10.1.5. Fistulografia + .....	238
10.1.6. Tomografia computerizată + .....	238
10.1.7. Scinigrafia osoasă + .....	238
10.1.8. Investigarea IRM .....	239
10.2. Imaginea normală a scheletului .....	239
10.2.1. Imaginea radiologică a segmentelor scheletului. ....	240
10.2.2. Imaginea radiologică a articulațiilor. ....	242
10.3. Modificările radiologice elementare ale scheletului .....	244
10.3.1. Modificările patologice ale structurii osoase .....	244
10.3.2. Modificările de formă și dimensiuni ale osului .....	251
10.3.4. Modificările patologice elementare ale articulațiilor. ....	255
10.4. Afecțiunile traumatice osteo-articulare .....	257
10.4.1. Fracturile + .....	257
10.4.2. Luxațiile + .....	262
10.5. Afecțiunile inflamatorii ale osului .....	264
10.5.1. Osteomielita bacteriană .....	264
10.5.2. Osteoartrita tuberculoasă .....	266
10.5.3. Sifilisul osos .....	269
10.6. Osteonecrozele aseptice .....	271
10.6.1. Necroza aseptică a capului femural .....	271
10.6.2. Necrozele aseptice ale vertebrelor. ....	271
10.6.3. Osteoradionecroza .....	272
10.7. Osteopatiile dismetabolice .....	272
10.7.1. Rahitismul .....	272
10.7.3. Osteomalacia .....	274
10.8. Osteopatii disocrinice (de natură endocrină) .....	275
10.8.1. Acromegalia .....	275
10.8.2. Boala Cushing .....	275
10.9. Osteodistrofiile .....	275
10.9.1. Chistul osos solitar ("esențial") .....	276
10.9.2 "Tumora" cu celule gigante (cu mieloplaxă, osteoclastomul) .....	276



10.9.3. Osteodistrofia fibrochistică generalizată (boala Recklinghausen) .....	277
10.9.4. Osteodistrofia fibroasă localizată (Jaffé-Lichtenstein) .....	278
10.9.5. Osteodistrofia deformantă (boala Paget) .....	278
10.10. Tumorile cu dezvoltare intraosoasă .....	279
10.10.1. Tumorile benigne .....	279
10.10.2. Tumorile maligne primare ale osului .....	281
10.10.3. Afecțiuni de sistem cu localizare osoasă .....	288
10.10.4. Tumorile maligne secundare ale osului .....	289
10.11. Afecțiunile articulațiilor .....	291
10.11.1. Artritele acute .....	291
10.11.2. Artritele cronice .....	291
10.11.3. Artrozele .....	293
10.12. Radiodiagnosticul scheletului cranio-facial .....	293
10.12.1. Anatomia radiologică normală a scheletului cranio-facial .....	294
10.12.2. Aspecte patologice ale scheletului cranio-facial .....	296
10.13. Radiodiagnosticul coloanei vertebrale .....	299
10.13.1. Aspectul radiologic al coloanei vertebrale normale .....	300
10.13.2. Malformațiile congenitale ale coloanei vertebrale .....	304
10.13.3. Leziunile traumatice ale coloanei vertebrale .....	305
10.13.4. Necrozele aseptice .....	306
10.13.5. Afecțiunile discului intervertebral .....	306
10.13.6. Dislocările vertebrale .....	307
10.13.7. Modificările de curbură ale coloanei vertebrale .....	308
10.13.8. Spondilartrita anchilopoetică (boala Bechterew-Pierre Marie) .....	308
<b>CAPITOLUL 11</b>	
<b>NOȚIUNI ELEMENTARE DE RADIOBIOLOGIE .....</b>	<b>310</b>
11.1. Radiații ionizante .....	310
11.2. Noțiuni de dozimetrie a radiațiilor .....	310
11.3. Efectele radiobiologice .....	310
11.3.1. Nivel subcelular .....	311
11.3.2. Nivel celular .....	311
11.3.3. Nivelul țesuturilor .....	311
11.3.4. Nivelul organelor .....	311
11.3.5. Nivelul organismelor .....	312
<b>Capitolul 12</b>	
<b>NOȚIUNI ELEMENTARE DE RADIOTERAPIE .....</b>	<b>316</b>
12.1. Surse de radiații și tehnici utilizate în radioterapie .....	316
12.1.1. Surse .....	316
12.1.2. Tehnici .....	316
12.2. Domeniile de aplicație ale iradierii terapeutice .....	317
12.2.1. Radioterapia cu efecte funcționale .....	317
12.2.2. Radioterapia antiinflamatorie .....	317
12.2.3. Radioterapia antitumorală .....	317



12.3. Bazele clinice ale tratamentului radiologic antitumoral .....	319
12.4. Tratamentul radiologic în tumorile maligne cutanate .....	320
12.4.1. Epitelioamele .....	320
12.4.2. Melanoamele maligne .....	322
12.5. Tratamentul radiologic în cancerul glandei mamare .....	322
12.6. Tratamentul radiologic în cancerul genital feminin .....	324
12.6.1. Cancerul colului uterin .....	324
12.6.2. Cancerul corpului uterin .....	325
12.6.3. Cancerul ovarian .....	325
12.7. Tratamentul radiologic în limfoamele maligne .....	325
12.7.1. Limfomul hodgkinian .....	325
12.7.2. Limfoamele nonhodgkiniene .....	326
12.8. Tratamentul radiologic în cancerul căilor aeriene superioare .....	326
12.8.1. Cancerul rinofaringelui (cavumului) .....	326
12.8.2. Cancerul laringelui .....	327
12.9. Cancerul bronho-pulmonar .....	327
12.10. Cancerul tiroidian .....	327
12.11. Tumorile maigne ale osului .....	327
12.12. Cancerul testiculului .....	328
12.13. Tumorile maligne ale copilului .....	328
12.13.1. Leucemiile copilului .....	328
12.13.2. Nefroblastomul embrionar (tumora Wilms), .....	328
12.13.3. Endotelio-reticulosarcomul Ewing .....	328
12.13.4. Alte tumori maligne ale copilului .....	329

... Wilhelm Conrad RÖNTGEN din Würzburg a obținut pentru prima dată în lume o radiografie, în ziua marelui soarelui. De fapt, aceasta constituie un fapt istoric consacrat pusei în evidență a proprietăților unui tip de radiații necunoscut pînă atunci, pe care fizicienii au reușit să le producă în laboratorul său și pe care îl numeau, cu probitatea savantului autentic, "rază catodică". Nevoia de a utiliza acest termen s-a perpetuat pînă astăzi, deși toate "descoperirile" cu privire la natura radienței descoperite de Röntgen au dispărut de mult.

... obținuse prima imagine a realității anatomice, în care s-a vădit un factor fizic artificial. Röntgen nu putea să știe că, în ziua de azi, faptul că descoperirea lui va deschide o nouă eră în practica medicală. În adevăr, radiologia a devenit un fapt și s-a zis, convingător ca o veritabilă revoluție științifică, de vreme ce unul indispenabilă pentru medicina modernă.

... în prezent, radiologia reprezintă astăzi un instrument indispensabil în diagnostic și în tratamentul multor boli. Radiologia (sau radiodiagnosticul) utilizează ca mijloc de investigație și tratament, sursa fundamentală, sursă, în sine, și

... pentru a realiza, prin radiologie a înțeles tuturor celor care au contribuit, din domeniul fizicii, chimiei, dar și din cel al concepțiilor biologice și medicale. Ea reprezintă un exemplu clarviziilor de performanță a genului uman în unica eforturilor de creație nouă pe cele mai diverse planuri. Desigur, radiologia este la egală măsură o disciplină fizică, exactă, biologică și clinică, complexitatea structurii sale stăruie de la început atît de deosebită și formată pe care îl implică înțelegerea și, asupra necesității de a fundamenta această înțelegere pe o varietate de noțiuni de cea mai variată factură.

... Progresul radiologiei, care au condus la poziția actuală în cadrul disciplinelor medicale, se datorază în primul rînd muncii de pionierat, purtată cu perseverență și devotament de numeroase personalități, a căror principală calitate a fost încrederea în posibilitățile nou metode de investigație și tratament. Pentru că radiologia, la începuturile ei, nu a fost scutită de delirului care s-au putut să atingă punctul, așa cum uneori se petrece astăzi în unele țări pe care îndelungat. Personalități medicale marcante ca Albert Schönberg, Dăcler, Holkmacht, Fossel, Goldlander, Van der Plaatz, Schinz, Dacibac și mulți alții s-au consacrat cu pasiune studiului de t. constructiv, pe plan



## INTRODUCERE

Știința utilizării radiațiilor în scopuri medicale, **RADIOLOGIA**, rămîne, la aproape un secol de existență, una dintre cele mai fascinante discipline ale medicinei moderne. Istoria ei – foarte scurtă în raport cu cea a disciplinelor clinice fundamentale – este constituită de fapt dintr-un lanț neîntrerupt de salturi spectaculoase pe planul perfecționării și îmbogățirii mijloacelor de care uzează, ca și pe cel al posibilităților pe care le oferă diagnosticului și terapiei. Ea se dovedește, în continuare, unul dintre cele mai fertile domenii de manifestare a ingeniozității și creativității umane.

Actul de naștere al acestei discipline a fost semnat în memorabila zi de decembrie a anului 1895 în care fizicianul Wilhelm Conrad RÖNTGEN din Würzburg a efectuat pentru prima dată în lume o **radiografie**, radiografia mîinii soției sale. De fapt, aceasta constituia un experiment consacrat punerii în evidență a proprietăților unui tip de radiații necunoscut pînă atunci, pe care Röntgen a reușit să le producă în laboratorul său și pe care le-a denumit, cu probitatea savantului autentic, "raze X". Obișnuința de a utiliza acest termen s-a perpetuat pînă în zilele noastre, deși toate "necunoscutele" cu privire la natura radiației descoperite de Röntgen au dispărut de mult timp.

Deși obținuse **prima imagine a realității anatomice pe calea unui factor fizic artificial**, Röntgen nu putea întui, desigur, faptul că descoperirea lui va deschide o epocă nouă în practica medicinei. În adevăr, radiologia s-a constituit rapid și s-a impus convingător ca o veritabilă disciplină medicală, devenind curînd indispensabilă tuturor celorlalte discipline.

Pentru multe din acestea, radiologia reprezintă astăzi sursa de informație cu rol decisiv în orientarea practicii curente, în timp ce altele (oncologia) o utilizează ca mijloc terapeutic de importanță fundamentală; altele, în sfîrșit,

cum sînt de exemplu chirurgia cardio-vasculară sau neurochirurgia, îi datorează însăși apariția și existența lor, ca domenii de activitate specializată. De aceea, afirmația că istoria medicinei se poate împărți într-o eră preradiologică și una radiologică nu trebuie privită, oricît de flagrantă apare discrepanța de durată, ca o exagerare.

De la instalația rudimentară construită de Röntgen, pînă la aparatura modernă de astăzi, a fost parcurs un drum lung și anevoios, echivalent cu distanța la care se situează imaginea grosolană a scheletului obținută în 1895 față de imaginile de mare rafinament pe care le oferă în prezent tomograful computerizat sau alte tehnici perfecționate. Pe parcursul acestui drum, radiologia a înglobat numeroase cuceriri ale științei, din domeniul fizicii, tehnicii, dar și din cel al concepțiilor biologice și medicale. Ea reprezintă un exemplu convingător de performanță a geniului uman în unirea eforturilor de creativitate pe cele mai diverse planuri. Deoarece radiologia este în egală măsură o disciplină fizică, tehnică, biologică și clinică, complexitatea structurii sale atrage de la început atenția asupra dimensiunii efortului pe care îl implică însușirea ei, asupra necesității de a fundamenta această însușire pe o sumă de cunoștințe de cea mai variată factură.

Progresele radiologiei, care au condus la poziția ei actuală în cadrul disciplinelor medicale, se datorează în primul rînd muncii de pionierat, purtată cu perseverență și devotament de numeroase personalități, a căror principală calitate a fost încrederea în posibilitățile noii metode de investigare și tratament. Pentru că radiologia, la începuturile ei, nu a fost scutită de delatori care i-au prezis un sfîrșit prematur, așa cum unii îi prevestesc astăzi un viitor nu prea îndelungat. Personalități medicale marcante ca Albers Schönberg, Béclère, Holzknacht, Forsell, Holdfelder, Van der Plaats, Schinz, Baclèsse și mulți alții s-au consacrat cu pasiune idealului de a construi, pe plan



teoretic și practic, un edificiu robust și prestigios, care să merite pe deplin atributul de știință medicală, de disciplină clinică. În acest sens, dincolo de suportul tehnic, a fost necesar în primul rând să se creeze și să se asimileze o viziune nouă, *reprezentarea radiologică* a normalului și a patologicului, pentru toate organele și sistemele; a fost necesar, de asemenea, să se elaboreze un *mod de gândire* particular, indispensabil interpretării coerente a imaginii create de radiație, respectiv identificării substratului anatomic care o produce; în fine, o *terminologie* specifică, adecvată acestui scop.

Trebuie remarcat că, indiferent de caracterul lor specific și de măsura în care se recunoaște acest lucru, toate metodele imagistice moderne au preluat – într-o măsură mai mare sau mai mică – elemente conceptuale ale radiologiei clasice.

O contribuție importantă la realizarea acestor deziderate au adus-o marile personalități ale radiologiei românești, înaintașii noștri, cărora le datorăm întreaga noastră grațitudine și respectul nostru nelimitat. Nume ca cele ale profesorilor C. Severeanu, D. Gerota, E. Radu, Dim. Negru, Gh. Schmitzer, I. Birzu, Gh. Chișleag s-au înscris definitiv printre cele ale marilor figuri pe care le-a dat radiologia mondială. Datorită lor, România a fost una dintre primele țări din lume în care s-a practicat radiologia medicală.

Trebuie menționat în acest sens faptul că primele radiografii s-au efectuat în țara noastră în anul 1896, în spitalul Colțea, la câteva luni de la descoperirea lui Röntgen, că primul laborator de radiologie a început să funcționeze, în același spital, în 1899, iar în același an a fost predat și primul curs de *Radiologie Medicală*.

Eforturile și perseverența acestor mari personalități au menținut în permanență radiologia românească la un nivel remarcabil de profunzime și creativitate.

Scurta istorie a radiologiei medicale este marcată nu numai de figuri proeminente, ci, din nefericire, și de numeroase victime, cărora omenirea le-a atribuit, pe bună dreptate, titlul de adevărați martiri. În adevăr, la scurtă vreme după ce razele X și-au dezvoltat proprietățile fizice și chimice, s-a evidențiat și capacitatea lor de a produce efecte biologice redutabile. Unele dintre acestea, printre care scurtarea vieții și cancerogeneza, au fost dureros resimțite de cei care le-au folosit, de pionierii radiologiei medicale care au plătit un scump tribut entuziasmului cu care s-au dedicat muncii cu radiațiile.

Astăzi, când vorbim de cunoștințele de radiobiologie obținute în condiții experimentale, uităm deseori că primele ființe care s-au supus unor asemenea experiențe au fost oameni, au fost primii radiologi.

În 1936, "omenirea recunoscătoare" a ridicat la Hamburg martirilor radiologiei un emoționant monument; pe el se pot citi numele multor personalități care sînt citate și în manualele și tratatele noastre. Aceștia ar trebui să li se adauge cele ale altor sute de practicieni, a căror jertfă, rămasă în anonimat, merită neîndoiește același recunoscător omagiu.

Radiologia medicală a devenit în zilele noastre o disciplină foarte complexă, careia i se atribuie în mod obișnuit patru secțiuni principale:

- radiodiagnosticul
- radioterapia
- radiobiologia medicală
- medicina nucleară \*

**Radiodiagnosticul:** constă din investigarea morfoloică și funcțională a diferitelor organe și sisteme pe calea utilizării radiațiilor X sau Röntgen; în această accepțiune, termenul de *Röntgendiagnostic* este un sinonim mai explicit.

În prima jumătate a secolului nostru, Röntgendiagnosticul a reprezentat singura metodă de explorare care producea și exploata o imagine particulară, obținută printr-un factor fizic artificial, radiația X. În ultimele decenii, progresele remarcabile din anumite domenii tehnologice de vîrf au făcut posibilă utilizarea în același scop a altor asemenea factori, cum sînt ultrasunetele și magnetismul nuclear.

S-a constituit astfel o categorie destul de heterogenă de metode de investigare a realității anatomice, care a primit denumirea de *imagistică medicală*.

În acest proces de multiplicare și diversificare a căilor de obținere a unor imagini cu semnificație clinică, impactul informaticii s-a dovedit esențial. Procesarea informatică a permis înainte de toate lărgirea domeniului de exploatare al radiației X, în cadrul tehnicii tomografiei computerizate; ea reprezintă, de asemenea, un element fundamental în realizarea imaginii prin rezonanță magnetică nucleară. Pe un plan mai larg, transcrierea digitală a imaginilor obținute prin folosirea de factori fizici diferiți și prin proceduri diferite, permite stocarea informației achiziționate și prelucrarea ei ulterioară, cu evidente avantaje de ordin practic.

În ultimii ani, este tot mai larg acreditată părerea că domeniul imagisticii medicale trebuie să cuprindă numai acele proceduri care utilizează o imagine creată de computer, adică o *imagine digitală*. Deși în mare măsură convențională și deși creează un statut incert procedurilor

\* Așa cum se va vedea mai departe, medicina nucleară este considerată în prezent o disciplină independentă.



analogice, această opinie își găsește totuși o justificare în lumina celor expuse mai înainte.

Independent de nuanțele semantice, existența în prezent a mai multor metode de investigare care produc și uzează de o imagine datorată unui factor fizic creează, pe plan didactic, problema alegerii cadrului apropiat de studiu. Numeroase argumente de ordin istoric, metodologic și practic pledează pentru tratarea acestor metode într-un context, capabil să le reliefeze nu numai particularitățile, ci și anumite trăsături comune, și mai ales să evite crearea unei impresii false de competiție în alegerea și folosirea lor. Un asemenea mod de tratare permite, de asemenea, înțelegerea faptului că, în zilele noastre, investigația pe calea imaginilor urmează căile unui veritabil "flux tehnologic", în care indicația și succesiunea metodelor trebuie să corespundă riguros treptelor de rezolvare a problematicii clinice.

Secțiunii privind radiodiagnosticul și imagistica fizică medicală îi este consacrată cea mai mare parte a prezentului material.

**Radioterapia** este metoda care folosește radiațiile ionizante (categorie în care se încadrează și radiația X) în scopul tratării unui număr de afecțiuni de natură variată (în principal tumori maligne). În acest domeniu, radioterapia s-a dovedit una dintre cele mai eficiente arme de care dispune medicina contemporană, constituind unul din mijloacele majore de tratament de care uzează oncologia. Tratarea unor tumori cu largă incidență, cum sînt cancerul mamar, cancerul uterin, limfoamele maligne și multe altele, ar fi de neconceput în prezent fără contribuția largă a metodei radiologice.

În zilele noastre, datorită unor remarcabile progrese în domeniul fizicii și tehnicii, radioterapia dispune de o gamă largă de posibilități de abordare a tumorilor cu cele mai variate localizări. Apariția, alături de radiațiile X (primele folosite în acest scop), a celor generate de instalațiile de energii înalte, de tipul acceleratorului liniar de particule, betatronului și altora, a schimbat radical conținutul activității de radioterapie. Acestor instalații li se adaugă și surse radioactive, naturale și mai ales artificiale, care își găsesc, de asemenea, o largă aplicabilitate. Sfera indicațiilor tratamentului radiologic antitumoral s-a extins considerabil și, în aceeași măsură, au crescut și șansele vindecării reale într-un număr de manifestări tumorale situate anterior dincolo de posibilitățile terapeutice. Aceasta a contribuit substanțial la modificarea conceptului de curabilitate a cancerului. Alte speranțe se leagă de introducerea în practica curentă a noi tipuri de radiații, caracterizate printr-o extrem de ridicată "eficacitate

biologică", așa cum sînt neutronii, mezonii sau ionii grei.

**Radiobiologia.** În afara efectelor fizice și chimice, radiațiile X produc și efecte de ordin biologic. La baza acestora se situează capacitatea lor de a ioniza atomii și moleculele mediului parcurs.

Proprietatea de a ioniza și excita atomii și moleculele este apanajul unei largi categorii de radiații, de natură electromagnetică (razele X și gamma) și corpusculară (electroni, protoni, neutroni, mezonii etc.), cărora le este comună o energie cuantică ridicată și care sînt denumite generic *radiații ionizante*.

Pentru materia vie, ionizările pe care le produc aceste radiații capătă o semnificație particulară: ele conduc la alterări ale structurilor biologice (biomoleculelor), care determină, în continuare, modificarea în grade diferite a proprietăților vitale, adică se traduc în final prin *efecte radiobiologice*. Acestea sînt de factură și de gravitate diferită, mergînd de la manifestări funcționale reversibile, pînă la moartea celulelor și organismelor.

Studiul efectelor radiobiologice constituie obiectul *radiobiologiei generale*. Această știință, prin excelență experimentală, posedă o metodologie corespunzătoare, deosebit de elaborată și un limbaj propriu, adaptat obiectivelor ei de cercetare.

O ramură a radiobiologiei generale, *radiobiologia medicală sau clinică*, își propune studiul efectelor biologice produse de radiații asupra organismului uman și asupra structurilor acestuia. Unul din obiectivele fundamentale ale acestei discipline, privită și ca o secțiune a radiologiei medicale, este acela de a stabili relații cât mai exacte între cantitatea de radiații, adică *doza* pe care o primesc diferitele structuri normale și patologice ale organismului și *intensitatea* efectului radiobiologic observat în final. Precizarea acestor relații este subordonată unui deziderat de ordin nemijlocit practic, acela de a oferi o bază obiectivă tratamentelor cu radiații ionizante, adică radioterapiei. Un alt obiectiv, de importanță egală, este acela de a preciza cantitatea de radiații pe care o primesc, de la diferite surse, populațiile umane și posibilele consecințe ale acestei iradiieri, inclusiv alterarea fondului genetic.

**Medicina nucleară** folosește un număr de izotopi radioactivi în scop diagnostic și terapeutic. Acești izotopi, introduși în organism, se fixează în mod selectiv în anumite țesuturi și organe; emisia lor radioactivă poate fi detectată, astfel încît prin tehnicile de captare și scintigrafie se pot obține informații de ordin funcțional sau morfologic, de importanță deosebită în completarea investigației medicale. În prezent, sînt folosiți în acest scop un mare



număr de radioizotopi, dintre care o largă utilizare cunosc iodul 131, aurul 198 și mai ales tehneciul 99m. Posibilitatea obținerii, prin utilizarea radioizotopilor, a unei imagini scintigrafice (care poate fi supusă și procesării digitale) a determinat încadrarea acestui domeniu de activitate al medicinei nucleare în categoria metodelor imagistice.

Datorită capacității lor de a se fixa și concentra în anumite țesuturi, unii izotopi realizează o iradiere intensă a acestora, astfel încât, introduși în organism în cantități

adevrate, pot fi utilizați în scop terapeutic. Unul dintre cele mai cunoscute exemple în acest sens îl reprezintă iodul radioactiv ( $^{131}\text{I}$ ), larg utilizat în tratamentul hipertiroidiei și cancerului tiroidian.

Complexitatea activităților, pe plan diagnostic și terapeutic, pe care le implică utilizarea izotopilor radioactivi în scopuri medicale, ca și metodologia particulară a acestor activități, explică individualizarea, în zilele noastre, a medicinei nucleare ca disciplină independentă.



## Capitolul 1

# BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE RÖNTGENDIAGNOSTICULUI

### 1.1. Noțiuni elementare de fizică atomică și nucleară

Deși probabil puțin atractivă, parcurgerea acestui subcapitol – care în intenția autorului rămâne pur facultativă – se poate dovedi, pe parcursul procesului de inițiere în domeniul radiologiei medicale, deosebit de utilă. Reprezentarea cât mai apropiată de realitate a structurii atomului, în lumina legităților care guvernează comportamentul particulelor sale, își găsește justificarea cel puțin din două puncte de vedere:

- cel al explicării modului de producere în practică a radiației X sau Röntgen, “instrumentul” fizic al acestei metode, și cunoașterii principalelor proprietăți pe care se bazează utilizarea ei în investigația medicală;

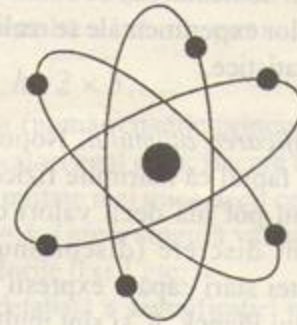
- cel al înțelegerii modului de formare a imaginii (ca rezultat al interacției acestei radiații cu mediul anatomic supus explorării), a particularităților și semnificației ei reale.

În realitate, domeniul de aplicabilitate al acestor cunoștințe este mult mai larg. Noțiuni fundamentale de fizică a atomului (în particular a nucleului atomic) sînt indispensabile în explicarea principiilor altor metode imagistice (scintigrafia izotopică, RMN), după cum interacțiile elementare ale particulelor atomice se regăsesc, ca premiză fenomenologică, în radiobiologie și radioterapie.

#### 1.1.1. Structura atomului.

Din comentariul care însoțește fig. 1 nu trebuie înțeles că viziunea “planetară” comună asupra atomului – așa cum este sugerată de primele “modele” apărute la începutul secolului nostru\* (și care, în fond, nu cuprinde neadevăruri de esență) – este condamnabilă. Trebuie desprinsă doar

ideea că, întrucît domeniul fenomenologic al atomului și particulelor sale este un domeniu în care legitățile fizicii clasice nu sînt aplicabile, reprezentările elaborate pe baza acestora sînt neadecvate. Să ne reamintim, în acest sens, bine cunoscutul model atomic imaginat de Rutherford în 1911 (fig.2).



**Fig.1.** Un simbol al epocii atomice care nu are nimic comun cu structura atomilor. Figuri de acest fel apar deseori ca semne de avertizare sau ca embleme ale firmelor agențiilor internaționale și altor organizații care au vreo legătură cu atomul. Nu este nimic rău în aceasta, cît timp figura este privită ca un simbol; dar există întotdeauna pericolul ca unii dintre noi să fie induși în eroare și să-și închipuie că în realitate atomii arată astfel.

Atomismul modern utilizează, în descrierea existenței și comportamentului atomului, conceptele fundamentale ale fizicii cuantice, ceea ce permite o explicare coerentă a stabilității lui și a proceselor fizice proprii microobiectelor care îl compun, în concordanță cu rezultatele experimentale. Deosebirile esențiale între fizica cuantică și cea clasică sînt concentrate în două afirmații:

\* În virtutea acestor metode a fost statuat – după cum se știe – faptul că atomul este un sistem fizic format dintr-un nucleu central, cuprinzînd protoni și neutroni, în jurul căruia “gravitează” electronii.



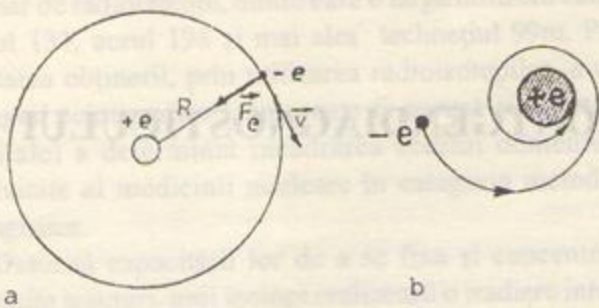


Fig. 2. Atomul hidrogenoid al lui Rutherford este perfect din punctul de vedere al mecanicii clasice (a). Datorită energiei electromagnetice iradiate (ca urmare a deplasării sarcinii lui electrice), el n-ar putea "supraviețui" mai mult de  $10^{-9}$  secunde (b), în contradicție cu toate datele experimentale.

1. mărimile măsurate (observabilele) nu pot lua orice valori;
2. comportarea sistemelor într-o experiență dată nu poate fi prevăzută decât statistic.

Din prima afirmație rezultă că atomul, ca sistem fizic de microobiecte, este supus regulilor de cuantificare; din cea de a doua, că, în domeniul său de observație, descrierea corectă a rezultatelor experimentale se realizează prin formularea de legi statistice.

**1.1.1.1. Cuantificarea atomului.** Noțiunea de cuantificare se referă la faptul că mărimile fizice care definesc starea atomului nu pot lua decât valori care variază în salturi, adică sînt discrete (discontinue). Parametri principali ai acestei stări capătă expresii care conțin de regulă constanta lui Planck,  $h$ , și sînt multipli întregi sau fracționari ai lui  $h$ . Una dintre constantele fundamentale ale fizicii universale, constanta lui Planck are valoarea:

$$(1.1) \quad h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js (joule x sec)}$$

Din această expresie rezultă că dimensiunea ei fizică decurge dintr-un produs [energie] x [timp], deci este cea a unei acțiuni (de unde denumirea de *cuantă de acțiune*). În modul de manifestare al fenomenelor la scara atomică, o cantitate de acțiune este în mod obligator un multiplu de  $h$ .

Mărimea constantei lui Planck constituie un criteriu de aplicabilitate a mecanicii cuantice, respectiv mecanicii clasice, în abordarea unui domeniu fenomenologic: dacă pentru un sistem fizic orice variabilă dinamică "naturală" avînd dimensiunea acțiunii (coordonatele spațiale, impulsul, momentul cinetic, viteza, energia etc.) are valori numerice comparabile cu  $h$  (așa cum este cazul atomului),

comportarea sistemului trebuie descrisă în termenii mecanicii cuantice. Pe de altă parte, dacă fiecare asemenea variabilă este foarte mare în raport cu  $h$ , legile fizicii clasice sînt valabile cu o precizie suficientă.

După cum se știe, un criteriu similar, viteza luminii  $c$  ( $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ) este utilizat în alegerea tratării "relativiste" sau "nerelativiste" a unui fenomen fizic: o tratare nerelativistă (clasică) este adecvată, adică suficient de precisă, dacă toate vitezele implicate sînt mici în comparație cu  $c$ .

**A. Energia.** Ideea cuantificării energiei atomului, principalul parametru care îi descrie starea, a fost materializată de N.Bohr, prin enunțarea primului dintre postulatele care stau la baza cunoscutului său model atomic semiclassical. Potrivit acestui postulat, energia unui atom (considerat în repaus) nu poate lua decât valori dintr-o mulțime discretă de energii  $E_1, E_2, \dots$ ; corespunzător acestor valori, mișcarea constituenților săi interni (electronii) se poate efectua numai pe anumite orbite "permise" sau orbite staționare, în care atomul nu emite și nu absoarbe energie. Această îi conferă starea staționară, adică stabilitatea.

În cazul atomului de hidrogen, condiția de cuantificare pentru starea stabilă, staționară, este (potrivit unui postulat complementar al lui Bohr) ca momentul cinetic orbital\*  $L$  al electronului (creat de mișcarea lui în jurul nucleului) să fie un multiplu întreg al mărimii  $h/2\pi$ , unde  $h$  este constanta lui Planck:

$$(1.2) \quad L = n \times \frac{h}{2\pi}, \quad n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

(Pentru simplificare, valoarea  $h/2\pi$  este scrisă de obicei sub forma  $\hbar$ , expresia (1.2.) devenind  $L = n \times \hbar$ ).

Trebuie amintit că în cazul concret al mișcării orbitale a electronului, momentul cinetic  $L$  este rezultatul produsului dintre masa de repaus a electronului ( $m_e$ ), viteza lui pe orbită ( $v$ ) și raza orbitei ( $r$ ):

$$(1.3) \quad L = m_e \times v \times r$$

Din expresia (1.2.) rezultă că electronul recunoaște un număr teoretic infinit de orbite staționare, fiecareia corespunzându-i o rază (deci o distanță față de nucleu) de mărime diferită.

Numărul cuantic  $n$ , provenind din succesiunea numerelor naturale 1,2,3..., care caracterizează valoarea energiei

\* Momentul cinetic  $L$  (în raport cu o axă) este produsul dintre impulsul unui punct material (masa inertă x viteza) și distanța lui pînă la axă.



totale a atomului, este denumit *număr cuantic principal*. Starea staționară corespunzătoare numărului cuantic  $n=1$  este *starea fundamentală*, în care electronul se rotește pe orbita cea mai apropiată de nucleu (orbita sau pătura K) iar energia lui,  $E_1$ , are valoarea minimă (energia fundamentală).

În această situație, distanța dintre electron și nucleu ("prima rază a lui Bohr", marcată prin  $a_0$ ) este de  $5,29 \times 10^{-11}$  m; celelalte raze, corespunzând lui  $n = 2$ ,  $n = 3$ ,  $n = 4$ , au mărimile de  $4a_0$ ,  $9a_0$ , respectiv  $16a_0$ .

Celelalte stări staționare, corespunzătoare numerelor cuantice 2,3,4,..., respectiv orbitelor (păturilor) L,M,N..., sînt *stări excitate*.

Trebuie remarcat că dacă primul postulat al lui Bohr este interpretat "ad litteram", el apare fals. Starea "mai înaltă" decît cea fundamentală nu poate fi staționară sau stabilă, deoarece atomul se dezexcită spontan din astfel de stări, într-un interval de timp evaluat la  $10^{-8}$  secunde. (Este adevărat că acest interval poate fi considerat lung la scara atomică a timpului!).

Postulatul menționat trebuie privit doar ca o primă aproximare în descrierea unor fenomene complexe, accepțiune în care se vedește util.

Stările în care  $E < 0$  sînt *stări legate*, în care electronul aparține atomului; dacă  $E > 0$ , electronul devine liber.  $E_f$  este energia limită între starea legată și cea liberă a electronului.

Pentru a scoate din atom un electron aflat în starea caracterizată printr-un număr cuantic  $n$ , este necesară o energie de extracție sau de ionizare  $E_i = E_x - E_n$ ; aceasta poate fi produsă prin încălzire, coliziune sau iradiere. În cazul atomului de hidrogen, pentru electronul în starea  $n = 1$ , această energie ("potențial de ionizare") este de 13,6 eV\*.

În virtutea celui de al doilea postulat al lui Bohr, atomul poate absorbi sau emite energie, prin trecerea dintr-o stare staționară în alta, adică printr-o tranziție. În cursul unei tranziții se emite sau se absoarbe întotdeauna o cantitate de radiație electromagnetică, sub forma unui foton\*\* de energie  $h\nu$ , egală cu diferența dintre energiile stării inițiale și stării finale a atomului:

$$(1.4) \quad h\nu = E_f - E_i$$

\* 1 eV (electron volt) este cantitatea de energie absorbită de un electron care se deplasează între două puncte aflate la o diferență de potențial de un volt; valoarea mărării lui este  $1,60 \times 10^{-19}$  Joule.

\*\* Fotonul este particula elementară a cîmpului electromagnetic, posedînd o energie  $E = h\nu$  și un impuls  $h/\lambda$ , el posedă, de asemenea, și proprietăți de undă.

unde  $E_i$  și  $E_f$  sînt energia atomului în starea inițială, respectiv finală,  $h$  constanta lui Planck iar  $\nu$  frecvența radiației electromagnetice. Este evident că dacă  $E_f > E_i$  fotonul va fi absorbit; el va fi emis dacă  $E_f < E_i$ .

După cum se poate deduce, acest postulat presupune nu numai cuantificarea emisiei și absorbției de radiații electromagnetice de către atom, ci și faptul că radiația electromagnetică însăși are un caracter discret; undele electromagnetice își pot modifica energia numai printr-o cantitate care este un multiplu întreg al cuantei energiei fotonului  $w_0 = h\nu$ .

**B. Celelalte variabile fizice.** Odată cu tratarea stării atomului după concepțiile mecanicii cuantice, s-a impus și cuantificarea altor parametri ce caracterizează această stare.

*Momentul cinetic orbital* ( $L$ ) al electronului este cuantificat prin *număr cuantic*  $l$ , denumit număr cuantic orbital. Mărimea numerică (modulul) momentului cinetic orbital este dată de relația:

$$(1.5) \quad |L| = h\sqrt{l(l+1)}, \quad l = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

din care rezultă că  $L$  nu poate lua decît valorile  $0h, h\sqrt{1 \times 2}, h\sqrt{2 \times 3}, \dots$

Pentru un  $n$  (număr cuantic principal) dat,  $l$  poate lua un număr de valori egal cu  $n$ , fiecare dintre acestea fiind cu cel puțin o unitate mai mică decît cea a lui  $n$ . De exemplu, pentru  $n = 1$ ,  $l$  are o singură valoare, 0; pentru  $n = 2$ ,  $l$  poate lua valorile 0 și 1 etc.

(O tratare detaliată a semnificației numărului cuantic  $l$  depășește intențiile autorului; numărul a fost doar menționat, întrucît, în continuare, va apărea ca element de referință în definierea altor parametri ai stării atomului. Ar fi de reținut, totuși, că fiind expresia cuantificată a momentului cinetic, el este un factor de definire a poziției posibile a electronului într-un plan).

*Momentul magnetic.* În mișcarea sa pe orbită, electronul încărcat electric creează un curent circular închis, care dă naștere unui *cîmp magnetic* orientat perpendicular pe conturul acestuia. Momentul magnetic  $\vec{\mu}$  al mișcării electronului este definit printr-un număr cuantic propriu  $m$ , care pentru un  $l$  dat, poate lua toate valorile de la  $-l$  la  $+l$ , diferite între ele prin cîte o unitate. Astfel, pentru  $l = 1$ ,  $m = -1, 0, +1$ . În general, mărimea numerică a lui  $m$  se înscrie în șirul de valori  $0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ .

(Întrucît cîmpul magnetic nu poate fi descris decît utilizînd toate cele trei coordonate spațiale,  $m$ , care în construcția grafică este proiecția lui  $l$  pe una din coordonate, exprimă orientarea în spațiu a planului unei orbite).



Electronului  $i$  se mai atribuie și un moment cinetic propriu  $\vec{s}$ , datorat rotației în jurul axei sale și denumit spin. Acesta ia, de asemenea, numai valori cuantificate, multipli semiîntregi de  $\hbar$ ; pentru un  $l$  dat, numărul cuantic corespunzător,  $s$ , poate fi  $+\frac{1}{2}$  sau  $-\frac{1}{2}$ , potrivit sensului mișcării. Este evident că spinul creează și un moment magnetic propriu, căruia  $i$  se atribuie numărul cuantic  $m_s$ .

Desăvârșind modelul atomului hidrogenoid al lui Bohr, fizica cuantică dă o explicație satisfăcătoare unor aspecte de esență, cum ar fi stabilitatea atomului, condiționată de energia stării lui fundamentale, cea mai joasă energie a sistemului pe care îl constituie. În final, modelul cuantic al atomului hidrogenoid oferă imaginea unui edificiu întins, fără o stabilitate deosebită, în interiorul căruia electronul descrie o mișcare relativ lentă ( $c/137$ ) în jurul nucleului, la o distanță mare în raport cu unitățile naturale definitorii.

Fizica cuantică permite în același timp și explicarea structurii atomului cu mai mulți electroni, care nu era posibilă înainte de elaborarea conceptelor sale.

O reprezentare corectă a acestui tip de atom trebuie să țină seama, pe lângă forța centrală de atracție a nucleului, și de forțele de respingere reciprocă a electronilor. În analiza condițiilor respective, două concluzii importante s-au impus:

1. Electronii din atomii multi-electronici se grupează energetic și spațial în așa-numite *pături electronice* (orbitali).

2. Există o vădită tendință de grupare a câte doi electroni, astfel ca energia sistemului să fie minimă. Această proprietate de ordin general a fost enunțată de Pauli (1924) în termenii *principiului excluziunii*, potrivit căruia într-un atom nu pot exista doi electroni cu numere cuantice identice; un orbital poate cuprinde maximum doi electroni, diferiți între ei prin semnul numărului cuantic de spin (adică "antiparaleli"). În general, așa cum am mai arătat, pentru un  $n$  dat,  $l$  va putea lua valori distincte; pentru fiecare  $l$  vor exista  $2l + 1$  posibilități de orientare spațială (descrise prin  $m$ ) și pentru fiecare  $m$  vor fi posibile două orientări de spin. Rezultă că numărul maxim de electroni pentru un  $n$  dat (luând toate valorile posibile pentru  $l$ ,  $m$  și  $s$ ) va fi dat de suma:

$$(1.6) \quad \sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1) = 2n^2$$

Toți electronii cu un  $n$  dat vor face parte dintr-o pătură; toți electronii cu aceeași valoare a lui  $l$  formează o subpătură (orbital). Dezvoltarea acestor premize permite

reprezentarea așa-numitei "configurații electronice", definitorii pentru starea atomului în cazul concret al unui anumit număr de electroni pe care îi posedă. Ținând seama de numerele cuantice  $n$  și  $l$ , se obișnuiește notarea diferitelor stări ale electronilor prin simboluri. Fiecare simbol conține un coeficient numeric egal cu numărul cuantic principal  $n$  și notația literală a numărului cuantic orbital  $l$  după schema:

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

$$s, p, d, f, g, h, \dots$$

(De exemplu, starea pentru care  $n = 1$  și  $l = 0$  se notează prin simbolul  $1s$ ; pentru  $n = 2$ , există stările  $2s$  și  $2p$ ; pentru  $n = 3$  sînt posibile stările  $3s$ ,  $3p$ ,  $3d$  etc.)

**1.1.1.2. Dualitatea particulă-undă.** Una dintre cele mai importante caracteristici ale obiectelor cuantice (obiecte a căror evoluție nu poate fi explicată decît pe baza fizicii cuantice) este legătura dintre proprietățile lor corpusculare și ondulatorii. Această legătură, enunțată de **L. de Broglie** (1924), constă din faptul că fiecărei particule în mișcare îi este atașată o undă, unda *de Broglie*, care se propagă în direcția și cu viteza particulei. În mod reciproc, orice undă (cum ar fi, de exemplu, o radiație electromagnetică) presupune deplasarea unei particule asociate (în exemplul dat, un foton).

Intr-o altă accepțiune – care nu este unanim agreată – particula liberă în mișcare și unda de Broglie se identifică; în cazul electronului atomic, ele reprezintă trăsături intrinseci ale acestuia.

Proprietățile de particulă, exprimate prin energia  $E$  și impulsul  $p$  (egal cu produsul  $m \times v$ ) sînt legate de proprietățile de undă (frecvența și lungimea de undă) prin relațiile:

$$(1.7) \quad E = h\nu, \quad p = \frac{h}{\lambda}; \quad \lambda = \frac{h}{p}; \quad (\lambda = \frac{h}{mv})$$

unde  $h$  este constanta lui Planck.

Dacă particula în mișcare se comportă ca o undă, este posibil ca ea să fie descrisă printr-o funcție de undă  $\Phi(\vec{r}, t)$ , unde  $\vec{r}$  se referă la direcția mișcării, iar  $t$  la timp.

**1.1.1.3. Relațiile de incertitudine.** Așa cum am menționat mai înainte, în cazul obiectelor cuantice, legile dinamicii clasice nu sînt valabile; descrierea corectă și generalizarea rezultatelor experimentale se poate face numai prin legi statistice. În opoziție cu fizica clasică, care consideră variabilele dinamice (observabilele) pentru un sistem sau particulă (coordonatele de poziție, impulsul, momentul cinetic, vectorii de cîmp electric și magnetic)



ca funcții bine definite, ce pot fi în principiu măsurate și specificate oricât de precis, mecanica cuantică (Heisenberg, Schrödinger, 1926) postulează existența unei limite fundamentale a preciziei cu care aceste variabile pot fi cunoscute. Această limită se datorează în esență interacțiunii dintre aparatul de măsură și microobiectul supus măsurării, adică interacțiunii dintre un obiect "clasic" și unul cuantic. Pentru oricare dintre observabilele menționate, rezultatul unei măsurători nu poate fi interpretat decât statistic, pe baza unui mare număr de operații. De exemplu, localizarea unei particule în mișcare se poate exprima printr-o lege statistică ce determină probabilitatea de a găsi particula într-un anumit interval al unei coordonate spațiale; în virtutea acestei legi se poate calcula poziția medie a particulei și densitatea de probabilitate în localizarea ei.

Recunoașterea limitei menționate a condus la enunțarea așa-numitului "principiu de incertitudine" (nedeterminare) și a unor "relații de incertitudine". Una dintre aceste relații se referă, de exemplu, la perechea de variabile poziție-impuls și conduce la concluzia că valorile acestor variabile nu pot fi niciodată determinate cu precizie în același timp. Formulată de Heisenberg, relația respectivă are expresia:

$$(1.8) \Delta x \Delta p \geq h$$

unde  $x$  este coordonata de poziție a particulei,  $p$  impulsul ei, iar  $h$  constanta lui Planck.

De o manieră mai curînd intuitivă, mărimile  $x$  și  $p$  pot fi considerate ca inexactitățile cu care pot fi calculate poziția și impulsul particulei în spațiu. Dacă se cunoaște impulsul cu o eroare de  $\Delta p$ , atunci poziția se poate cunoaște cu o eroare mai mare sau egală cu  $\Delta h/p$ . (Tratarea riguroasă a relației, destul de complicată, se poate găsi în orice manual de fizică de nivel superior)

Una dintre concluziile la care conduce inevitabil această relație este că noțiunea de "trajectorie" își pierde sensul dacă se încearcă reprezentarea mișcării electronului în interiorul atomului. În acest caz, vorbim de *probabilitatea* de a găsi electronul într-o anumită regiune a spațiului. Aceasta conduce la expresia de *nor orbital electronic* (regiune cu densitate maximă de probabilitate), care înlocuiește conceptul de trajectorie, respectiv de orbită a electronului.

În lumina principiului de nedeterminare, reprezentarea structurii atomului capătă expresii total diferite de modelele clasice și semicuante. În cazul atomului hidrogenoid, dacă se consideră electronul în mișcare, acesta se poate afla în toate acele puncte ale spațiului în care densitatea de probabilitate este diferită de zero;

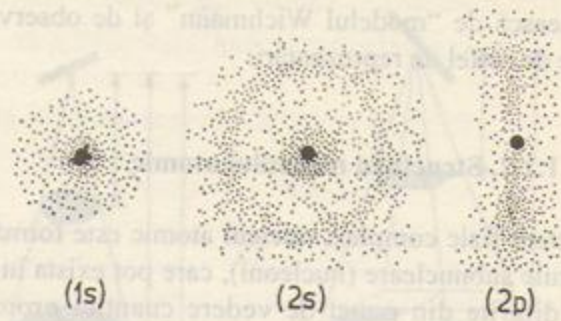


Fig. 3. Reprezentarea atomului hidrogenoid în stările 1s ( $n=1, l=0$ ), 2s ( $n=2, l=0$ ) și 2p ( $n=2, l=1$ ) în viziunea mecanicii cuantice.

este evident că electronul va trece cel mai des prin punctele unde densitatea de probabilitate este maximă. Presupunînd că s-a reușit fotografierea atomului printr-o expunere de durată lungă, atunci imaginea electronului va fi neclară și va avea una din formele din fig. 3, în funcție de starea în care se află; se poate spune că fig. 3 reprezintă prezența electronului "extinsă" în tot spațiul sub formă de "nor".

În încheierea acestui subcapitol, autorul își permite să atragă atenția asupra faptului că orice încercare de a reprezenta grafic un atom este sortită eșecului. Un desen sugerează doar ceva ce poate fi observat de proprii noștri ochi. Comportarea unui atom este însă atât de diferită de comportarea oricărui obiect macroscopic, încît o vizualizare directă este lipsită de sens. Aceasta nu ne împiedică să reprezentăm printr-un desen unele aspecte ale atomului. În măsura în care convențiile pe care se bazează desenul sînt înțelese, imaginea poate transmite un mesaj. "Modelul" atomului de heliu din fig. 4 aparține cunoscutului fizician american E.H. Wichmann (Universitatea Berkeley, California), care nu îl consideră cîtuși de puțin nesperios. El este destinat să reliefeze faptul că în atomii ușori electronii se mișcă foarte lent, dar mai ales să-i sugereze cititorului că, ori de cîte ori va vedea

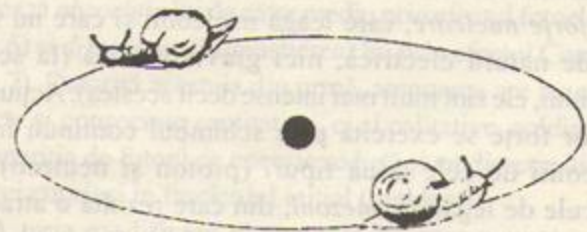


Fig. 4. "Modelul atomic Wichman"



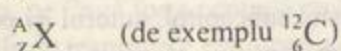
un desen al unui atom, nucleu sau moleculă, să-și amintească de "modelul Wichmann" și de observațiile legate de astfel de reprezentări.

### 1.1.2. Structura nucleului atomic.

Sistem fizic complex, nucleul atomic este format din particule subnucleare (nucleoni), care pot exista în două stări diferite din punct de vedere cuantic: *protoni* și *neutroni*.

O specie nucleară individuală (nuclid) este caracterizată printr-un număr  $Z$  de protoni și unul  $N$  de neutroni. Numărul  $Z$ , care corespunde celui al electronilor, este denumit număr atomic; suma  $Z + N$  a nucleonilor, exprimată prin  $A$  ( $A = Z + N$ ) este numărul de masă al atomului.

Nuclizii sînt definiți grafic prin simbolul elementului chimic respectiv ( $X$ ), la care se adaugă indicii corespunzători numărului de masă (al nucleonilor) și celui al protonilor:



Numărul neutronilor ( $N$ ) poate fi dedus cu ușurință din operația  $A - Z = N$ . Doi nuclizi cu același  $Z$ , dar cu  $A$  diferit, sînt denumiți *izotopi*.

În diferite situații, mai sînt utilizați termenii: *izobari* (pentru nuclizi cu același  $A$ , dar cu  $Z$  diferit), *izotoni* (nuclizi cu același  $N$ , dar cu  $A$  și  $Z$  diferit) și *izomeri* (nuclizi cu masă și număr atomic identice, dar care diferă prin proprietățile lor radioactive).

Protonul are o masă de repaus  $m_p$  egală cu  $1,007276 u^*$  (de 1836 ori mai mare decît masa de repaus a electronului) și o sarcină electrică egală cu a acestuia, dar de semn opus (pozitivă). Neutronul este lipsit de sarcină electrică iar masa lui de repaus este de  $1,008665 u$ . Atît protonul cît și neutronul posedă o mișcare de rotație în jurul propriei axe (spin), marcat prin numere cuantice  $+1$  sau  $-1$ , care le conferă un moment magnetic propriu.

Stabilitatea relativă a nucleului se explică prin existența unor *forțe nucleare*, care leagă nucleonii și care nu sînt nici de natură electrică, nici gravitațională (la scara nucleului, ele sînt mult mai intense decît acestea). Acțiunea acestor forțe se exercită prin schimbul continuu între nucleonii de cele două tipuri (proton și neutron) de particule de legatură, *mezoni*, din care rezultă o atracție de tip special, cu o "tărie" considerabilă, fără analog în fizica clasică. Forțele nucleare sînt centrale și au o rază de acțiune foarte mică ( $r \approx 10^{-15} \text{ m}$ ).

\*  $u$  este unitatea atomică de masă, egală cu  $1/12$  din masa atomului de carbon, adică  $1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Suma maselor experimentale  $m_p$  și  $m_n$  ale tuturor protonilor și neutronilor unui nucleu este diferită de masa experimentală a nucleului,  $M$ . Diferența:

$$(1.9) \quad [Zm_p + (A-Z)m_n] - M = \Delta m$$

se numește *defect de masă*. Acesteia îi corespunde energia  $E = \Delta mc^2$  \*\*, sau *energia de legătură*, care reprezintă energia desfacerii nucleului în nucleonii componenți sau energia care se eliberează în procesul formării nucleului din nucleoni.

**Modele nucleare.** În încercările de a explica structura intimă a nucleului, au fost elaborate, ca și în cazul atomului însuși, o serie de "modele", care oferă o reprezentare mai curînd intuitivă a acestei structuri:

- modelul "picăturii" reliefează omogenitatea densității nucleului și analogia mișcării nucleonilor cu cea a agitației termice a unei molecule;

- modelul "păturilor" sugerează ideea existenței unor pături energetice cuantificate, în care nucleonii se grupează în perechi de spin opus și se mișcă pe orbite independente (similar electronilor în atom);

- modelul "unificat" consideră că nucleonul se mișcă individual în câmpul determinat de ceilalți nucleoni și, concomitent, se deplasează cu întreaga pătură din care face parte.

**Particulele elementare ale nucleului.** În cursul studiilor experimentale efectuate în ultimele decenii pentru determinarea naturii interacțiilor nucleare, a fost pus în evidență un număr considerabil de particule componente ale nucleului. Acestea au o masă și un timp mediu de viață extrem de variabile și au fost grupate de Feynman în cîteva categorii principale ("octete"):

- leptoni (particule ușoare): electroni, pozitroni, miuoni, neutrini etc.

- mezoni (particule cu masa medie)

- barioni (particule grele): protoni, neutroni, hiperoni

Unele din aceste particule (așa cum sînt mezoni p) participă nemijlocit la realizarea forțelor nucleare, care asigură coeziunea și stabilitatea nucleului. Mai trebuie menționat faptul că fiecărei particule îi corespunde o antiparticulă (cu aceeași masă, spin și timp de viață, dar cu sarcină și număr barionic diferit) și că principalele lor caracteristici fizice sînt cuantificate.

În ultimii ani, anomaliile de manifestare a unor particule în cursul experiențelor au făcut să se presupună existența unor structuri subelementare, *quarkurile*.

\*\* conform relației relativiste dintre masă și energie



## 1.2. Radiațiile Röntgen; natură, proprietăți fundamentale

Fasciculul de radiații X sau Röntgen este un fascicul de fotoni, adică o radiație\* electromagnetică a cărei energie este definită, conform mecanicii cuantice, prin relația:

$$(1.10) E = h\nu$$

unde  $E$  este energia cuantei fotonului,  $h$  constanta lui Planck iar  $\nu$  frecvența undei electromagnetice; în consecință, el va manifesta toate proprietățile fotonilor.

Descrierea acestor proprietăți în cele ce urmează nu este nici exhaustivă, nici absolut riguroasă, ea nu își propune decât reliefaarea unor aspecte nemijlocit legate de practica radiologiei medicale.

Este totuși necesar de reamintit că fotonul, particula elementară a câmpului electromagnetic, nu posedă nici sarcină electrică nici masă de repaus și, în consecință, nu poate fi imaginat decât în mișcare.

### 1.2.1. Divergența

În general, fasciculul de fotoni poate fi descris geometric ca un con, în interiorul căruia fotonii porniți de la o sursă – considerată în mod ideal ca punctiformă – diverg pe măsură ce se îndepărtează de aceasta, acoperind o arie de proiecție din ce în ce mai mare (fig.5). Rezultatul divergenței este scăderea intensității fasciculului, proporțională cu pătratul distanței față de sursă, descrisă de relația:

$$(1.11) \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Acest fenomen caracteristic are numeroase implicații de ordin practic, impunând, printre altele, unele particularități tehnicilor de examinare și tratament.

El explică, de asemenea, una din trăsăturile fundamentale ale formării imaginii radiologice, *proiecția conică*. În sfârșit, același fenomen devine un factor important în protecția față de radiații.

\* Termenul de "radiație" semnifică un transport direcționat spațial de energie sau de particule materiale; energia, respectiv particulele transportate, sînt și ele însele denumite radiație.

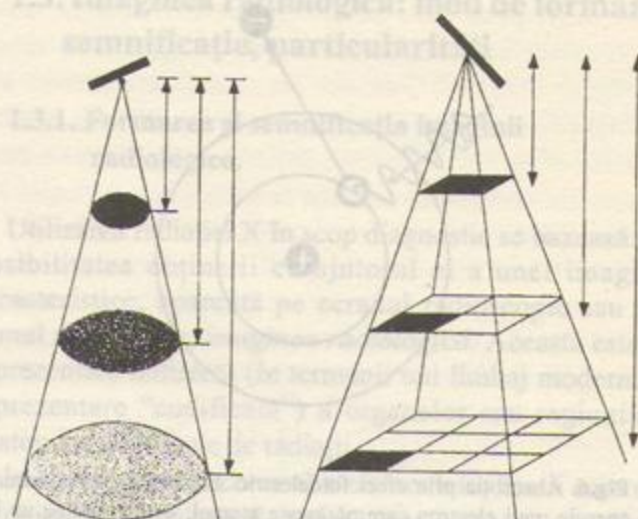


Fig.5. Divergența fasciculului de radiații produce scăderea intensității lui cu pătratul distanței față de sursă.

### 1.2.2. Atenuarea

Este principalul proces fizic la care este supus fasciculul de fotoni la trecerea lui prin materie. Prin atenuare trebuie înțeleasă reducerea intensității fasciculului datorată scăderii numărului de fotoni incidenți. Fenomenul este descris de relația:

$$(1.12) I = I_0 e^{-\mu d}$$

unde  $I_0$  este intensitatea inițială,  $I$  intensitatea după parcurgerea unui strat de materie de grosime  $d$ , iar  $\mu$  coeficientul de atenuare al mediului străbătut. Mărimea acestui coeficient este condiționată în principiu de densitatea  $\rho$  și numărul atomic  $Z$  al mediului, ca și de lungimea de undă  $\lambda$  a radiației, la rîndul ei invers proporțională cu frecvența  $\nu$ .

La baza atenuării fasciculului de radiații Röntgen se situează *absorbția* lui de către mediu prin efectul fotoelectric (fig.6) și *difuziunea* (împrăștierea) lui prin efectul Compton (fig.7). Datorită acestuia din urmă, atenuarea are nu numai efecte și consecințe cantitative, ci și calitative, soldîndu-se cu apariția de fotoni de energie redusă și cu direcție diferită de cei cuprinși în fasciculul inițial (incident).

A treia modificare elementară pe care o poate recunoaște fotonul, materializarea lui prin transformarea în două particule cu masă și sarcină electrică de sens opus (electron și pozitron) nu se produce în condițiile concrete ale practicării Röntgendiagnosticului.



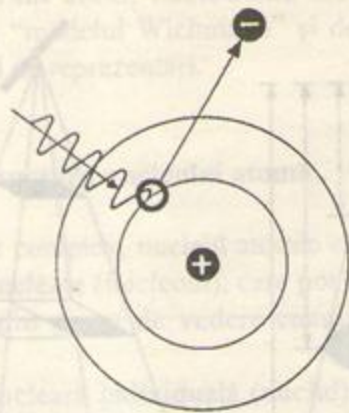


Fig.6. Absorbția prin efect fotoelectric. Fotonul cedează întreaga lui energie unui electron care părăsește atomul; acesta devine un ion pozitiv.

Fenomenul atenuării radiației poate fi considerat ca inversul capacității acesteia de a penetra mediul. În adevăr, spre deosebire de fotonii de energie joasă, așa cum sînt cei ai luminii vizibile, fotonii X nu sînt reflectați sau absorbiți la suprafața corpurilor, ci le străbat în măsura în care nu dispar în urma interacțiilor cu atomii mediului. În practică, se obișnuiește ca această trăsătură fizică să fie denumită *penetrabilitate*. În fig.8 este reprezentată "soarta" fotonilor individuali ai fascicului la trecerea lor prin materie (de la stînga la dreapta: foton absorbit, penetrant, respectiv împrăștiat).

### 1.2.3. Luminescența

Cu variantele ei, *fluorescența* și *fosforescența*, este fenomenul fizic prin care fotonii radiației X, excitînd

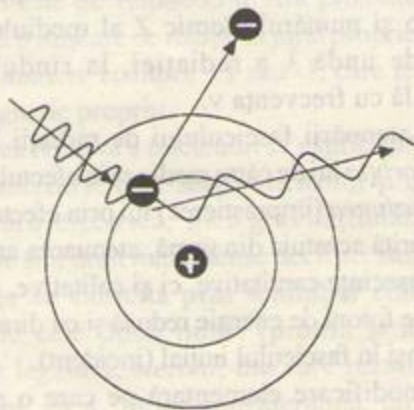


Fig.7. Efectul Compton. Fotonul cedează o parte din energia sa unui electron care părăsește atomul. Apare un foton cu energie redusă și cu direcție modificată.

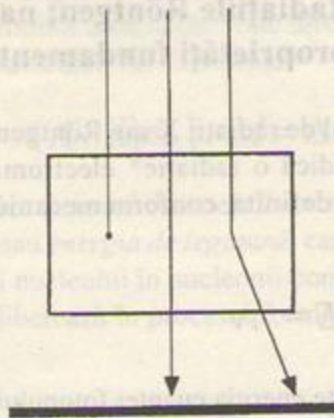


Fig 8.

atomii anumitor materiale, produc indirect, în cursul dezexcitării acestora, o emisie de fotoni cu lungimi de undă situate în spectrul luminii vizibile. O parte din energia lor este deci convertită pe această cale într-o radiație luminoasă, perceptibilă de către retină. În practica radiodiagnosticului, prin utilizarea ecranelor fluorescente, fasciculul de radiații Röntgen produce imaginea radioscopică.

*Fluorescența* este forma de luminescență care se manifestă numai atîta timp cît radiația X interacționează cu materialul, spre deosebire de *fosforescență*, persistentă un anumit timp după încetarea interacției directe. Este evident că în radioscopie nu poate fi utilizată decît fluorescența; manifestarea fosforescenței, chiar pentru un timp scurt, produce o remanență a imaginii care este stînjenitoare pentru examinator.

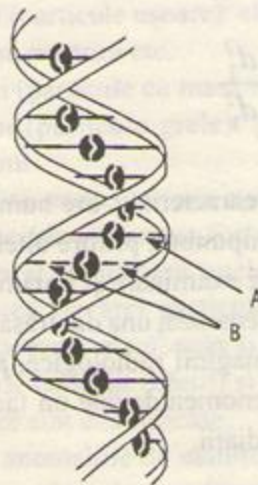


Fig. 9.



Substanțele fluorescente folosite în practică vor fi prezentate într-o altă secțiune.

#### 1.2.4. Efectele chimice

Dintre numeroasele efecte de ordin chimic produse de radiațiile X, efecte care își au originea în ionizarea și excitarea moleculelor mediului, capacitatea de a impresiona o emulsie fotografică este larg exploatată în practica radiodiagnosticului. Ea permite obținerea *radiografiei*, adică a imaginii radiologice fixate pe film. Radiografia, produsă în virtutea aceleiași procesări prin care se obține un clișeu fotografic, este o imagine negativă a celei observate în radioscopie.

#### 1.2.5. Efecte biologice

Capacitatea radiațiilor X de a ioniza mediul parcurs, comună unei categorii largi de radiații – electromagnetice și corpusculare – se situează la baza efectelor lor *biologice*. Aceste efecte, deosebit de complexe și variate, studiate experimental de radiobiologie, sînt utilizate în practica radioterapiei (în prezentul material le este consacrat un capitol aparte). În fig.9 este prezentat, ca exemplu, efectul iradierii asupra acidului dezoxiribonucleic (ADN), purtătorul informației genetice. În urma ionizărilor, s-a produs o ruptură unică (A), respectiv dublă (B), a legăturilor dintre spiralele moleculare, cu posibilitatea apariției unei mutații.

### 1.3. Imaginea radiologică: mod de formare, semnificație, particularități

#### 1.3.1. Formarea și semnificația imaginii radiologice.

Utilizarea radiației X în scop diagnostic se bazează pe posibilitatea obținerii cu ajutorul ei a unei imagini caracteristice, aparentă pe ecranul radiosopic sau pe filmul radiografic, *imaginea radiologică*. Aceasta este o reprezentare indirectă (în termenii unui limbaj modern, o reprezentare "codificată") a organelor sau regiunilor anatomice străbătute de radiații.

Imaginea vizuală comună a elementelor lumii care ne înconjoară, bazată pe reflectarea luminii de către suprafața corpurilor, este în realitate tot o imagine codificată pe care o creează analizatorul optic și căreia creierul îi atribuie o anumită semnificație. Imaginea radiologică nu are însă un corespondent material explicabil în virtutea legilor fiziologiei vederii; pentru a-i desluși sensul real, ea nu poate fi pur și simplu "citită", ci trebuie să fie întotdeauna *interpretată*, adică decodificată printr-un proces mental particular, care implică un grad important de convenție.

Conform teoriei informației, imaginea radiologică este de fapt un mesaj cu privire la structura mediului examinat, transmis pe calea radiației X, a cărei geneză trebuie explicată considerînd diferitele momente proprii unui așa-numit "lanț informațional" (fig.10).

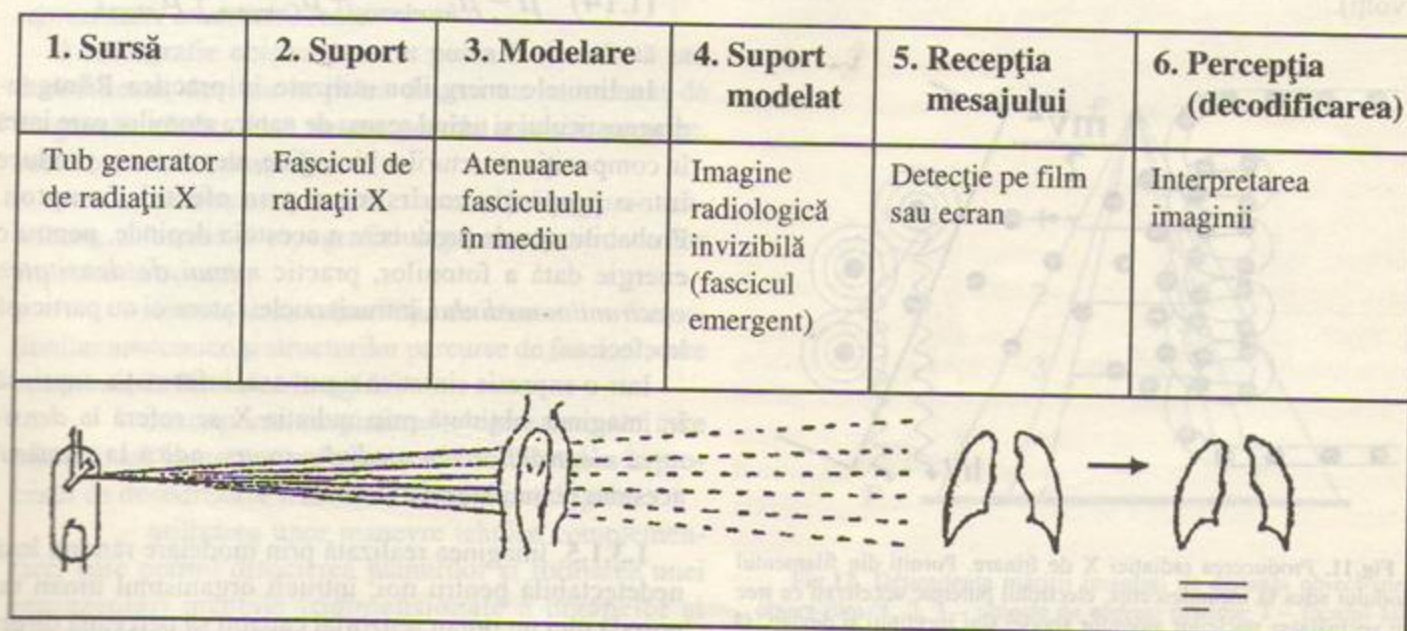


Fig.10. Lanțul informațional reprezentat de imaginea radiologică.



1.3.1.1. Sursa de emisie a mesajului, mai exact sursa suportului prin care se transmite informația, este reprezentată de tubul generator de radiații X. În tubul radiogen, electronii puternic accelerați de diferența de potențial dintre catod și anticatod (anoda) suferă la nivelul acestuia din urmă fenomenul de frînare (fig. 11), prin care o parte din energia lor cinetică se transformă în fotoni X, cu cuanta  $h\nu$ :

$$(1.13) \quad \frac{mv^2}{2} \rightarrow h\nu$$

Frînarea este interacția fizică dintre un electron ce se deplasează în vecinătatea unui nucleu atomic (cu sarcină pozitivă) și nucleul respectiv, soldată cu devierea traiectoriei electronului și încetinirea acestuia. Conform teoriei cuantice, în asemenea condiții se emite un foton, a cărui energie este prelevată din energia cinetică a electronului. Rezultatul fenomenului de frînare este deci apariția unei radiații electromagnetice (radiația X de frînare) și scăderea energiei cinetice a electronului (fig. 11).

Trebuie înțeles că, în cursul interacției lor cu atomii anodei, electronii cedează energia treptat și la întâmplare, fiecare act de emisie electromagnetică fiind responsabil de o anumită frecvență. În ansamblul ei, radiația Röntgen produsă pe această cale ("Bremsstrahlung") are un spectru continuu de lungimi de undă. Limita inferioară a acestui spectru corespunde situației extreme în care energia cinetică a electronului se transformă dintr-o dată într-o cantitate de energie  $h\nu$  maximă, corespunzătoare energiei de accelerare aplicată la bornele tubului radiogen (exprimată în volți).

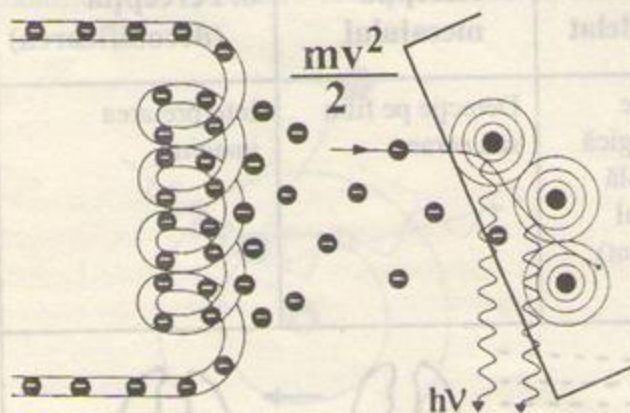


Fig. 11. Producerea radiației X de frînare. Porniți din filamentul catodului adus la incandescență, electronii puternic accelerați ce trec prin vecinătatea nucleilor atomilor anodei sînt încetiniți și deviați. O parte din energia lor apare sub forma unei cuante de radiație X.

1.3.1.2. Fasciculul de radiații Röntgen generat în acest mod constituie suportul propriu-zis al informației sau mesajului.

1.3.1.3. În continuare, fasciculul obținut este proiectat asupra organului sau regiunii anatomice examinate și este modelat de acestea, în esență prin procesul de atenuare.

Am văzut că atenuarea depinde fundamental de grosimea, densitatea și mai ales de numărul atomic al mediului parcurs. Fiecare fracțiune a fasciculului de radiații devine un veritabil aparat de măsură, care analizează plan cu plan, în direcția lui de propagare, mediul pe care îl străbate și capătă, prin gradul în care este treptat atenuat, o încărcătură informațională. El se transformă într-un semnal care reflectă mărimea parametrilor menționați. Cum regiunea anatomică parcursă de întregul fascicul cuprinde structuri ce diferă ca grosime, densitate și număr atomic, atenuarea va fi la rîndul ei diferită de la o regiune la alta a fasciculului.

1.3.1.4. Totalitatea semnalelor pe care le cuprinde fasciculul modelat, adică imaginea în ansamblul ei, reflectă diferența sau contrastul pe care le creează structurile parcurse în ceea ce privește capacitatea lor de a atenua fasciculul sau de a fi penetrate de acesta.

Așa cum am văzut, mediului parcurs de radiația X îi este propriu un anumit coeficient de atenuare  $\mu$ ; acesta rezultă din suma probabilităților de producere, în mediul respectiv, a celor trei tipuri de interacții elementare ale fotonilor, efectul fotoelectric, efectul Compton și formarea de perechi de particule:

$$(1.14) \quad \mu = \mu_{\text{fotoelectric}} + \mu_{\text{Compton}} + \mu_{\text{perechi}}$$

În limitele energiilor utilizate în practica Röntgen-diagnosticului și ținînd seama de natura atomilor care intră în compoziția structurilor biologice, atenuarea se produce într-o proporție covârșitoare prin efectul Compton. Probabilitatea de producere a acestuia depinde, pentru o energie dată a fotonilor, practic numai de densitatea electronilor mediului, întrucît nucleii atomici nu participă la efect.

Într-o expresie sintetică riguroasă, informația cuprinsă în imaginea obținută prin radiația X se referă la densitatea electronilor din mediul parcurs, adică la numărul acestora pe unitatea de volum.

1.3.1.5. Imaginea realizată prin modelare rămîne însă nedetectabilă pentru noi, întrucît organismul uman nu posedă nici un organ senzorial capabil să perceapă direct radiația X.



Ca simplă curiozitate, trebuie menționat faptul pe care l-am sesizat în practică, fără a-l putea verifica pe o scară mai largă, că retina unor persoane percepe totuși radiația Röntgen sub forma de "pete de lumină".

În practică, pentru a putea detecta mesajul, acesta trebuie să fie tradus în semnale optice, folosind fie un ecran fluorescent, fie un film radiografic. Datorită luminescenței sau impresiunii emulsiei fotografice, *imaginea primară sau latentă* devine o *imagine vizuală*, mesajul capătă posibilitatea de a fi recepționat. Proprietatea mediului străbătut de a atenua sau de a fi penetrat într-o anumită măsură de către fascicul devine proprietatea de a fi mai mult sau mai puțin *radioopac*, respectiv *radiotransparent*. În acest mod, el poate fi înregistrat de organul vizual al examinatorului.

1.3.1.6. Urmează, în sfârșit, ca informația ce rezultă din totalitatea semnalelor purtate de fascicul să fie *decodificată*, adică *interpretată*.

Decodificarea este în realitate un proces mental deosebit de complex. Așa cum am văzut, semnalele se formează prin parcurgerea strat cu strat de către fascicul a regiunii anatomice examinate și prin sumarea treptată a informațiilor cu privire la capacitatea de atenuare a structurilor din componența straturilor succesive. Numărul acestor semnale, prezente în imaginea radiologică, este imens; nu toate însă sînt utile.

Procesul decodificării trebuie, înainte de toate, să realizeze un discernămint și o selecție a lor, reliefindu-le pe cele care pot avea o semnificație anatomo-clinică și care constituie de fapt o proporție foarte redusă. Pe baza acestora, urmează să fie identificate structurile care le-au generat, astfel încît imaginea să capete sensul unei *reprezentări anatomice reale*.

O radiografie obișnuită nu ar putea fi descifrată sau decodificată, deci nu ar putea deveni un instrument de diagnostic clinic, dacă nu am poseda anumite premize, care constau în esență din:

- cunoașterea exactă a anatomiei regiunii examinate, a formei și topografiei organelor și structurilor cuprinse în aceasta;
- cunoașterea capacității de atenuare a formațiunilor anatomice și structurilor parcurse de fascicul, care contribuie la formarea imaginii;
- cunoașterea imaginii radiologice normale, care odată fixată în memorie, devine un veritabil etalon în procesul de decodificare a oricărei imagini patologice;
- utilizarea unor manevre tehnice complementare, care permit disocierea planurilor și formarea unei reprezentări mentale tridimensionale a organelor și formațiunilor anatomice examinate.

### 1.3.2. Particularitățile imaginii radiologice.

În procesul de formare a imaginii radiologice se manifestă inevitabil proprietățile fasciculului de radiații; dintre acestea, unele influențează sensibil trăsăturile ei optice, astfel încît considerarea lor atentă este indispensabilă unei interpretări corecte.

1.3.2.1. *Proiecția conică*. Datorită *divergenței și formei conice* a fasciculului, imaginea radiologică a unui obiect (organ sau formațiune anatomică) este întotdeauna o imagine *mărită*. Efectul de mărire poate fi evaluat prin prisma legilor optice aplicabile și luminii vizibile; el este cu atît mai pronunțat, cu cît obiectul se găsește mai aproape de sursa radiației (tubul radiogen) și mai departe de planul de proiecție, reprezentat de film sau ecran (fig.12). În practică, pentru a diminua cît mai mult efectul de mărire (teoretic, el nu poate fi niciodată eliminat), deci pentru a obține o imagine cu dimensiuni cît mai apropiate de cele reale ale obiectului, adică imaginea izometrică, este necesar ca acesta să fie situat cît mai aproape de film sau ecran și cît mai departe de tubul radiogen, adică de sursa fasciculului.

Creșterea distanței dintre tub și ecran este limitată de considerente tehnice; o radiografie efectuată cu o distanță sursă-film de 1,5 – 2 m, adică o *teleradiografie*, oferă însă o imagine a cărei mărire poate fi apreciată ca neglijabilă.

Mărirea imaginii obiectului nu este singura consecință a formei conice a fasciculului; pentru înțelegerea celorlalte, este necesar să se aibă în vedere faptul că fasciculul este compus dintr-o regiune *centrală* (a cărei expresie ideală este "raza centrală", adică înălțimea geometrică a conului de radiații), care are în mod obișnuit o direcție

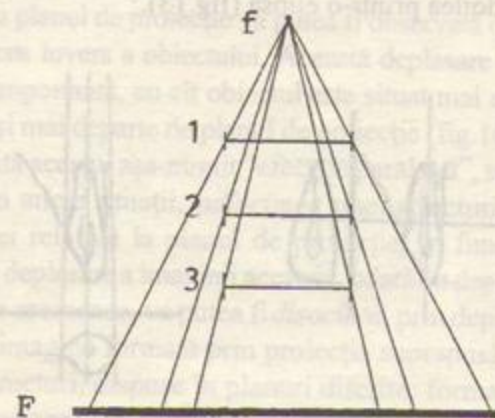


Fig.12. Dependența măririi imaginii de distanța obiect-sursă și obiect-film. 1, 2, 3 – obiecte de aceeași mărime; f – focarul tubului radiogen; F – film.



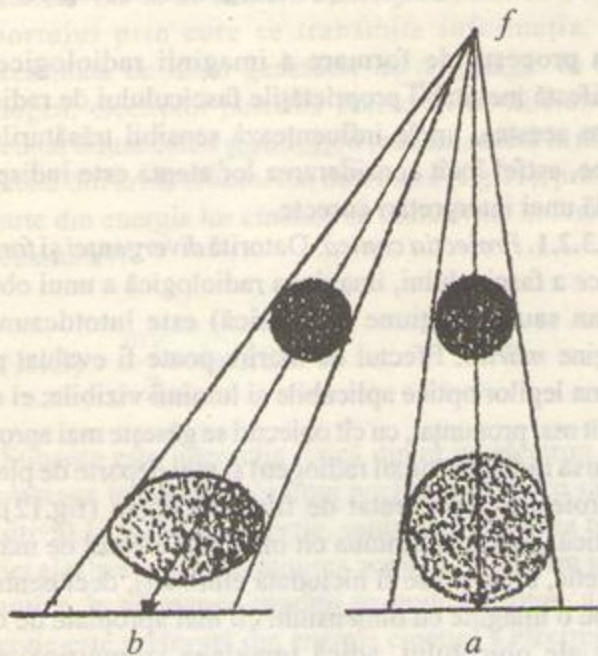


Fig.13. Imaginea radiologică a unei sfere, obținută cu un fascicul perpendicular pe film (a) și unul oblic (b).

perpendiculară pe planul de proiecție, în timp ce restul componentelor fasciculului urmează un traiect din ce în ce mai oblic, pe măsură ce se situează mai departe de această regiune. Oblicitatea fasciculului față de planul de proiecție produce însă *deformarea* imaginii rezultate, conform principiilor geometriei optice după care se formează umbra corpurilor în lumina vizibilă.

Acest fapt poate fi ușor demonstrat dacă încercăm să obținem imaginea unei sfere folosind un fascicul perpendicular pe film și unul oblic în raport cu filmul. În primul caz imaginea sferei va fi reprezentată printr-un cerc, în cel de al doilea printr-o elipsă (fig.13).

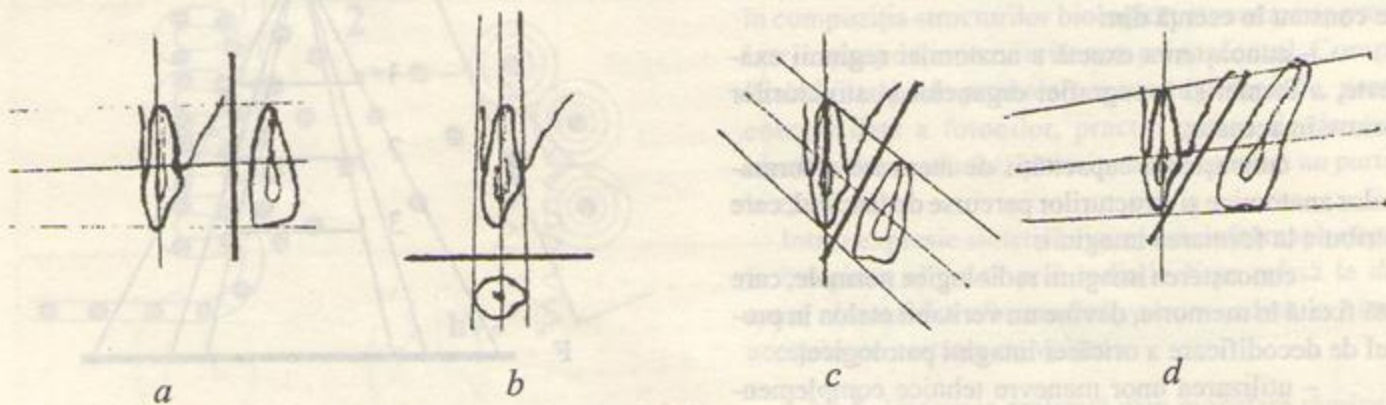


Fig.14. Imaginea radiologică a unui dinte obținută cu fasciculul perpendicular pe axul lung (proiecție longitudinală) (a) și cu fasciculul orientat în direcția acestui ax (proiecție ortogradă sau axială) (b). În c și d fasciculul orientat oblic față de axul lung produce o imagine scurtată, respectiv alungită a dintelui examinat.

Rezultă deci că, datorită proprietăților optice ale fasciculului, imaginea radiologică este nu numai o imagine mărită, ci și una *deformată* a obiectului: regiunea lui străbătută de porțiunea centrală a fasciculului va fi reprezentată în imagine în proiecție *perpendiculară*, având dimensiuni apropiate de cele reale, în timp ce regiunile corespunzătoare periferiei fasciculului vor apărea în proiecție *oblică*, deci vor fi mărite; în ansamblul ei, imaginea va fi astfel inevitabil deformată. Efectul de deformare poate fi foarte pronunțat în cazul formațiunilor anatomice voluminoase, așa cum este de exemplu inima, ale cărei margini se situează la distanță mare față de partea centrală a organului.

Pentru a diminua efectul de deformare, fasciculul de radiații va trebui să fie astfel orientat încât raza lui centrală să cadă perpendicular pe film, trecând prin centrul formațiunii sau structurii anatomice care prezintă cel mai mare interes.

În afara *direcției* fasciculului față de planul de proiecție, un element important în formarea imaginii radiologice a unui obiect este *orientarea* acestuia în raport cu fasciculul.

Atunci când fasciculul este perpendicular pe axul lung al obiectului se obține proiecția *longitudinală* a acestuia. Dacă el este astfel orientat încât raza centrală corespunde axului organului, se obține proiecția axială sau ortogradă (fig.14 a,b). Incidența oblică a fasciculului față de obiect poate produce o imagine în care obiectul apare mai scurt sau, dimpotrivă, mai lung decât în realitate (fig.14 c,d).

În practică, obținerea unei imagini corect interpretabile obligă la o riguroasă "poziționare" a regiunii anatomice examinate în raport cu fasciculul.

1.3.2.2. *Sumația planurilor.* Așa cum am văzut, imaginea radiologică se formează prin atenuarea treptată a fasciculului de radiații care străbate plan cu plan regiuni-





Fig. 15. Efectul de sumație a planurilor. La marginile paralelipipedului, cubul, reprezentând un corp dens, produce un surplus de opacitate, în timp ce sfera cu conținut aeric realizează prin substracție o zonă mai transparentă.

nea anatomică examinată. Se poate spune că ea *sumează* atenuarea pe care o produc elementele structurale situate în diferitele planuri ale regiunii respective.

Această așa-zisă "lege a sumației planurilor" este trăsătura cea mai caracteristică a imaginii radiologice "clasice". Datorită ei două sau mai multe obiecte radioopace, situate unul în spatele celuilalt, vor forma o imagine unică și nu vor putea fi direct individualizate. Contribuția fiecăruia la formarea imaginii va fi tradusă doar printr-un surplus de intensitate a opacității (fig. 15).

Un exemplu ilustrativ în acest sens îl reprezintă formațiunea opacă situată în centrul imaginii radiologice a toracelui, etichetată în mod curent ca "opacitate cardiovasculară". În realitate, aceasta este formată prin sumația coloanei vertebrale, organelor mediastinului posterior, cordului, vaselor mari și sternului.

Un corolar al efectului de sumație îl reprezintă *substracția*, care trebuie înțeleasă ca reducerea intensității unei opacități, în cazul în care înaintea sau în spatele obiectului ce o creează este situată o structură radiotransparentă (fig. 15).

Astfel se formează, de exemplu, pe radiografia toracelui, banda transparentă verticală, dispusă pe linia mediană, în dreptul primelor vertebre toracale, care se datorează traheei, organ ce conține aer și este deci radiotransparent. La fel, conținutul gazos al stomacului și colonului apare sub forma de imagini transparente, proiectate peste opacitatea abdominală.

Efectul de sumație este uneori un factor favorabil în formarea imaginii radiologice; datorită lui este posibil, de exemplu, ca formațiuni opace de dimensiuni foarte mici, care nu pot avea o reprezentare individuală, să formeze prin sumare imagini decelabile (micronodulii din tuberculoza miliară). De regulă, el este însă stînjinator, pentru că face imposibil de precizat dacă o imagine prezentă în radiografie se datorează unei singure structuri sau mai multora situate în planuri succesive.

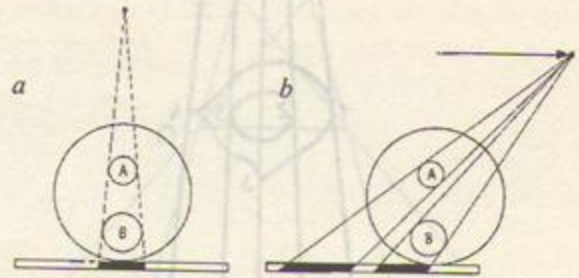


Fig. 16. Efectul de paralaxă. În poziția (a) a tubului, corpurile A și B se suprapun, formînd o singură imagine. Prin deplasarea tubului în poziția (b), imaginea corpului A, mai apropiat de tub, se va deplasa mai mult, disociindu-se de cea a corpului B, situat mai departe de tub și mai aproape de planul de proiecție.

Datorită lui, imaginea radiologică devine comparabilă cu o pagină de carte pe care cuvintele au fost imprimate nu unul după celălalt, ci unul peste altul. În ansamblul lui, textul conține o mare cantitate de informație, care însă poate deveni utilă numai cu condiția reconstituirii fiecărui cuvînt și a ordinii în care cuvintele au fost imprimate.

Înlăturarea inconvenientelor create de sumația planurilor se vedește dificilă în practică. Ea impune, printre altele, regula ca examenul radiologic să fie efectuat întotdeauna în cel puțin două planuri de proiecție perpendiculare între ele, în general o radiografie în plan frontal (de față) și una în plan sagital (de profil).

Unele tehnici speciale, așa cum este tomografia "clasică" și mai ales tomografia computerizată, permit eliminarea efectului de sumație, oferind imaginea unui singur plan al regiunii examinate, respectiv a structurilor situate în acest plan.

**1.3.2.3. Efectul de paralaxă.** În cazul în care fasciculul de radiații se deplasează în raport cu obiectul examinat, paralel cu planul de proiecție va putea fi observată o deplasare în sens invers a obiectului. Această deplasare este cu ațit mai importantă, cu cît obiectul este situat mai aproape de sursă și mai departe de planul de proiecție (fig. 16).

Datorită acestui așa-numit "efect de paralaxă", se poate evalua, în unele situații, *adîncimea* unei structuri, adică distanța ei relativă la planul de proiecție, în funcție de gradul de deplasare a imaginii acesteia, odată cu deplasarea sursei. De asemenea, va putea fi *disociată*, prin deplasarea sursei, o imagine formată prin proiecția suprapusă a mai multor structuri, dispuse în planuri diferite: formațiunile situate mai aproape de sursă se vor deplasa mai mult în raport cu celelalte și se vor proiecta independent în imagine (fig. 16).

**1.3.2.4. "Legea incidențelor tangențiale".** Așa cum am văzut, ansamblul imaginii radiologice este format prin



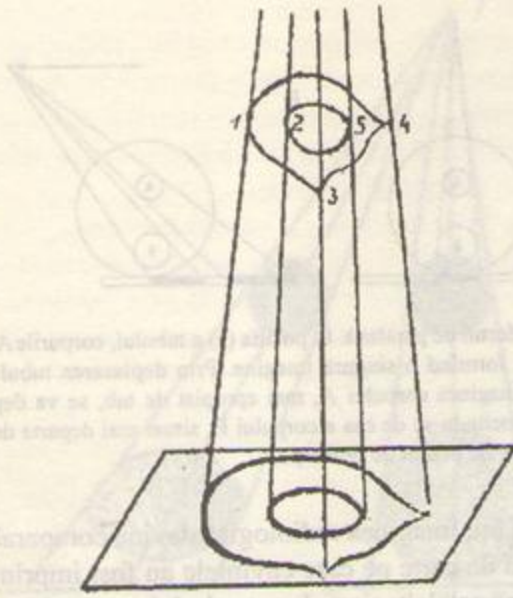


Fig. 17. "Legea incidențelor tangențiale". Fasciculul tangent la suprafețele curbe ale diafizei (punctele 1,2,5) va produce contururi nete, în timp ce crestele (punctele 3,4), pe care cade perpendicular, vor apărea șterse.

materializarea diferențelor de atenuare a fasciculului, proprii diferitelor structuri ale regiunii examinate. Cu cât aceste diferențe sau contraste sînt mai pregnante, limitele dintre structurile respective vor fi mai evidente iar pe imagine vor apărea contururi nete, care marchează aceste limite. Asemenea contururi se produc atunci cînd fasciculul este tangențial la o suprafață plană sau curbă, care separă două regiuni sau structuri cu capacitate de atenuare diferită (de exemplu, suprafața unei diafize osoase). Dimpotrivă, dacă el cade perpendicular pe o structură care se îngustează treptat (o creastă osoasă), limita acesteia va fi reprezentată printr-un contur imprecis, adesea șters, nedecelabil (fig. 17).

În virtutea acestei "legi", specifică opticii radiației X, pe imaginea radiologică pot apărea detalii (opacități liniare) care nu au un corespondent anatomic explicit (ele traduc denivelări de formă convexă sau concavă ale unei formațiuni anatomice, la care fasciculul de radiații este tangențial). De asemenea, la mici variații ale incidenței fasciculului, pot dispărea din imagine detalii semnificative pentru regiunea examinată.

### 1.3.3. Factori de perturbare a imaginii.

În conformitate cu teoria informației, la care am recurs în încercarea de a explica formarea imaginii radio-

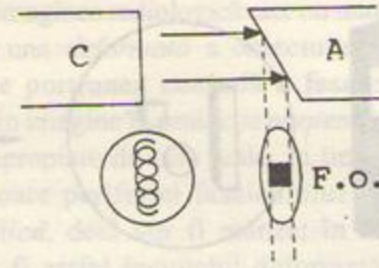


Fig. 18. Sursa fasciculului este focarul optic al tubului. C - catod; A - anticatod; F.O. - focar optic.

logice, pe parcursul lanțului de procese ce se succed în transmiterea unui mesaj pot interveni factori de perturbare, care alterează într-o măsură variabilă conținutul acestuia. În practica radiologică, asemenea factori sînt numeroși și de natură variată; în majoritate, ei sînt consecințe ale abaterilor de la acuratețea tehnicii de examinare și pot fi evitați. Alții însă rezultă chiar din trăsăturile fizice ale fasciculului.

**1.3.3.1. Sursa fasciculului.** Atunci cînd am descris geometria fasciculului de radiații, am presupus o sursă ideală, punctiformă, de la nivelul căreia fotonii diverg, înscriindu-se într-un con. În realitate, sursa nu poate fi niciodată punctiformă; ea este de fapt o zonă din suprafața anticatodei, bombardată de electronii accelerați, a cărei proiecție ortogradă este denumită *focarul optic* al tubului radiogen (fig. 18).

O primă consecință a acestei particularități de ordin fizic și tehnic este faptul că în oricare din punctele mediului examinat sosesc fotoni din diferite puncte ale sursei, avînd înclinări diferite față de planul de proiecție. La nivelul contururilor unui obiect (structură sau formațiune anatomică) se va produce o zonă de *penumbră*, care șterge

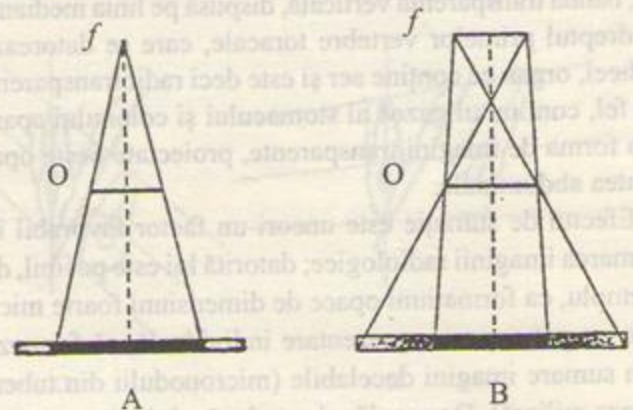


Fig. 19. Apariția penumbrei în vecinătatea contururilor imaginii obiectului (B) se datorează formei liniare a focarului optic (f). O sursă punctiformă nu produce penumbră (A).



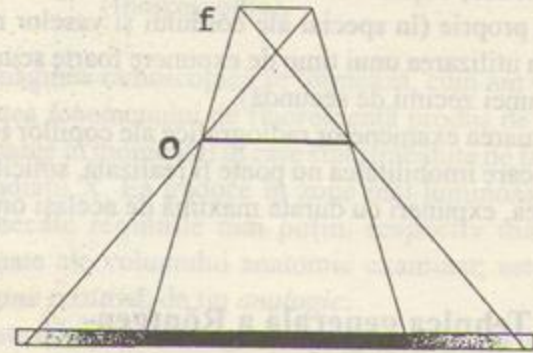
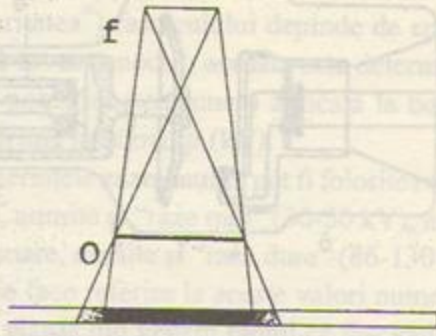


Fig.20. Influența poziției obiectului în raport cu focarul și planul de proiecție în determinarea mărimii penumbrei.

netitatea acestor contururi (fig.19). Zona de penumbră este cu atât mai largă, cu cât obiectul este situat mai aproape de sursă și mai departe de planul de proiecție (fig.20).

O a doua consecință este aceea că un obiect cu dimensiuni mai mici decât focarul optic nu va putea fi reprezentat net în imagine; imaginea lui va fi vagă, ștersă, întrucât ea se formează numai în condiții optice de penumbră (fig.20.a).

În practică, pentru obținerea de detalii structurale de mare finețe, este necesar ca penumbra să fie redusă în cât mai mare măsură, deci ca focarul optic să fie foarte mic. Aceasta se obține prin înclinarea suprafeței anticatodei, care reduce considerabil aria ei de proiecție ortogradă (fig.18).

**1.3.3.2. Radiația difuzată.** Așa cum am văzut, procesul de atenuare a fasciculului se produce în cea mai mare măsură prin efectul Compton. Datorită acestuia, în mediul străbătut de radiații iau naștere fotoni de energie redusă și cu direcție diferită în raport cu fotonii incidenți; ei participă la formarea imaginii radioscopice sau radiografice într-o măsură proporțională cu volumul cuprins

în fascicul. Apariția radiației difuzate produce ștergerea netității conturilor și scăderea contrastului imaginii.

Pentru diminuarea sau eliminarea acestor efecte, se folosesc așa-numitele "grile antidifuzante", care se interpun între corpul pacientului și ecran sau film. Asemenea grile sînt formate din plăci metalice subțiri, pe care sînt montate benzi absorbante foarte înguste, dispuse perpendicular pe planul de proiecție sau orientate convergent spre focar. Fotonii radiației difuzate care au o direcție diferită de cea a fotonilor incidenți vor fi absorbiți, astfel încît pe ecran sau pe film vor ajunge numai fotonii cu aceeași direcție cu a fasciculului incident (fig.21).

**1.3.3.3. Mișcarea obiectului sau a sursei în timpul expunerii** produce ștergerea conturilor obiectelor reprezentate în imagine (așa-numitul "floc cinetic"). Imobilitatea absolută a pacientului reprezintă, de aceea, o condiție esențială a obținerii unei radiografii de calitate corespunzătoare.

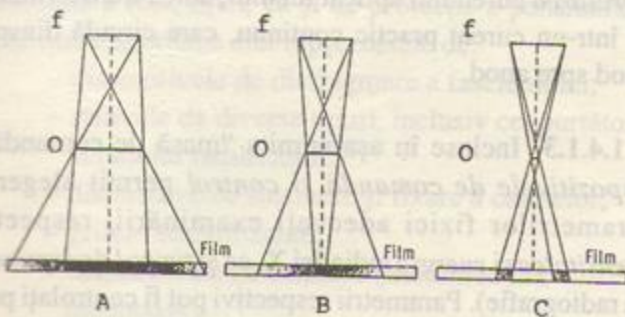


Fig.20.a. Influența mărimii obiectului în raport cu cea a focarului în formarea imaginii. În C, obiectul, mai mic decât focarul, va fi lipsit de contururi, întrucît proiecția acestora pe film corespunde zonei de penumbră.

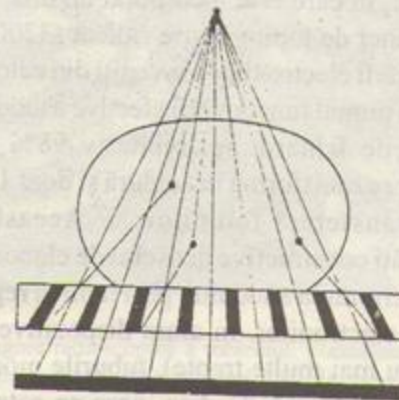


Fig.21. Principiul de construcție și efectul unei grile antidifuzante.



În practică, obținerea de imagini nete ale organelor cu cinetică proprie (în special ale cordului și vaselor mari) obligă la utilizarea unui timp de expunere foarte scurt (de ordinul unei zecimi de secundă).

Efectuarea examenelor radiografice ale copiilor foarte mici, la care imobilitatea nu poate fi realizată, solicită, de asemenea, expuneri cu durată maximă de același ordin.

## 1.4. Tehnica generală a Röntgen-diagnosticului

### 1.4.1. Instalația de Röntgendiagnostic convențional ("clasic").

O instalație elementară utilizată în Röntgendiagnostic constă în principiu din trei componente fundamentale: tubul radiogen, transformatorul de înaltă tensiune și dispozitivele de comandă și control.

**1.4.1.1. Tubul radiogen** utilizat în prezent (fig.22) reprezintă o formă perfecționată tehnic, în grade diferite, a tubului Coolidge, adică un tub cu un vid foarte înalt ( $10^{-6}$ – $10^{-7}$  mm Hg, respectiv  $10^{-6}$  Torr), la extremitățile căruia sînt montați cei doi electrozi.

**Catodul** este constituit dintr-o spirală metalică (filament) din tungsten, care în timpul funcționării tubului este adus la incandescență. În acest mod, el eliberează electroni, într-un număr proporțional cu gradul de încălzire a filamentului, respectiv cu intensitatea curentului aplicat acestuia ("emisiune termoionică"). Filamentul este înconjurat de o piesă metalică cilindrică, avînd rolul de a concentra și focaliza electronii emiși grupîndu-i într-un fascicul conic cu vîrfurile situate pe anod.

**Anodul** (anticatodul) este construit în principiu dintr-un bloc metalic, în care este încorporat un disc de tungsten, metal cu punct de topire foarte ridicat ( $3200^{\circ}\text{C}$ ). El este destinat frînării electronilor proveniți din catod și puternic accelerați în timpul funcționării efective a tubului. În cursul procesului de frînare, aproximativ 98% din energia electronilor se transformă în căldură și doar 1% în energie cuantică transferată fotonilor X. Aceasta obligă la particularități constructive deosebit de elaborate, pentru a se evita deteriorarea anodului, prin topirea regiunii supuse impactului electronilor. În afara dispozitivelor de răcire (în două sau mai multe trepte), tuburile moderne dispun de un anod în formă de disc, care se rotește cu mare frecvență (peste 3000 rotații pe minut) în timpul funcționării (anod rotativ). În acest mod zona de impact ("focarul termic") se dispersează pe o suprafață foarte

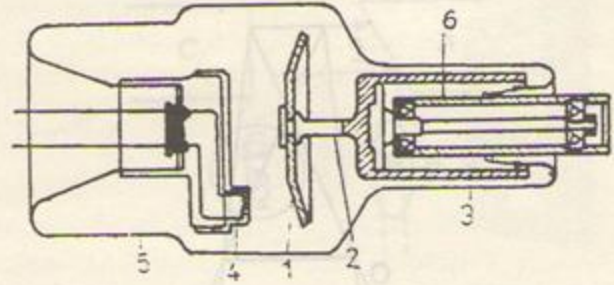


Fig.22. Tub radiogen cu anod rotativ, utilizat în Röntgendiagnostic: 1 - discul anodului; 2 - axul de rotație; 3 - rotorul anodului; 4 - filamentul catodului; 5 - peretele de sticlă al tubului; 6 - statorul anodului.

mare, în timp ce focarul optic, în care ia naștere radiația X, rămîne de dimensiuni mici, permițînd o bună calitate a imaginii. Cum am văzut mai înainte, la reducerea dimensiunilor focarului optic contribuie și înclinația suprafeței anticatodului.

**1.4.1.2. Transformatorul de înaltă tensiune.** Bazată pe principiul inducției electromagnetice, această componentă a instalației are ca scop transformarea curentului electric din rețeaua de alimentare într-un curent de tensiune ridicată, apropiată producerii radiației X.

Transformatorul cuprinde o bobină primară, alimentată cu curent de tensiune joasă (220-380 V) și intensitate mare (5-10 A) și una secundară, care produce un curent de tensiune înaltă (de ordinul kilovolților) și intensitate mică (de ordinul miliamperilor), care va fi aplicat bornelor tubului, în scopul accelerării electronilor prin diferența de potențial creată.

În afara transformatorului principal descris, alți transformatori furnizează curenți cu parametri diferiți, necesari, de exemplu, încălzirii filamentului catodului și alimentării altor dispozitive.

Concomitent cu ridicarea tensiunii, se realizează și redresarea curentului aplicat tubului, adică transformarea lui într-un curent practic continuu, care circulă dinspre catod spre anod.

**1.4.1.3. Include în așa-numita "masă de comandă", dispozitivele de comandă și control** permit alegerea parametrilor fizici adecvați examinării, respectiv intensitatea și energia radiației X, ca și timpul de expunere (în radiografie). Parametrii respectivi pot fi controlați prin aparate de măsură corespunzătoare, montate în aceeași masă.

Intensitatea fascicului de radiații depinde în principal de cea a fluxului de electroni și poate fi variată prin



modificarea gradului de încălzire a filamentului; se exprimă în *miliamperi* (mA).

*Energia* ("duritatea") fascicului depinde de energia electronilor care lovesc anodul; aceasta este determinată de diferența de potențial (tensiunea) aplicată la bornele tubului și se exprimă în *kilovolți* (kV).

În funcție de cerințele examenului, pot fi folosite radiații de energie slabă, numite și "raze moi" (30-50 kV), medie (50-70 kV) sau mare, numite și "raze dure" (86-130 kV).

Atunci când se face referire la aceste valori numerice, nu trebuie să se piardă din vedere faptul că fascicul de radiații X este o radiație de frinare; de aici decurg două consecințe de ordin practic:

1. Cifrele respective exprimă numai energia maximă a fotonilor în fascicul; marea majoritate a lor posedă o energie mult mai joasă.

2. Fascicul de radiații recunoaște un spectru continuu de energii, cuprins între 0 și energia maximă. Fotonii cu energia cea mai joasă nu contribuie la formarea imaginii, fiind total absorbiți aproape de suprafața corpului; în schimb, ei iradiază inutil pacientul, producând efecte biologice nedorite. De aceea, la ieșirea lui din tub, fascicul este "filtrat" prin interpunerea unei plăci din metal ușor (aluminu), care absoarbe porțiunea din spectru cu cea mai mare energie.

*Timpul de expunere* se exprimă în secunde sau fracțiuni zecimale de secundă (zecimi sau sutimi).

În practică este folosit ca parametru de lucru și produsul [intensitate] x [timp], de care depinde (într-o manieră oarecum comparabilă cu cea din fotografie) gradul de înnegrire a filmului. Acest produs, care exprimă de fapt doza de radiații absorbită de film este redat în *miliamperi.sekundă* (mAs).

**1.4.1.4.** Un număr important de *accesorii* sînt necesare în asigurarea condițiilor de adaptabilitate la cerințe și de fiabilitate a instalației, ca și de protecție a personalului. Cele mai importante sînt reprezentate de:

- dispozitivele de diafragmare a fascicului;
- stativele de diverse tipuri, inclusiv cel purtător al ecranului radiosopic;
- dispozitive de susținere și fixare a casetelor;
- grilele antidifuzante;
- dispozitivele de centrare (mecanice sau luminoase);
- dispozitivele de compresie;
- materiale de protecție (mănuși, șorțuri plumbate etc.)

#### 1.4.2. Radioscopia cu ecran convențional (fluoroscopia).

Imaginea radiosopică se formează, cum am văzut, în virtutea fenomenului de fluorescență produs de anumite substanțe în momentul în care sînt străbătute de fascicul de radiații X. Ea traduce în zone mai luminoase și mai întunecate regiunile mai puțin, respectiv mai intens atenuate ale volumului anatomic examinat; este deci o *imagine pozitivă*, de tip *analogic*.

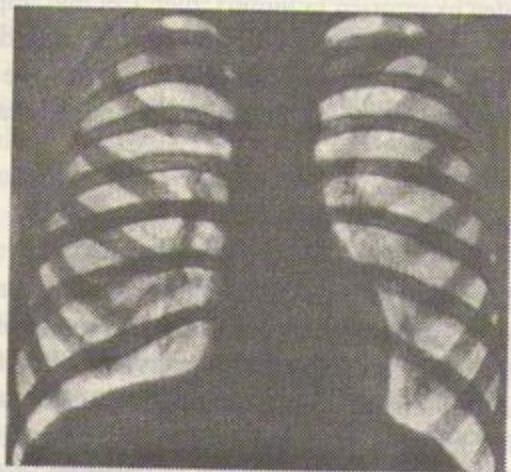
Este denumită *analogică* o imagine obținută direct sau indirect printr-un factor fizic care interacționează cu mediul anatomic, fără a se recurge la mijloace de procesare informatică.

*Ecranul radiosopic* "clasic" este constituit dintr-o foaie de material celulozic sau plastic, pe care este dispersat într-un strat subțire (cca 1 mm) și uniform compusul chimic fluorescent.

Inițial, acesta a fost reprezentat de platinocianura de bariu, apoi de tungstatul de cadmiu sau sulfura de zinc și cadmiu. În prezent sînt utilizați din ce în ce mai frecvent compuși ai cesiumului, titanului, ytriumului sau pământurilor rare (lantanide).

Acceași evoluție în ceea ce privește structura au urmat ecranele întăritoare (foliile) utilizate în radiografie.

Principalele trăsături care definesc calitatea ecranului radiologic sînt reprezentate de *intensitatea luminozității* și *capacitatea de rezoluție*, adică finețea structurilor pe care le poate reda. De regulă, între aceste trăsături se crează inevitabil un grad de antagonism, întrucît ambele



**Fig.23.** Imagine radiosopică a toracelui. Formațiunile anatomice intens atenuante (mediastinul, abdomenul, arcurile costale) apar ca zone închise, în timp ce plămîinii, conținînd aer puțin atenuant, sînt reprezentați prin zonele deschise, "luminoase". În radioscopie, primele sînt etichetate ca zone opace (opacități), ultimele ca zone transparente (transparente) ale imaginii.



sînt influențate, dar în sens contrar, de mărimea granulației compusului chimic fluorescent.

Intrucît radiația luminoasă produsă prin fluorescență este foarte slabă, radioscopia clasică nu se poate practica decît în condiții de obscuritate perfectă, după o bună adaptare la întuneric a examinatorului. Acest dezavantaj, la care se adaugă cele ale unui nivel ridicat de iradiere a pacientului și personalului de radiologie, precum și lipsei posibilității de conservare a imaginii, au condamnat practic această tehnică la dispariție, chiar dacă principiul în sine al radioscopiei își vedește utilitatea, mai ales în studiul unor procese dinamice.

### 1.4.3. Radioscopia televizată.

Transpunerea imaginii radioscopice într-o imagine aparentă pe un monitor de televiziune este posibilă prin utilizarea unui dispozitiv intermediar, *întăritorul electronic de imagine*.

Preluînd imaginea de pe un ecran cu structură "clasică", un tub electronic bazat pe efectul fotoelectric îi amplifică de 3000-5000 ori luminozitatea, ceea ce permite preluarea ei consecutivă de către o cameră de televiziune și redarea pe un monitor TV obișnuit.

Păstrînd trăsăturile fundamentale ale fluoroscopiei, radioscopia televizată creează incontestabile avantaje: posibilitatea reducerii considerabile (de 3-5 ori) a intensității fasciculului de radiații (deci a iradierii pacientului), posibilitatea conducerii de la distanță a examenului prin telecomandă (deci protecția totală a personalului), posibilitatea examinării la lumina zilei. Cel mai important avantaj este reprezentat însă de crearea condițiilor de înregistrare a imaginii, fie sub forma ei analogică (pe bandă magnetică sau disc video), fie după prelucrare digitală.

### 1.4.4. Radiografia.

Tehnica radiografiei, în foarte numeroasele ei variante, rămîne principalul procedeu de obținere a unei imagini radiologice fixate pe un suport conservabil (filmul radiologic). Așa cum am văzut, principiul radiografiei se bazează pe acțiunea fotochimică a radiației Röntgen asupra emulsiei fotosensibile ce intră în structura filmului.

Această acțiune constă de fapt din eliberarea – în măsură proporțională cu intensitatea iradierii – de argint metalic, din bromura de argint cuprinsă în emulsie; argintul este apoi oxidat în cursul procesului de dezvoltare. Aceasta conduce la "înnegrirea" într-un grad variabil a porțiunilor de film expuse.

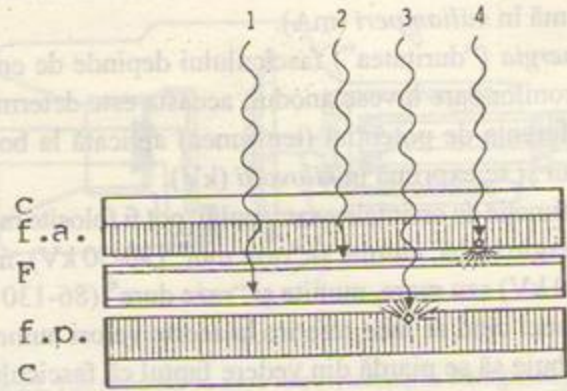


Fig.24. Obținerea imaginii radiografice prin utilizarea de folii (ecrane întăritoare). Fasciculul de radiații impresionează direct filmul purtînd o dublă emulsie (1 și 2). În același timp, el produce fluorescența celor două ecrane, care va impresiona simultan filmul, întărit în acest mod efectul chimic pe baza căruia se obține radiografia (3 și 4).

1,2,3,4 – fotoni aparținînd fasciculului incident de radiații; c – caseta; f.a. – folie anterioară; f.p. – folie posterioară; F – filmul radiografic cu dublă emulsie.

În mod obișnuit, în practica radiografiei sînt utilizate "ecrane întăritoare" (folii), care în timpul expunerii emit o radiație din spectrul luminii vizibile, la fel ca ecranul radioscopic, cu care de altfel sînt similare din punct de vedere al compoziției chimice. Impresionarea filmului radiografic se realizează astfel în cea mai mare măsură prin luminescența acestor folii, plasate într-o casetă pe ambele suprafețe ale filmului (fig.24).

1.4.4.1. *Filmul radiografic* este constituit dintr-un suport de celuloză sau poliester perfect omogen și transparent; pe ambele suprafețe ale acestuia este dispersat materialul radiosensibil (emulsia de bromură de argint în gelatină), fixat de suport printr-un strat adeziv și acoperit la suprafață de o substanță protectoare (fig.25). În vederea manipulării, filmul este "încărcat" în casete metalice de construcție specială (fig.26), apropiate dimensional, pentru a fi protejat de lumină.

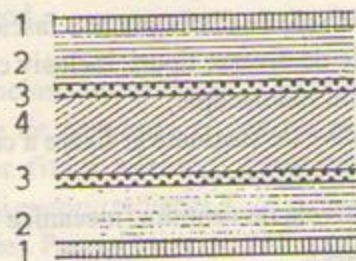


Fig.25. Structura filmului radiografic. 1 – strat protector; 2 – emulsie; 3 – strat adeziv; 4 – suport.



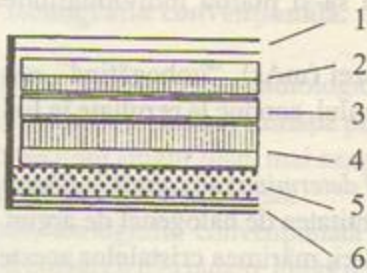


Fig.26. Construcția casetei și modul de așezare a filmului în aceasta. 1 - peretele anterior al casetei (din aluminiu); 2 - folie anterioară; 3 - film; 4 - folie posterioară; 5 - pîslă; 6 - peretele posterior (din metal foarte absorbant).

În practică sînt folosite dimensiuni standardizate ale filmelor, respectiv casetelor, care permit adaptarea la regiunea anatomică examinată. Dimensiunile uzuale sînt 13/18, 18/24, 24/30, 30/40, 35/35 cm.

Principalele trăsături care determină calitatea filmului radiografic sînt reprezentate de *proprietățile sensitometrice*, adică sensibilitatea emulsiei sale la radiații și gradația (capacitatea de a-și modifica gradul de înnegrire la variația parametrilor expunerii), *finețea granulației* cristalelor de bromură de argint (care influențează finețea imaginii) și unele proprietăți de ordin fizic și mecanic, care asigură manevrarea și conservarea în bune condiții.

În urma expunerii, în stratul de emulsie al filmului se creează, prin efectul fotochimic, o imagine "latentă", care nu poate fi reliefată (ca și în cazul clișeului fotografic) decît printr-o suită de manevre reprezentînd *developarea* sau *prelucrarea*.

Procesul dezvoltării cuprinde două momente esențiale: *revelarea*, adică supunerea filmului la acțiunea chimică a substanțelor ce intră în compoziția revelatorului și care accelerează și completează eliberarea argintului metalic, producînd în același timp oxidarea acestuia, și *fixarea*, prin care se realizează dizolvarea și eliminarea bromurii de argint neexpuse.

Între cele două manevre și în final, filmul este spălat într-o baie de apă, apoi, după uscare, el poate fi examinat la lumină.

Întregul proces se efectuează, evident, în camera obscură, la lumină roșie, care nu impresionează emulsia. Utilizarea instalațiilor de dezvoltare automată asigură un grad sporit de fiabilitate, facilitare și rapiditatea întregii suite de manevre descrise.

**1.4.4.2. Trăsăturile imaginii radiografice.** Deși este prima tehnică din istoria radiologiei (și imagisticii fizice în general), radiografia rămîne procedeul care oferă cea mai mare cantitate de informație ce poate fi înregistrată pe un plan de proiecție și, în consecință, o tehnică fundamentală a radiodiagnosticului.

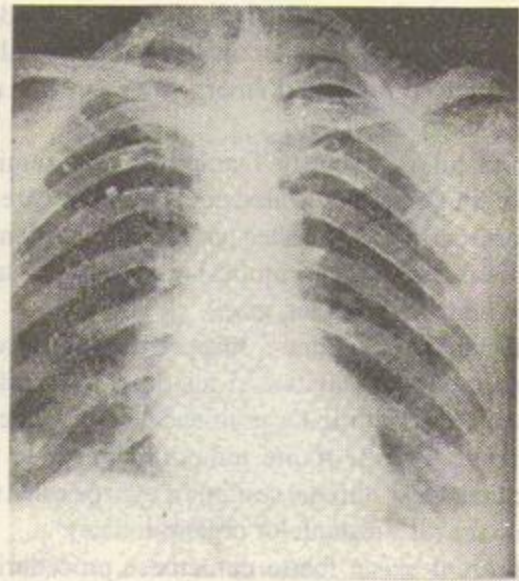


Fig.27. Imagine radiografică a toracelui. Din comparația cu fig.23 rezultă explicit caracterul de "negativ" în raport cu imaginea radiosopică.

Așa cum am văzut, informația se referă de fapt la diferențele de densitate electronică ale structurilor atomice, traduse, pe calea atenuării corespunzătoare a fasciculului, în diferențe de impresionare a filmului. În virtutea terminologiei create de procesarea fotografică, filmul radiologic este un *negativ* (fig.27); în termenii imagisticii moderne, radiografia convențională ("clasică") este o imagine *analogică*, adică este produsă (ca și radioscopia) prin acțiunea directă a factorului fizic folosit.

Dintre trăsăturile care pot deveni criterii de apreciere a calității radiografiei, cea mai importantă este *contrastul*\*

Să presupunem că imaginea radiografică este formată dintr-un număr infinit de puncte alăturate, fiecare avînd o anumită "tonalitate" pe scara vastă de nuanțe de gri cuprinse între alb și negru, pe care o creează impresionarea diferită a emulsiei. În acest caz, contrastul corespunde capacității filmului de a individualiza un număr mai mare de asemenea tonalități sau nuanțe, de a le distinge de cele apropiate.

În strînsă legătură cu contrastul și reprezentînd de fapt aspecte derivate, mai sînt utilizate noțiunile de *rezoluție* (capacitatea de a traduce în imagine detalii structurale foarte fine) și de *netitate a conturilor* obiectelor radiografiate.

Contrastul radiografiei rezultă din suma unor condiții de factură variată, dintre care cele mai importante sînt următoarele:

\* Noțiunea de "contrast" este utilizată în aprecierea performanțelor (calității "achiziției") oricăreia dintre metodele imagistice actuale.



a. *Contrastul "natural"* al organelor și structurilor examinate, care derivă nemijlocit din diferențele lor de atenuare în raport cu vecinătatea imediată. Contrastul natural este conținut în fasciculul emergent de radiații, modelat în cursul expunerii.

Contrastul natural poate fi amplificat de examinător în anumite situații, prin utilizarea unor substanțe care creează un contrast artificial. Acestea posedă un coeficient de atenuare fie foarte ridicat (compuși ai bariului sau iodului), fie foarte scăzut (aer, gaze).

"Substanțele de contrast" respective pot fi introduse în lumenul organelor cavitare și tubulare, în cavități patologice sau în interstii. De asemenea, pot fi vehiculate pe cale circulatorie și fixate temporar de unele țesuturi parenchimoase, din care se elimină apoi pe calea secreției acestora (cazul substanțelor organo-iodate).

În prezent există foarte numeroase proceduri de utilizare a substanțelor de contrast artificial; cele mai uzuale vor fi descrise în cadrul capitolelor de tehnică specială.

Pe scara de gradăție a nuanțelor de gri cuprinse între alb (atenuarea totală a fasciculului) și negru (absența totală a atenuării), ochiul poate face cu dificultate distincția între mai mult de 15-20 asemenea nuanțe. În practică, se obișnuiește să se recurgă la câteva "trepte-etalon", care permit o evaluare aproximativă, prin comparație, a gradului de atenuare corespunzător.

Treapta cea mai redusă este realizată de imaginea conținutului aeric sau gazos al cavităților naturale; ea este foarte apropiată de negru.

A doua treaptă corespunde țesuturilor moi (grăsime, mușchi, organe parenchimoase) și poate prezenta nuanțe ușor diferite, ce pot fi perceptibile (de exemplu, grăsimea față de mușchi sau de organele parenchimoase).

A treia treaptă este reprezentată de imaginea structurilor osoase, care creează nuanțe de gri foarte deschis, apropiate de alb.

A patra treaptă, "opacitatea metalică", cea mai intensă, corespunde calcificărilor, obiectelor metalice și substanțelor de contrast radioopace prezente în cantitate mare în cavități și canale naturale.

b. *Contrastul determinat de caracteristicile fasciculului de radiații*, care depinde de constantele electrice alese pentru expunere: energia fasciculului (kilovoltaj) și doza de radiații (produsul [timp] x [intensitate], adică mAs).

Kilovoltajul foarte ridicat reduce proporțional atenuarea fasciculului în ansamblul structurilor parcurse; nuanțele de gri deschis vor lipsi din imagine, care va cuprinde numai tonuri închise, apropiate de negru (imagine supraexpusă). Dimpotrivă, kilovoltajul scăzut, accentuând atenuarea, va produce o imagine dominată de tonuri deschise, în care

structurile tind să-și piardă individualitatea (imagine subexpusă).

Variațiile dozei (mAs), "îm bogățind" sau "sărăcind" cantitativ fasciculul, conduc la rezultate în linii mari similare.

c. *Contrastul determinat de calitățile filmului radiografic*, adică de cantitatea de halogenat de argint cuprinsă în structura emulsiei, mărimea cristalelor acesteia, transparența suportului, vechime și modul de conservare etc.

d. *Contrastul determinat de procesul de dezvoltare*. O dezvoltare corectă are ca scop reliefarea exactă a efectului fotochimic, în măsura în care el a fost, produs de expunere, deci a contrastului natural și a celui creat de parametrii electrice aleși.

Prelungirea momentului relevării se soldează cu reducerea unei cantități de bromură de argint neexpusă și, în consecință, cu o "înnegrire" a filmului care nu mai reflectă aceste contraste (film suprad dezvoltat). Dimpotrivă, revelarea insuficientă oxidează numai parțial argintul, traducând în măsură incompletă impresiunea emulsiei (film subde dezvoltat).

Fixarea incompletă conservă într-un anumit grad sensibilitatea filmului la lumină și produce degradarea rapidă a imaginii după dezvoltare.

\*  
\* \*

Trebuie reținut faptul că în cazul radiografiei convenționale noțiunea de "contrast" are o semnificație diferită de cea pe care o capătă în cadrul altor metode imagistice, bazate în esență pe explorarea de straturi înguste ale mediului anatomic. Pentru acestea din urmă, contrastul creat de diferența de tonalitate a elementelor imaginii poate fi privit ca o proprietate intrinsecă a unei anumite structuri. De unde și posibilitatea de a identifica natura și starea unui țesut prin "măsurarea" intensității acestei tonalități.

Imaginea radiografică se formează însă prin suma foarte numeroaselor planuri parcurse de fasciculul de radiații, astfel încât, de obicei, o anumită nuanță de înnegrire a filmului nu poate fi atribuită explicit unui anumit substrat și cu atât mai puțin unei anumite calități intrinseci a acestuia.

Pe de altă parte, am văzut că, în afara contrastului "natural", creat de diferențele de atenuare (în speță de densitatea electronică) ale mediului anatomic, numeroși alți factori de ordin tehnic, supuși la importante variații, participă la obținerea contrastului final, înregistrat de film.



### 1.4.5. Tomografia convențională.

Este o tehnică de investigare radiologică imaginată și realizată în intenția de a elimina sumația planurilor și de a obține imaginea unui singur plan, mai exact a unui singur strat al mediului anatomic examinat.

În principiu, tomografia convențională este de fapt o radiografie efectuată cu o expunere lungă (cîteva secunde), în cursul căreia tubul radiogen se deplasează uniform, sincron cu caseta ce poartă filmul, și în sens opus față de aceasta. Mișcările se produc în jurul unui punct de basculă situat în planul supus examinării. Structurile situate în acest plan se proiectează pe toată durata expunerii în același punct al filmului, producînd o imagine netă; structurile situate în celelalte planuri se vor șterge din imagine, datorită schimbării continue a poziției lor în raport cu filmul (fig.28 și 29). O perfecționare sensibilă a calității imaginii a fost realizată ulterior prin instalații ce permit reducerea grosimii stratului anatomic investigat, folosind diferite tipuri de mișcare a tubului (circulară, spirală, complexă).

Trebuie reținut faptul că, așa cum rezultă din principiul ei, tomografia convențională *nu produce imaginea unui singur plan*, ci o imagine în care *un singur plan* (planul de basculă) *este net reprezentat*. Capacitatea de reliefare a acestuia, prin "ștergerea" imaginii planurilor adiacente, depinde de amplitudinea și tipul de mișcare a tubului, finețea focalului optic al acestuia etc.

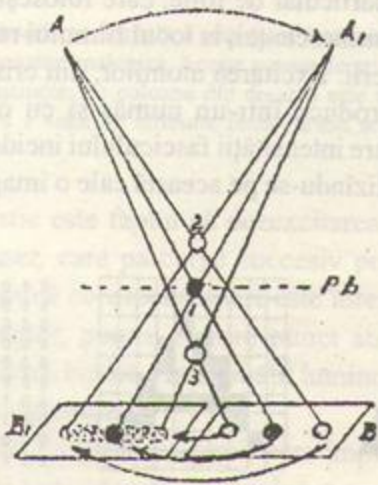


Fig.28. Principiul tomografiei "liniare". În timpul mișcării tubului din poziția A în A1, filmul se deplasează din poziția B în B1. Punctul I, situat în planul de basculă (Pb), se va proiecta permanent în același loc, în timp ce punctele situate în alte planuri își schimbă locul de proiecție, producînd o imagine ștersă.



Fig.29. Imagine tomografică a toracelui. De remarcă (prin comparație cu fig.27) reprezentarea netă a hilurilor pulmonare (situate în planul de basculă) și ștergerea arcurilor costale și claviculei.

### 1.4.6. Xeroradiografia.

Reprezintă tehnica de înregistrare grafică a imaginii radiologice prin manevre desfășurate "la uscat" (fără utilizarea de substanțe de dezvoltare în soluție).

Principiul xeroradiografiei se bazează pe capacitatea radiației X (comună cu a luminii vizibile) de a modifica rezistența electrică a unor materiale semiconductoare, cum este seleniul (efect fotoelectric).

În locul filmului radiografic, este utilizată o placă de aluminiu, care servește ca suport și ca "rezervor" de încărcare electrică, acoperită cu un strat subțire de seleniu. În timpul expunerii la radiații a regiunii anatomice explorate, pe placă se formează o imagine latentă, avînd ca substrat încărcarea electrostatică pozitivă a diferitelor ei porțiuni, proporțională cu intensitatea fascicului emergent la nivelul acestora. Se aplică apoi o pudră de transfer conținînd un pigment colorat ("toner"), ale cărei particule, încărcate electric negativ, se depun pe placă cu o densitate corespunzătoare sarcinii electrostatice pozitive dobîndite de aceasta. Imaginea obținută astfel poate fi fotografiată sau transferată pe o foaie de hîrtie de calitate apropiată.

Xeroradiografia poate oferi imagini bogate în detalii (fig.30), mai ales în reprezentarea structurilor puțin absorbante (țesuturi moi, regiuni anatomice de dimensiuni mici) și își are indicații mai ales în investigarea sînului, laringelui sau unor afecțiuni pediatriche.





Fig. 30. Xeroradiografie a laringelui și regiunii cervicale inferioare

Imaginea xeroradiografică poate fi redată în pozitiv sau în negativ.

**1.4.7. Radiografia digitală (computerizată).**

În virtutea tehnicilor descrise pînă acum, informația radiologică constînd din diferitele grade sau nuanțe de atenuare a fasciculului de radiații Röntgen este tradusă direct, prin fluorescența ecranului sau impresiunea filmului, într-o imagine radiosopică sau radiografică, pe care am numit-o "analogică". În radiografie, de exemplu, informația rezultă din corelarea locală a nuanțelor de gri (cuprinse între alb și negru) care constituie ansamblul imaginii și care corespund gradelor respective de atenuare.

Este însă posibil, în condițiile practicii moderne a radiodiagnosticului, ca această informație să fie transmisă unui calculator dotat cu capacitatea de a o înmagazina, prelucra și reda într-o reprezentare imagistică proprie,  *imaginea digitală*, adică o imagine constituită pe baza unor valori numerice\*.

Procesarea digitală sau computerizată pornește de la o imagine analogică inițială, furnizată de obicei de un amplificator de imagine (folosit, cum am văzut, în cazul radioscopiei televizate). Aceasta este mai întii descompusă în porțiuni individuale, mai mult sau mai puțin numeroase, care devin elemente ale unei grile sau *matrice*, dispuse în rînduri și coloane.

\* Modul digital de înregistrare și redare a informației este utilizat practic de procedurile imagistice moderne; de aceea, unele noțiuni cuprinse în acest subcapitol sînt utile înțelegerii formării și semnificației imaginilor caracteristice acestor proceduri.

"Mărimea" matricei exprimă numărul total de elemente pe care le conține; ea traduce gradul de divizare a imaginii și implicit mărimea elementelor în care aceasta a fost descompusă. De exemplu, pentru o imagine inițială de aceeași suprafață, o matrice 256 x 256, adică formată din 256 rînduri și 256 coloane, conține un număr de 65.536 elemente, iar una 512 x 512, 262.144 elemente.

Cu ajutorul unui convertor analog/digital, funcționînd pe principiul efectului fotoelectric, fiecareia din nuanțele de gri corespunzătoare elementelor matricei i se atribuie apoi o valoare numerică, pe o scară cu un număr variabil de trepte între alb și negru (fig.32). Astfel, aceste nuanțe devin mărimi cuantificate și sînt introduse ca atare în calculator.

Se înțelege că, pentru a deveni operante pentru computer, toate valorile numerice sînt transcrise în *sistem binar*, deci sub formă de combinații de 0 și 1 (de exemplu, numărul 14, devine, în formă binară, 1110).

Locul individual al numărului binar este denumit, cum se știe, *bit*; acesta reprezintă unitatea de măsură a cantității de informație. Odată cu mărimea unei valori numerice, crește și cantitatea de biți necesară pentru a o exprima. Astfel, în exemplul dat mai înainte, transcrierea numărului 14 a necesitat 4 biți; cu 8 biți (sau un "byte") pot fi exprimate valori numerice pînă la 255, iar cu 10 biți, pînă la 1023.

Figurile 31 și 32 ilustrează foarte schematic modul de transcriere a informației analogice în informație digitală, prin aplicarea sistemului binar.


Sursa inițială de informație pentru o imagine digitală poate fi reprezentată și de o *folie de înmagazinare*.

Acest tip particular de folie, care folosește principiul cunoscut al luminescenței, ia locul filmului radiografic în timpul expunerii. Excitarea atomilor, din cristalele componente se produce într-un număr și cu o distribuție corespunzătoare intensității fasciculului incident în diferite puncte, realizîndu-se pe această cale o imagine latentă.



Fig.31. Transcriere digitală a unei imagini alb-negru. Peste imaginea originală analogică a literei (care nu are nuanțe intermediare), este aplicată o matrice 10 x 10 care o descompune în 100 de elemente (b). Albului i se atribuie valoarea 0 iar negrului valoarea 1. În transcrierea digitală (c), treptele de luminozitate ale fiecăruia din elementele matriciale pot fi exprimate cu 1 bit, respectiv prin 0 sau 1.





1	1	1	1
1	1	1	0
1	1	0	1
1	1	0	0
1	0	1	1
1	0	1	0
1	0	0	1
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	1	0
0	1	0	1
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	1	0
0	0	0	1
0	0	0	0

Fig.32. Transcrierea digitală a nuanțelor intermediare între alb și negru dintr-o imagine analogică. Aceste nuanțe de gri au fost împărțite în 16 trepte distincte. Pe coloana din dreapta este marcată expresia numerică binară a valorilor atribuite fiecăreia din aceste trepte, folosindu-se 4 biți.

Caracteristic este faptul că dezexcitarea este produsă de o rază laser, care parcurge succesiv punctele foliei; emisia de lumină corespunzătoare este înregistrată de un fotomultiplicator, pentru fiecare punct atribuindu-se o valoare numerică binară a intensității luminoase, care este transmisă computerului.

Procesul de redare a imaginii, care implică de regulă utilizarea unui convertor digital/analog și constă de fapt în reconstituirea matricei inițiale, se soldează cu apariția acesteia pe un ecran video, pe un film radiografic sau în altă formă de reprezentare grafică.

Ca rezultat al acestui proces, imaginea digitală apare ca fiind produsul alăturării unui număr variabil de ele-

mente sau *pixeli\**, fiecare corespunzând unui element al matricei utilizate în momentul descompunerii imaginii și purtând o nuanță de gri corespunzătoare valorii ce i-a fost atribuită în momentul respectiv.

Spre deosebire de reprezentarea analogică fotografică proprie radiografiei convenționale, în care toate nuanțele de gri sînt parcurse continuu, de la alb la negru, în imaginea digitală aceste nuanțe sînt, cum am văzut, cuantificate în trepte discrete. Imaginea prezintă deci un grad de discontinuitate structurală mai mult sau mai puțin sesizabilă.

Calitatea imaginii digitale este condiționată de doi parametri: *mărimea matricei* (respectiv numărul de pixeli pe care îi conține și, implicit, dimensiunile acestora) de care depinde finețea detaliilor ce pot fi reprezentate și *numărul de trepte de gri* ce pot fi atribuite pixelilor, care asigură relieful prin contrast a acestor detalii. În practica imagistică medicală sînt utilizate matrice cu mărimi situate între 256 x 256 și 1024 x 1024, respectiv 512 sau 1024 trepte de valori ale griului. Intinderea scării treptelor de gri este denumită și "adîncime de înmagazinare" a informației. Influența acestor parametri asupra imaginii este ilustrată de fig.33.

Evident că, în principiu, este de dorit o imagine care să conțină un număr cît mai mare de pixeli și de trepte de gri, cu alte cuvinte să posede un grad cît mai ridicat de rezoluție și contrast. În extinderea performanțelor intervin însă factori restrictivi de ordin tehnic foarte variați (de ex. cel al spațiului de depozitare a informației), ca și de ordin economic (costul aparatului).

#### 1.4.8. Radiografia digitală "prelucrată".

Transformarea elementelor imaginii în valori numerice și introducerea lor sub această formă în memoria calculatorului creează nu numai o remarcabilă facilitare în conservarea și reproducerea ei, ci și posibilitatea unei prelucrări ulterioare a datelor înregistrate, în vederea creșterii valorii ei informative.

Modalitățile de prelucrare bazată pe aceste date sînt multiple; în general ele implică proceduri complexe, care nu pot fi prezentate în acest cadru. În cele ce urmează, vor fi doar enunțate cîteva dintre principalele obiective și rezultate ale acestei prelucrări.

a. *Substracția elementelor imaginii* este folosită mai ales în diferite tehnici de angiografie. Ea permite

\* Termenul "pixel", foarte frecvent întîlnit în imagistică, este forma contractată a sintagmei din limba engleză "picture element" (element al imaginii). Uneori el este folosit și pentru denumirea elementelor de descompunere ale matricei inițiale.





Fig.33. Influența parametrilor "mărimea matricei" și "numărul treptelor de gri" asupra aspectului imaginii digitale. a – matrice 512 x 512, 256 trepte de gri; b – matrice 64 x 64, 256 trepte de gri; c – matrice 512 x 512, 6 trepte de gri.

eliminarea din imagine a unor structuri de interes redus sau chiar a fondului imaginii în totalitate, reliefând prezența substanței de contrast chiar în formațiuni vasculare de calibru redus.

În fig.34 este ilustrată substrația fazei arteriale în timpul fluxului circulator al substanței de contrast, în vederea evidențierii mai precise a formațiunilor venoase regionale.

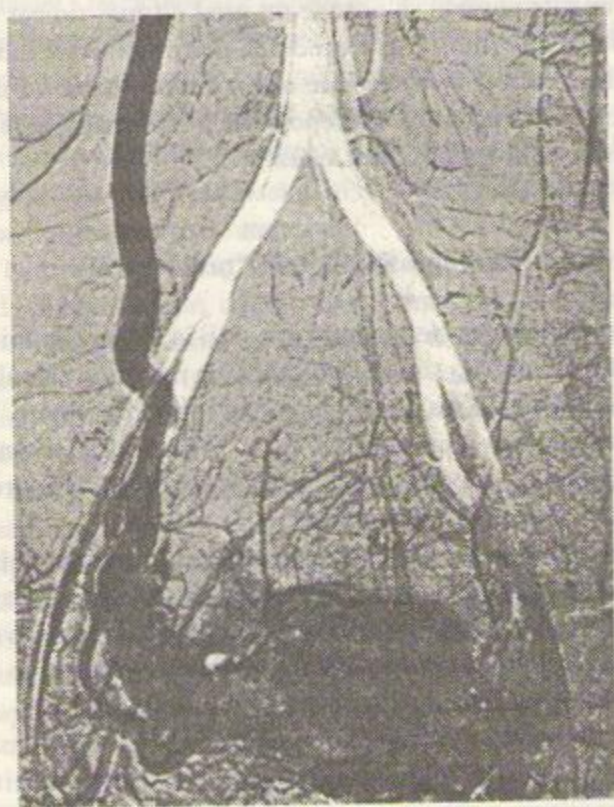


Fig.34. Angiografie cu substrație digitală a formațiunilor arteriale.

b. *Mărirea segmentelor individuale* ale imaginii ("efectul zoom"). Într-o regiune selecționată a imaginii, fiecare pixel original este redat prin mai mulți pixeli juxtapuși, ceea ce conduce la obținerea unei reprezentări mărite a regiunii respective.

Este de reținut că prin procesul de mărire nu apar elemente informaționale suplimentare; elementele reprezentate capătă doar dimensiuni mai mari.

c. *Transformarea valorii gri-ului.* Din scara inițială totală a valorilor de gri, poate fi selecționată o porțiune ("fereastră") care corespunde cel mai bine gradului de atenuare "mediu" al formațiunilor de interes pentru examinator. În aceeași regiune, poate fi modificat și contrastul între treptele corespunzătoare, ceea ce permite reliefarea unor detalii ale imaginii.

d. *Accentuarea conturilor* se obține, în principiu, prin substrația și sumații succesive de imagini, cu parametri parțial modificați sau prin adăugarea, în regiuni de mici dimensiuni ale imaginii ("nuclei"), de pixeli suplimentari, cu valoare de gri selecționată.

Imaginea prelucrată poate fi redată, după o reconvertire digital/analogă, de un monitor video sau poate fi înregistrată grafic ca atare, sub forma unei radiografii digitale.

#### 1.4.9. Tomografia computerizată (CT).

Este o tehnică particulară, care utilizează ca factor fizic radiația X, ca procedeu de explorare a mediului secțiunea tomografică în plan transversal axial, iar ca mod de redare a informației, imaginea digitală.



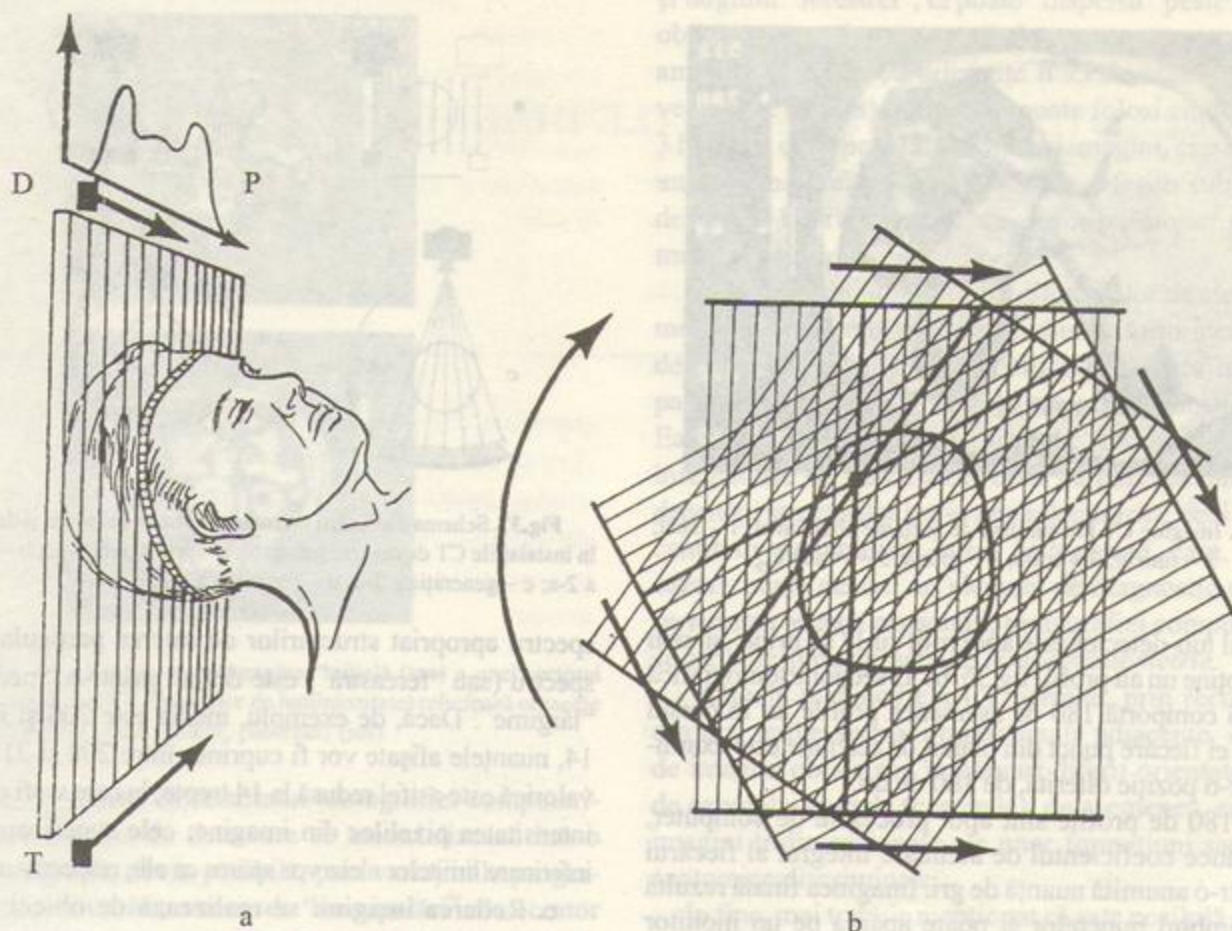


Fig.35. Principiul sistemului original ACTA de obținere a imaginii tomografice axiale computerizate. a. Un "pas" al scanner-ului (dispozitiv de baleiaj), care produce un profil de intensitate (P). T – tubul radiogen; D – detector. b. Rotarea cuplului tub-detector cu câte  $1^\circ$ , pentru obținerea pașilor următori.

Dezvoltată pe baza conceptului inițial al lui Cormack (1963), cu privire la "măsurarea transmisiei radiației X de-a lungul unor linii paralele la un mare număr de direcții diferite", tomografia computerizată a fost realizată tehnic, în prima ei formă din 1974, la Centrul Medical Universitar Georgetown, SUA. Numeroasele perfecționări care i-au fost aduse, pe plan tehnologic, fizico-mecanic și informațional, i-au conferit calități remarcabile în ceea ce privește capacitatea de a traduce în imagine trăsături esențiale ale mediului anatomic investigat. În consecință, ea poate fi considerată ca un procedeu fundamental al Röntgendiagnosticului și, în același timp, al imagisticii fizice moderne.

Principiul tomografiei computerizate se bazează pe măsurarea atenuării unui fascicul îngust de radiații X, care parcurge, printr-o mișcare circulară, un strat echivalent ca lărgime din corpul examinat. Valorile numerice ale măsurătorii, obținute în cursul diferitelor poziții ale sursei de radiații sînt apoi transformate în diferite nuanțe de gri,

al căror ansamblu constituie imaginea digitală a planului de secțiune.

În dispozitivul original ACTA (Automatic Computerized Transvers Axial Scanner) – fig.35 – un fascicul puternic diafragmat de radiații X este direcționat spre corp; o parte din el va fi absorbit, în timp ce restul este recepționat la ieșire de către un detector (un cristal de fluorură de calciu), producînd o emisie de lumină pentru fiecare foton X care îi parvine. Un fotomultiplicator transformă intensitatea luminoasă în valori corespunzătoare de intensitate ale unui curent electric, care pot fi măsurate și înregistrate.

Fasciculul și detectorul execută o mișcare paralelă și sincronă de translație în planul de secțiune, dintr-o parte în cealaltă a pacientului, în cursul căreia se efectuează 60-200 de măsurători pe o distanță de 25 - 30 cm. Această translație constituie "un pas" a scanner-ului (dispozitivului de baleiaj), iar rezultatul măsurătorilor respective realizează un "profil de intensitate" (fig.35,a).



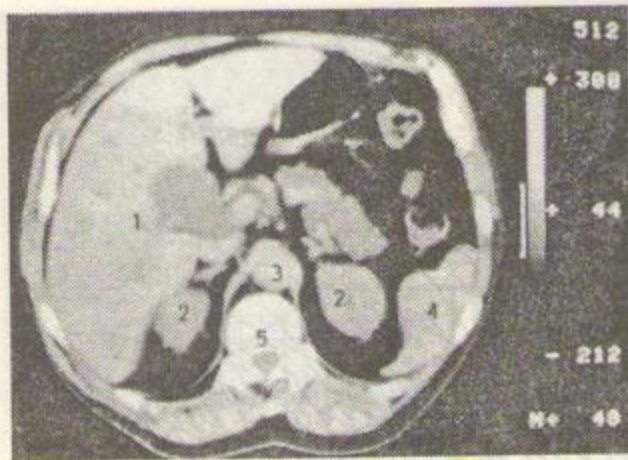


Fig. 36. Imagine CT într-un plan de secțiune abdominală. 1 - ficat; 2 - rinichi; 3 - aortă; 4 - splină; 5 - vertebra.

Cuplul tub-detector este apoi rotit cu  $1^\circ$  și, printr-un nou pas, se obține un alt profil (fig. 35. b). O secțiune tomografică completă comportă 180 de asemenea profile iar în cursul obținerii ei fiecare punct din planul de secțiune este examinat, dintr-o poziție diferită, de 180 de ori.

Cele 180 de profile sînt apoi procesate de computer, care traduce coeficientul de atenuare integrat al fiecărui punct într-o anumită nuanță de gri. Imaginea finală rezultă din ansamblul punctelor și poate apărea pe un monitor video sau este înregistrată grafic (fig. 36).

Pentru înțelegerea trăsăturilor și semnificației imaginii oferite de CT, trebuie să fie reținute următoarele:

a. Fiecare element al imaginii (pixel) traduce coeficientul de atenuare al unui volum tisular determinat de distanța dintre două puncte de măsurare și de lățimea fasciculului (implicit de grosimea stratului examinat), de ex.  $1,4 \times 1,4 \times 7,5$  mm; acest element de volum este denumit *voxel*. În alți termeni, valoarea pixelului (nuanța lui de gri) este explicit determinată de atenuarea radiației într-un anumit voxel; în acest mod, efectul de sumare care guvernează imaginea radiologică este practic eliminat în totalitate.

b. Scara treptelor valorice de gri (sau "numerele" sistemului scanner) ce pot fi atribuite pixelului cuprinde de obicei 2048 de nuanțe.

De fapt pornind de la o valoare 0, care corespunde atenuării apei, scara este formată din 1024 nuanțe situate deasupra și 1024 sub această valoare.

În cursul activității practice, s-a văzut că este preferabilă limitarea numărului de nuanțe afișate\* la un

\* Așa cum am arătat, ochiul observatorului distinge maximum 30 de nuanțe de gri (de obicei 15-20 de nuanțe); afișarea celor peste 2000 de valori ar face imposibilă distingerea diferențelor mici de atenuare ale structurilor vecine.

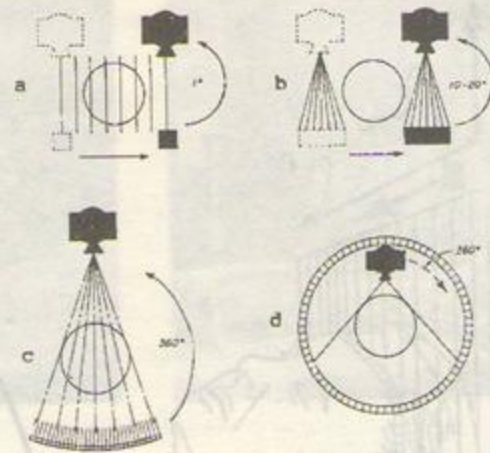


Fig. 37. Schema deplasării mecanice a tubului radiogen și detectorilor în instalațiile CT de diverse generații. a - prima generație; b - generația a 2-a; c - generația a 3-a; d - generația a 4-a.

spectru apropiat structurilor de interes particular. Acest spectru (sau "fereastră") este definit printr-o "medie" și o "lățime". Dacă, de exemplu, media este 206 și lățimea 14, nuanțele afișate vor fi cuprinse între 200 și 213. Scara valorică este astfel redusă la 14 trepte, la care va fi raportată intensitatea pixelilor din imagine; cele superioare și cele inferioare limitelor alese vor apărea ca alb, respectiv negru.

c. Redarea imaginii se realizează de obicei printr-o matrice  $256 \times 256$  sau  $512 \times 512$ .

Sistemul de obținere a imaginii care a fost descris mai înainte aparține primei "generații" de instalații CT; generațiile ulterioare sînt bazate pe forme ("moduri") diferite de realizare tehnică a principiului (fig. 37). Modificarea mișcării mecanice a tubului și detectorilor urmărește, în cazul acestor moduri, ameliorarea imaginii, dar mai ales scurtarea timpului de desfășurare a examenului.

A doua generație folosește fascicule multiple (fiecareuia corespunzându-i un detector separat), dispuse în evantai și acoperind un unghi de  $10-20^\circ$ , ceea ce permite examinarea, în cursul mișcării de translație, a aceluiași punct din mai multe unghiuri. Aceasta face posibilă reducerea numărului de mișcări de rotație (9-18) și, implicit, a timpului de examinare (fig. 37. b).

Generațiile ulterioare folosesc numai mișcarea de rotație; aceasta este efectuată fie simultan de către tubul radiogen, care emite un fascicul colimat în evantai și o baterie de detectori orientată spre sursă (generația 3-a, fig. 37. c), fie numai de către tub, în timp ce detectorii, în număr variabil (de exemplu 600), sînt dispuși circular în jurul pacientului (generația 4-a, fig. 37, d) și primesc date pe măsură ce sursa se deplasează în jurul pacientului.



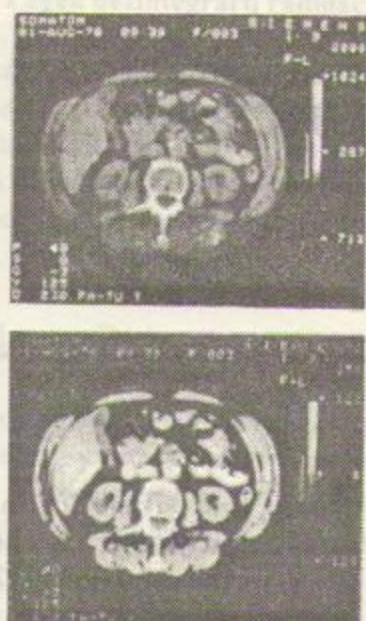


Fig. 38. Imprăștierea peste imaginea inițială (sus) a unei secțiuni din scara numerelor CT (nuașelor de luminiozitate) reliefează organele puțin contrastante (ficat, rinichi, pancreas) (jos)

Avînd în vedere că rezultatul tomografiei computerizate este achiziția de date care se materializează într-o imagine digitală, devin posibile, prin variații ale programului calculatorului, o serie de "manipulări" ale acestor date, care le lărgesc sensibil capacitatea informativă pe plan anatomic-clinic.

Operatorul poate obține, de exemplu, o porțiune mărită a imaginii (efect "zoom"); în afara selecției inițiale a mediei

și lărgimii "ferestrei", el poate "dispersa" peste imaginea obținută o secțiune a scării de nuașe, pentru a reliefa anumite structuri cu diferențe mici de atenuare față de vecinătate (fig.38). În fine, el poate folosi simultan 2 sau 3 ferestre, care, pe fondul aceleiași imagini, cresc netitatea unor formațiuni anatomice foarte diferite sub aspectul densității lor relative (de ex. țesut pulmonar și organe mediastinale).

Imaginea, obținută datorită diferențelor de atenuare ale mediului anatomic, permite studiul lui prin identificarea de structuri (fig.36) și anomalii ale acestora în condiții patologice și poate fi utilizată ca atare în diagnosticul clinic. Ea corespunde însă și unei liste de "coduri de densitate" înregistrate de calculator, ceea ce permite măsurarea densității structurilor într-o arie selecționată, deci un studiu cantitativ materializat într-o *histogramă*, care, în unele cazuri, poate deveni un element de diagnostic etiologic. În virtutea acestei capacități, tomografiei computerizate i se atribuie și denumirea de *tomodensitometrie*.

Actuala tehnologie a CT permite, prin reconstrucția din mai multe secțiuni transversale adiacente, obținerea de imagini oblice sau în planuri diferit orientate spațial, de exemplu frontale (coronale); de asemenea, crearea de imagini tridimensionale ale unor formațiuni sau regiuni anatomice discriminate.

În fine, mai trebuie menționat că este posibilă creșterea contrastului natural al unora dintre țesuturile examinate prin administrare de substanțe de contrast cu eliminare renală sau biliară, examenul fiind practicat la un interval optim de la injectarea acestora.



## Capitolul 2

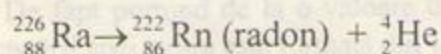
# BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE DIAGNOSTICULUI RADIOIZOTOPIC

### 2.1. Radioactivitatea

Practica diagnosticului radioizotopic, a medicinei nucleare în general, este bazată pe utilizarea radiației emise de nucleii unor atomi în cursul dezintegrării lor. De regulă, asemenea atomi sînt izotopi artificiali (obținuți prin prelucrarea în reactoarele nucleare) ai unor elemente naturale, în mod obișnuit stabile. Trebuie reamintit că stabilitatea nucleului atomic este condiționată de așa-numitul *defect de masă*, adică de situația în care masa lui (în expresie relativistă  $M = E/c^2$ ) este mai mică decît suma maselor protonilor și neutronilor care îl compun. Atunci cînd condiția de stabilitate nu este satisfăcută, are loc *dezintegrarea* nucleului respectiv, care devine un *radionuclid*, întrucît procesul dezintegrării este întotdeauna însoțit de o emisie (sau o asociere de emisii) de radiații alfa (nuclei de heliu), beta (electroni) sau gamma (radiație electromagnetică). Rezultatul dezintegrării este apariția unui nucleu stabil sau în starea vecină stabilității ("metastabilitate").

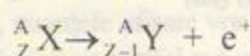
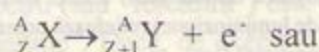
*Emisia de radiații alfa* ( $\alpha$ ) are loc mai ales în cazul dezintegrării elementelor radioactive naturale (de exemplu  $^{226}\text{Ra}$ ). Un nucleu instabil  $^A_Z\text{X}$ , care se dezintegrează emițînd radiații alfa se transformă într-un nucleu  $^A_Z\text{Y}$ , după eliberarea unei particule alfa, adică a unui nucleu de heliu ( $^4_2\text{He}$ ), format din doi protoni și doi neutroni.

Astfel,



Emițătorii alfa sînt rareori utilizați în practica medicală, datorită efectelor biologice deosebit de intense ale particulelor respective. În unele cazuri (cum este cel al radium-ului), emisia alfa este însoțită de o emisie gamma, care își găsește aplicabilitate practică.

*Emisia de radiații beta* ( $\beta$ ) are loc în urma unei dezintegrări în care nucleul instabil  $^A_Z\text{X}$  este transmutat într-un nucleu izobar, al cărui număr atomic  $Z$  diferă cu o unitate:



Așa cum se poate deduce, în cursul relațiilor elementare respective rezultă o particulă beta (electron negativ în primul caz, electron pozitiv sau pozitron în cel de al doilea).

La baza acestui tip de dezintegrare se situează transformarea unui neutron în proton ( $n \rightarrow p + e^-$ ) sau a unui proton în neutron ( $p \rightarrow n + e^+$ ); aceste transformări sînt însoțite și de emiterea unei particule neutre, cu masa de repaus 0, *neutrino*.

*Emisia de radiații gamma* ( $\gamma$ ) apare ca urmare a dezintegrărilor alfa și beta, care se soldează cu excitarea nucleului respectiv. În cursul dezexcitării spontane care urmează, se produce emisia unui foton, a cărui energie  $h\nu$  reprezintă diferența stărilor energetice inițială și finală ale nucleului:  $h\nu = E_i - E_f$ . Dezexcitarea se poate desfășura ca proces unic sau în două trepte intermediare; în acest ultim caz vor fi emiși doi fotoni, cu energie mai mică. În general, emisia gamma nu modifică structura atomului.

Fotonii radiației gamma posedă o frecvență (deci o energie) superioară celor ai radiației X, întrucît diferențele de energie din care provin sînt considerabil mai mari.

În general, un radionuclid poate fi caracterizat prin *tipul de radiații emise* în cursul dezintegrării și prin *energia acestora*, exprimată în MeV. De exemplu, iodul 131 este un emițător de radiație beta cu energie de 0,8 MeV și de radiație gamma cu energie de 0,35 MeV.



### 2.1.1. Legea dezintegrării radioactive.

Procesul dezintegrării radionuclizilor poate fi cuantificat după o regulă statistică exponențială. Din studiul unui mare grup de nuclee radioactive identice, rezultă că între numărul  $dN$  de nuclee care se dezintegrează în intervalul de timp și numărul nucleelor nedezintegrate, existente la momentul  $t$ , se poate stabili relația:

$$(2.1) \quad dn = -\lambda N dt$$

unde  $\lambda$  exprimă probabilitatea dezintegrării nucleului în unitatea de timp și este denumită *constanta radioactivă*.

Numărul  $N$  de nuclee care rămân nedezintegrate din numărul inițial  $N_0$ , după trecerea intervalului de timp  $dt$ , rezultă din ecuația:

$$(2.2) \quad N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Din această relație exponențială rezultă că desfășurarea în timp a procesului de dezintegrare poate fi descrisă cel mai bine prin atribuirea radionuclidului respectiv a unui  *timp de înjumătățire fizic*, adică intervalul în care 50% din elementele lui au fost dezintegrate.

## 2.2. Principalele aplicații ale radionuclizilor în diagnosticul medical

Principiul pe care se bazează utilizarea radionuclizilor în diagnostic este administrarea pe cale intravenoasă sau orală, urmată de detectarea sau măsurarea radioactivității lor la nivelul unui organ sau al întregului corp.

**2.2.1. Forme de investigare.** Obținerea imaginii unui organ este principala formă de investigare radioizotopică proprie practicii medicale actuale. Această imagine, *scintigrama*, rezultă din suma semnalelor produse de emisia radioactivă, detectate și înregistrate grafic, prin utilizarea unei aparaturi corespunzătoare. Principalele organe care beneficiază de această metodă de examinare sînt inima, ficatul, rinichii, splina, sistemul reticulo-endotelial, oasele, creierul.

*Studiul funcțiilor dinamice* ale organelor (prin determinarea fracțiunii de fixare a radionuclidului în organul respectiv, după un interval de timp etalon), examinarea *distribuției radionuclidului* în întregul corp, ca și *dozarea in vitro* a unor compuși biochimici, reprezintă alte domenii posibile de aplicabilitate.

**2.2.2. Criterii de alegere a radionuclidului.** În investigarea radioizotopică in vivo, alegerea unui radionuclid potrivit trebuie să răspundă în principiu dezideratului de a oferi maximum de informație cu minimum de iradiere a pacientului. În practică, intervin, de asemenea, considerente de ordin tehnic (sensibilitatea aparaturii) și economic-organizatoric (posibilitatea producerii și furnizării radionuclidului și transportului corespunzător, ca și costul acestora).

Deoarece nu există soluții ideale, alegerea reprezintă de cele mai multe ori un compromis între diversele trăsături ale radioizotopului care vor fi enunțate în continuare.

a. *„Timpul de înjumătățire”*. Intrucît acest timp determină în mare măsură gradul de expunere al pacientului, este de dorit ca el să fie cît mai scurt.

Pentru trei dintre radionuclizii mai frecvent folosiți, tehneciul 99m, indiul 113m și iodul 131, timpii de înjumătățire fizică sînt de 6,05 ore, 100 minute, respectiv 8 zile.

În afara timpului de înjumătățire fizică, menționat mai înainte, care depinde de constanta radioactivă a nucleului, trebuie să se țină seama și de timpul de *înjumătățire biologică*, adică de intervalul de timp în care cantitatea de radionuclid introdusă în organism scade la jumătate. În mare măsură, această trăsătură este dependentă, cum vom vedea, de traserul folosit.

Într-o expresie sintetică, timpii de înjumătățire fizică și biologică creează noțiunea de *„viață medie efectivă”*, a cărei mărime ar trebui, în mod ideal, să fie cît mai apropiată de durata examenului, pentru a nu crea o iradiere inutilă a organismului.

b. *Natura radiației emise și energia acesteia*. Obținerea imaginii radioizotopice necesită o radiație cu energia suficient de ridicată pentru a putea fi detectată după parcurgerea unui strat de țesuturi de grosime uneori importantă. În acest sens, sînt preferați în prezent radioemițătorii gamma de energie medie, suficient de penetrantă, dar care nu expune în exces organismul; pentru doi dintre cei mai utilizați în acest scop, iodul 131 și tehneciul 99m, energia emisie gamma este de 0,360, respectiv 0,140 MeV.

c. *Afinitatea selectivă* a radionuclidului față de anumite organe, care trebuie dublată de absența toxicității sale locale și generale.

Dintre cei aproximativ 1000 izotopi radioactivi artificiali produși în prezent, sînt utilizați în mod curent doar cîțiva, care corespund într-o măsură acceptabilă dezideratelor expuse; tehneciul 99m (metastabil) ( $^{99m}\text{Tc}$ ), indiul 113m ( $^{113m}\text{In}$ ), indiul 111 ( $^{111}\text{In}$ ), iodul 131 ( $^{131}\text{I}$ ), iodul 125 ( $^{125}\text{I}$ ), seleniul 75 ( $^{75}\text{Se}$ ), aurul 198 ( $^{198}\text{Au}$ ), mercurul 197 ( $^{197}\text{Hg}$ ).



### 2.2.3. Trasorii radioactivi.

Un număr de radionuclizi prezintă o afinitate selectivă inerentă pentru parenchimul unui organ (de exemplu iodul pentru tiroidă) și pot fi administrați ca atare (mai exact, sub forma unei molecule anorganice ușor dissociabilă, cum este cea de iodură de sodiu). În alte cazuri, concentrarea nucleidului în organul vizat nu este posibilă decât folosind tropismul unor molecule mai mult sau mai puțin complexe de care acesta este legat, așa-numite *molecule marcate*.

Compusul chimic molecular care servește ca "vehicul" radionuclidului este denumit *trasor radioactiv*.

Uneori se folosește și termenul de "preparat radiofarmaceutic", deși el nu are o acțiune farmacodinamică propriu-zis, servind doar ca mijloc auxiliar de diagnostic.

Familia trasorilor este foarte largă și variată în compoziție.

În general, un trasor trebuie să îndeplinească unele condiții de ordin chimic și biologic, care îl fac adecvat investigației medicale: puritatea, stabilitatea, toxicitatea redusă sau absentă, persistența în circulație pe un anumit interval de timp, concentrarea într-un anumit organ sau țesut, excreția rapidă și completă pe o cale cunoscută.

În practica actuală sînt utilizate următoarele tipuri principale de trasori radioactivi:

a. *Ionici*. Unele radiofarmaceutice sînt reprezentate de molecule anorganice simple, care, în soluție, se disociază rapid în ioni, folosiți ca atare (de exemplu,  $^{99m}\text{Tc}$ -sub formă de ioni pertechetat  $\text{TcO}_4^-$ , iodul 131 ca ion de iodură  $\text{I}^-$ ).

Capacitatea de trasor a acestora este conferită de încorporarea lor în compuși organici, de posibilitatea de a intra în reacții de schimb cu ioni organismului sau de a se lega de proteinele plasmatic.

b. *Cuprinzînd molecule organice* de complexitate variabilă (polipeptide, aminoacizi, proteine, albumine, hormoni, acizi grași și lipide, vitamine, citostatice etc.), în care este inclus radionuclidul respectiv (de exemplu,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{75}\text{Se}$  etc.)

c. *Suspensii coloidale*. În funcție de obiectivul investigației, acestea pot fi formate din particule cu dimensiuni variate, cuprinse între 1 nm și 5  $\mu\text{m}$ , marcate cu radionuclidul ales (mai frecvent tehneciul 99m).

Coloizii inecetați sînt fagocitați de macrofagele organismului în sistemul reticulo-endotelial, în care sînt mai întii transportați și concentrați, de unde posibilitatea unei bune reprezentări a organelor bogate în acest țesut (ficat, măduva osoasă, splina).

Distribuția trasorului coloidal este în cea mai mare măsură dependentă de mărimea particulelor sale. Astfel, particulele cu dimensiuni sub 100 nm sînt fagocitate în măsură mai mare în măduva osoasă decît în ficat și splină; cele de dimensiuni medii (300-1000 nm) sînt concentrate mai ales în ficat, iar cele cu mărimi cuprinse între 1-5  $\mu\text{m}$ , în splină.

## 2.3. Imaginea radioizotopică

Concentrația diferențiată a trasorilor la nivelul țesuturilor și organelor permite, pe calea detectării și înregistrării emisiei gamma a radionuclidului, obținerea unei imagini caracteristice, capabilă să ofere relații cu privire la starea morfologică a acestora. Formarea imaginii implică un lanț tehnologic destul de complex; elementele acestuia, ca și performanțele achiziției pe plan informațional, depind de tipul instalației utilizate.

### 2.3.1. Scintigrafia liniară.

Prima dintre instalațiile care au întrunit condițiile unui instrument de investigare medicală, scintigrafia liniară, include în mod necesar următoarele componente fundamentale:

a. *Sonda de scintilație*, care cuprinde unul sau mai multe cristale din iodură de sodiu, de dimensiuni variabile, în care radiațiile gamma sînt transformate în semnale luminoase; acestea sînt preluate și amplificate de un fotomultiplicator și, în final, traduse în impulsuri electrice de amplitudine proporțională cu intensitatea radiației gamma incidente. Sonda îndeplinește deci, prin cristalul sau cristalele încorporate, funcția de *detector* al emisiei radioactive. În acest scop, ea poate fi deplasată, prin curse succesive, pe o arie care acoperă proiecția organului examinat.

Pentru a putea deveni sursa unei imagini explicite, fasciculul gamma emis de radionuclid trebuie să fie *focalizat*, astfel încît fiecare din punctele parcurse de sondă să capete un corespondent individual clar reprezentat. Această focalizare este realizată printr-un colimator confecționat din plumb, care limitează fasciculul divergent provenit din fiecare punct emițător. Colimatorul este încorporat, ca și tubul fotomultiplicator, în ansamblul constructiv al sondei.

b. *Analizorul de pulsuri*. Impulsurile electrice produse de fotomultiplicator sînt transferate unui analizor care le înregistrează și le atribuie semnificația



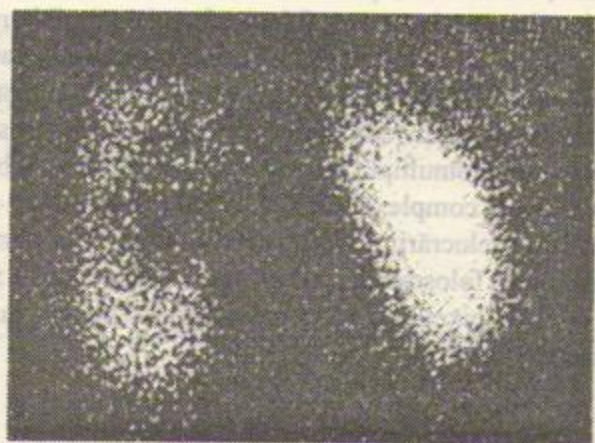


Fig.39. Scintigramă renală cu înregistrare fotografică.

corespunzătoare intensității radiației, implică cantității de radionuclid care o generează.

c. *Sistemul de redare a imaginii.* Informația oferită de scintigrafia liniară poate fi înregistrată în final, sub forma unei imagini, pe diferite căi.

*Inregistrarea mecanică* se realizează printr-un cap de înregistrare, care, corespunzător unui anumit număr de impulsuri, marchează un semn grafic (de obicei o cratimă).

*Inregistrarea fotografică* implică un traductor fotoelectric, care permite transcrierea semnalelor pe un film radiologic (fig.39).

Scintigrama poate fi redată și în culori, pe hîrtie fotografică, fiecare grad de densitate a semnalelor fiind echivalat cu o anumită nuanță cromatică, ceea ce permite o mai ușoară distingere a contrastului dintre diferitele zone ale imaginii.

Redarea pe monitor a imaginii este posibilă prin cuplarea sistemului de obținere a ei cu un circuit închis de televiziune. Întăritorul de imagine, propriu acestui circuit, permite și prelucrarea și redarea ei digitală (fig.40).

### 2.3.2. Camera de scintilație.

Un progres substanțial în raport cu scintigrafia liniară, sub aspectul suprimării baleiajului mecanic și al creșterii vitezei de explorare, îl reprezintă *camera de scintilație*. Aceasta se bazează în principiu pe utilizarea unui cristal din iodură de sodiu de mari dimensiuni (30 cm diametru); radiația gamma, care provine de la *întreaga* regiune examinată în același moment este colimată într-un mare număr de fascicule înguste ce produc scintilații independente, detectate de un sistem de tuburi fotomultiplicatoare, cuplate optic la cristal.

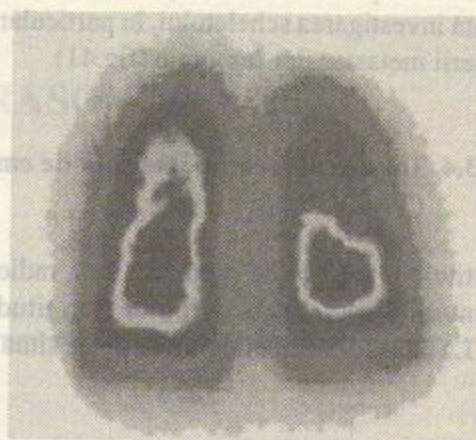


Fig.40. Scintigramă pulmonară cu redare digitală.

Acestea sînt apoi transformate în impulsuri electrice, care pot fi afișate, potrivit poziției inițiale a scintilațiilor, pe un tub catodic sau înregistrate prin diferite procedee grafice.

### 2.3.3. Examinarea simultană a întregului corp.

Aceasta devine posibilă din punct de vedere tehnic printr-o combinație a principiului baleierii (din scintigrafia liniară) cu utilizarea camerei de scintilație. Pacientul este așezat pe masa de explorare, care se deplasează mecanic în fața sistemului de detecție, astfel încît, în final, este înregistrată distribuția radionuclidului în întregul corp.

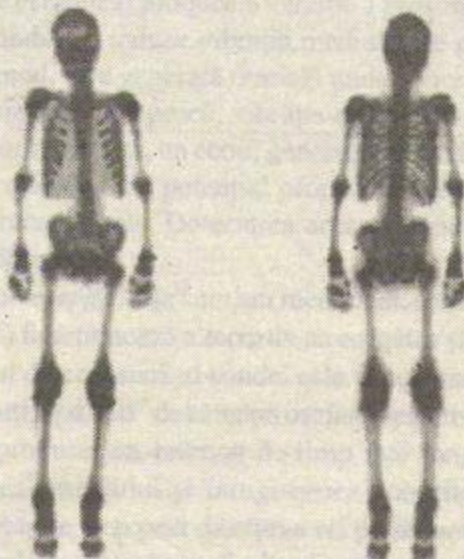


Fig.41. Imaginea scintigrafică a întregului schelet.

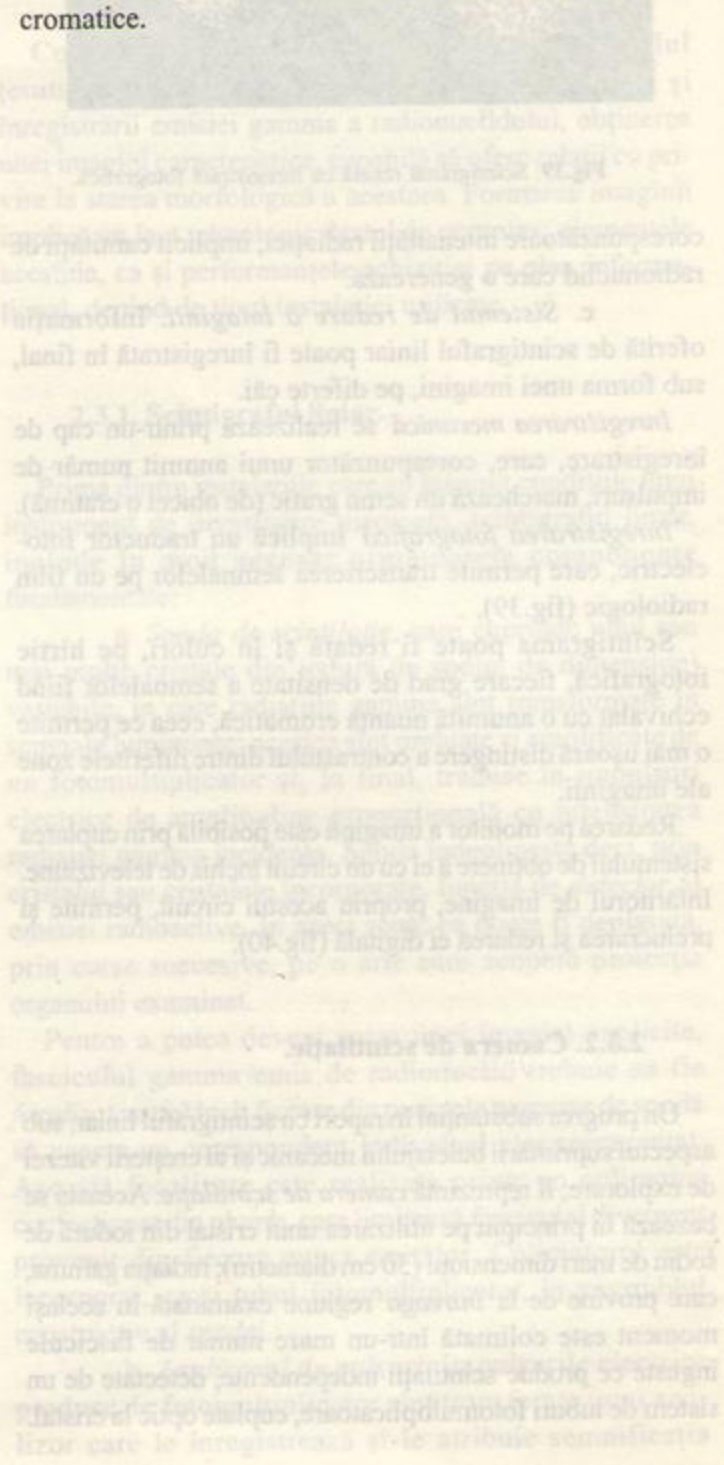
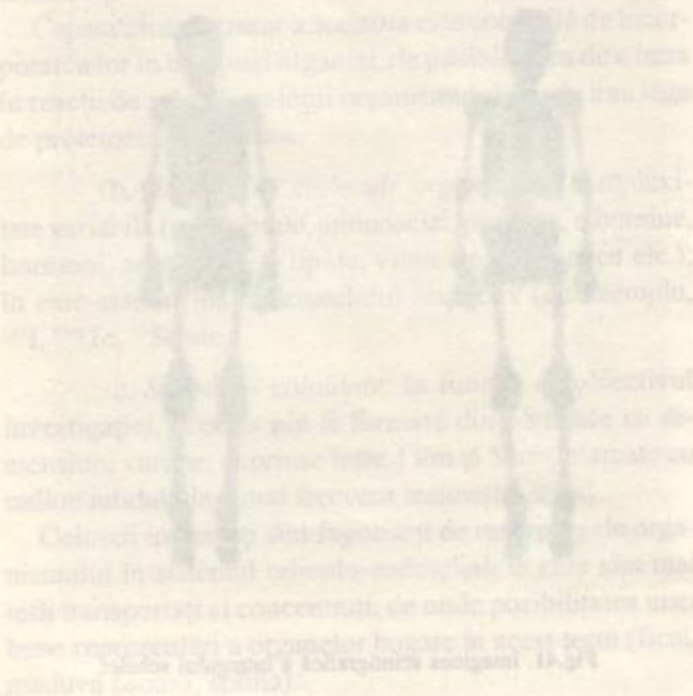


Cea mai importantă indicație a acestei tehnici o reprezintă investigarea scheletului, în particular în scopul evidențierii metastazelor tumorale (fig.41).

#### 2.3.4. Tomografia computerizată de emisie (TEC).

Constituie o tehnică de reprezentare a radioactivității într-o anumită secțiune a corpului (longitudinală sau axială). La baza formării imaginii se poate situa fie emisia

gamma, fie cea beta pozitronică a unui radionuclid. În cea de a doua variantă, este folosit efectul de "anihilare" a pozitronului, din care rezultă o emisie gamma ce poate fi detectată și înregistrată. Elementele esențiale pentru obținerea imaginii radioizotopice (colimatoare, cristale detectoare, fotomultiplicatoare) sînt realizate și asamblate de o manieră complexă. Ca și în cazul CT, imaginea este rezultatul prelucrării digitale a informației. În sistemele de afișare se folosesc în mod obișnuit matrice de 32 x 32 sau 64 x 64 pixeli, cu 16 trepte de gri, respectiv nuanțe cromatice.





## Capitolul 3 BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE ULTRASONOGRAFIEI (ECHOGRAFIEI)

Spre deosebire de procedurile de investigație descrise pînă acum, ecografia utilizează, în obținerea de informație anatomico-clinică, un agent fizic care nu face parte din categoria radiațiilor ionizante (cum sînt radiația X și gamma), și anume ultrasunetele\*. Modul în care diferitele structuri, normale sau patologice, reflectă această categorie de unde (deci își manifestă capacitate de medii diferit "echogene") este tradus în semnale optice, al căror ansamblu constituie o imagine și care oferă informații utile cu privire la natura și starea acestor structuri.

### 3.1. Noțiuni elementare de fizică a ultrasunetelor

#### 3.1.1. Unda sonoră.

Prezența unui sunet corespunde variațiilor alternative (cu evoluție sinusoidală) de presiune, ce rezultă din punerea în mișcare longitudinală a particulelor constitutive ale mediului de propagare.

O undă sonoră este caracterizată fizic prin:

a. *Frecvența  $F$*  a acestor variații, exprimată în Hz (Hertz sau cicluri pe secundă). Sunetele percepute de organul auditiv uman au o frecvență cuprinsă între 16 și 15.000 Hz; ultrasunetele folosite în ecografie recunosc o gamă de frecvență cuprinsă între 1-15 MHz ( $1 \times 10^6 - 15 \times 10^6$  Hz). În ecografia medicală (de ex. cea abdominală) se utilizează de obicei frecvențe de 1-5 MHz.

b. *Viteza de propagare  $V$* . Aceasta depinde în esență de mediul traversat: 331 m/s în aer, 1500 m/s în apă, 4080

m/s în os; pentru țesuturile moi ale corpului uman, ea poate fi estimată în medie la 1570 m/s.

c. *Lungimea de undă  $\lambda$* , adică distanța parcursă de undă în timpul unui ciclu, care depinde, pentru un mediu dat, de frecvență:  $\lambda = V/F$ . De exemplu, în apă  $\lambda = 1,50$  mm pentru 1 MHz și 0,5 mm pentru 3 MHz.

#### 3.1.2. Emisia și recepția ultrasunetelor

În practica ecografiei medicale, ultrasunetele sînt produse de o sondă emițătoare, care utilizează efectul piezoelectric și care, în virtutea aceluiași efect, servește și ca receptor al undelor reflectate ("ecourilor").

*Efectul piezoelectric.* Aplicarea unei diferențe de potențial electric alternative pe fețele unui cristal (sau lamele de ceramică) produce o variație a grosimii acesteia care, la rîndul ei, induce vibrația mediului de propagare. În acest mod, este generată (emisă) unda sonoră.

De o manieră reciprocă, vibrația cristalului lovit de o undă sonoră (în speță, un ecou) generează între fețele cristalului o diferență de potențial proporțională cu energia acustică recepționată. Detectarea acestui impuls electric reprezintă recepția.

*Emisia-recepția.* Așa cum am menționat, sonda ("transductorul") funcționează alternativ ca emițător și ca receptor. Discul de ceramică al sondei este supus unor stimuli foarte scurți, "pulsați" de către un oscilator electronic. Între emisiile produse, un interval de timp mai lung permite "ascultarea" mediului și înregistrarea ecourilor. Ciclul emisie-recepție se repetă de cîteva ori pe secundă.

În instalația de ecografie medicală, cristalul (ceramica) are forma unui disc, cu grosimea echivalentă unui

\* Din acest motiv, este etichetată ca neinvazivă sau neagresivă, prin aceasta reliefindu-i-se caracterul lipsit de nocivitate.



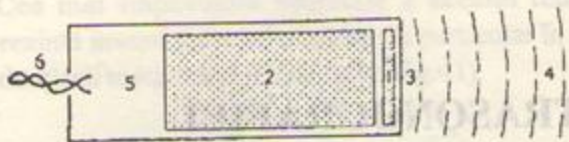


Fig. 42. Sondă emițătoare-receptoare. 1 - ceramică piezoelectrică; 2 - bloc amortizor; 3 - fereastră a sondei; 4 - fasciculul sonor; 5 - suport; 6 - conexiuni electrice.

multiplu al semilungimii de undă ( $n\lambda/2$ ); el emite într-o bandă restrânsă de frecvențe, în care cea dominantă devine frecvența nominativă a sondei. Adaptarea instalației la diferitele cerințe anatomo-clinice implică disponibilitatea unui set de sonde, ale căror cristale, pe lângă alte particularități constructive, au grosimi variate.

### 3.1.3. Formarea ecourilor.

**3.1.3.1. Reflectarea sunetului.** Ecoul corespunde unui semnal care este înregistrat atunci când o parte din energia sonică cuprinsă în fasciculul incident se reîntoarce spre sondă. Dacă întreaga energie este reflectată, nici un sunet nu se propagă dincolo de obstacolul întâlnit, acesta comportându-se ca un veritabil ecran. Dacă energia reflectată este mai redusă, fasciculul este doar atenuat la trecerea prin obstacol și va putea produce alte ecouri în regiuni mai îndepărtate (fig. 43).

Cunoașterea vitezei medii de propagare a sunetului (în corpul uman, ea este de 1570 m/s) permite să se evalueze poziția obiectului ecogen în raport cu emițătorul.

Pentru aceasta, timpul scurs între emisia unui "tren de unde" și recepția ecoului se înmulțește cu valoarea vitezei medii; rezultatul se împarte la doi, întrucât trenul parcurge un drum dus-întors. Este evident că aceste operațiuni se efectuează automat în timpul funcționării sondei.

**3.1.3.2. Impedanța acustică.** Reflexia sonoră se produce atunci când condițiile de propagare între două medii parcurse succesiv de trenul de unde se schimbă brusc. Condițiile de propagare pentru un mediu dat sînt rezumate în impedanța acustică  $Z$ , care este egală cu produsul densității ( $\text{g/cm}^3$ ) cu viteza de propagare a sunetului  $V$  (cm/s):

$$(3.1) \quad Z = \rho V$$

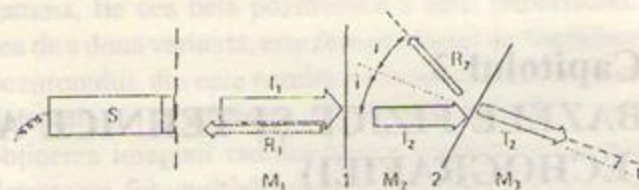


Fig. 43. Formarea ecourilor. Fiecare mediu  $M$  traversat de fascicul este caracterizat printr-o impedanță acustică  $Z$ . La nivelul primei "interfețe" (1), fasciculul incident  $I_1$  suferă o reflexie parțială  $R_1$ . Procentul de energie reflectat spre sondă este funcție de variația lui  $Z$ . Dacă a doua "interfață" (2) nu este perpendiculară pe axul lui, fasciculul incident  $I_2$  suferă o refracție  $T_2$  și o reflexie parțială  $R_2$ , care nu mai este dirijată spre sondă (S).

Valorile impedanței acustice ale citorva din mediile de interes pentru ecografia medicală sînt următoarele:

$$\text{aer:} \quad Z = 0,0004 \times 10^5 \text{ g/cm}^2 \times \text{s}$$

$$\text{apă:} \quad Z = 1,48 \times 10^5 \text{ g/cm}^2 \times \text{s}$$

$$\text{ficat:} \quad Z = 1,65 \times 10^5 \text{ g/cm}^2 \times \text{s}$$

$$\text{os:} \quad Z = 7,00 \times 10^5 \text{ g/cm}^2 \times \text{s}$$

Procentul din energia fasciculului incident care este reflectat la trecerea dintr-un mediu 1 într-un mediu 2 este dat de formula:

$$(3.2) \quad \% (\text{procent de reflectare}) = 100 \left[ \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right]^2$$

(formula este valabilă numai pentru reflectarea la un unghi de  $90^\circ$ , adică perpendiculară pe planul întâlnit de sunet).

În organism, format în principal din medii apoase, fasciculul care întâlnește brusc un mediu cu impedanța acustică foarte diferită (aer, os, calcificări) va suferi o reflexie foarte importantă. Întreruperea propagării fasciculului la nivelul acestor structuri creează o "umbră" stînjenoare pe imaginea obținută prin anumite tehnici ecografice (de ex. echotomografia).

Același fenomen face necesar ca sonda să fie aplicată pe piele prin intermediul unui gel sau ulei, care suprimă aerul interpus; de asemenea, ca să se evite deplasarea sondei perpendicular pe oase.

Conținutul gazos intestinal abundent, ca și prezența unui pneumoperitoneu, pot produce eșecuri ale examenului, în măsura în care opresc propagarea ultrasunetelor.



### 3.1.4. Atenuarea fasciculului.

Intensitățile relative a două nivele sonore de aceeași frecvență sînt apreciate și măsurate comparativ pe o scară logaritmică în decibeli (db). Diferența între două sunete de intensitate  $I_1$  și  $I_2$  este dată în decibeli de formula:

$$(3.3) \quad dB = 10 \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$$

Energia purtată de fascicul se atenuază pe măsura îndepărtării de sonda emițătoare (datorită inerției și frecării între ele a particulelor mediului, ca și neelasticității șocurilor). Această atenuare este de tip exponențial.

Coefficientul de atenuare depinde de frecvența  $F$  a unei sonore și de mediul de propagare.

Atenuarea este practic proporțională cu frecvența, ceea ce înseamnă că, odată cu creșterea frecvenței, parcursul unei sonore se reduce.

Mediului traversat îi este propriu un coeficient de atenuare propriu,  $\alpha'$ , independent de frecvență. Mărimile acestuia pentru câteva medii biologice sînt: sînge 0,18; ficat 0,95; os 20; plămîn 40.

### 3.1.5. Capacitatea de rezoluție.

*In axul fasciculului* două obiecte apropiate între ele nu pot fi identificate separat în ecografie decît dacă sînt separate printr-o distanță echivalentă cu un multiplu al lungimii de undă, adică de ordinul de mărime al trenului de unde emis la fiecare impuls. Rezoluția "standard" este de  $2-3\lambda$ .

*Intr-un ax perpendicular pe fascicul*, capacitatea de a distinge două obiecte învecinate (rezoluția) depinde în cea mai mare măsură de diametrul fasciculului: cu cît acesta este mai redus, rezoluția crește.

Diametrul fasciculului este, la rîndul lui, condiționat de frecvența ultrasunetului (în principiu, el este mai redus în cazul unei frecvențe ridicate), de diametrul cristalului și de depărtarea față de sondă. Intrucît forma fasciculului este, în linii mari, conică, cu tendința la divergență, se poate obține o îngustare a lui prin plasarea în fața cristalului a unei lentile acustice, care corectează parțial această divergență.

Trebuie remarcat faptul că în ambele situații capacitatea de rezoluție, deci finețea informației ecografice, crește pe măsura ridicării frecvenței unei sonore. Undele sonore cu frecvență ridicată au însă, cum am văzut, un

coeficient de atenuare mai ridicat, ceea ce înseamnă că parcursul lor prin mediul investigat va fi mai redus.

În alegerea sondei și adaptarea la condițiile concrete de lucru, operatorul trebuie să țină seama de compromisul ce trebuie realizat între performanțele de "penetrație" și de rezoluție create prin construcția ei.

## 3.2. "Modurile" investigării ecografice

Inregistrarea semnalelor-ecou poate fi realizată în condiții tehnice diferite, care stau la baza obținerii de reprezentări grafice corespunzătoare, așa-numitele *moduri ecografice*.

### 3.2.1. Modul A ("amplitudine").

Este unul dintre primele utilizate în practica medicală, în mod particular în echo-encefalografie, pentru decelarea unor procese expansive intracraniene.

În general, acest mod poate fi practicat cu toate instalațiile de uz curent. El necesită o sondă emițătoare-receptoare liberă, conectată la un sistem electronic. Informațiile obținute sînt reprezentate sub forme de trasee, cu vîrfuri de deflexiune electrică corespunzătoare interfețelor echogene, pe un osciloscop (ecran video) (fig.44); aceste trasee pot fi fotografiate.

În principiu, fiecare ecou este apreciat prin amplitudinea vîrfului de deflexiune pe care îl creează, măsurată în decibeli (dB); poziția ecourilor în raport cu sonda este măsurată în centimetri. Analiza semnalelor se face pornind de la sonda emițătoare-receptoare, în lungul axului de propagare a fasciculului. La unele instalații, un cursor electronic permite măsurarea distanței ce separă două vîrfuri (ecouri) ale traseului. Pentru corectarea atenuării inevitabile a fasciculului în țesuturi, operatorul dispune de posibilitatea amplificării semnalelor, care poate fi globală (egală pentru întregul traseu înregistrat) sau diferențiată (interesînd ecourile ce provin de la o anumită adîncime).

Modul A este utilizat în prezent ca prim timp de reglaj al aparaturii ecografice sau pentru depistarea rapidă a structurilor lichidiene normale sau patologice. El permite, de asemenea, măsurarea diametrului biparietal al craniului fetal, ca și reperarea șanțului interhemisferic în echo-encefalografie (fig.44). În fine, mai poate fi utilizat în practicarea puncției dirijate a unor colecții lichidiene sau formațiuni chistice profunde.



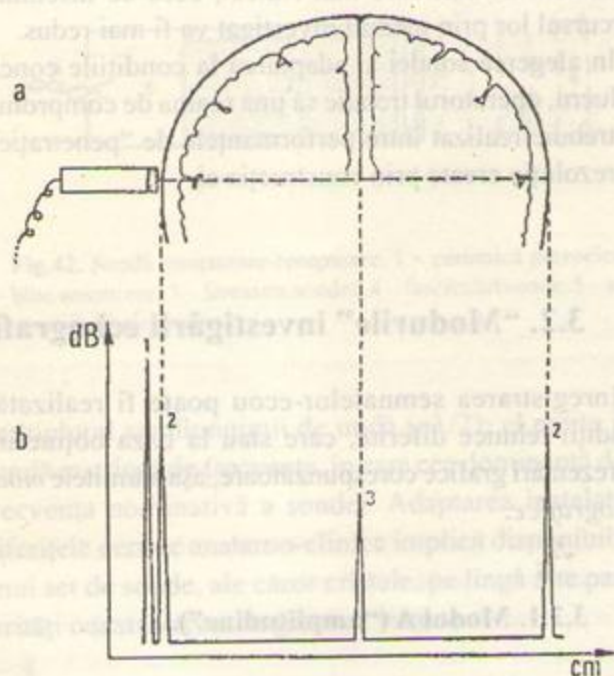


Fig.44. Aplicație a modului A: studiul poziției șanțului interhemisferic (echo-encefalografie). Reprezentarea virfurilor (ecourilor) cărora li se poate aprecia intensitatea în decibeli (dB) și poziția (adâncimea în cm), urmînd axul de propagare a fasciculului. 1 - ecoul de ieșire din sondă; 2 - ecourile oaselor parietale; 3 - ecou interhemisferic.

După reperarea formațiunii patologice respective, un ac de puncție introdus printr-un canal situat în centrul sondei este urmărit pe un traseu echografic, pînă la plasarea lui în masa lichidiană.

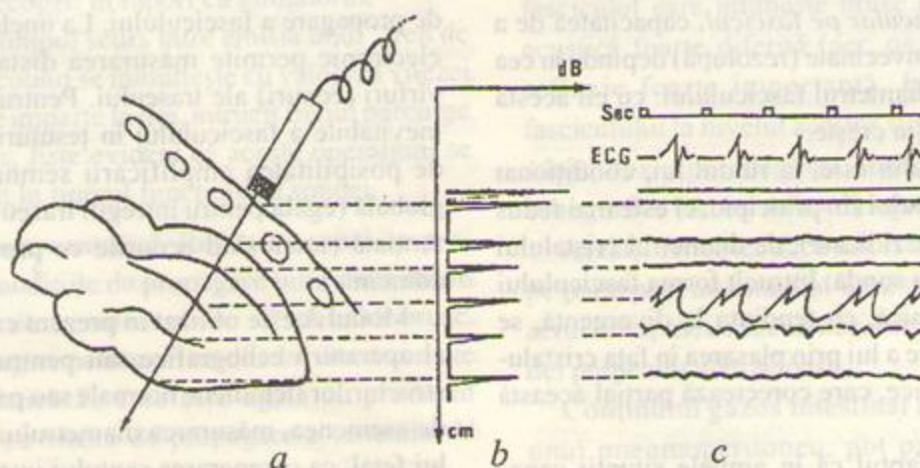


Fig.45. Principiul modului TM (timp-mișcare). a. Explorare ultrasonografică prin masa cardiacă. b. În modul A, virfurile de deflexie electrică traduce diferitele interfețe întîlnite de fascicul. c. Înregistrare în funcție de timp a evoluției ecoului A: structurile imobile se traduc prin linii drepte; valvele au un traiect oscilant caracteristic. Sînt reprezentate simultan: timpul în secunde (Sec) și electrocardiograma (ECG).

### 3.2.2. Modul TM ("timp-mișcare").

În cadrul acestei tehnici, informațiile obținute în modul A sînt studiate în funcție de timp printr-un baleiaj continuu al ecranului de afișare; astfel, structurile mobile vor fi reprezentate prin curbe, iar cele imobile prin drepte (fig.45).

Aparatura comportă o unitate în modul A, completată printr-un sistem electronic ce permite baleiajul ecranului video în timp. Imaginile obținute pot fi înregistrate pe pelicula fotografică sau pe banda de hîrtie. Un dispozitiv complementar permite reprezentarea simultană a unei electrocardiogramme (fig.45), respectiv a unei fonocardiogramme.

### 3.2.3. Modul B ("brianță", echotomografie, scan echografic).

Așa cum am văzut, cînd transductorul (sonda emițătoare-receptoare) este plasat în contact cu suprafața corpului și emite un fascicul ultrasonor, în zonele de interfață a structurilor subjacente va apărea un număr de ecouri care, în modul A, se materializează pe tubul catodic sub formă de deflexiuni.

Aceleași semnale-ecou pot fi reprezentate și sub formă de puncte luminoase corespunzătoare virfurilor de deflexie, a căror intensitate este proporțională cu intensitatea semnalului (ecoului).

Dacă transductorul este deplasat pe suprafața corpului, pentru fiecare din pozițiile lui va apărea o serie de puncte luminoase (de "brianță"), reprezentînd zonele de



## 3.3. Imaginea echografică a structurilor fundamentale

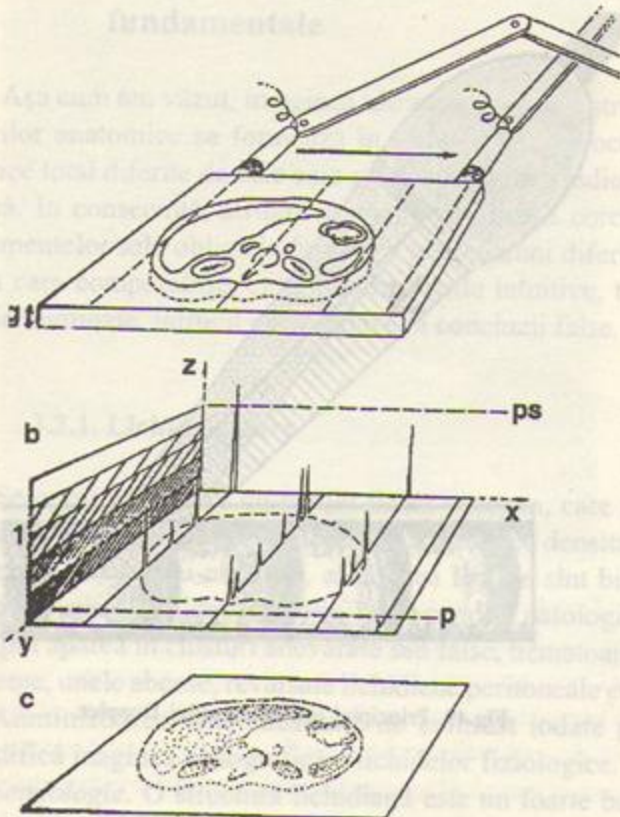


Fig.46. Principiul modului B. a. Baleiaj manual într-un plan, sonda fiind menținută de un pantograf. Grosimea  $g$  a planului de secțiune depinde de diametrul fascicului. b. Tratarea informațiilor obținute. Pe axul X, poziția sondei, dată de pantograf; pe axul Z, intensitatea ecourilor succesive, provenind din aceeași poziție a sondei; pe axul Y, poziția ecourilor în raport cu sonda. Fiecărui ecou  $i$  se atribuie, în funcție de amplitudinea lui (axul Z), o intensitate luminoasă mergând de la negru la alb, prin intermediul unei scări de gri-uri (1). P – pragul de detecție (semnalul cel mai slab, tonul cel mai închis); PS – pragul de saturație (semnalul cel mai puternic, tonul cel mai deschis). c. Imagine statică memorizată, reproducând forma și structura țesuturilor traversate (secțiune echotomografică).

interfață ecogenă. Înregistrând ecourile ce aparțin unei multitudini de poziții succesive, sumația acestor puncte va construi o imagine de secțiune transversală a corpului (scan), compusă din elemente de intensitate luminoasă variabilă, mergând de la alb la negru și trecând prin variate tonuri intermediare de gri (fig.46 și 47). Grosimea unei secțiuni este corespunzătoare lărgimii fascicului utilizat.

Principiul modului B este prezentat schematic în fig.46.

În funcție de anumite particularități tehnice ale sistemului emisie-recepție, imaginea poate reprezenta o secțiune completă sau, cel mai frecvent, un sector al unei asemenea secțiuni (fig.47).

Din punct de vedere tehnic, obținerea unei secțiuni echotomografice implică deplasarea transductorului în-



Fig.47. Secțiune echotomografică tipic sectorială (mod B) la nivelul abdomenului, în planul veziculei biliare. Sînt reprezentate: vezicula biliară (formațiunea ovalară de tonalitate închisă), pereții acesteia (lizereul deschis) și parenchimul hepatic înconjurător.

tr-un singur plan; în acest scop, el este montat la extremitatea unui braț ce funcționează ca pantograf. Brațul port-sondă, manevrat manual, este legat la un sistem electronic complex, care permite reprezentarea ecourilor sub forma de puncte luminoase, repartizate pe o scară de gri-uri și sumarea acestor puncte într-o imagine aparentă pe ecranul video. Odată realizată, imaginea este întreținută pe ecran printr-un sistem de memorie, în vederea înregistrării pe hîrtie fotografică sau pe magnetoscop; pentru a efectua o altă secțiune, este necesară ștergerea imaginii precedente.

Mobilitatea pantografului permite construirea în spațiu a unei infinități de secțiuni, cu orientare variată (transversală, longitudinală, oblică). Un dispozitiv "zoom" permite mărirea imaginii sau a unei porțiuni a acesteia. Așa cum se poate deduce din cele expuse, informațiile obținute pe calea modului B sînt statice; de aici și denumirea "timp întîrziat" care se atribuie uneori acestei tehnici echografice.

#### 3.2.4. Modul D (dinamic, "timp real", echotomografia dinamică, echoscopia).

În principiu, în practica acestui mod de investigare ultrasonografică, mîna operatorului este înlocuită printr-un sistem de baleiaj automat, electronic sau mecanic, folosind sonde sau grupuri de sonde legate în serie, care formează "capul ultrasonor".



Baleiajul realizat pe această cale este mult mai rapid și se desfășoară ciclic; fiecare ciclu complet al transductorului face să apară pe ecran o imagine de secțiune fugace, deci o succesiune de cicluri corespunde unei succesiuni de imagini. Frecvența baleiajului și cea a imaginilor succesive este suficient de mare pentru a crea o sumă prin remanență retiniană.

Imaginea în modul D este permanentă, dinamică, permițând observarea mișcărilor fiziologice (de unde denumirea de "echoscopie"); ea poate fi "înghețată" instantaneu (prin manevra "stop cadru") și apoi fotografiată.

Deplasarea convenabilă a "capului" pe suprafața examinată poate produce o suită de secțiuni foarte apropiate, din care rezultă o imagine cerebro-vizuală tridimensională.

### 3.2.5. Alte aspecte și variante tehnice.

**Endoscopia ultrasonică.** Montarea unui transductor de construcție specială la capătul unui dispozitiv endoscopic permite introducerea lui în cavități naturale (rect, vezică urinară, vagin etc.) și obținerea pe această cale de imagini informative cu privire la starea pereților și a organelor în vecinătate (fig.48).

**Dirijarea puncțiilor biopsice.** Numeroase proceduri tehnice, bazate pe ultrasonografie, sînt consacrate "ghidării" puncțiilor biopsice. În acest scop este folosită mai ales ecografia "timp real", care permite un grad ridicat de precizie în numeroase puncții transcutane ale unor formațiuni patologice situate în diferite organe profunde (ficat, rinichi, pancreas etc.)

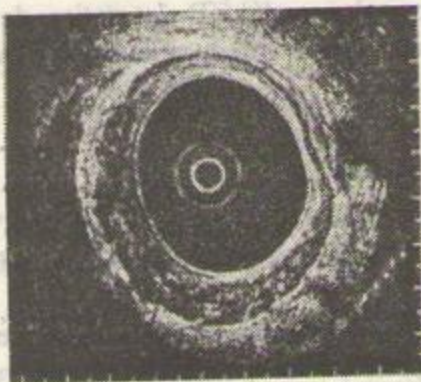


Fig.48. Echoendoscopie a colonului. In centrul lumenului organului, imaginea transductorului.

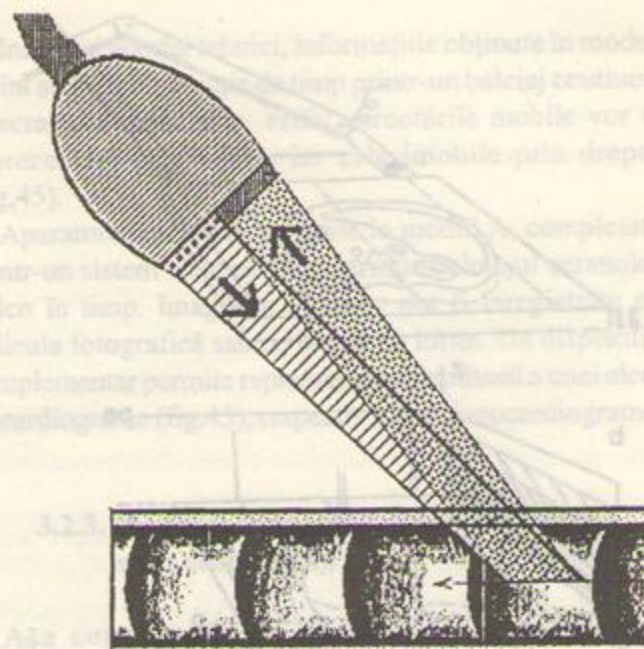


Fig.49. Principiul ultrasonografiei Doppler.

**Ultrasonografia Doppler.** Efectul Doppler se referă la comportarea sunetelor în situația în care ele sînt reflectate de un mediu în mișcare. Cînd unda sonoră întilnește un fluid în mișcare (în particular, sîngele) și este reflectată de acesta, se reîntoarce cu o frecvență diferită: crescută, dacă fluxul este orientat spre sonda-receptor sau, dimpotrivă, redusă, dacă sensul fluxului este contrar.

Tehnicile ultrasonografice Doppler sînt variate. În "modulul" cu undă continuă (fig.49), unda sonoră este continuu emisă de o sondă și continuu recepționată, după reflexie, de o a doua. Modificarea frecvenței, înregistrată și analizată electronic, oferă posibilitatea măsurării vitezei de deplasare a fluidului (sîngelui), în diferite segmente vasculare, arteriale sau venoase ("velocimetrie"). Indirect, pot fi puse în evidență modificări de lumen și alte stări patologice care modifică debitul local.

**Prelucrarea digitală a informației.** Aparatura ultrasonografică aparținînd generațiilor recente este prevăzută cu dispozitive de memorie numerică matricială, care permit stocajul informației cuantificate în sistem digital. În acest mod, devine posibilă modificarea ulterioară a imaginii, prin comprimarea sau etalarea scării de gri-uri sau prin selecția unuia sau mai multor nivele de gri.



### 3.3. Imaginea echografică a structurilor fundamentale

Așa cum am văzut, imaginea ultrasonografică a structurilor anatomice se formează în virtutea unor procese fizice total diferite de cele care produc imaginea radiologică. În consecință, atribuirea unei semnificații corecte elementelor sale obligă la formarea unei viziuni diferite, din care comparațiile, ca și reprezentările intuitive, trebuie eliminate, întrucât pot conduce la concluzii false.

#### 3.3.1. Lichidele pure

Se consideră "pur" un mediu lichid omogen, care nu conține în suspensie particule macroscopice de densitate diferită. În condiții normale, asemenea lichide sînt bila, sîngele, urina, lichidul amniotic, iar în condiții patologice ele pot apărea în chisturi adevărate sau false, hematoame recente, unele abcese, revarsate lichidiene peritoneale etc.

Adminstrarea unei substanțe de contrast iodate nu modifică imaginea echografică a lichidelor fiziologice.

*Semiologie.* O structură lichidiană este un foarte bun transmițător sonic; în consecință, va apărea ca o zonă fără ecou (transsonică, anechogenă), care prezintă la nivelul interfețelor (limitelor față de vecinătate) perpendiculare pe fascicul un lizereu sau o bandă foarte



Fig. 50. Imagine produsă de lichidul amniotic (corp fetal intrauterin)

intens echogene (fig.50; vezi și fig.47, în care apar sub această formă pereții veziculei biliare). Banda (lizereul) corespunzînd interfeței posterioare (mai îndepărtată de sondă) este întotdeauna mai largă, mai bine marcată, și este urmată în profunzime de o regiune cu ecouri intense ("zona de facilitare"), ce traduce slaba atenuare a fascicului ajuns la acest nivel.

*Lichidele "impure"*, care conțin în suspensie particule solide tisulare sau prezintă componente cu vîscozitate foarte diferită (colecții purulente, țesuturi necrotice, chisturi cu conținut complex, hematoame pe cale de organizare) pot produce imagini echografice extrem de variate.

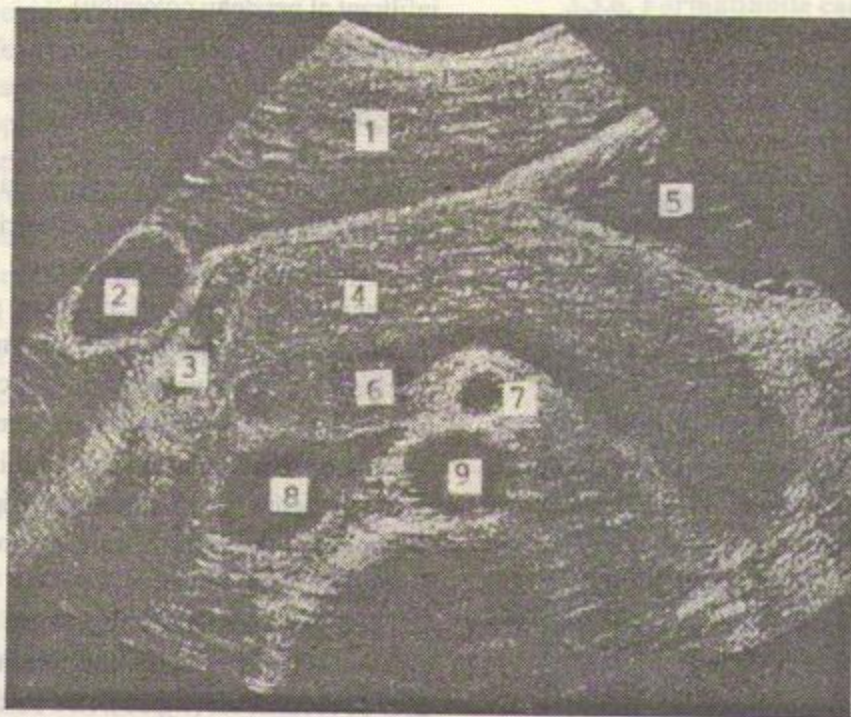


Fig.51. Secțiune echografică la nivelul etajului abdominal superior, în plan transversal. 1 - ficat; 2 - colecist; 3 - duoden; 4 - pancreas; 5 - stomac; 6 - vena mezenterică superioară; 7 - artera mezenterică superioară; 8 - vena cavă inferioară; 9 - aorta.





Fig.52. Secțiune longitudinală paramediană stângă a abdomenului superior. P – parenchim splenic normal; săgețile indică un hematom al polului inferior al splinei. R – corticala rinichiului stâng (organul în ansamblu are un aspect echografic normal).

În unele cazuri, plaja anormală este predominant lichidiană, adică lipsită de ecou și prezentând întărirea posterioară descrisă mai înainte; ea poate fi presărată cu zone mai mult sau mai puțin echogene.

Alteori însă, imaginea se apropie mai curînd de cea a țesuturilor moi (parenchimelor).

### 3.3.2. Țesuturile moi (parenchimele).

Această categorie cuprinde țesuturi normale sau patologice, a căror structură este omogenă. În stare normală, este vorba de parenchime ale diverselor organe (ficat, splină, corticala renală etc.). În patologie, asemenea structuri se găsesc în țesuturi parenchimotoase infiltrate inflamator sau tumoral, neoformații tisulare, adenopatii etc.

**Semiologie.** Echostructura traduce existența, la scară milimetrică, a numeroase zone de impedanță acustică variabilă, mai mult sau mai puțin separate prin pereți (lobuli, septuri, vase). Intensitatea și repartitia ecourilor traduc natura țesutului analizat.

**Parenchimele normale.** În general, aparatele de ecografie sînt astfel reglate, încît la o intensitate medie a semnalelor parenchimele apar în zona de gri-uri (fig.51 și 52). Variația intensității, produsă de operator, poate modifica nuanța de fond a plajei, apropiînd-o de negru (asemănătoare lichidelor) în cazul în care intensitatea scade sau, dimpotrivă, de alb, dacă intensitatea crește.

La aceeași intensitate, există unele diferențe de echostructură între parenchimele diferitelor organe (pancreasul este mai echogen decît ficatul și splina, la rîndul lor mai echogene decît corticala renală).

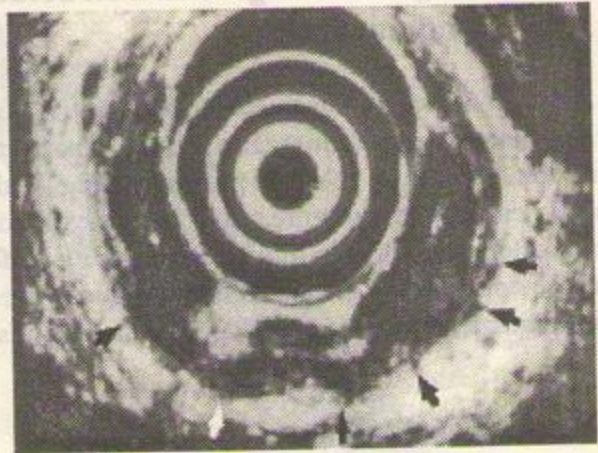


Fig.53. Imagine echoendoscopică a esofagului. Săgețile indică un cancer parietal, care produce o imagine hipoechogenă neomogenă.

Țesuturile patologice se pot traduce prin anomalii variate de echostructură.

Unele structuri tumorale sînt foarte echogene în raport cu parenchimele normale și deci ușor de identificat. În alte cazuri, o echostructură tumorală este practic echivalentă celei a parenchimului înconjurător și nu poate fi evidențiată decît prin semne indirecte. În fine, alte țesuturi patologice sînt slab echogene, greu de diferențiat de lichidele impure; natura lor non-lichidiană este sugerată de absența întăririi posterioare, ca și de atenuarea ecourilor în profunzime (fig.52, fig.53; vezi și fig.48, în care este vizibil un cancer infiltrant al peretelui colonului).

### 3.3.3. Structurile solide

Reprezintă formațiuni dense, cu impedanță acustică ridicată (os, cartilajii, calculi, cicatrice); bariul în suspensie se comportă ca aceste structuri.

**Semiologie.** Zona din structura solidă orientată spre sondă produce reflexia foarte pronunțată, cvasitotală, a fasciculului, adică un ecou puternic, urmat de atenuarea lui evidentă în profunzime. Elementul solid nu este niciodată vizualizat în ansamblul lui: înapoia zonei intens echogene apare întotdeauna o zonă lipsită de ecou, un "con de umbră" caracteristic, care se propagă pe o întindere mare (fig.54).

Dacă structura solidă este foarte aproape de sondă, se produc "reverberații" multiple, creînd o imagine parazită ușor de recunoscut (fig.55). (De obicei, un asemenea artefact este produs de o coastă, de unde termenul de "efect coastă").





Fig.54. Secțiune transversală abdominală superioară. Calcul al veziculei biliare cu diametrul de 16 mm; se observă conul de umbră posterior produs de acesta.

### 3.3.4. Gazele

În condiții normale, gazele se găsesc în cantitate variabilă în tubul digestiv; în stări patologice, prezența gazelor poate fi evidențiată în ocluzii intestinale, pneumoperitoneu, colecții lichidiene conținând pungi de aer.

**Semiologie.** Interfețele țesut moale-aer, total reflectante, formează ecouri corespunzătoare. Ca și în cazul structurilor solide, interfața apropiată de sondă este marcată de o zonă reflexogenă fină, înapoia căreia apare o regiune de umbră, în care fasciculul nu este transmis.

În unele circumstanțe, datorită vecinătății gazului și sondei, pot apărea imagini parazite de reverberație.

Identificarea unei colecții gazoase nu prezintă interes în sine; în ecografia abdominală gazele constituie un veritabil handicap tehnic.

### 3.3.5. Interfețele și pereții

În cazul în care o formațiune lichidiană nu are perete propriu care să o separe de un parenchim (de ex. un fals chist), zona lipsită de ecou va fi totuși limitată de o linie echogenă fină, ce marchează interfața dintre cele două structuri. Separarea nu este net vizibilă decât dacă fasciculul o abordează aproape perpendicular.



Fig.55. Secțiune longitudinală paramediană stângă a abdomenului superior. "Ec" - efect de coastă; C - capsula splenică; S - splina; R - rinichiul stâng.

Structurile ce prezintă pereți proprii (de ex. vezicula biliară, vasele mari) sînt limitate, de aceeași manieră, printr-o linie echogenă, vizibilă numai cînd fasciculul este apropiat de direcția perpendiculară pe perete (vezi fig.47, 50, 51 și 56).

### 3.3.6. Formațiunile canaliculare.

În organism există numeroase structuri canaliculare: vase, canale biliare, căi urinare etc.; acestea apar cu lu-



Fig.56. Echostructuri canaliculare (vene suprahepatice).



menul lipsit de ecou și cu pereții lor proprii, a căror reprezentare netă este condiționată, în afara grosimii, de poziția față de fascicul (un unghi cât mai apropiat de 90°).

Forma elementului canalicular pe o secțiune ultrasonoră depinde, evident, de orientarea în spațiu a planului acesteia în raport cu axul canalului (transversal, longitudinal sau oblic) (fig. 56; vezi și fig. 51).

Așa cum am văzut, utilizarea unui modul Doppler permite analiza vitezei fluxului intracanalicular.



Fig. 56. Secțiune longitudinală a canalului biliar. Se observă clar lumenul și pereții canalului. Orientarea este longitudinală față de fasciculul de sondare.

Fig. 57. Secțiune transversală a canalului biliar. Se observă clar lumenul și pereții canalului. Orientarea este transversală față de fasciculul de sondare.

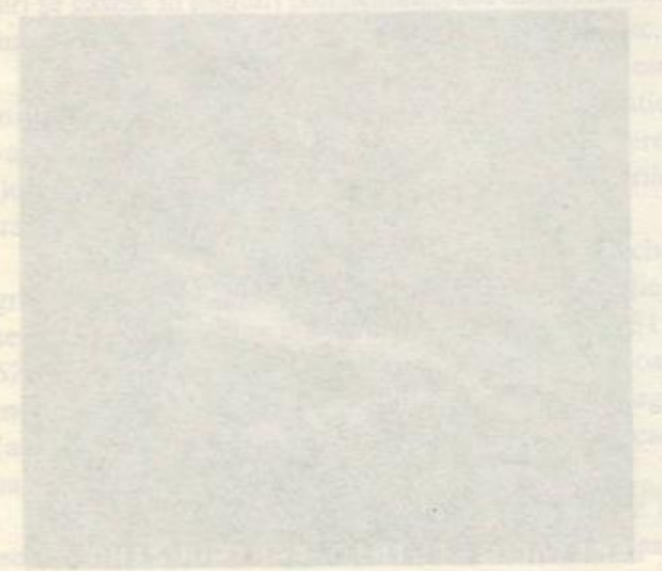


Fig. 58. Secțiune oblică a canalului biliar. Se observă clar lumenul și pereții canalului. Orientarea este oblică față de fasciculul de sondare.

### 3.3.7. Imagini parazitare (artefacte).

Calitatea imaginii ecografice poate fi deteriorată prin prezența de zone puternic ecogene sau absorbante (os, calcificări, bariu, colecții gazoase, cicatrice), fenomene de reverberație produse de structuri osoase sau gaze apropiate de sondă. Deplasarea manuală neregulată a sondei poate produce în imagine sectoare de întărire sau atenuare artificială a ecourilor.



Fig. 59. Imagini parazitare (artefacte) produse de zone puternic ecogene sau absorbante. Se observă sectoare de întărire sau atenuare artificială a ecourilor.

În cazul în care o formă deosebită de ecogenitate este produsă de un obiect strălucitor, se poate observa în imaginea ecografică o serie de linii ecogene paralele, care reprezintă ecourile multiple produse de reflexiunile succesive ale fasciculului de sondare în obiectul strălucitor și în țesutul moale din jurul acestuia.

În cazul în care o formă deosebită de ecogenitate este produsă de un obiect absorbant, se poate observa în imaginea ecografică o serie de linii ecogene paralele, care reprezintă ecourile multiple produse de reflexiunile succesive ale fasciculului de sondare în obiectul absorbant și în țesutul moale din jurul acestuia.

În cazul în care o formă deosebită de ecogenitate este produsă de un obiect absorbant, se poate observa în imaginea ecografică o serie de linii ecogene paralele, care reprezintă ecourile multiple produse de reflexiunile succesive ale fasciculului de sondare în obiectul absorbant și în țesutul moale din jurul acestuia.

În cazul în care o formă deosebită de ecogenitate este produsă de un obiect absorbant, se poate observa în imaginea ecografică o serie de linii ecogene paralele, care reprezintă ecourile multiple produse de reflexiunile succesive ale fasciculului de sondare în obiectul absorbant și în țesutul moale din jurul acestuia.

În cazul în care o formă deosebită de ecogenitate este produsă de un obiect absorbant, se poate observa în imaginea ecografică o serie de linii ecogene paralele, care reprezintă ecourile multiple produse de reflexiunile succesive ale fasciculului de sondare în obiectul absorbant și în țesutul moale din jurul acestuia.



## Capitolul 4

# BAZELE FIZICE ȘI TEHNICE ALE IMAGISTICII PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ (IRM)

Metoda imagistică bazată pe fenomenul fizic al *rezonanței magnetice nucleare*\* se înscrie printre procedurile de investigare relativ recent introduse în practica medicală. În esență, o imagine obținută pe această cale traduce în semnale optice intensitatea semnalelor de radiofrecvență (RF) emise în anumite condiții de nucleii atomici ce aparțin structurilor anatomice examinate.

În principiu, metoda exploatează proprietatea anumitor nucleii atomici, în mod particular a celor de hidrogen (respectiv protonilor) de a fi animați de o mișcare de rotație în jurul propriului ax, adică de a poseda un moment cinetic propriu, *spinul nuclear*. Așa cum am mai arătat, rotația unei particule încărcate electric, cum este protonul, determină și apariția unui câmp magnetic propriu, orientat în sens contrar câmpului electric; aceasta transformă fiecare nucleu într-un veritabil dipol magnetic, un magnet microscopic (fig.57).

În condiții obișnuite, orientarea micromagneților reprezentați de nucleii ce aparțin structurilor anatomice este întimplătoare (fig.58,a); câmpurile magnetice individuale se neutralizează reciproc, astfel că manifestările lor nu sînt decelabile.

### 4.1. Treptele obținerii imaginii prin rezonanță magnetică (IRM)

Obținerea imaginii prin utilizarea fenomenului de rezonanță magnetică este un proces deosebit de complex, care cuprinde cîteva momente sau trepte distincte.

a. "Specimenul" examinat, adică corpul uman, este supus unui câmp magnetic exterior foarte puternic, care rămîne constant în tot intervalul investigației și care

produce "alinieră" în aceeași direcție a dipolilor magnetici nucleari (fig.58,b).

b. Specimenului i se aplică apoi un câmp magnetic oscilant din zona de radiofrecvență a spectrului electromagnetic, adică a unei unde de radiofrecvență (RF), ceea ce determină *rezonanța nucleilor*.

*Rezonanța* este fenomenul de oscilație a unui sistem fizic, determinat de energia primită din exterior, de la un alt sistem, cu care se află în legătură directă sau prin intermediul undelor și care oscilează cu o frecvență egală (sau apropiată) cu una din frecvențele cu care primul sistem este capabil să oscileze (fig.58,c).

Cu cît frecvența celui de al doilea sistem (furnizor de energie) este mai apropiată de frecvența posibilă a primului, amplitudinea oscilației acestuia devine mai mare.

c. Radiația electromagnetică (unda de RF) este apoi suprimată; nucleii continuă însă să oscileze, emițînd ei înșiși (ca particule cu sarcină electrică) o undă de RF, care poate fi detectată ca *semnal rezonant magnetic al nucleilor* (fig.58,d).

Recepția semnalului este posibilă prin faptul că unda respectivă induce un curent electric într-o bobină construită în acest scop.

d. Acest semnal este transmis unui computer, care îl transformă, prin prelucrare digitală, în semnale optice elementare (pixeli). Pe calea unei matrice, suma acestor semnale, transcrise într-o anumită ordine, compune imaginea sintetică finală.

e. Valoarea sau intensitatea pixelului (adică treapta de gri atribuită pe scara de nuanțe între alb și negru) este proporțională cu intensitatea semnalului ce provine din nucleii rezonanți aparținînd unui volum bine determinat, *voxelul*.

În afara numărului de nucleii din această categorie (de fapt, așa cum vom vedea, în afara densității protonilor în

\* Denumirea atribuită în prezent, pe plan mondial acestei metode de investigare este de "Imagistică prin Rezonanță Magnetică" (IRM).



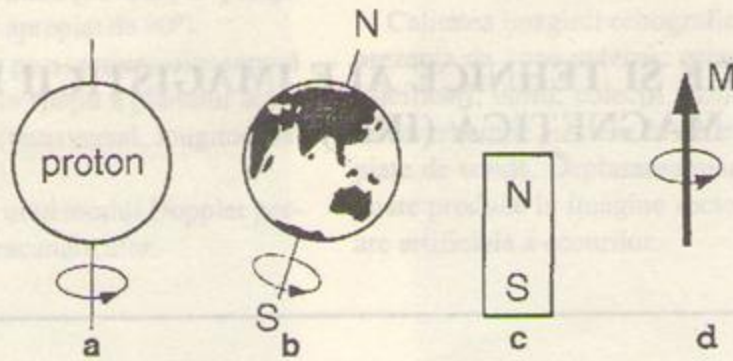


Fig.57. Mișcarea de "spin" a protonului (a) determină, de o manieră comparabilă cu cazul magnetismului terestru (b), transformarea lui într-un micro-dipol magnetic (c). În (d), orientarea câmpului magnetic corespunzător.

voxelul respectiv), această valoare mai depinde de doi determinanți temporali, etichetați  $T_1$  și  $T_2$ , a căror semnificație va fi prezentată în continuare.

Din această foarte schematică prezentare a metodei, rezultă unele diferențe fundamentale față de procedurile imagistice descrise anterior:

1. Dacă în acestea structurile examinate interacționează cu un factor fizic exterior (radiația X, ultrasunetele), atenuându-l sau reflectându-l, în IRM structurile

respective sînt "stimulate" pentru a produce ele înșile semnale utilizabile în producerea unei imagini.

2. Formarea imaginii implică participarea nucleilor atomici din mediul investigat și nu a straturilor electronice ale atomilor (ca în cazul tehnicilor de radiodiagnostic). Ca și ultrasonoarația, IRM recurge la un factor fizic neionizant, deci lipsit de nocivitate, înscriindu-se în categoria metodelor de explorare "neinvazive".

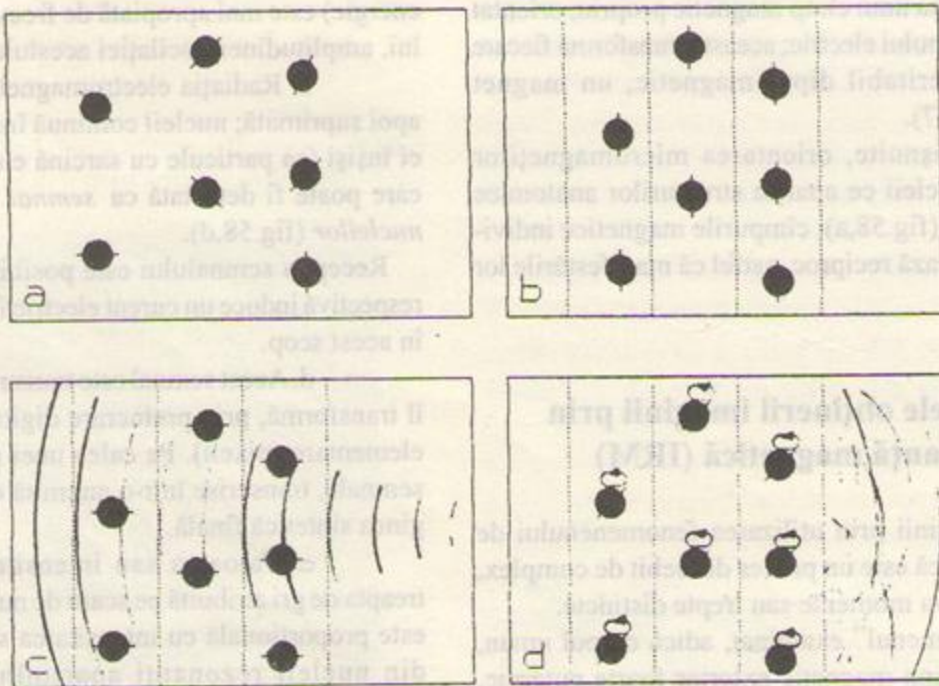


Fig.58. Treptele genezei semnalului RMN. a. În mediul examinat, nucleii de hidrogen (protonii) au o orientare întâmplătoare. b. Aplicarea unui câmp magnetic exterior foarte puternic produce "aliniera" lor în direcția acestuia. c. Un impuls scurt RF determină intrarea în rezonanță a nucleilor. d. După suprimarea impulsului, nucleii își continuă oscilația, emițînd o undă de radiofrecvență decelabilă.



### 4.1.1. Nucleii

La formarea imaginii RM nu participă *toți* nucleii atomici ai mediului examinat; pentru a-și aduce contribuția la aceasta, este necesar ca nucleii să poseze *proprietatea de spin* (mișcarea de rotație în jurul propriei axe) și ca ei să cuprindă un număr impar de protoni și neutroni, ceea ce le permite să intre în rezonanță în urma "excitării" prin unda RF. Numai asemenea nucleii se comportă fizic ca dipoli magnetici și devin surse de semnale.

Este denumită "sensibilitate RM a unui nucleu" mărimea semnalului care se obține de la un număr de nucleii din speța respectivă, la aceeași intensitate a câmpului magnetic, în raport cu semnalul obținut de la același număr de nucleii de hidrogen.

Sensibilitatea relativă a câtorva nucleii din structurile corpului uman este următoarea:

$^1\text{H}$	- 1
$^{31}\text{P}$	- $6,6 \times 10^{-2}$
$^{23}\text{Na}$	- $9,3 \times 10^{-2}$
$^{40}\text{Ca}$	- $1,6 \times 10^{-2}$
$^{19}\text{F}$	- $8,3 \times 10^{-1}$

După cum se poate observa, sensibilitatea nucleilor de H, în speță a protonilor, este de câteva ori mai mare decât a celorlalți. Ținând seama și de numărul absolut, covârșitor mai mare, al acestor nucleii în structurile anatomice, devine absolut evident că imaginea RM este produsă în esență de nucleii hidrogenului, de unde și denumirea de "IRM proton" care este atribuită acestei tehnici.

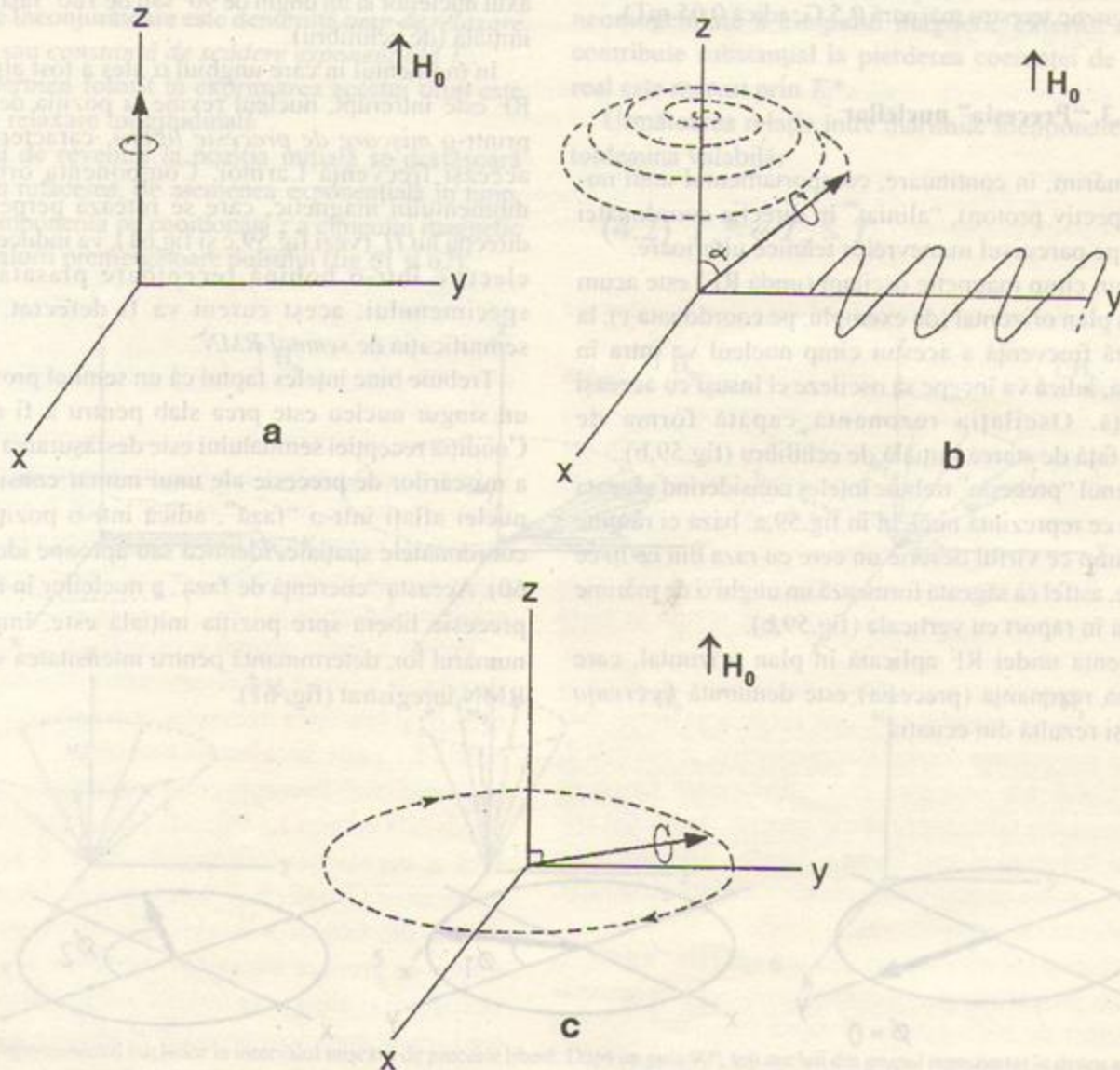


Fig. 59. (a): După aplicarea câmpului magnetic exterior  $H_0$ , nucleul se găsește inițial într-o poziție de echilibru, orientat în direcția z. (b): Un "puls" de RF aplicat în direcția Y determină mișcarea de precesie, prin care axul nucleului ajunge într-o poziție care formează un unghi  $\alpha$  față de poziția inițială. (c): Dacă pulsul este suficient de intens, unghiul capătă mărimea de  $90^\circ$  față de coordonata z. (Cu aceeași condiție, el poate ajunge la valoarea de  $180^\circ$ ).



## 4.1.2. Câmpul magnetic

“Alinierea” nucleilor este determinată, cum am văzut, de un câmp magnetic exterior, care este de regulă notat cu  $H_0$ .

Intrucât descrierea unui câmp magnetic implică folosirea a trei coordonate spațiale, se consideră de obicei, în mod arbitrar, că  $H_0$  se aplică în direcția coordonatei  $z$  (axa verticală) (fig. 59,a); în consecință, rezultă că toți nucleii se orientează paralel la direcția  $z$ .

Unitățile de măsură a mărimii câmpului magnetic sînt reprezentate de Gauss (G) și Tesla (T); 1 Tesla = 10.000 Gauss.

În instalațiile IRM folosite în scopuri medicale, magnetii au mărimi de 0,2 – 5 T.

(Este, poate, interesant de reamintit că intensitatea câmpului magnetic terestru măsoară 0,5 G, adică 0,05 mT).

## 4.1.3. “Precesia” nucleilor

Să urmărim, în continuare, comportamentul unui nucleu (respectiv proton), “aliniat” în direcția coordonatei spațiale, pe parcursul manevrelor tehnice ulterioare.

Dacă un câmp magnetic oscilant (undă RF) este acum aplicat în plan orizontal (de exemplu, pe coordonata  $y$ ), la o anumită frecvență a acestui câmp nucleul va intra în rezonanță, adică va începe să oscileze el însuși cu aceeași frecvență. Oscilația rezonantă capătă forma de *precesie* față de starea inițială de echilibru (fig. 59,b).

Termenul “precesie” trebuie înțeles considerînd săgeata verticală ce reprezintă nucleul în fig. 59,a: baza ei rămîne fixă, în timp ce vîrfurile descriu un cerc cu raza din ce în ce mai mare, astfel că săgeata formează un unghi  $\alpha$  de mărime crescîndă în raport cu verticala (fig. 59,b).

Frecvența undei RF aplicată în plan orizontal, care determină rezonanța (precesia) este denumită *frecvența Larmor* și rezultă din ecuația:

$$(4.1) \quad \omega = \gamma H_0$$

unde  $\omega$  este frecvența Larmor,  $\gamma$  constanta giromagnetică caracteristică pentru o anumită specie de nucleu, iar  $H_0$  valoarea câmpului magnetic extern.

Frecvența Larmor este de ordinul megahertz-ilor (MHz).

Se înțelege că frecvența mișcării de precesie a nucleului este și ea aceeași frecvență Larmor. Cum durata aplicării câmpului electromagnetic oscilant este extrem de scurtă, această alicare este denumită și *puls RF*. Amplitudinea și durata pulsului vor determina mărimea unghiului de precesie (fig. 59,b), proporțională cu mărimea lor. Pulsul ca atare este definit de valoarea pe care o impune acestui unghi.

În practica IRM, pulsul este astfel “calibrat” încît aduce axul nucleilor la un unghi de  $90^\circ$  sau de  $180^\circ$  față de poziția inițială (de echilibru).

În momentul în care unghiul  $\alpha$  ales a fost atins, pulsul RF este întrerupt; nucleul revine la poziția de echilibru printr-o *mișcare de precesie liberă*, caracterizată prin aceeași frecvență Larmor. Componenta orizontală a momentului magnetic, care se rotează perpendicular pe direcția lui  $H_0$  (vezi fig. 59,c și fig. 61), va induce un curent electric într-o bobină receptoare plasată în jurul specimenului; acest curent va fi detectat, căpătînd semnificația de *semnal RMN*.

Trebuie bine înțeles faptul că un semnal provenit de la un singur nucleu este prea slab pentru a fi detectabil. Condiția recepției semnalului este desfășurarea *simultană* a mișcărilor de precesie ale unui număr considerabil de nucleu aflată într-o “fază”, adică într-o poziție față de coordonatele spațiale, identică sau aproape identică (fig. 60). Această “coerență de fază” a nucleilor în mișcare de precesie liberă spre poziția inițială este, împreună cu numărul lor, determinantă pentru intensitatea semnalului RMN înregistrat (fig. 61).

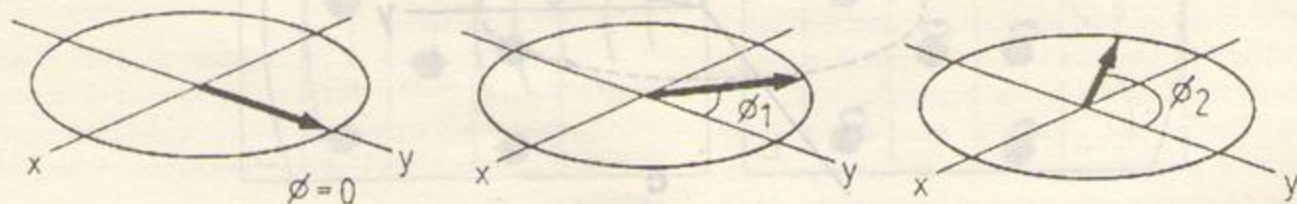


Fig. 60. Poziția unui nucleu la diferite intervale de timp după un puls  $90^\circ$ . Nucleul se rotează în planul  $xy$ ; “unghiul de fază”  $\phi$  este unghiul dintre nucleu și una din axele horizontale.



#### 4.1.4. Timpii fizici de relaxare ( $T_1$ și $T_2$ )

Durata oscilației libere a nucleilor, după suspendarea pulsului RF exterior, adică durata semnalului RMN, este impusă de două procese fizice, care acționează în sens limitativ:

a. Revenirea nucleilor oscilanți la poziția lor inițială; aceasta se însoțește de scăderea exponențială în timp a amplitudinii semnalului și are ca substrat transferul de energie de la nucleii în precesie către moleculele mari ale vecinătății, care nu sînt antrenate în rezonanță.

Aceste molecule formează în jurul nucleilor rezonanți o veritabilă "rețea", căreia îi este cedată energia dobîndită de nucleii respectivi prin pulsul RF.

Durata semnalului restrînsă prin interacția nucleilor rezonanți (posesori de spin) cu rețeaua structurilor moleculare înconjurătoare este denumită  *timp de relaxare spin-rețea sau constantă de scădere exponențială  $T_1$* .

Un alt termen folosit în exprimarea acestui timp este "timpul de relaxare longitudinală".

Procesul de revenire la poziția inițială se desfășoară simultan cu refacerea, de asemenea exponențială în timp, de către componenta pe coordonata z a cîmpului magnetic nuclear a valorii premergătoare pulsului (fig.61 și 62).

b. Pierderea coerenței de fază a nucleilor în precesie; aceasta este de asemenea exponențială în timp, se datorează interacției dintre nucleii respectivi (dar în foarte mare măsură și variațiilor cîmpului magnetic extern  $H_0$ ) și conduce la scăderea pînă la dispariție a semnalului RMN, înainte ca nucleii să ajungă în poziția lor inițială (fig.61 și 62).

Constanta temporală exponențială care descrie acest proces este denumită  *timp de relaxare spin-spin sau  $T_2$*  (o expresie sinonimă este și aceea de "timp de relaxare transversală").

În afara coeficienților temporali  $T_1$  și  $T_2$ , a căror semnificație teoretică a fost expusă, mai trebuie luat în considerare un  $T_2$  real, determinat prin măsurare directă. Acesta este întotdeauna mai scurt, reliefind imperfecțiunea tehnică a instalației, respectiv un anumit grad de neomogenitate a cîmpului magnetic exterior  $H_0$ , care contribuie substanțial la pierderea coerenței de fază.  $T_2$  real este marcat prin  $T_2^*$ .

Următoarea relație între mărimile menționate este întotdeauna valabilă:

$$(4.2) T_2^* \ll T_2 \leq T_1$$

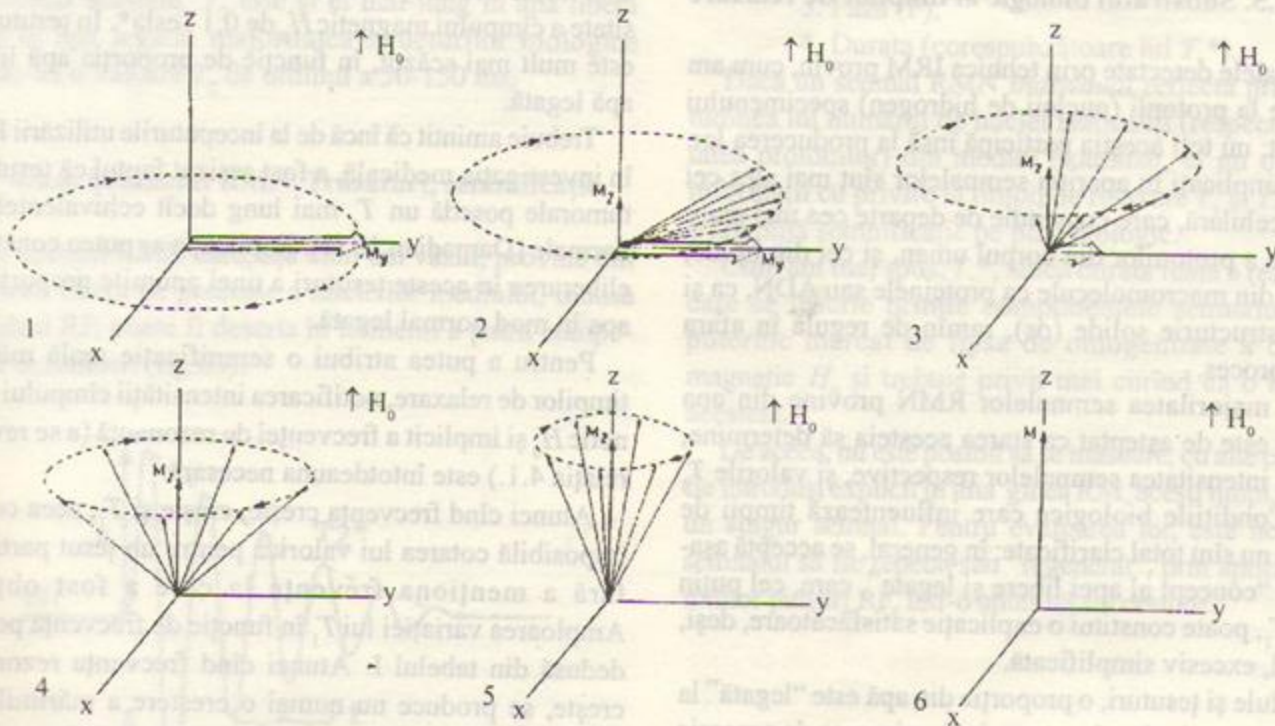


Fig.61. Comportamentul nucleilor în intervalul mișcării de precesie liberă. După un puls  $90^\circ$ , toți nucleii din grupul reprezentat în desen au aceeași poziție față de coordonatele spațiale, adică sînt în aceeași fază. Rezultă că în planul orizontal apare un moment magnetic ridicat ( $M_y$ ), care, rotindu-se, produce semnalul RMN detectabil (1). Odată cu începutul precesiei libere spre starea de echilibru, ei pierd gradual coerența de fază iar componenta orizontală a momentului magnetic începe să scadă (2). Această componentă se reduce în continuare în timp, pînă ce toți nucleii sînt complet defazați, ceea ce determină dispariția ei (3,4), simultană cu a semnalului. Nucleii își continuă precesia liberă (5) pînă la atingerea poziției de echilibru (6).



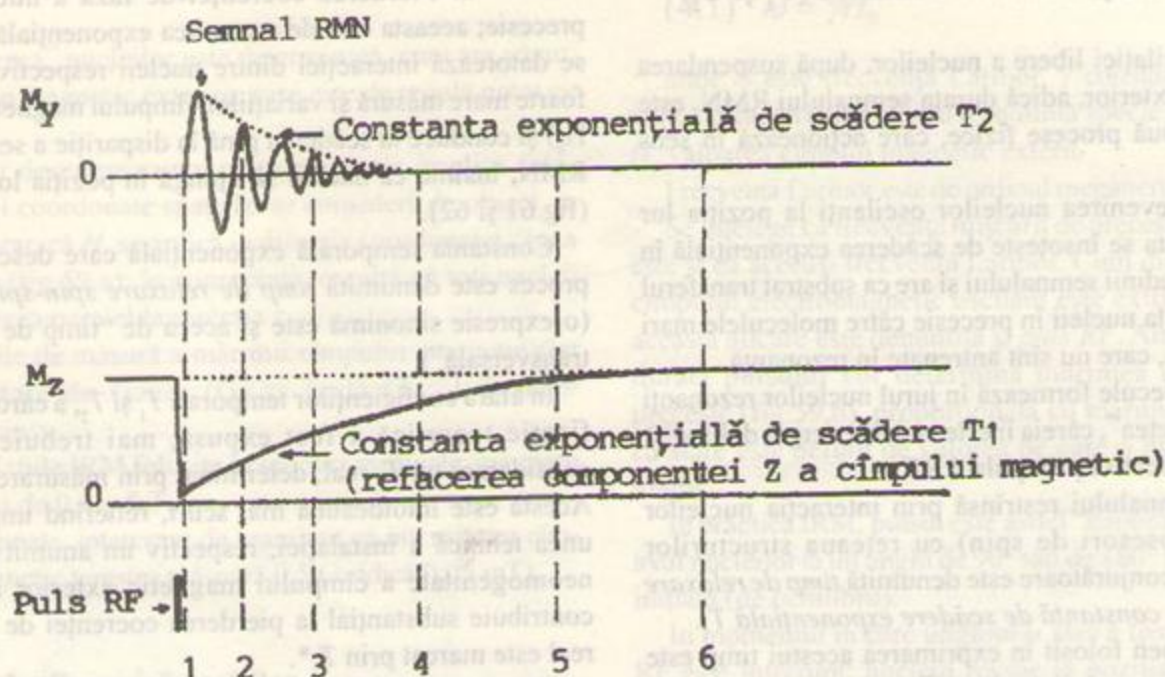


Fig.62. Relația dintre poziția nucleilor din fig.61 și semnalul RMN,  $T_1$  și  $T_2$ . Numerele 1 - 6 din partea de jos a figurii se referă la timpul corespunzător celor 6 diagrame din fig.61. Se poate observa că reducerea semnalului prin defazarea nucleilor ( $T_2$ ) este mult mai rapidă decât revenirea la poziția de echilibru ( $T_1$ ), marcată aici prin refacerea componentei inițiale  $z$  a câmpului magnetic al nucleilor.

#### 4.1.5. Substratul biologic al timpilor de relaxare

Semnalele detectate prin tehnica IRM provin, cum am văzut, de la protonii (nucleii de hidrogen) specimenului examinat; nu toți aceștia participă însă la producerea lor. Nucleii implicați în apariția semnalelor sînt mai ales cei din apa celulară, care constituie de departe cea mai mare proporție a protonilor din corpul uman, și cei din lipide; protonii din macromolecule ca proteinele sau ADN, ca și cei din structurie solide (os), rămîn de regulă în afara acestui proces.

Cum majoritatea semnalelor RMN provine din apa tisulară, este de așteptat ca starea acesteia să determine, pe lîngă intensitatea semnalelor respective, și valorile  $T_1$  și  $T_2$ . Condițiile biologice care influențează timpii de relaxare nu sînt total clarificate; în general, se acceptă așa-numitul "concept al apei libere și legate", care, cel puțin pentru  $T_1$ , poate constitui o explicație satisfăcătoare, deși, probabil, excesiv simplificată.

În celule și țesuturi, o proporție din apă este "legată" la suprafața proteinelor; în consecință, mișcarea de precesie a nucleilor de hidrogen va fi rapid încetinită datorită vecinătății moleculelor mari, ceea ce va avea ca rezultat un  $T_1$  scurt. O altă proporție, nelegată de proteine, se consideră a fi "liberă" și, ca urmare, va produce un  $T_1$  mai lung. Pentru exemplificare,  $T_1$  al apei pure (echivalent al

apei libere tisulare) este de ordinul a 3 secunde la o intensitate a câmpului magnetic  $H_0$  de 0,1 Tesla\*. În țesuturi,  $T_1$  este mult mai scăzut, în funcție de proporția apă liberă/apă legată.

Trebuie amintit că încă de la începuturile utilizării RMN în investigația medicală, a fost sesizat faptul că țesuturile tumorale posedă un  $T_1$  mai lung decît echivalentele lor normale (Damadian, 1971). Explicația ar putea consta din eliberarea în aceste țesuturi a unei anumite proporții din apă în mod normal legată.

Pentru a putea atribui o semnificație reală mărimii timpilor de relaxare, notificarea intensității câmpului magnetic  $H_0$  și implicit a frecvenței de rezonanță (a se vedea relația 4.1.) este întotdeauna necesară.

Atunci cînd frecvența crește, crește și  $T_1$ , ceea ce face imposibilă cotarea lui valorică pentru un țesut particular fără a menționa frecvența la care a fost obținut. Amploarea variației lui  $T_1$  în funcție de frecvență poate fi dedusă din tabelul I. Atunci cînd frecvența rezonanței crește, se produce nu numai o creștere a mărimilor  $T_1$  tisulare, ci și o reducere treptată a diferenței dintre ele, cu tendința de apropiere de valoarea proprie apei pure.

\* Această precizare devine necesară în lumina celor cuprinse în paragraful următor.



## 4.2.2. Regenerarea "prin inversare"

Intensitatea câmpului magnetic (T)				
	0,04	0,08	0,15	1,5
Ficat	140-170	172-208	210-270	
Splină	250-290	371-439	440-580	
Substanță cenușie (creier)	250-275	392-438	340-610	871
Substanță albă	225-250	265-292	220-350	515
Lichid cefalo-rahidian	350-1000		900-2000	1900
Grăsime	120-140	131-147		

Tab.I. Valori ale  $T_1$  (în ms) pentru câteva țesuturi umane măsurate *in vivo*, la diferite intensități ale câmpului magnetic  $H_0$  (exprimate în Tesla).

Comparativ cu variația largă a lui  $T_1$  în funcție de frecvență se observă una mult mai redusă a lui  $T_2$  produsă de variația acesteia.  $T_2$  este și el mai lung în apa liberă decât în apa legată; majoritatea structurilor biologice umane au o valoare  $T_2$  de ordinul a 50-150 ms.

## 4.1.6. Semnalul RMN. Trăsături, semnificație.

Un semnal RMN care, așa cum am văzut, provine din mișcarea liberă de precesie a nucleilor mediului, indusă de pulsul RF, poate fi descris în termenii a patru componente definitorii (fig.63):

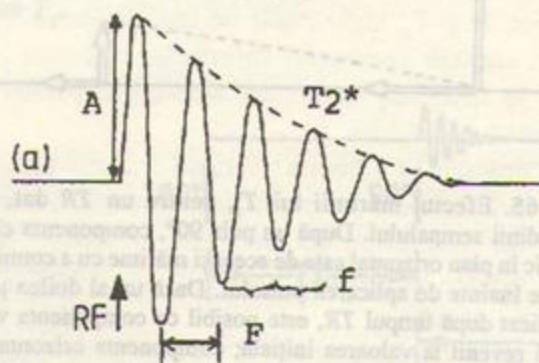


Fig. 63. Componentele semnalului RNN.

1. Amplitudinea (A);
2. Frecvența (f);
3. Faza (F);
4. Durata (corespunzătoare lui  $T_2^*$ ).

Dacă un semnal RMN *individual* reflectă prin amplitudinea lui numărul de nucleii rezonanți (respectiv densitatea protonilor) din mediul examinat, el nu oferă însă informații cu privire la timpii de relaxare  $T_1$  și  $T_2$ , care au o anumită semnificație pe plan biologic.

Cum am mai spus,  $T_2^*$ , adică durata reală a rezonanței, care se înscrie printre componentele semnalului, este puternic marcat de lipsa de omogenitate a câmpului magnetic  $H_0$  și trebuie privit mai curînd ca o măsură a acesteia.

De aceea, nu este posibil să se măsoare, cu alte cuvinte să fie introduși explicit în imajele RMN, acești timpii, folosind un singur semnal. Pentru evaluarea lor, este necesar ca semnalul să fie repetat sau "regenerat", prin aplicarea mai multor pulsuri RF, într-o anumită succesiune.

## 4.2. Secvențele pulsului de RF

Scopul repetării sau regenerării pulsului de RF într-o anumită ordine este acela de a crea posibilitatea ca amplitudinea semnalului RMN să cuprindă informații nu



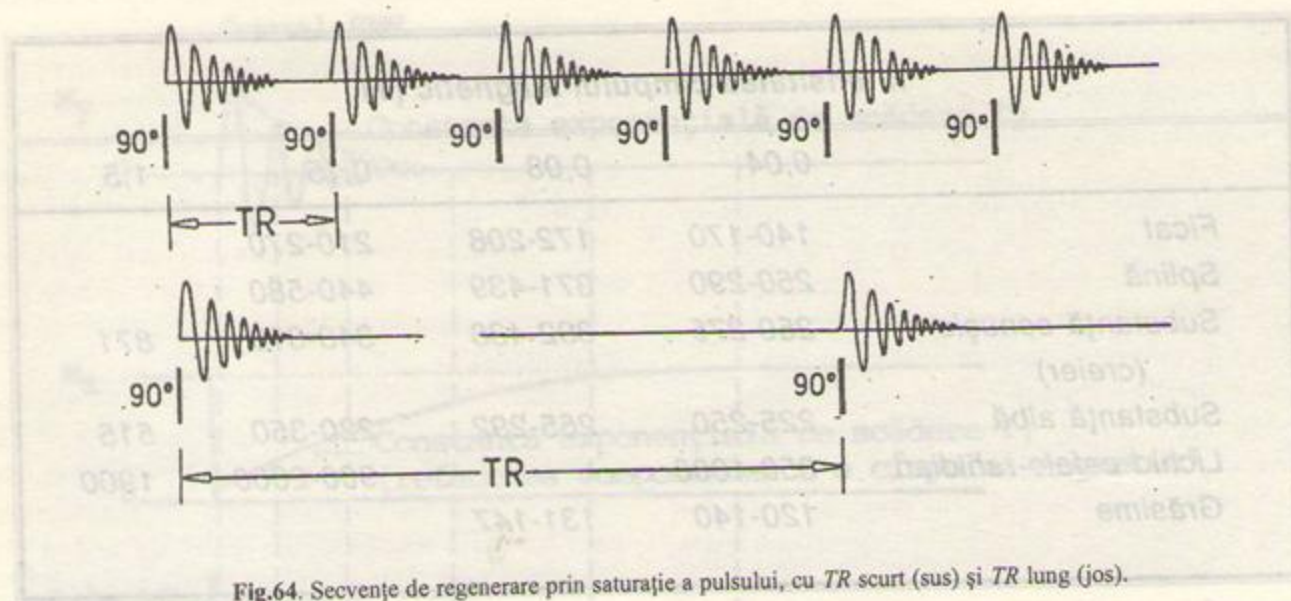


Fig.64. Secvențe de regenerare prin saturație a pulsului, cu  $TR$  scurt (sus) și  $TR$  lung (jos).

numai despre densitatea protonilor în mediul examinat, ci și despre mărimea timpilor de relaxare  $T_1$  și  $T_2$ .

Amplitudinea semnalului provenit dintr-o anumită regiune a specimenului va fi tradusă într-o intensitate proporțională de luminozitate a pixelului respectiv în sistemul de afișaj al imaginii. Rezultă că diferența de amplitudine a semnalelor creează contrastul dintre diferitele puncte ale acesteia.

#### 4.2.1. Regenerarea "prin saturație"

Este cea mai simplă secvență de puls și constă din aplicarea repetată de pulsuri RF de  $90^\circ$ , semnalul RMN fiind măsurat după fiecare puls; timpul care separă două pulsuri succesive este denumit  *timp de repetare* ( $TR$ ) (fig.64).

Dacă  $TR$  este relativ lung (de exemplu de 3-4 ori  $T_1$  al specimenului), nucleii rezonanți au suficient timp ca să se întoarcă la starea de echilibru înainte de pulsul următor. Amplitudinea semnalului RMN după fiecare puls va conține, ca și în cazul unui semnal individual, numai informații despre densitatea protonilor.

Atunci când  $TR$  este mult mai scurt, nucleii nu au posibilitatea de a reveni la starea inițială înainte de repetarea pulsului iar semnalul emis de ei va fi mai slab; aceasta traduce faptul că amplitudinea semnalului depinde de componenta verticală  $z$  a magnetizării inițiale, care în situația descrisă este mai mică (fig.65).

Pentru oricare  $TR$ , amplitudinea semnalelor RMN este influențată de măsura în care nucleii rămân în urmă față de revenirea la echilibru, deci de raportul între  $TR$  și  $T_1$ . Apare astfel o informație cu privire la  $T_1$  din specimen, cu condiția ca  $TR$  să fie scurt în comparație cu acesta.

Amplitudinea semnalului în secvența de saturație devine o funcție a densității protonilor,  $TR$  și  $T_1$ . Singura variabilă în acest context este  $TR$ , care poate fi astfel modificat, încât să conțină mai multă sau mai puțină informație despre  $T_1$ .

Este evident că  $T_1$  va fi cu atât mai bine reflectat de semnal, cu cât  $TR$  este mai scurt.

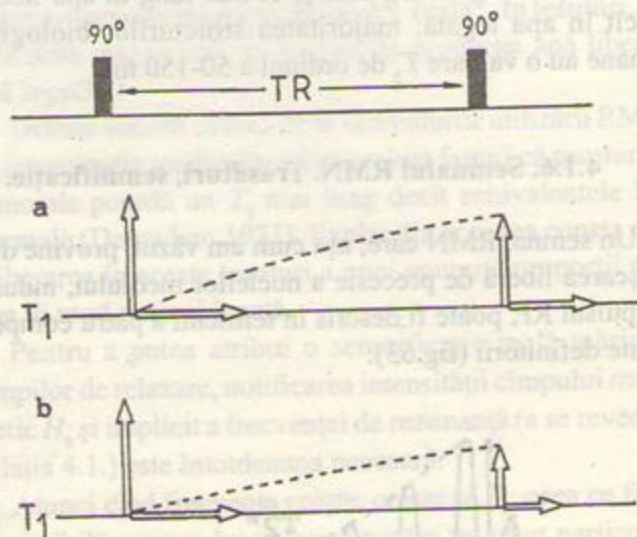


Fig.65. Efectul mărimii lui  $T_1$ , pentru un  $TR$  dat, asupra amplitudinii semnalului. După un puls  $90^\circ$ , componenta cîmpului magnetic în plan orizontal este de aceeași mărime cu a componentei verticale înainte de aplicarea pulsului. Dacă un al doilea puls  $90^\circ$  este aplicat după timpul  $TR$ , este posibil ca componenta verticală să nu fi revenit la valoarea inițială; componenta orizontală va fi redusă în mod corespunzător, rezultatul fiind un semnal RMN de amplitudine mai redusă. Pentru un  $TR$  de aceeași mărime, efectul de reducere a semnalului va fi mai pronunțat în cazul unui  $T_1$  lung (b), decît în cel al unui  $T_1$  scurt (a).



### 4.2.2. Regenerarea "prin inversare"

Spre deosebire de secvența precedentă, în această formă de regenerare se aplică două pulsuri RF diferite înainte ca semnalul RMN să fie recepționat; perechea de pulsuri este repetată la fiecare interval  $TR$ .

Principiul regenerării prin inversare este similar celui de saturație: nici în cazul lui nucleii nu au timpul necesar întoarcerii la echilibru înainte de repetarea pulsului. Diferența constă în faptul că primul puls aplicat aduce nucleii la un unghi de  $180^\circ$  (fig.66).

După un puls de  $180^\circ$ , componenta verticală  $z$  a câmpului magnetic are inițial o valoare negativă mare (nu 0 ca în cazul pulsului  $90^\circ$ ) (fig.67). În urma aplicării lui, apare un interval de timp relativ lung, în care nucleii se întorc la poziția inițială și în care valoarea negativă scade, trece prin 0, devine pozitivă și apoi crește gradual. Aplicarea celui de al doilea puls, de  $90^\circ$ , în timpul acestui interval de întoarcere, produce, ca și în cazul regenerării prin saturație, un semnal RMN a cărui amplitudine conține informații despre  $T_1$ , dar expresivitatea acestuia în semnal este mult accentuată.

Intervalul dintre pulsul  $180^\circ$  și cel de  $90^\circ$  este denumit *timp de inversare (TI)*. Amplitudinea semnalului RMN va fi, în această secvență, o funcție a *densității protonilor*,  $T_1$ ,  $TR$  și  $TI$ . Deși ambele variabile  $TR$  și  $TI$  influențează, cum am văzut, contribuția lui  $T_1$  la semnalul final, de regulă numai variabila  $TI$  este modificată în acest scop. Contrastul  $T_1$  este mult mai net pe imaginea afișată decât în cazul regenerării prin saturație.

### 4.2.3. "Ecou de spin"

Este secvența în care poate fi reliefată participarea la semnalul RMN atât a lui  $T_1$ , cât și a lui  $T_2$ ; în principal este folosită însă pentru obținerea de informații despre  $T_2$ .

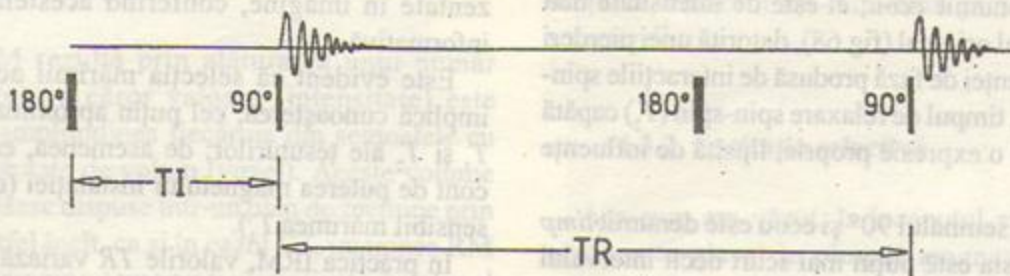


Fig.66. Secvența de regenerare prin inversare a pulsului, cu un interval  $TI$  între pulsul inițial de  $180^\circ$  și cel următor de  $90^\circ$ .  $TR$  este timpul de repetare a acestei perechi de pulsuri.

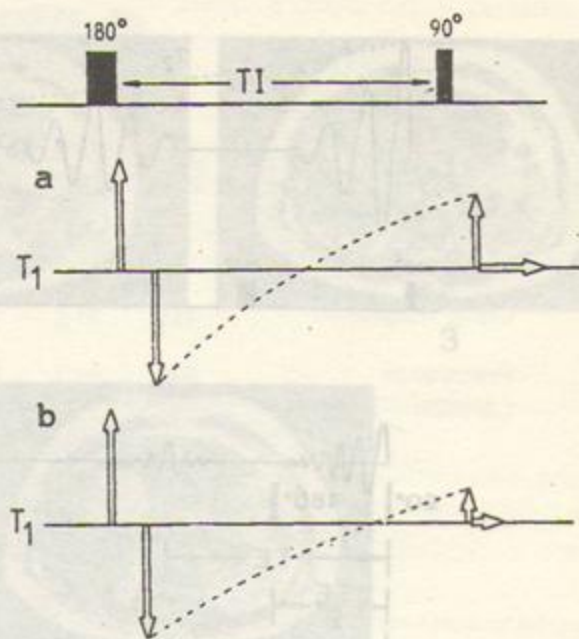


Fig.67. Efectul mărimii lui  $T_1$  asupra amplitudinii semnalului în secvența de regenerare prin inversarea pulsului. După un puls de  $180^\circ$ , nucleii sînt "inversați". Componenta verticală a câmpului magnetic devine negativă, scăzînd treptat în timp (liniile întrerupte). Nucleii cu  $T_1$  scurt (a) se întorc la echilibru mai repede decît cei cu  $T_1$  lung (b), astfel că, după aplicarea pulsului  $90^\circ$ , semnalul obținut va fi mai amplu în primul caz decît în al doilea. Dacă  $TI$  ar avea jumătate din lungimea din figură, atunci lungimea semnalului pentru nucleii cu  $T_1$  scurt ar fi aproximativ 0, în timp ce pentru cei cu  $T_1$  lung ar fi mai mare (deși negativă), producînd un semnal corespunzător.

Așa cum am mai spus, pierderea coerenței de fază, care produce scăderea amplitudinii semnalului RMN, se datorează atât relaxării spin-spin, cât și variației de intensitate a câmpului magnetic extern  $H_0$  (de unde rezultă faptul menționat, că  $T_2$  real, adică  $T_2^*$ , este întotdeauna diferit de  $T_2$ ).

Secvența "ecou de spin" exploatează faptul că variația lui  $H_0$  se produce constant în timp, deci poate deveni reversibilă, cu alte cuvinte se poate "șterge" din semnal.



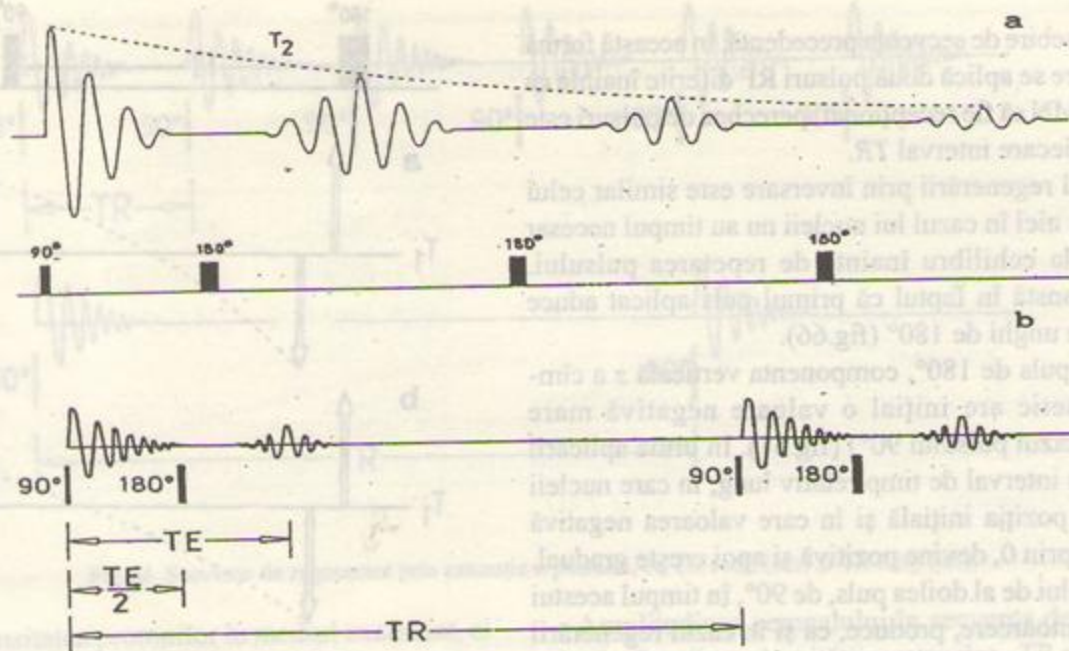


Fig.68. Secvență de puls ecou de spin multiplu. a. Ecurile RMN apar la intervalele  $TE$ ,  $2 \times TE$  și  $3 \times TE$ , după aplicarea pulsului  $180^\circ$  la intervalele  $TE/2$ ,  $3/2 \times TE$ ,  $5/2 \times TE$ . "Invelitoarea" valorilor maxime ale amplitudinii ecurilor este curba de relaxare  $T_2$ . b. Secvență de puls ecou de spin cu parametri ci: timp de ecou ( $TE$ ) și timp de repetare ( $TR$ ). Intervalul dintre pulsul  $90^\circ$  și pulsul de "refazare" de  $180^\circ$  este  $TE/2$ .

După aplicarea unui puls  $90^\circ$ , nucleii, care la început precesează sincron, își pierd treptat coerența de fază. Dacă la un interval scurt se aplică un puls  $180^\circ$ , ei vor fi inversați în spațiu, astfel încât pozițiile față de punctul de pornire, ca și sensul mișcării de precesie se vor inversa. În acest mod, coerența de fază se va restabili gradual și va apare un semnal RMN de amplitudine mare (fig.68).

Pentru înțelegerea acestui proces, trebuie imaginată o cursă de alergare în care, după un anumit timp de la pornire, participanții se găsesc la distanțe diferite față de linia de start, datorită vitezei lor diferite. Presupunând că în acel moment se dictează inversarea sensului cursei, pare firesc ca, păstrându-se vitezele individuale, să se ajungă la realinierea pe linia de plecare.

Acest semnal, care apare cu întârziere față de primul puls ( $90^\circ$ ), este denumit *ecou*; el este de intensitate mai mică decât semnalul original (fig.68), datorită unei pierderi ireversibile a coerenței de fază produsă de interacțiile spin-spin. În acest mod, timpul de relaxare spin-spin ( $T_2$ ) capătă în semnalul RMN o expresie proprie, lipsită de influențe exterioare.

Intervalul între semnalul  $90^\circ$  și ecou este denumit *timp de ecou* ( $TE$ ); acesta este puțin mai scurt decât intervalul  $TI$  în secvența de regenerare prin inversare (fig.66).

Prin repetarea secvenței "ecou de spin" la intervale  $TR$  apropiate (fig.68,b) se obțin semnale RMN care

reflectă, prin amplitudinea lor, densitatea protonilor,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $TR$  și  $TE$ .

Așa cum am văzut, alegerea unui  $TR$  adecvat asigură participarea la semnal a lui  $T_1$  (pag.54).

#### 4.2.4. Efectul variabilelor $TR$ , $TE$ și $TI$ asupra semnalului RMN

Din cele expuse mai înainte rezultă că alegerea corectă a acestor variabile, în cadrul diferitelor secvențe de puls, are ca scop reliefaarea cât mai pregnantă a trăsăturilor inerente mediului examinat, respectiv densitatea protonilor,  $T_1$  și  $T_2$ . Diferențele de manifestare a acestor trăsături creează *contrastul* diferitelor structuri reprezentate în imagine, conferind acesteia capacitatea ei informativă.

Este evident că selecția mărimii acestor parametri implică cunoașterea, cel puțin aproximativă, a valorilor  $T_1$  și  $T_2$  ale țesuturilor; de asemenea, ea trebuie să țină cont de puterea magnetului instalației (care influențează sensibil mărimea  $T_1$ ).

În practica IRM, valorile  $TR$  variază de la 200 ms la 300 ms (majoritatea instalațiilor operează cu mărimi între 1000-2000 ms); valorile  $TI$  obișnuite sînt cuprinse între 200 și 1200 ms, iar cele  $TE$  între 20 și 100 ms.



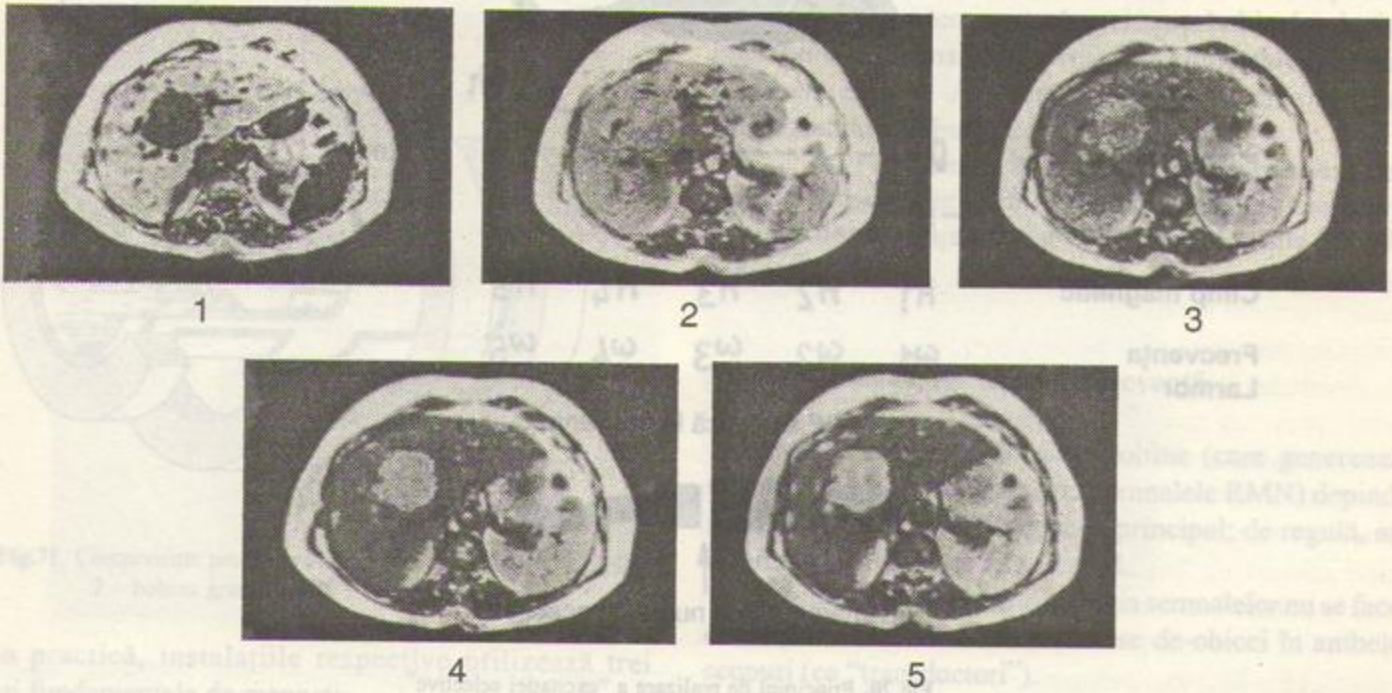


Fig.69. Efectul secvenței pulsului și mărimii variabilelor asupra imaginii RM. 1.Regenerare prin inversie:  $TR=1400$ ,  $TI=400$ ; celelalte imagini sînt eco de spin; 2. $TR=540$ ,  $TE=20$ ; 3. $TR=1040$ ,  $TE=20$ ; 4. $TR=1080$ ,  $TE=40$ ; 5. $TR=2080$ ,  $TE=40$ .

De regulă, aceste valori sînt afișate într-o anumită ordine:  $TR$ ,  $TE$ ,  $TI$ ; ordinul lor de mărime foarte diferit permite să se deducă variabila la care se referă chiar dacă aceasta nu este menționată. De exemplu, succesiunea de numere 2000, 30, 500 care însoțește o imagine semnifică  $TR$ : 2000 ms,  $TE$ : 30 ms,  $TI$ : 500 ms.

Figura 69 ilustrează efectul secvenței pulsului și mărimii variabilelor temporale alese de operator asupra contrastului dintre o leziune a ficatului și țesuturile normale; de asemenea, ordinea de transcriere a acestor variabile.

### 4.3. Producerea imaginii

#### 4.3.1. Gradientii magnetici

Imaginea RM rezultă prin alăturarea unui număr variabil de pixeli, a căror valoare (intensitate) este determinată de amplitudinea fiecăruia din semnalele cu originea într-o unitate de volum (voxel). Aceste volume elementare se găsesc dispuse într-un plan de secțiune prin corpul uman, astfel încît, ca și în cazul CT, imaginea RM este de fapt o imagine tomografică realizată în planul respectiv. Pentru ca ea să capete semnificația dorită, nu este suficient ca semnalele RMN provenite din fiecare

volum elementar examinat să fie recepționate; aceste semnale trebuie să cuprindă și informații cu privire la poziția exactă în spațiu a volumelor respective. Cu alte cuvinte, poziția pixelilor în matrice trebuie să realizeze în ansamblu o veritabilă hartă a secțiunii anatomice.

Acest deziderat creează în cazul IRM probleme tehnice deosebit de complexe. În principiu, rezolvarea acestora implică utilizarea unor cîmpuri magnetice adiționale, de valori mult mai mici decît cele ale magnetului principal ( $H_0$ ), care pot fi rapid puse și scoase din funcțiune. Aceste cîmpuri poartă denumirea de *gradienti magnetici* și se aplică pe una din coordonatele spațiale  $x$ ,  $y$  sau  $z$  (fig.59), de unde și denumirea de *cîmpuri de gradient liniar*.

În cele ce urmează, va fi prezentată numai utilizarea unuia dintre gradienti, în vederea alegerii planului de secțiune, conform așa-numitului principiu al "excitației selective".

#### 4.3.2. Excitația selectivă

Așa cum am văzut, la începutul examenului, corpul uman este plasat în cîmpul magnetic exterior foarte puternic  $H$ . Pentru obținerea "excitației selective", se aplică în aceeași direcție spațială un cîmp-gradient mult mai slab, care variază de-a lungul pacientului, astfel încît este mai



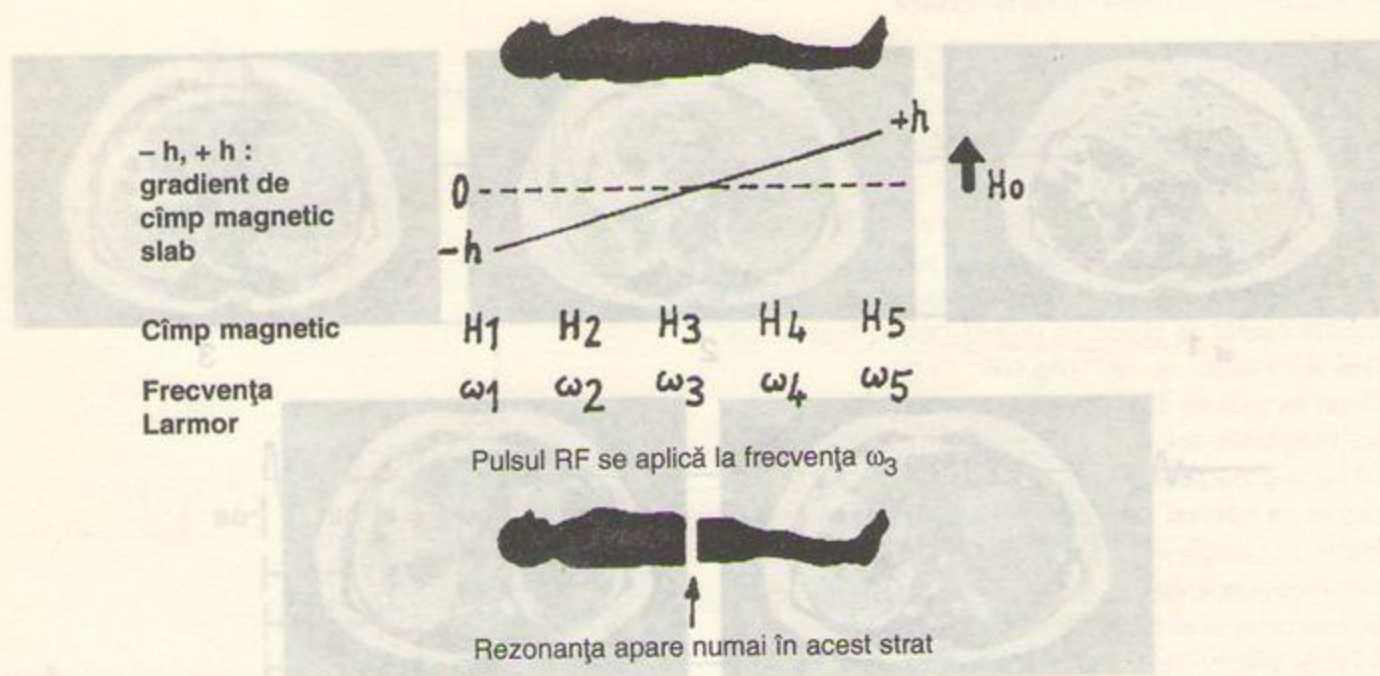


Fig.70. Principiul de realizare a "excitației selective".

redus la extremitatea lui superioară și mai intens la cea inferioară (fig.70). Rezultă un cîmp magnetic total, care crește și el în același sens (în fig.70, de la  $H_1$  la  $H_5$ ). Frecvența Larmor a nucleilor rezonanți va cunoaște o variație corespunzătoare, de la  $\omega_1$  la  $\omega_5$ , de unde rezultă că pentru a produce rezonanța la diferite nivele ale corpului trebuie să fie aplicate frecvențe diferite ale pulsului de RF. Dacă, de exemplu, se aplică un puls cu frecvența  $\omega_3$ , rezonanța va apare numai în nucleii dintr-o anumită secțiune transversală a corpului (fig.70).

Practic, nu este posibil ca pulsul să conțină o singură frecvență; va exista întotdeauna o *bandă* de frecvențe, care, în combinație cu panta gradientului magnetic, determină *lățimea secțiunii*. Aceasta poate fi variată, crescînd sau reducînd parametri respectivi.

În aproape toate instalațiile IRM, tehnica excitației selective este aplicată pentru a alege *planul* ce va fi reprezentat în imagine. În afara situației descrise mai înainte, poate fi aleasă o secțiune tomografică sagitală, utilizînd un gradient dispus transversal, sau una frontală (coronală), cu un gradient orientat antero-posterior.

#### 4.3.3. Codificarea spațială a informației

În afara gradientului prin care se obține excitația selectivă, alți gradienti, aplicați pe celelalte coordonate spațiale ale cîmpului magnetic, realizează *codificarea*

*spațială* a informației, adică determinarea poziției sursei semnalelor și implicit ordinea pixelilor corespunzători în imagine.

Tehnica, rezultată dintr-o operație matematică particulară (transformarea Fourier bidimensională), folosește componentele frecvență și fază ale semnalului RMN pentru a înmagazina informația cu privire la poziția sursei, în două dimensiuni. Complexitatea aspectelor tehnologice implicate în realizarea practică nu permite prezentarea lor în acest cadru.

## 4.4. Echipamentul IRM

### 4.4.1. Magnetul

Este piesa centrală a instalației IRM; el trebuie să producă un cîmp magnetic extern ( $H$ ) cît mai uniform\*, evitînd pe cît posibil variațiile, ale căror efecte asupra imaginii au fost discutate.

\* O omogenitate (uniformitate) perfectă este imposibil de realizat în practică. Acest fapt are, cum am văzut, consecințe importante asupra semnalului RMN, mai ales în ceea ce privește exprimarea timpului de relaxare spin-spin ( $T_2$ ).



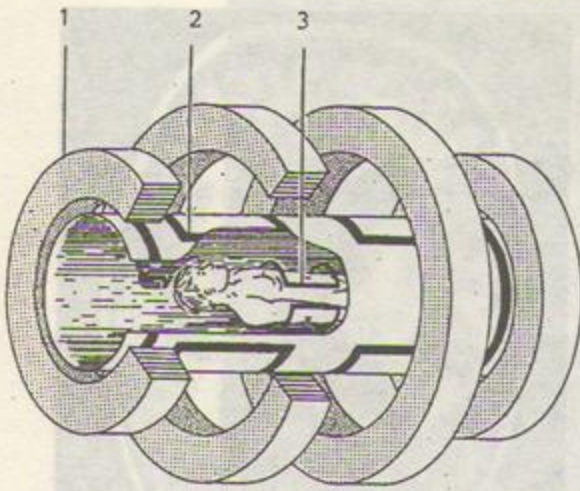


Fig.71. Componente proprii instalației IRM. 1 – magnetul inelar; 2 – bobina gradientului; 3 – bobina de RF.

În practică, instalațiile respective utilizează trei tipuri fundamentale de magneți:

a. Rezistivi. Aceștia sînt constituiți dintr-o pereche de spire inelare din sîrmă, dispuse de regulă vertical (fig.71), prin care trece un curent electric; cîmpul magnetic rezultat este orizontal. Prin folosirea magneților rezistivi se pot obține cîmpuri cu intensitatea de pînă la 0,15 T, energia fiind disipată sub formă de căldură; un sistem de răcire devine necesar.

b. Superconductanți (criogenici). Sînt electromagneți inelari aduși la temperaturi extrem de scăzute

(-269° Celsius) printr-un dublu circuit de heliu și azot lichid. La această temperatură, rezistența bobinelor devine nulă, astfel că nu mai este nevoie de o alimentare continuă cu curent electric. Asemenea magneți pot crea cîmpuri foarte stabile de pînă la 2 T.

c. Permanenți. Mai puțin costisitori în exploatare (nu necesită alimentare electrică și instalații de răcire), prezintă dezavantajul unei greutatei considerabile (pînă la 100 tone).

#### 4.4.2. Bobinele de radiofrecvență

Forma și dispoziția acestor bobine (care generează pulsul RF și care recepționează semnalele RMN) depind, substanțial de sistemul magnetic principal; de regulă, au o formă de șa sau una de solenoid.

Intrucît emisia pulsului și recepția semnalelor nu se face concomitent, aceste bobine servesc de obicei în ambele scopuri (ca "transductori").

#### 4.4.3. Gradientii de cîmp magnetic

Se produc prin curenți electrici care circulă în spire din materiale conductante, cu geometrii variate; aceste geometrii, împreună cu direcția curentului, determină orientarea gradientului.

În general, în centrul unei bobine-gradient există un punct 0, cîmpul produs fiind în aceeași direcție cu  $H_0$  de o

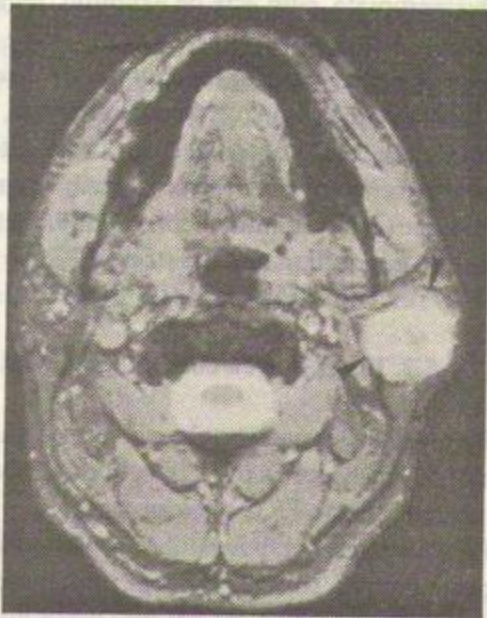


Fig.72. Imagini RM. a. Secțiune transversală la nivelul regiunii cervicale superioare; săgețile indică o tumoră benignă a glandei parotide stîngi; b. Secțiune longitudinală în plan median a regiunii lombare.



parte și în direcție inversă de cealaltă parte a acestui punct. Câmpul magnetic la care este supus pacientul este  $H_0 +$  câmpul gradient (vezi fig.70).

#### 4.4.4. Calculatorul (computerul)

Ca parte integrantă a instalației, computerul are în primul rînd rolul de a controla parametri fizici caracteristici cursului investigației (secvențele pulsului, mărirea timpilor acestora) aleși de operator.

Semnalul RMN se reîntoarce în computer sub formă analogică: un voltaj care variază în timp, traducînd amplitudinea undei de RF emisă de nucleii rezonanți ai specimenului. Acesta este "secționat" în fragmente, la intervale fixe de timp și înmagazinat în forma digitală (ca date numerice). După transformarea Fourier, semnalele sînt ordonate într-o matrice cu  $128 \times 128$ ,  $256 \times 256$  sau  $512 \times 512$  elemente (pixeli), formînd imaginea ce poate fi afișată (fig.72) (vezi și fig.69).

### 4.5. Noțiuni elementare de semiologie

În general, imaginea RM poate fi comparată cu cea produsă de tomografia computerizată, căreia îi este sub unele aspecte superioară, din punctul de vedere al valorii "achiziției" pe plan informațional. Superioritatea rezultă în principiu din faptul că semnalul pe baza căruia se constituie imaginea depinde de trei parametri (densitatea protonilor,  $T_1$  și  $T_2$ ) și nu de unul singur (coeficientul de atenuare a radiației X, respectiv densitatea electronilor). Cum am văzut, secvențele individuale de puls pot fi modificate pentru a reliefa unul din acești parametri și a optima pe această cale imaginea, în funcție de problematica clinică.

Structurile anatomice reprezentate în imagine sînt în general ușor de recunoscut iar evaluarea stării lor și evidențierea unor eventuale anomalii nu întîmpină dificultăți notabile.

În cele ce urmează, vor fi scoase în evidență cîteva din domeniile în care datele IRM sînt în mod particular revelatoare.

#### 4.5.1. Investigarea creierului și structurilor nervoase

IRM realizează un foarte bun contrast între substanța albă și cea cenușie, imposibil de obținut prin altă metodă

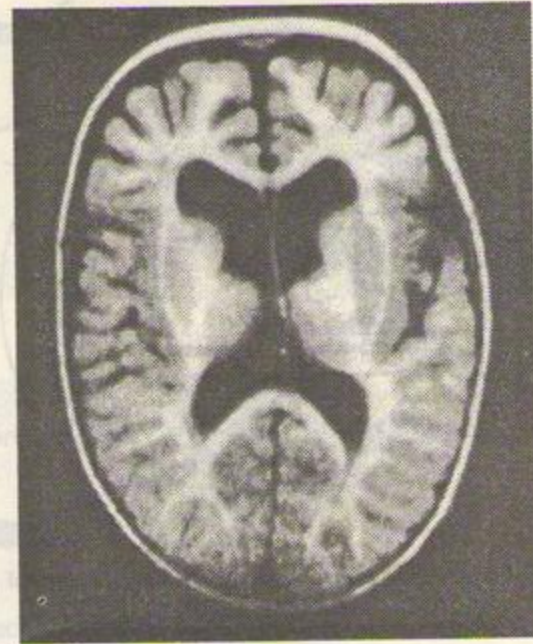


Fig.73. Imagine RM a unui creier de copil, evidențiind o mielinizare normală. Se remarcă intensitatea diferită a substanței albe de a cele cenușii (secvență de regenerare prin inversie)

imagistică (fig.73), ceea ce permite sesizarea unor procese patologice subtile ce se produc la interfața acestora (de exemplu, anomaliile de mielinizare ale copilului, scleroza multiplă și alte afecțiuni demielinizante).

Acest contrast se datorează diferențelor dintre timpii de relaxare ai celor două structuri, produse de conținutul lor diferit în apă și lipide (sau în compoziția chimică a lipidelor) și poate fi accentuat prin utilizarea unor secvențe în plus apropiate, cum este de exemplu, regenerarea prin inversie.

Alte procese patologice pot fi, de asemenea, net reprezentate în imagine (edemul, infarctul, hemoragiile cerebrale). În cazul unor tumori cerebrale, diferențele între timpii de relaxare pe care le crează anumite variante histologice (astrocitomul, meningiomul, metastazele) pot fi sugestive pentru natura acestora.

#### 4.5.2. Investigarea cordului și circulației

Pentru obținerea unei imagini cardiace nete, este necesară o tehnică de "înghețare" a mișcărilor, în care secvențele de puls sînt corelate printr-o EKG cu ciclul cardiac.

Prin alegerea corespunzătoare a parametrilor pulsului se poate crea un contrast evident între pericard, miocard și sângele intracardiac, de cel mai mare interes fiind, pe lângă evaluarea grosimii pereților ventriculari, evidențierea formelor ischemice.



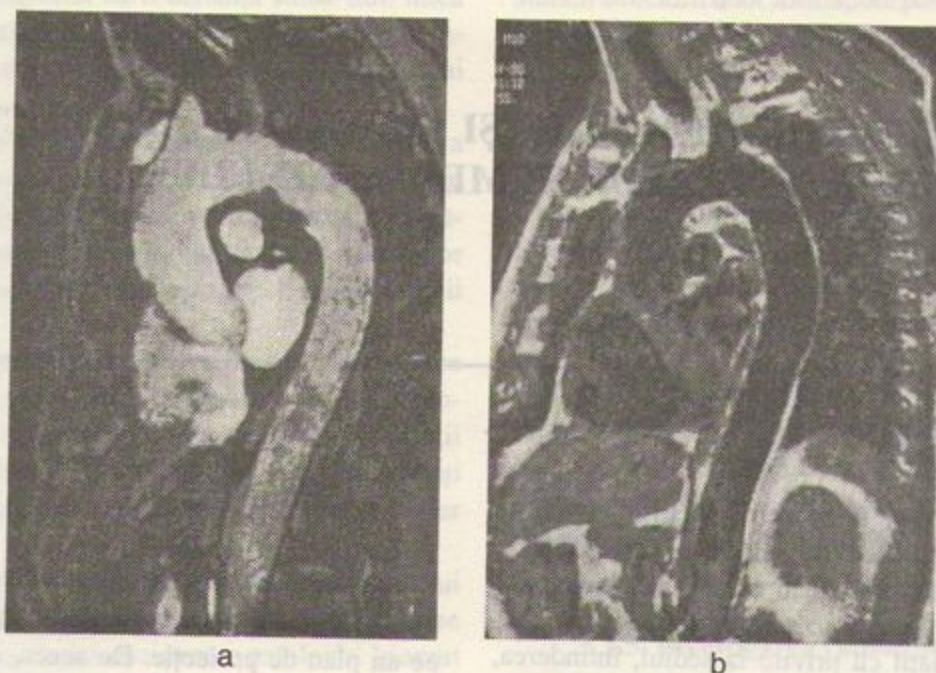


Fig.74. Modificarea intensității semnalului sîngelui circulant în funcție de secvența pulsului. Secțiune longitudinală toraco-abdominală, reliefînd cavitățile cardiace și arcul aortic.

Pentru reliefa acestor focare, se dovedește utilă folosirea unui agent fizic paramagnetic, gadoliniumul legat de o moleculă organică (DTPA), care reduce timpii de relaxare și poate deveni, în asociere cu o secvență de puls adecvată, o veritabilă "substanță de contrast". Trebuie menționat că acest artificiu tehnic își găsește aplicabilitatea și în alte domenii de utilizare (patologia cerebrală).

Prezența sîngelui circulant în specimenul examinat creează aspecte particulare, întrucît reprezentarea lui în imaginea RM depinde esențial de viteza de circulație.

În secvențele cu  $TR$  scurt (în care protonii din țesuturile aflate în secțiunea examinată au numai o revenire parțială la echilibru, slăbindu-se intensitatea semnalului) sîngele din afara secțiunii pătrunde în aceasta și va produce un semnal mult mai puternic decît țesuturile înconjurătoare ("sînge alb", fig.74,a).

În alte secvențe (ecou de spin), dacă fluxul lui este foarte rapid, sîngele iese din secțiune în intervalul dintre excitație

și detecția semnalului; în consecință, va fi marcat printr-o absență totală de semnal ("sînge negru", fig.74,b).

"Efectul flux" poate fi deci modificat schimbînd secvența pulsului; el devine util în separarea structurilor din unele regiuni anatomice (mediastin) sau în diferențierea formațiunilor canaliculare ale ficatului.

#### 4.5.3 Investigarea altor regiuni anatomice

În investigarea altor regiuni anatomice sau organe, IRM se dovedește utilă în numeroase situații, datorită capacității de a diferenția structurile normale (grăsimi, parenchime) de cele patologice (edeme, hemoragii, procese infecțioase, colecții lichidiene, neoplasme etc), prin reliefa, pe calea variației secvențelor de puls, a unor trăsături specifice acestor structuri, în special  $T_1$  și  $T_2$ .



## Capitolul 5

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR APARATULUI RESPIRATOR ȘI MEDIASTINULUI

Datorită ușurinței și siguranței cu care pune în evidență modificările patologice ale organelor aparatului respirator, examenul radiologic a devenit o metodă fundamentală, de neînlocuit, în investigarea acestor organe. El oferă clinicianului informații cu privire la sediul, întinderea, natura probabilă și evoluția proceselor manifeste, iar în unele cazuri poate evidenția anomalii lipsite de expresie clinică (malformații structurale, tumori benigne etc.). Pe de altă parte, trebuie avut în vedere faptul că unele afecțiuni respiratorii pot fi lipsite de modificări ale imaginii radiologice (traheo-bronșite acute, procese pleurale și pulmonare foarte incipiente).

Dintre metodele imagistice, CT și IRM pot oferi date informative deosebit de valoroase, în special în domeniul patologiei mediastinale.

### 5.1. Tehnici de examinare

Explorarea radiologică a aparatului respirator și a mediastinului beneficiază de numeroase procedee tehnice, a căror utilitate și valoare sînt condiționate de o indicație corectă, bazată pe cunoașterea posibilităților și limitele lor reale.

Principalele tehnici utilizate în practica curentă sînt radiografia, radiosopia, tomografia, radiofotografia.

În anumite situații, elucidarea unor aspecte de ordin morfologic sau funcțional creează indicații pentru proceduri tehnice particulare sau speciale, ca: radiografia cu raze "dure", kimografia, digrafia, scintiografia, CT, IRM.

Explorarea arborelui bronhic și cavităților pleurale implică uneori folosirea de tehnici bazate pe crearea de contraste artificiale, cum sînt bronhografia sau pneumotoraxul diagnostic. În ceea ce privește mediastinul, tehnica CT (uneori și ultrasonografia) sînt utilizate în cazul special al "dirijării" punctiilor biopsice.

#### 5.1.1. Radiografia

Permite înregistrarea unor detalii structurale de finețe, oferind cea mai mare cantitate de informație perceptibilă pe un plan de proiecție. De aceea, ea trebuie privită ca principala procedură de investigare a organelor intratoracice.

Radiografia cu folie de înmagazinare a imaginii, ca și prelucrarea digitală a acesteia, au adus o contribuție notabilă la sporirea calității informației în acest domeniu de investigare.

Pentru a obține o reprezentare spațială a organelor examinate, radiografia toracelui trebuie efectuată în cel puțin două proiecții: de față, în incidența postero-anterioară (radiografia "standard") și de profil. În unele situații devin necesare și radiografiile în poziții intermediare (oblice).

Utilizarea unor poziții particulare ale pacientului este indicată pentru evidențierea, prin aducere în incidența tangențială, unor structuri sau formațiuni anatomice (pleura scizurală) sau pentru degajarea anumitor regiuni ale cîmpurilor pulmonare de suprapuneri ale organelor din vecinătate (clavicule, coaste).

Radiografia "țintită" înregistrează porțiuni ale ariilor pulmonare limitate la modificarea patologică descoperită, pe care este centrat fasciculul de radiații, în vederea creșterii netității imaginii.

Radiografia cu raze "dure" (cu kilovoltaj ridicat) permite ștergerea imaginii unor structuri, evidențiind, prin reducerea efectului de sumăție, anumite formațiuni normale (bronhii) sau patologice (tumori, adenopatii, noduli miliari). Aceeași tehnică este utilizată pentru evidențierea de leziuni ale formațiunilor osoase toracale (în special arcurile costale).



Efectuarea radiografiei cu o distanță sursă-film mică (radiografia "direct mărită") produce o imagine de dimensiuni mari, pe care anumite detalii de interes sînt mai evident reliefate.

*Digrafia* este o expunere dublă, pe același film, a toracelui sau ale unor regiuni a acestuia, în două momente diferite ale respirației; ea permite reprezentarea amplitudinii și simetriei mișcărilor hemidiafragmelor și arcurilor costale, evidențiind modificări patologice ale dinamicii acestora.

Consacrată studiului și înregistrării proceselor dinamice proprii anumitor organe (vezi capitolul următor), *kimografia* are, în explorarea aparatului respirator, indicații limitate la înregistrarea și studiul mișcărilor proprii și transmise ale vaselor pulmonare, ca și ale excursiilor diafragmatice.

Înregistrarea pe filmul radiografic a imaginii toracelui prezintă un document obiectiv, pe baza căruia devine posibilă urmărirea evoluției unui proces patologic. În acest sens este însă necesar ca radiografiile succesive să fie efectuate în condiții tehnice identice.

### 5.1.2. Radioscopia

Oferă o imagine mai puțin bogată în raport cu radiografia (structurile cu dimensiuni sub 3-4 mm nu sînt de regulă perceptibile); este în schimb un examen dinamic, care permite studiul mișcării organelor intratoracice; de asemenea, prin modificarea poziției pacientului, permite examinarea într-un număr nelimitat de incidente a regiunii în care se situează procesul patologic.

Radioscopia "standard" (fluoroscopia convențională) supune pe pacient, ca de altfel și pe examinator, unei iradiieri deloc neglijabile, ceea ce face ca indicațiile ei să fie restrînse, mai ales în cazul copiilor și femeilor gravide.

Utilizarea întăritorului de imagine și transpunerea acesteia într-un circuit de televiziune (radioscopia televizată) reduce considerabil iradierea, permițînd în același timp examinarea la lumina zilei, în condiții superioare de percepere vizuală.

### 5.1.3 Tomografia convențională

Are numeroase indicații în studiul radiologic al proceselor patologice intratoracice. În numeroase situații, ea este capabilă să evidențieze leziuni ulcerative (cavități) inaparente pe imaginea standard, datorită prezenței de procese condensante înconjurătoare. Permite de asemenea,

studiul structurii unor formațiuni patologice și al lumenului bronhiilor de calibrul superior.

### 5.1.4. Radiofotografia

Se obține prin fotografierea imaginii radioscopice pe filme de dimensiuni mici (7/7, 10/10 sau 12/12 cm). Ea reduce considerabil iradierea produsă de radioscopie, furnizînd în același timp o înregistrare obiectivă a imaginii.

Tehnica radiofotografiei este destinată în mod particular examinării în masă sau în colective largi a unor categorii de populație, în scopul depistării anumitor afecțiuni profesionale (pneumoconiozele) sau cu o largă incidență (tuberculoză, tumori pulmonare).

### 5.1.5. Investigarea radioizotopică

Investigarea radioizotopică, sub forma *scintigrafiei*, are în principal două obiective: studiul perfuziei și cel al ventilației pulmonare. În primul caz se utilizează ca trăsori compuși macromoleculari conținînd tehneciuliu 99m, injectabili intravenos, iar în cel de-al doilea caz, gaze radioactive (xenon sau kripton), inhalate în cursul respirației.

Interpretarea se bazează pe intensitatea fixării radioizotopului în țesutul parenchimatous pulmonar, respectiv a difuzării lui în acest țesut.

### 5.1.6. Tomografia computerizată și IRM

Sînt utilizate în investigarea organelor intratoracice mai ales pentru studiul unor procese tumorale pleuro-pulmonare și al unor afecțiuni mediastinale (inclusiv cele de natură vasculară).

### 5.1.7. Bronhografia

Este tehnica de investigare cu substanță de contrast radioopacă (de regulă un produs iodat liposolubil) a lumenului bronhiilor, care, cu excepția regiunilor hilare, nu este vizibil pe radiografia standard. Tehnica pune în evidență dispoziția și ramificarea arborelui bronhic, modificările de calibrul sau întreruperile continuității lumenului prin obstacole organice (de exemplu în bronșiectazii, respectiv în tumorile bronho-pulmonare).



### 5.1.8. Pneumotoraxul explorator

Se realizează prin introducerea de aer în cavitatea pleurală, urmată de colabarea plămînilui spre hil. Procedul permite precizarea apartenenței la plămîn sau pleură a unei formațiuni patologice, uneori a sediului într-un anumit lob al unei asemenea formațiuni.

## 5.2. Imaginea radiologică normală a toracelui

Imaginea radiologică a toracelui este deosebit de complexă și bogată în detalii structurale. Ea se datorează unor organe și formațiuni anatomiche cu capacitate extrem de diferită de atenuare a fasciculului de radiații. Unele din acestea aparțin pereților cavității toracice și constituie *conținătorul* toracic, în timp ce *conținutul* acestei cavități este reprezentat de organele aparatului respirator (în special plămîinii) și ale mediastinului.

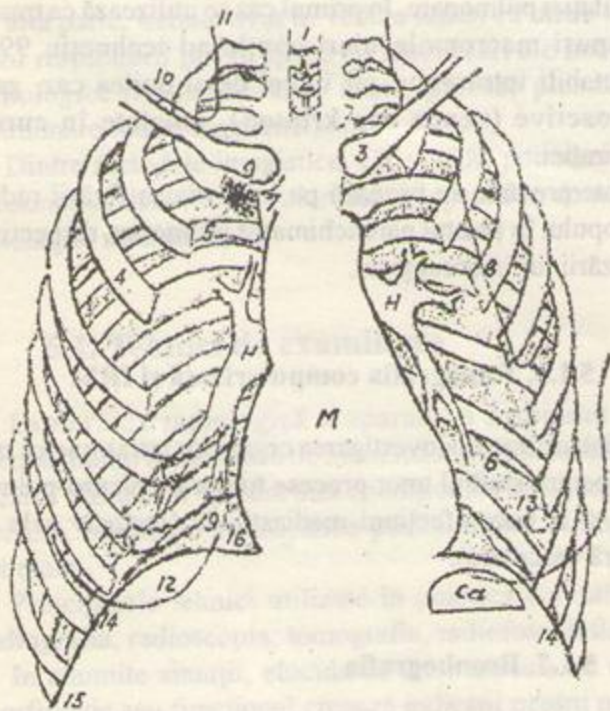


Fig. 75. Formațiunile conținătorului toracic vizibile pe radiografia de față 1.traheea; 2.vertebre toracale; 3.clavicule; 4.arcuri costale anterioare; arcuri costale posterioare; 6.șanțuri costale; 7.manubriul sternal; 8.omoplat; 9.calcificări ale cartilajelor costale; 10.imaginea însoțitoare a claviculei; 11.sternocleidomastoidianul; 12.sîni; 13.mamelon; 14.cupole diafragmatice; 15.sinusuri costo-diafragmatice; 16.sinusuri cardio-frenice. M: mediastin; H: hiluri pulmonare; Ca: camera cu aer a stomacului.

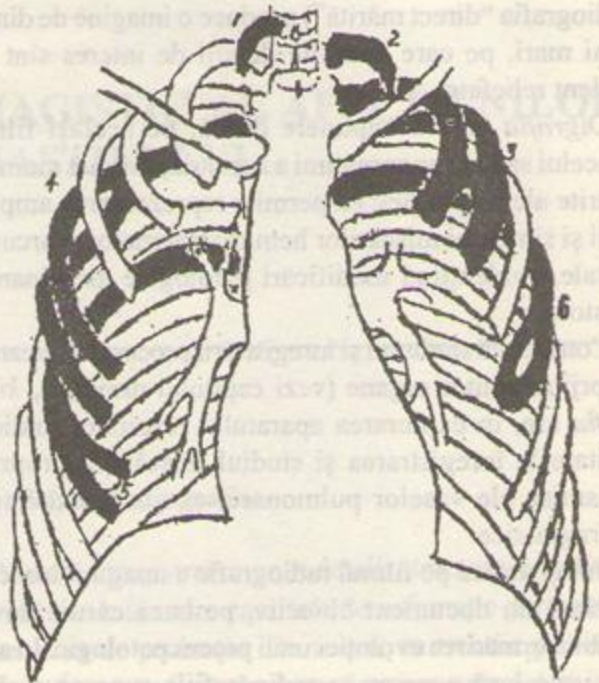


Fig.76. Principalele forme de anomalii costale. 1.coastă cervicală; 2.coastă hipoplazică; 3.punte osoasă intercostală; 4.coastă bifidă (arcul posterior); 5.coastă bifidă (arcul anterior); 6.coastă cu despicătură în arcul anterior.

### 5.2.1. Radiografia de față

5.2.1.1. *Conținătorul toracic* este reprezentat prin imaginile produse de scheletul cavității toracice, de țesuturile moi aparținînd toracelui și de cupolele diafragmatice (fig.75).

Pe radiografia de față executată în condiții normale pot fi evidențiate pe linia mediană corpurile primelor 3-4 vertebre toracale (2), proiectate peste imaginea clară a traheei (1); restul vertebrelor toracale contribuie, împreună cu organele mediastinale, la realizarea opacității mediane (M), în interiorul căreia nu pot fi distinse.

Arcurile costale, cu segmentele lor anterioare (4), oblic descendente din afară spre înăuntru, și posterioare (5), cu traiect descendent dinăuntru în afară, sînt dispuse simetric de ambele părți ale opacității mediane iar spațiile dintre ele au lărgimi sensibil egale. La nivelul ultimelor arcuri costale postrioare este vizibilă o dedublare a conturului inferior, corespunzătoare șanțului care adăpostește pachetul vasculo-nervos intercostal (șanțul costal) (6).

Coastele pot prezenta anomalii de dezvoltare privind numărul și forma (fig.76).



Coasta cervicală, uni- sau bilaterală, este o coastă suplimentară, articulată cu cea de a 7-a vertebră cervicală; atinge o lungime variabilă, pînă la cîțiva centimetri.

Alte anomalii posibile sînt hipoplazia, hiperplazia, bifiditatea, sinostoza, prezența de exostoze sau punți osoase intercostale etc.

Singura anomalie care poate căpăta semnificație clinică este prezența coastei cervicale, însoțită uneori de fenomene de compresie neurovasculară. Celelalte anomalii creează însă deseori imagini radiologice înșelătoare, confundate cu procese patologice pulmonare sau pleurale.

Cartilajele costale nu pot fi evidențiate radiologic decît dacă prezintă calcificări, așa cum se întîmplă la unii adulți, dar mai ales la persoanele în vîrstă. Calcificările sînt vizibile de regulă pe conturul superior și pe cel inferior al cartilajului, sub formă de granulații intense opace sau de lizereu opac continuu (9). Primele care se calcifică sînt de obicei cartilajele perechii I de coaste.

Claviculele se proiectează, pe o radiografie frontală corect executată, cu extremitățile interne dispuse simetric față de linia mediană (fig.75, 3). Conturul lor superior prezintă o imagine "însoțitoare" opacă liniară, de intensitate slabă, reprezentînd pielea și țesuturile subcutante în proiecție tangențială (10).

Conturul superior al manubriului sternal, ca și cel lateral drept, pot fi distinse uneori pe radiografia frontală (7).

În cazul unei poziționări corecte a pacientului, omoplații nu se proiectează în cîmpurile pulmonare; prezența lor în imagine poate altera calitatea acesteia (8).

În ansamblul ei, cutia toracică este supusă variațiilor individuale determinate de factori constituționali. Se descriu astfel tipurile de torace normo-, hipo- și hiperstenic, cărora le corespund un traiect cu grade diferite de oblicitate al arcurilor costale și o poziție mai înaltă sau mai joasă a diafragmului.

Anomaliile de ax al coloanei vertebrale (cifo-scoliozele) sau de traiect al arcurilor costale determină defor-

marea cavității toracice, asimetria celor două jumătăți ale acesteia, ca și modificarea poziției și formei opacității mediane (fig.77).

Țesuturile moi care pot fi vizibile pe radiografia frontală sînt reprezentate de musculatura și țesutul adipos ale toracelui (mai ales mușchii mari pectorali), regiunii cervicale inferioare (mușchii sterno-cleido-mastoidieni) (fig 75, 11) și suprascapulare, ca și de sîni (12, 13). În funcție de dezvoltarea lor, aceste formațiuni anatomice pot crea imagini opace care modifică aspectul anumitor regiuni ale cîmpurilor pulmonare și care pot fi confundate, la un examen superficial, cu procese patologice.

Posibilitatea de eroare este accentuată în prezența unei asimetrii, create de exemplu de hipertrofia unilaterală a unui pectoral sau de absența unui sîn după o intervenție chirurgicală.

În ceea ce privește diafragmul, cele două cupole ale lui apar radiologic ca imagini opace convexe în sus, cu contururi nete și regulate, situate la baza toracelui. În condiții normale, hemidiafragmul drept este situat cu cîțiva centimetri mai sus decît cel stîng (14). Conturul inferior al cupolei diafragmatice drepte se confundă cu opacitatea ficatului situat sub el, astfel că nu este decelabil; hemidiafragmul stîng este situat deasupra camerei de aer a stomacului (C.a.), ceea ce permite vizibilizarea pe o întindere variabilă a conturului său inferior.

Poziția diafragmului recunoaște numeroase și importante variații individuale. La subiecții cu torace normostenic, hemidiafragmul drept se situează la nivelul extremității anterioare a coastei a VI-a (pe o radiografie executată în inspir). La obezi, grvide și cei afectați de procese expansive intraabdominale, hemidiafragmele apar într-o poziție ridicată în grade variabile, în timp ce tipurile de torace hipo- și astenic se însoțesc de poziția mai joasă a acestora.

Numeroase procese patologice subdiafragmatice (ascita, tumorile abdominale, aerocolia) și supradiafragmatice (emfizemul pulmonar, revărsatele lichidiene pleurale și pericardice, atelectazia, fibrotoraxul) pot modifica, prin împingere sau tracțiune, poziția uneia sau ambelor cupole ale diafragmului, într-un sens sau altul.

Contururile diafragmatice pot prezenta uneori ondulații datorate poziției particulare sau tonusului redus al unor fascicule musculare din componența organului. Apariția de neregularități (festoane) se datorează, în absența proceselor patologice de vecinătate, vizibilizării inserțiilor costale ale mușchiului, mai ales în cazurile în care diafragmul este mult coborît.

Examenul radiosopic și cel kimografic pun în evidență mișcările respiratorii diafragmatice, a căror amplitudine

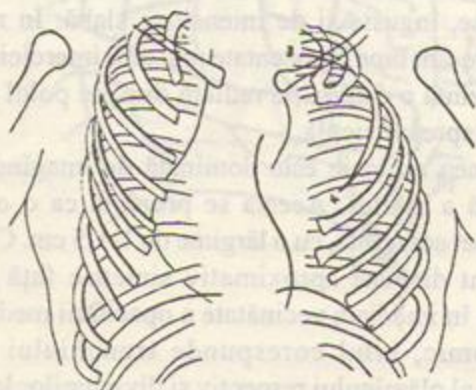


Fig.77. Torace cifo-scoliotic



este în mod normal egală de ambele părți; deplasarea celor două cupole se desfășoară sincron și simetric. Diferența de poziție atinge, în cursul fazelor respirației, 3 pînă la 6 cm.

Cele două hemidiafragme formează cu pereții laterali ai toracelui cîte un unghi ascuțit, sinusurile costo-diafragmatice (15), în care se insinuează țesut pulmonar aparținînd lobilor inferiori; de asemenea, ele realizează cu inima sinusurile cardio-frenice (16), dintre care cel drept este ascuțit iar cel stîng obtuz.

**5.2.1.2. Conținutul toracic** este reprezentat de plămîni, pleure și organele mediastinale.

Cei doi plămîni crează, de o parte și de alta a opacității mediastinale, cîte o arie transparentă, de formă aproximativ triunghiulară, *cîmpurile pulmonare*. La formarea imaginii radiologice a plămînilor contribuie două elemente fundamentale: prezența aerului alveolar, a cărui absorbție redusă de radiației determină transparența de fond a ariilor respective, și prezența formațiunilor vasculare, în principal a arterelor pulmonare, care realizează opacități liniare multiple, caracteristice, de dimensiuni diferite, denumite generic *imagini vasculare*. Datorită densității lor reduse, pereții alveolelor și bronhioloelilor, formațiunile limfatice și nervoase, ca și țesutul interstițial peribronhovascular și perilobular, nu au o reprezentare proprie în imagine.

Cîmpurile pulmonare sînt divizate arbitrar, în vederea descrierii topografiei proceselor patologice, în cîte o regiune *apicală*, delimitată în jos de claviculă, o regiune *superioară*, cuprinsă între claviculă și extremitatea anterioară a coastei a II-a, o regiune *mijlocie*, limitată în jos de extremitatea anterioară a coastei a IV-a și o regiune *inferioară sau bazală*, care se întinde pînă la diafragm (fig.78).

La rîndul lor, regiunea superioară poate fi divizată în regiunea subclaviculară internă (intercleidohilară) și una externă, iar cea inferioară într-o regiune bazală internă (infracilară) și una externă.

Cîmpul pulmonar stîng are în mod obișnuit o suprafață mai redusă în raport cu cel drept, datorită dezvoltării predominante spre stînga a cordului. Transparența celor două cîmpuri pulmonare este sensibil egală; ea crește dinspre vîrfuri spre baze, datorită unei creșteri corespunzătoare a cantității de țesut parenchimos alveolar, în speță de aer. Transparența crește de asemenea, în inspir, proporțional cu cantitatea de aer introdusă în plămîni.

Formațiunile vasculare, în principal arterele pulmonare, contribuie în proporție de aproximativ 90% la crearea opacităților ce traduc structuri anatomice ale plămînilor în condiții normale.

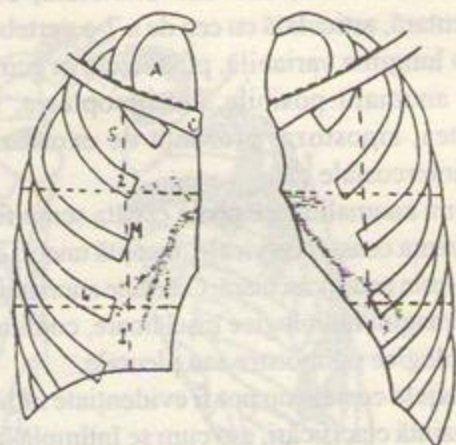


Fig.78. Subdiviziunile topografice ale cîmpurilor pulmonare: c: clavicule; 2: coasta a II-a; 4: coasta a IV-a; A: regiunile apicale; S: regiunile superioare; M: regiunile mijlocii; I: regiunile inferioare.

Așa-numit "desen pulmonar", cum este etichetat de practicienii radiologi ansamblul structurilor opace care se proiectează în condiții normale pe ariile pulmonare, se identifică practic cu imaginile vasculare.

Opacitățile care corespund acestor formațiuni prezintă unele caractere ce permit diferențierea lor de procesele patologice traduse prin imagini oarecum asemănătoare. Astfel, imaginile vasculare sînt opacități liniare cu traiect regulat, care se îngustează treptat și uniform spre periferie; ele prezintă contururi nete și au o structură omogenă. Urmărirea traiectului lor pune în evidență ramificații, de obicei prin dicotomizare (fig.79).

Imaginile vasculare au dimensiuni și orientări diferite, în funcție de regiunea cîmpurilor pulmonare în care sînt examinate. Investigarea angiocaradioiografică (vezi capitolul următor) demonstrează că ele corespund într-o proporție covârșitoare arterelor pulmonare, în timp ce venele pulmonare rămîn, în condiții normale, slab și inconstant reprezentate.

În regiunea vîrfurilor, opacitățile vasculare sînt puțin numeroase, înguste și de intensitate slabă. În regiunile superioare sînt bine reprezentate mai ales intercleido-hilar, unde prezintă o dispoziție radiară dinspre polul superior al hilului spre claviculă.

Regiunea mijlocie este dominată de imaginea foarte pregnantă a hilului. Acesta se prezintă ca o opacitate intensă, net conturată, cu o lărgime de 1-1,5 cm. Cele două hiluri sînt dispuse aproximativ simetric față de linia mediană, în imediata vecinătate a opacității mediane.

Anatomic, hilul corespunde trunchiului arterial principal al plămînilor respectiv și diviziunilor lobare ale acestuia.



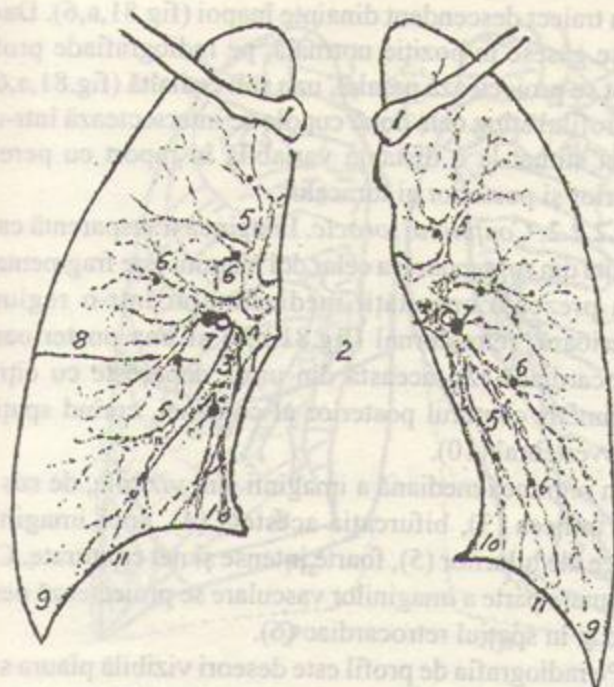


Fig. 79. Elemente ale conținutului toracic, vizibile pe imaginea de față 1. clavicule; 2. mediastin; 3. hiluri; 4. bronhie principală; 5. ramificații vasculare; 6. vase proiectate ortograd; 7. cupluri de imagini opace și inelare; 8. scizura orizontală; 9. sinusuri costodiafragmatice; 10. sinusuri costo-frenice; 11. cupole diafragmatice

In mod normal, hilul stâng este situat cu 1-2 cm mai sus decât cel drept și este acoperit în măsură variabilă de imaginea opacă mediastinală. Hilul drept este, dimpotrivă, vizibil pe toată întinderea, iar porțiunea lui caudală este imaginea vasculară cea mai bine reprezentată pe radiografie.

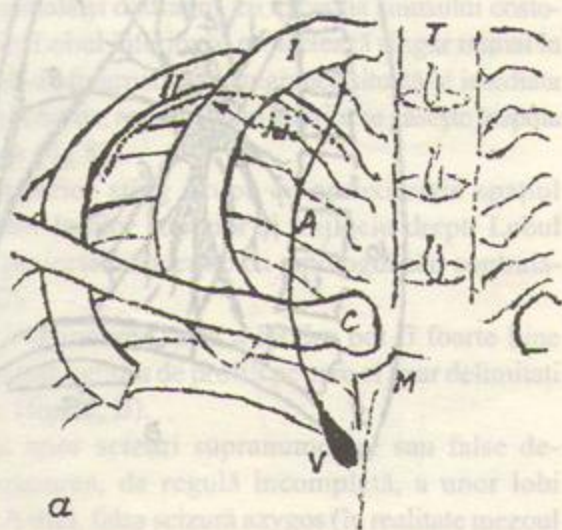


Fig. 80. Imagini produse de pleura normală în regiunea apicală. (a) Aspecte vizibile pe radiografia de față: I: coasta I; II: coasta a II-a; i.i.: imaginea însoțitoare a coastei II; A: "scizura" azygos; T: traheea; C: clavicula; M: manubriul sternal; V: vena azygos (b) Modul de formare a imaginilor însoțitoare costale. c: coaste; P: pleura domului; S: sursa fascicului de radiații.

Bronhiile principale pot avea o reprezentare directă, sub formă de benzi transparente, dispuse în vecinătatea nemijlocită a opacităților hilare (fig. 79, 4).

Restul regiunii mijlocii a plămânului prezintă imagini vasculare dispuse orizontal, mai numeroase și de grosime mai mare decât în regiunile superioare. In cursul traversării câmpurilor pulmonare, ele se întretaie, rezultând figuri geometrice variate (rotunde sau poligonale), mai mult sau mai puțin simetrice de o parte și de alta. O radiografie de bună calitate poate evidenția imagini vasculare pînă la 1 cm de periferia câmpurilor.

Indeosebi în apropierea hilurilor, se evidențiază frecvent imagini opace rotunde sau ovalare de mici dimensiuni, omogene, net conturate; sînt imagini ale vaselor în proiecție ortogradă. Uneori se pot observa cupluri formate dintr-o imagine opacă de acest fel și una inelară, cu diametre sensibil egale, create de proiecția unui vas și a bronhiei corespondente (fig. 79, 7).

In regiunea inferioară a câmpurilor pulmonare, imaginile vasculare sînt foarte bine reprezentate, beneficiind de contrastul creat de transparența crescută a câmpurilor în această regiune. Cele din porțiunea internă sînt orientate vertical, în continuarea hilului, iar cele externe, de grosime mai mică, diverg radial spre periferie.

Pleura normală nu are reprezentare radiologică decît în situațiile în care fasciculus de radiații ajunge tangențial la suprafața ei. Așa se formează opacitățile însoțitoare ale coastelor I-a și a II-a, avînd ca substrat domul pleural, și imaginea "scizurii" azygos (fig. 80); de asemenea, cea a micii scizuri (fig. 79, 8). Toate sînt reprezentate de linii opace fine, regulate, de intensitate slabă. Pleura micii



scizuri (scizurii orizontale) este dispusă în regiunea mijlocie a cîmpului pulmonar drept, între hil și peretele lateral al toracelui.

Pleura diafragmatică formează cu pleura parietală un unghi ascuțit, foarte bine reprezentat în inspir, sinusul costo-diafragmatic (stîng și drept) (fig.79, 9). În prezența unui pneumotorax, pleura viscerală poate fi evidențiată direct, sub forma unei linii opace fine ce delimitează parenchimul plămînilui colabate.

### 5.2.2. Radiografia de profil

**5.2.2.1. Conținătorul toracic.** Pe radiografia de profil sînt bine reprezentate elemente ale scheletului toracic care pe radiografia de față sînt acoperite de organele mediastinale: sternul, anterior, și coloana vertebrală toracală, posterior (fig.81). Axul coloanei descrie o cifoză moderată, intercalată între lordoza coloanei cervicale și cea a coloanei lombare.

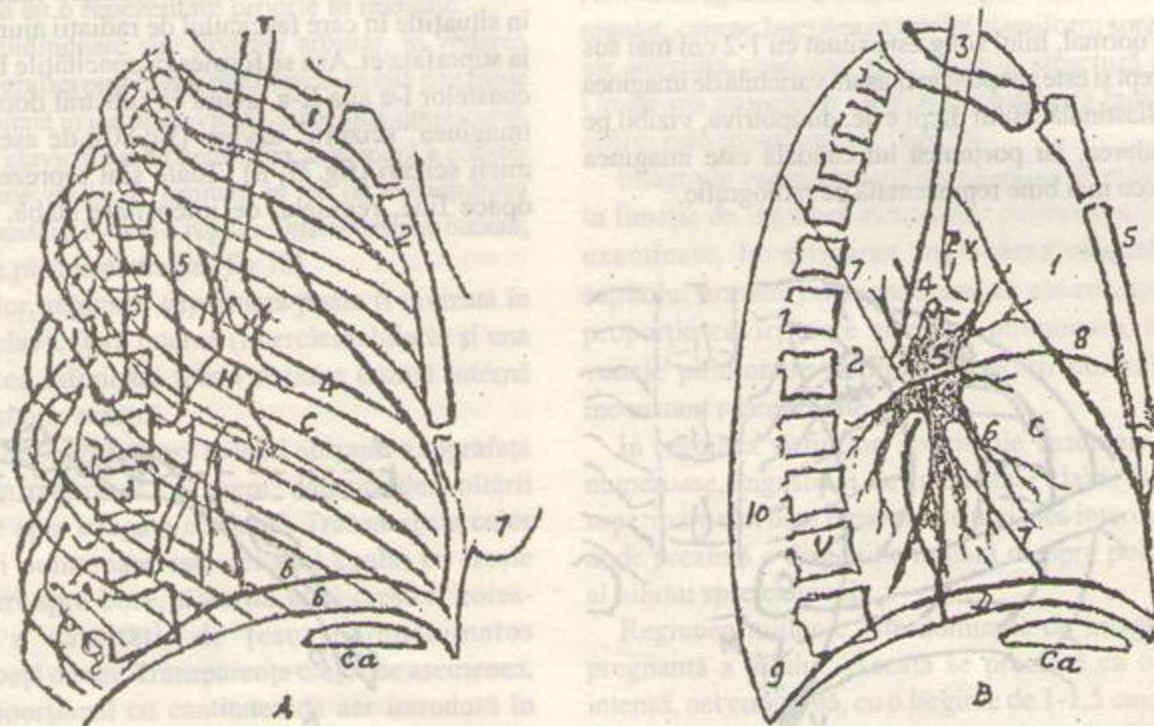
Arcurile costale laterale au un traiect oblic descendent dinapoi înainte (fig.81 a,4); extremitățile lor posterioare delimitează, împreună cu corpurile vertebrale, șanțurile costo-vertebrale (fig.81,a,8), ocupate de expansiuni ale

plămînilor. Cupolele diafragmatice au o formă convexă și un traiect descendent dinainte înapoi (fig.81,a,6). Dacă ele se găsesc în poziție normală, pe radiografiade profil drept se proiectează paralel, una sub cealaltă (fig.81,a,6); pe profilul stîng cele două cupole se intersectează într-un punct situat la o distanță variabilă în raport cu pereții anterior și posterior ai toracelui.

**5.2.2.2. Conținutul toracic.** Imaginea transparentă care rezultă din suprapunerea celor doi plămîni este fragmentată prin prezența opacității mediastinului într-o regiune anterioară, retrosternal (fig.81,b,1) și una posterioară, retrocardiacă (2); aceasta din urmă depășește cu cîțiva centimetri conturul posterior al coloanei, creînd spațiul retrovertebral (10).

În regiunea mediană a imaginii sînt vizibile, de sus în jos, traheea (3), bifurcația acesteia (4), apoi imaginile opace ale hilurilor (5), foarte intense și net conturate. Cea mai mare parte a imaginilor vasculare se proiectează peste cord și în spațiul retrocardiac (6).

Pe radiografia de profil este deseori vizibilă plaura scizurilor verticale și cea a scizurii orizontale drepte, sub formă de opacități liniare fine, nete și regulate, rezultate din proiecția tangențială a scizurilor respective. (7,8).



**Fig.81.** Radiografia de profil a toracelui A. Elemente ale conținătorului – 1.clavicula; 2.sternul; 3.coloana vertebrală; 4.arcuri costale; 5.omoplații; 6.cupole diafragmatice; 7.sîn; 8.șanțuri costo-vertebrale; T:traheea; C:cordul; C.a.:camera de aer gastrică; H:hil B. Elemente ale conținutului – 1.spațiul retrosternal; 2.spațiul retrocardiac; 3.traheea; 4.bifurcația traheei; 5.hiluri; 6.ramificații vasculare; 7.scizura verticală (mare); 8.scizura orizontală (mică); 9.sinus costo-diafragmatic posterior; 10.spațiul retrovertebral; V: coloana vertebrală; : stern; D: cupole diafragmatice.



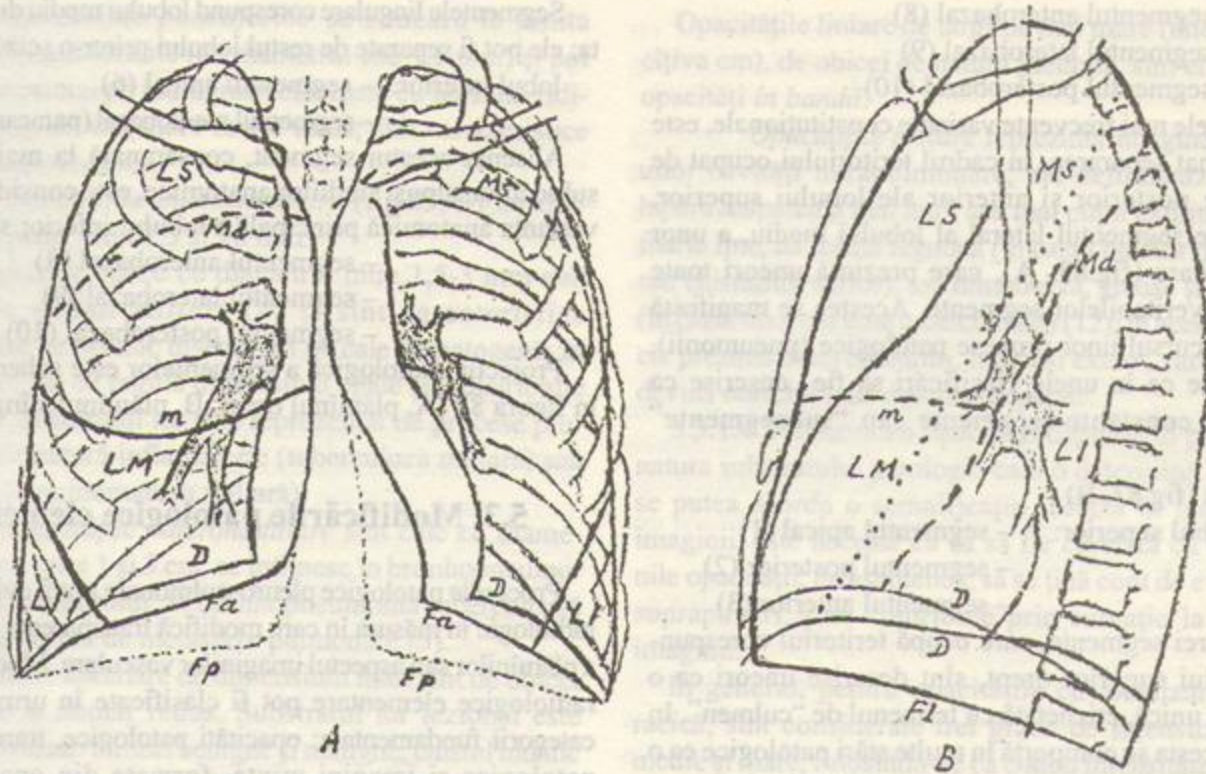


Fig.82. Proiecția scizurilor și lobilor pulmonari de față (A) și de profil (B). Md: marca scizură dreaptă; Ms: scizura interlobară stângă; m: mica scizură; Fa: marginea inferioară a fundului de sac anterior; Fp: limita inferioară a fundului de sac posterior; Fl: limita fundului de sac lateral; LS: lob superior; LM: lob mediu; LI: lob inferior.

### 5.2.3. Noțiuni de topografie radiologică a plămînilor

**5.2.3.1. Proiecția lobilor pulmonari.** Pe radiografia de față, lobul superior drept ocupă spațiul situat deasupra scizurii orizontale; înapoia lui, începînd de la claviculă în jos, se situează lobul inferior. Lobul mijlociu cuprinde spațiul dintre scizura orizontală și diafram, cu excepția sinusului costo-diafragmatic. Lobul inferior se proiectează singur numai în sinusul costo-diafragmatic și în regiunea situată în imediata vecinătate a acestuia; restul lobului inferior se găsește înapoia celorlalți lobi (fig.82).

Lobul superior stîng ocupă cu aproximație spațiul corespunzător lobilor superior și mijlociu drept. Lobul inferior se proiectează identic cu omologul său contralateral (fig.82).

Poziția și întinderea reală a lobilor pot fi foarte bine precizate pe radiografia de profil, pe care ei apar delimitați prin scizuri (fig.82, B).

Prezența unor scizuri supranumerare sau false determină separarea, de regulă incompletă, a unor lobi "accesorii". Astfel, falsă scizură azygos (în realitate mezoul cu traiect intrapulmonar al venei respective) separă o porțiune din regiunea apicală a plămînilor drept, descrisă ca "pseudolobul azygos"; acesta este situat în regiunea cea mai internă a vîrfului (fig.80, a).

Alte scizuri supranumerare pot separa, față de segmentele vecine, segmentul apical inferior ("lobul apical inferior"), segmentul bazal medial ("lobul paracardiac") sau cele două segmente lingulare ("lobul mediu stîng").

Proiecția lobilor accesorii corespunde segmentelor respective (vezi fig.83).

**5.2.3.2. Segmentele pulmonare** sînt teritorii funcționale, de formă piramidală și dimensiuni variabile, dispuse cu vîrfurile spre hil și baza la peretele toracic. Fiecare segment posedă un pedicul propriu, format dintr-o bronhie segmentară (formațiunea anatomică definitivă), vase și nervi segmentari. Acestea asigură o ventilație și o circulație independente de cele ale teritoriilor similare vecine.

Deși există extrem de numeroase variante privind numărul și dispoziția segmentelor, actuala nomenclatură anatomică recomandă următoarea schemă de clasificare:

în dreapta (fig.83, A)

- |                 |  |
|-----------------|--|
| lobul superior: | – segmentul apical (1)                   |
|                 | – segmentul posterior (2)                |
|                 | – segmentul anterior (3)                 |
| lobul mijlociu: | – segmentul lateral (4)                  |
|                 | – segmentul medial (5)                   |
| lobul inferior: | – segmentul apical (6)                   |
|                 | – segmentul mediobazal (paracardiac) (7) |



- segmentul anterobazal (8)
- segmentul laterobazal (9)
- segmentul posterobazal (10)

Printre cele mai frecvente variante constituționale, este de consemnat separarea, în cadrul teritoriului ocupat de segmentele posterior și anterior ale lobului superior, respectiv de segmentul lateral al lobului mediu, a unor teritorii axilare (fig.83, A), care prezintă uneori toate caracterele veritabilelor segmente. Acestea se manifestă ca atare în cursul unor procese patologice (pneumonii), ceea ce face ca în unele clasificări să fie descrise ca formațiuni constante (segmente sau "subsegmente" axilare").

în stînga (fig.83, B)

- lobul superior:
- segmentul apical (1)
  - segmentul posterior (2)
  - segmentul anterior (3)

Aceste trei segmente, care ocupă teritoriul corespunzător lobului superior drept, sînt descrise uneori ca o formațiune unică, etichetată cu termenul de "culmen". În realitate, acesta se comportă în multe stări patologice ca o unitate morfo-funcțională lipsită de subdiviziuni.

O altă variantă, relativ frecvent întîlnită, este existența unui segment apico-posterior, care înglobează teritoriul ocupat în mod obișnuit de segmentele 1 și 2:

- segmentul lingular superior (4)
- segmentul lingular inferior (5)

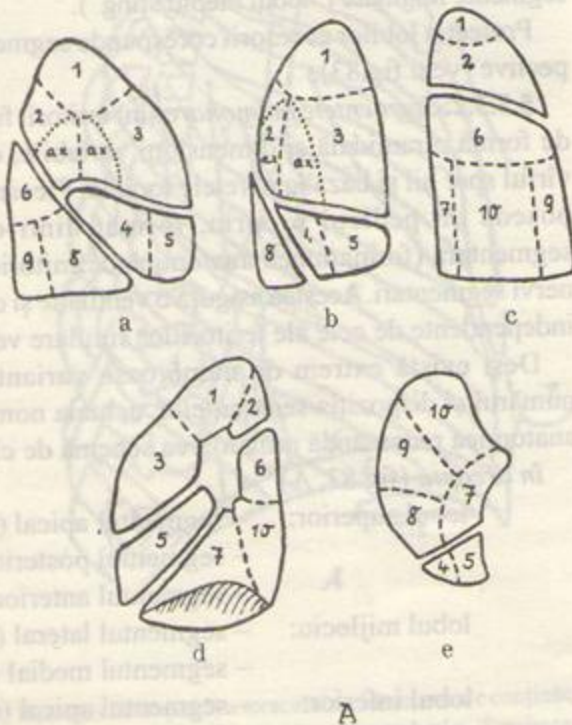


Fig.83. Segmentele pulmonare în proiecție laterală (a), anterioară (b), posterioară (c), medială (d) și bazală (e).

Segmentele lingulare corespund lobului mediu din dreapta; ele pot fi separate de restul lobului printr-o scizură.

- lobul inferior: - segmentul apical (6)
- segmentul mediobazal (paracardiac)(7)

Absența acestui segment, consemnată la majoritatea subiecților supuși studiilor anatomice, este considerată ca varianta anatomică principală a lobului inferior stîng.

- segmentul anterobazal (8)
- segmentul laterobazal (9)
- segmentul posterobazal (10)

Proiecția radiologică a segmentelor este schematizată în figura 83 (A, plămînul drept, B, plămînul stîng)

### 5.3. Modificările patologice elementare

Procesele patologice pleuro-pulmonare pot fi evidențiate radiologic în măsura în care modifică transparența normală a plămînilor sau aspectul imaginilor vasculare. Modificările radiologice elementare pot fi clasificate în următoarele categorii fundamentale: opacități patologice, transparențe patologice și imagini mixte, formate din opacități și transparențe patologice asociate.

Opacitățile patologice pot fi determinate de factori cauzali de natură foarte diferită, care produc înlocuirea aerului alveolar prin medii sau structuri mai dense (lichide,

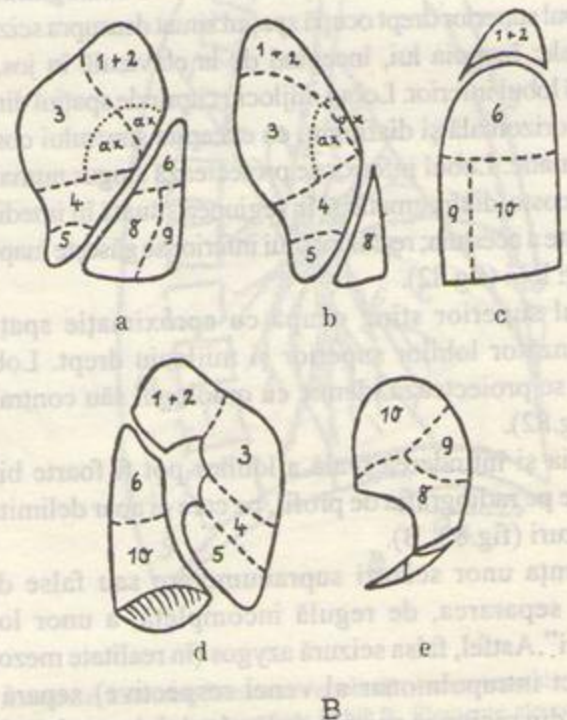


Fig.83. Segmentele pulmonare în proiecție laterală (a), anterioară (b), posterioară (c), medială (d) și bazală (e).



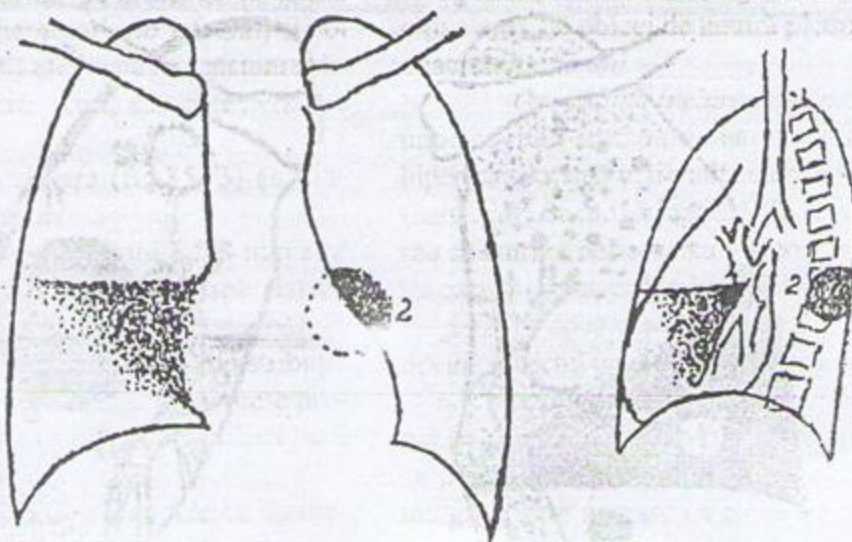


Fig.84. "Semnul siluetei" (Felson) Procesul pneumonic de segment medial al lobului mijlociu (1) șterge conturul cordului, cu care vine în contact; tumora de șanț costo-vertebral (2), proiectată parțial peste cord, nu alterează acest contur.

proliferări celulare) sau realizează îngroșări ale unor structuri normale, care în mod obișnuit sînt inaparente în imagine.

*Transparențele patologice* (hipertransparențe) recunosc ca principale cauze tulburările de ventilație soldate cu creșterea conținutului aeric al plămînului, reducerea dimensiunilor și formațiunilor vasculare sau procese patologice care conduc la dispariția țesutului pulmonar și înlocuirea lui prin aer.

*Imaginile mixte* sînt realizate de prezența simultană, în cadrul unei formațiuni patologice unice, de zone opace și hipertransparente. De regulă, sînt produse de existența, într-o cavitate constituită în parenchimul pulmonar sau în cavitatea pleurală, a aerului, alături de o cantitate variabilă de lichid; asemenea imagini sînt denumite *hidroaerice*.

### 5.3.1. Opacitățile patologice

Descrierea și studiul opacităților patologice trebuie să aibă în vedere: sediul, forma și dimensiunile, intensitatea, structura, conturul acestora, ca și eventualele modificări de vecinătate sau la distanță ale organelor și structurilor toracice, care le însoțesc.

5.3.1.1. *Sediul opacităților patologice* poate fi reprezentat de unul din pereții toracelui, cavitatea pleurală, parenchimul pulmonar, mediastin sau diafragm.

Precizarea sediului obligă la examinarea toracelui în cel puțin două planuri de proiecție, perpendiculare între ele. Mai ales în cazul opacităților care se situează la peri-

feria cîmpurilor pulmonare, sînt deseori necesare incidențe suplimentare, în vederea precizării apartenenței lor la parenchimul pulmonar sau la pereții toracici, respectiv la mediastin.

Pentru opacitățile situate intrapulmonar, proiectate în una din regiunile topografice descrise la imaginea frontală (fig.78) se va preciza apartenența la un teritoriu funcțional (segment sau lob), folosind imaginea de profil.

O particularitate de esență fizică, demonstrabilă și experimental, care poate fi utilizată pentru stabilirea topografiei unei formațiuni opace patologice chiar numai pe imaginea de față, este așa-numitul "semn al siluetei" (Felson). Acesta constă din ștergerea conturului unei formațiuni anatomice (de regulă aparținînd mediastinului) dacă o structură patologică cu densitate comparabilă este situată în contact direct cu ea. O asemenea structură, situată la distanță în plan antero-posterior de formațiunea respectivă, nu îi va șterge conturul, chiar dacă se suprapune peste el. Pe această cale, un proces pneumonic de lob mediu poate fi diferențiat, de exemplu, de unul dezvoltat în lobul inferior: în primul caz, structura patologică ce vine în contact cu cordul va face să dispară conturul cardiac în zona respectivă; în al doilea caz, conturul rămîne perceptibil (fig.84).

În cazul opacităților multiple, va trebui să fie precizată distribuția acestora în cîmpurile pulmonare (uni- sau bilateral, uniform sau neuniform, predominînd într-o anumită regiune).

5.3.1.2. Din punct de vedere al numărului, opacitățile patologice pot fi unice sau multiple.



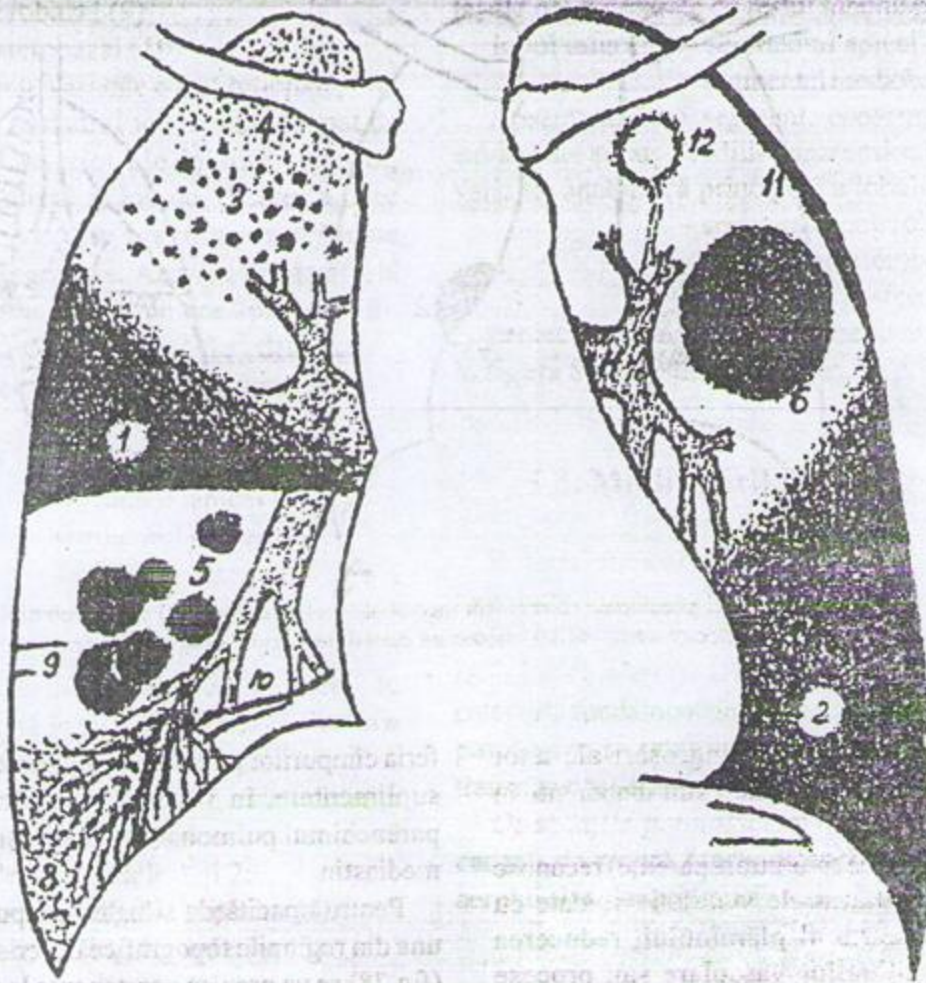


Fig. 85. Principalele forme de opacități patologice pleuro-pulmonare 1. opacitate sistematizată segmentară (pneumonie bacteriană); 2. opacitate masivă (pleurezie); 3. opacități micronodulare (leziuni tuberculoase); 4. noduli miliari; 5. opacități macronodulare (metastaze tumorale); 6. opacitate rotundă mare (chist hidatic); 7. opacități liniare interstițiale (pneumonie interstițială); 8. imagini reticulare; 9. linii Kerley B; 10. opacități liniare parenchimotoase (atelectazii lamelare); 11. opacitate în bandă (pahipleurită); 12. opacitate inelară (cavernă tuberculoasă); H: hiluri

**5.3.1.3. Forma și dimensiunile opacităților patologice** creează numeroase categorii, a căror caracterizare este de mare importanță pentru identificarea substratului lezional.

a. **Opacitățile întinse**, care ocupă teritorii largi ale cîmpurilor pulmonare, se pot prezenta în următoarele variante:

**Opacități sistematizate**, ce traduc afectarea de către un proces patologic a unui teritoriu funcțional al plămînilor, segment sau lob.

**Opacitatea segmentară** are ca particularitate faptul că pe una din incidențele folosite (mai frecvent de profil) capătă o formă triunghiulară, cu vîrf în hil și baza la un perete al toracelui, traducînd interesarea de către procesul patologic a unuia sau mai multor segmente ale plămînilor (fig.85, 1). Este frecvent întîlnită în pneumonia bacteriană (cu pneumococ) și în atelectaziile limitate la un segment.

**Opacitatea lobară** prezintă aceleași caractere și natură, dar este extinsă pe teritoriul unui lob întreg.

**Opacitatea masivă** este proprie proceselor patologice care interesează mai mulți lobi, un plămîn în întregime sau se proiectează pe cea mai mare parte a unui cîmp pulmonar. Este întîlnită în pneumonii, atelectazii, fibroze întinse, ca și în revărsate lichidiene pleurale foarte abundente (fig.85, 2).

b. **Opacitățile circumscrie** interesează teritorii mici ale cîmpurilor pulmonare și se pot manifesta sub formă de opacități nodulare și de opacități liniare.

**Opacitățile nodulare** au o formă rotundă, sugestivă pentru o dezvoltare excentrică a procesului patologic elementar care le produce (proliferare tumorală sau inflamatorie, dezvoltarea unei alveolite în vecinătatea unei bronhiole terminale).

În literatură, opacitățile nodulare sînt descrise și clasificate după criterii dimensionale foarte diferite; alegerea acestora este în mare măsură arbitrară.



*Opacitățile punctiforme* se situează la limita perceptibilității vizuale (au diametrul sub 1,5 mm) și pot fi distinse numai pe radiografii efectuate cu tensiuni ridicate și timp de expunere foarte scurt; sînt caracteristice unor pneumoconioze.

*Opacitățile micronodulare* (fig.85, 3) au diametrul cuprins între 1,5 și 10 mm.

Formațiunile opace cu diametrul între 1,5-3 mm sînt denumite *noduli miliari* (4) și sînt caracteristice afecțiunilor ce produc diseminări pe cale hematogenă; în consecință, au de regulă dimensiuni egale și o distribuție simetrică. Substratul lor este reprezentat de procese productive, de natură inflamatorie (tuberculoza miliară) sau tumorală (carcinomatoza miliară).

*Opacitățile macronodulare* sînt cele cu diametrul cuprins între 1 și 3 cm; se întîlnesc în bronhopneumonia banală a adultului, în bronhopneumonia tuberculoasă și în unele forme de metastaze pulmonare (5).

Opacitățile nodulare de dimensiuni mari sînt de obicei unice sau în număr redus. Substratul lor lezional este extrem de variat: tumori benigne și maligne, chistul hidatic (6), abcesul, colecții lichidiene închistate în interlobi, infarctul pulmonar etc.

*Opacitățile liniare* pot aparține interstițiului pulmonar, parenchimului sau pleurei.

Opacitățile liniare *interstițiale* pot fi produse prin prezența exsudatului sau infiltrației în interstițiul peribronhovascular. În acest caz, ele se manifestă prin îngroșarea și accentuarea imaginilor vasculare, care pot fi urmărite pînă la periferia cîmpurilor pulmonare și care capătă în același timp contururi mai șterse și mai puțin regulate (fig. 85, 7). Îngroșarea prin aceleași procese a interstițiului perilobular conduce la vizibilizarea acestuia sub formă de imagini liniare fine, dispuse în rețea, *imaginile reticulare* (8), în ochiurile căreia se găsesc acini sau lobuli normal aerați.

Forme particulare de opacități interstițiale sînt produse de staza limfatică în vase sau septuri interlobulare (așa-numitele linii Kerley A, B și C). Liniile B ale lui Kerley, întîlnite în mod particular în stenoza mitrală avansată, sînt opacități liniare fine, cu lungime de cîteva centimetri, dispuse la periferia cîmpurilor pulmonare, mai frecvent în regiunile inferioare (9).

Opacitățile liniare interstițiale pot crea, prin suprapunere sau intersectare, imagini similare celor micronodulare.

Opacitățile liniare *parenchimatose*, rare, pot fi de natură atelectatică (atelectazii "lamelare" sau "discoide", 10) sau fibroasă.

Opacitățile liniare *pleurale* pot apare la periferia cîmpurilor pulmonare sau pe traiectul unei scizuri; se datorează îngroșării foițelor pleurale prin procese inflamatorii sau fibroase.

Opacitățile liniare de lărgime mai mare (uneori pînă la cîteva cm), de obicei de natură pleurală, sînt etichetate ca opacități *în bandă*.

*Opacitățile inelare* reprezintă imaginea pereților unor cavități intrapulmonare; ele delimitează zone de hipertransparență mai mult sau mai puțin exprimată. Pot fi foarte fine, de formă regulată (în cazul bulelor de emfizem sau chisturilor aerie), sau dimpotrivă, groase și neregulate (în cazul unor caverne tuberculoase) (12); în acest ultim caz, ele prezintă două contururi, intern și extern, care trebuie să devină obiectul unei descrieri separate.

**5.3.1.4. Intensitatea opacității** depinde în principal de natura substratului patologic care o determină. Pentru a i se putea acorda o semnificație corectă în interpretarea imaginii, este necesar ca ea să fie corelată cu dimensiunile opacității; de asemenea, să se țină cont de eventualele suprapuneri, care contribuie prin sumă la formarea imaginii.

În general, pentru opacitățile cu localizare intratoracică, sînt considerate trei grade de intensitate: mică, medie și mare, folosindu-se ca etalon intensitatea unui arc costal anterior; în acest sens se utilizează și expresiile costală, sub- și supracostală.

*Voalul* este o opacitate de intensitate foarte slabă, uneori greu perceptibilă, extinsă pe teritorii variabile ale cîmpului pulmonar (fig.86, 1). Este determinat în mod obișnuit de îngroșarea pleurei, prezența unei cantități foarte mici de

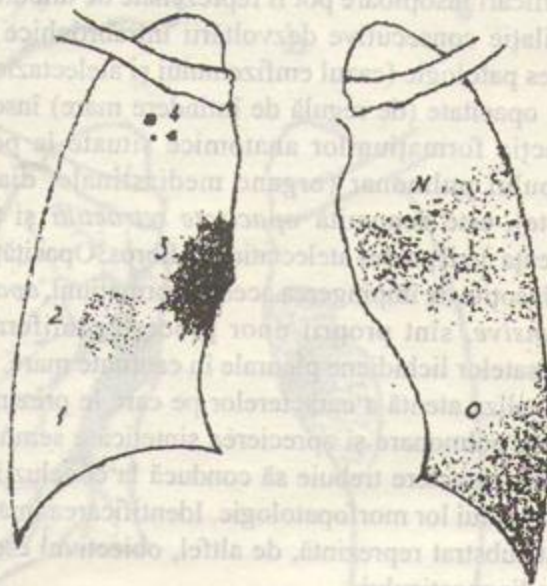


Fig. 86. Intensitatea, structura și conturul opacităților patologice pleuro-pulmonare; 1.voal (pleurită); 2.opacitate slabă net conturată (chist hidatic); 3.opacitate medie cu contur infiltrativ (cancer central); 4. opacități de intensitate mare (calcificări); O: opacitate omogenă cu conturul superior șters (pleurezie); N: opacitate neomogenă (pneumonie în rezoluție).



lichid în cavitatea pleurală, tulburări de ventilație cu reducerea ușoară a aerului alveolar sau procese congestive discrete.

Opacitatea *slabă* (subcostală) reflectă de obicei prezența unui conținut lichidian în alveole sau într-o cavitate situată în parenchimul pulmonar (2); opacitatea de intensitate *medie* (costală) corespunde proceselor proliferative celulare (de natură inflamatorie sau tumorală) (3), în timp ce intensitatea *mare* (supracostală) este proprie calcificărilor (4).

**5.3.1.5. Structura opacității** este omogenă, în cazul în care formațiunea patologică ce o determină absoarbe uniform radiațiile, pe toată întinderea ei (fig.86, o) sau neomogenă, dacă această formațiune este constituită din structuri diferite absorbante (N).

**5.3.1.6. Conturul opacității** poate fi net, traducând delimitarea procesului patologic printr-un perete propriu sau o scizură (fig.86, 2), așa cum este cazul chistului hidatic, respectiv pneumoniei lobare, *difuz*, adică șters și imprecis (în pneumonia segmentară și în procesele de alveolită în general, ca și în revărsatele lichidiene pleurale) (o) sau *infiltrativ*, cu prelungiri în parenchimul pulmonar vecin (în tumorile maligne) (3).

**5.3.1.7. Modificările însoțitoare**, de *vecinătate* sau *distanță*, sînt produse în general de leziuni cu întindere mare, care pot determina deplasări prin împingere sau tracțiune ale diafragmului și arcurilor costale. Alte modificări însoțitoare pot fi reprezentate de tulburările de ventilație consecutive dezvoltării intrabronhice a unui proces patologic (cazul emfizemului și atelectaziei).

O opacitate (de regulă de întindere mare) însoțită de retracția formațiunilor anatomice situate la periferia cîmpului pulmonar (organe mediastinale, diafragm, coaste), este denumită *opacitate retractilă* și traduce prezența unui proces atelectatic sau fibros. Opacitățile care sînt însoțite de împingerea acestor formațiuni, *opacitățile expansive*, sînt proprii unor procese proliferative și revărsatelor lichidiene pleurale în cantitate mare.

Analiza atentă a caracterelor pe care le prezintă opacitățile pulmonare și aprecierea sintetică a semnificației acestor caractere trebuie să conducă la concluzii asupra substratului lor morfopatologic. Identificarea imaginii cu acest substrat reprezintă, de altfel, obiectivul esențial al radiodiagnosticului.

O opacitate omogenă, cu contururi șterse, traduce un proces de alveolită. Evidențierea în interiorul opacității a unor imagini transparente liniare ("bronhograma aerică", fig.88, 5) reflectă integritatea bronhiilor pe teritoriul afectat, confirmînd această presupunere.

Opacitățile omogene de intensitate mare în raport cu dimensiunile lor, cu contururi nete, sînt de regulă expresia unor procese productive, de natură inflamatorie și mai ales tumorală.

Opacitățile patologice care au o intensitate mare și structură neomogenă sînt produse de regulă de procese cronice fibroase; ele sînt frecvent însoțite de fenomene retractile.

Unele aspecte particulare, reliefate de studiul atent al modificărilor elementare exprimate prin opacități, pot căpăta o importanță deosebită în identificarea substratului patologic.

Astfel, în prezența de opacități multiple, faptul că ele au caractere asemănătoare sau diferite, respectiv că realizează imagini de ansamblu "monotone" sau polimorfe, poate deveni relevant. În tuberculoza miliară sau în cazul metastazelor, opacitățile prezintă trăsături comune, în timp ce în tuberculoza secundară ele se încadrează în tipuri diferite, traducînd leziuni mixte, productive, exsudative și fibroase.

Urmărirea evoluției opacităților poate aduce elemente semnificative pentru diagnostic. O opacitate care scade în dimensiuni, sub tratament sau spontan, este cu certitudine expresia unui proces inflamator. Opacitățile staționare sau care manifestă o creștere foarte lentă sînt procese tumorale benigne, în timp ce cele care cresc rapid se datorează tumorilor maligne.

### 5.3.2. Transparențele patologice (hipertransparențele)

Constituie o categorie de modificări elementare exprimate prin accentuarea transparenței unei regiuni a plămînilor, care depășește în grade diferite tonalitatea normală. Ele traduc în toate cazurile faptul că în calea fasciculului de radiații se află o cantitate mai mare de aer sau una mai redusă de țesuturi.

Hipertransparențele pulmonare recunosc cauze diferite, deseori asociate, care realizează fie creșterea conținutului aeric al plămînilor, pe un teritoriu de întindere variabilă, fie reducerea numărului sau calibrului vaselor din mica circulație; ele pot fi *difuze*, uni- sau bilaterale, sau *circumscrie*.

**5.3.2.1. Hipertransparențele difuze bilaterale** (generalizate) afectează, mai mult sau mai puțin uniform, ambele arii pulmonare. Potrivit factorilor etio-patogenici cărora se datorează, întilnim mai multe categorii principale:

a. Hipertransparențele produse de *criza de astm* și *bronșiolita copilului* sînt consecința spasmului bronhiolar, respectiv al edemului mucoasei bronhiolilor, care creează



în căile respiratorii un obstacol cu caracter de supapă expiratorie și creșterea consecutivă a cantității de aer alveolar. Parenchimul pulmonar nu suferă modificări de structură, iar vascularizația rămîne nemodificată.

b. Substratul hipertransparenței produse de *emfizemul pulmonar* substanțial este reprezentat atît de distensia alveolară, consecință a îngustării lumenului bronhiolelor, cît și de dispariția unor septuri alveolare, cu formarea de cavități aerice de întindere diferită, *bulele de emfizem*. Acestea pot atinge uneori dimensiuni foarte mari, și, datorită prezenței unui contur periferic inelar, se individualizează ca hipertransparențe localizate.

În emfizemul substanțial se produce și o reducere, în grade diferite, a circulației alveolo-capilare.

c. Hipertransparențele produse de reducerea *patului vascular*, însoțită frecvent de dezvoltarea deficitară a interstițiului pulmonar, sînt proprii anomaliilor congenitale (de regulă cianogene) care includ hipoplazia arterei pulmonare sau care reduc considerabil fluxul circulator pulmonar (stenoza de arteră pulmonară, stenoza de tricuspidadă). În toate aceste cazuri, distensia alveolară lipsește.

5.3.2.2. *Hipertransparențele difuze unilaterale* interesează un singur cîmp pulmonar și pot fi produse fie de un emfizem funcțional (vicariant), fie de aplazia sau hipoplazia unei ramuri principale a arterei pulmonare (sindromul McLeod).

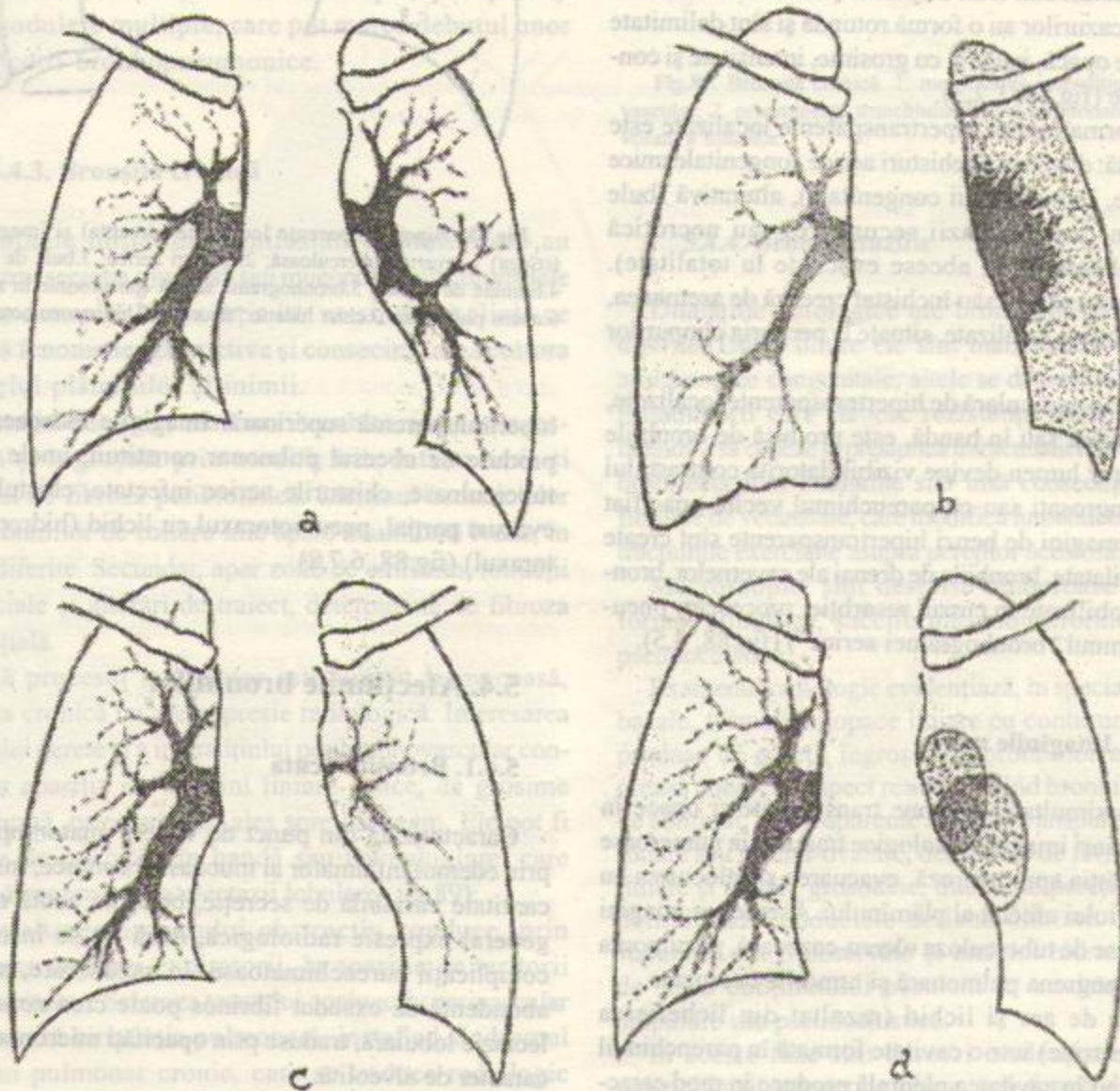


Fig.87. Hipertransparențe difuze unilaterale a. aspect normal; b.emfizem vicariant al plămîinului drept (cancer pulmonar central stîng cu atelectazie); c.sindrom McLeod stîng; d.pneumotorax total stîng.



Pneumotoraxul cu cantitate mare de aer și presiune intrapleură ridicată, care colabează în totalitate plămînul, poate produce de asemenea, o hipertransparență foarte exprimată, interesînd un hemitorace în întregime. Imaginea este caracterizată prin absența totală a opacităților vasculare.

Hipertransparența difuză unilaterală poate fi simulată de absența congenitală a unui mușchi pectoral, de absența postoperatorie a unui sîn (după mastectomie), ca și de asimetria toracelui produsă de o scolioză accentuată.

Diferite forme de hipertransparențe difuze unilaterale sînt schematizate în fig.87.

**5.3.2.3. Hipertransparențele localizate** cuprind teritorii de dimensiuni variabile ale plămînului, în care vasele și celelalte structuri sînt total dispărute și înlocuite cu aer. În majoritatea cazurilor au o formă rotundă și sînt delimitate de o imagine opacă, inelară, cu grosime, intensitate și contururi variate (fig.88, 1,2,3).

Natura formațiunilor hipertransparente localizate este foarte diferită: displazică (chisturi aerice congenitale unice sau multiple, bronșiectazii congenitale), alterativă (bule de emfizem, bronșiectazii secundare) sau necrotică (caverne tuberculoase, abcese evacuate în totalitate). Pneumotoraxul parțial sau închistat creează de asemenea, hipertransparențe localizate, situate la periferia cîmpurilor pulmonare.

O categorie particulară de hipertransparențe localizate, de formă liniară sau în bandă, este produsă de bronhiile aerate al căror lumen devine vizibil datorită contrastului cu pereții îngroșați sau cu parenchimul vecin, opacifiat patologic. Imagini de benzi hipertransparente sînt create de bronhii dilatate, bronhiile de drenaj ale cavernelor, bronhiile permeabilizate în cursul resorbției proceselor pneumonice (semnul "bronhogramei aerice") (fig.88, 4,5).

### 5.3.3. Imaginile mixte

Prezența simultană de zone transparente și opace în cadrul aceleiași imagini patologice traduce, în numeroase cazuri, evoluția spre necroză, evacuarea și înlocuirea cu aer a teritoriului afectat al plămînului. Asemenea imagini pot fi produse de tuberculoza ulcero-cazeoasă, pneumonia abcedată, gangrena pulmonară și tumorile necrozate.

Prezența de aer și lichid (rezultat din lichefierea țesutului necrotic) într-o cavitate formată în parenchimul pulmonar sau în cavitatea pleurală produce în mod caracteristic *imaginea hidroaerică*, marcată de existența unui contur liniar perfect orizontal sau în formă de menisc, care separă o zonă opacă (sîtuată inferior) de o zonă

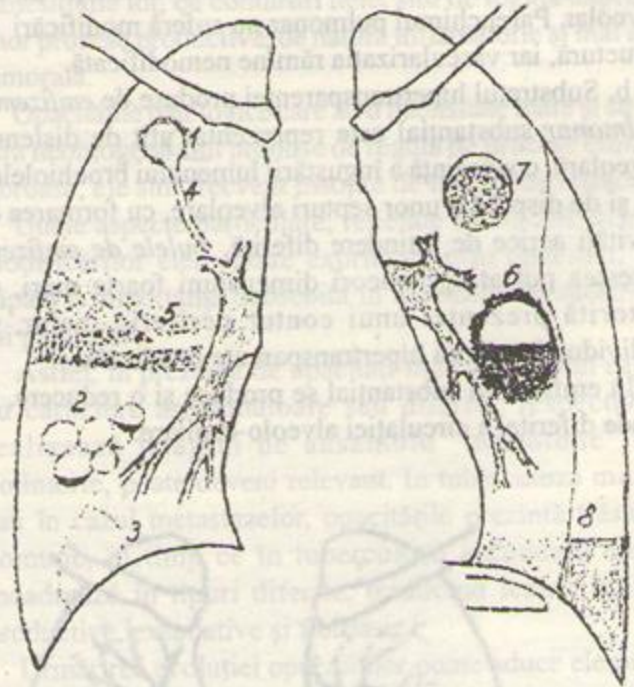


Fig.88. Hipertransparențe localizate (dreapta) și imagini mixte (stînga) 1.cavernă tuberculoasă; 2.chisturi aerice; 3.bulă de emfizem; 4.bronhie de drenaj; 5.bronhogramă aerică (pneumonie în rezoluție); 6.abces pulmonar; 7.chist hidatic "fisurat"; 8.hidropneumotorax.

hipertransparentă superioară. Imaginile hidroaerice sînt produse de abcesul pulmonar constituit, unele caverne tuberculoase, chisturile aerice infectate, chistul hidatic evacuat parțial, pneumotoraxul cu lichid (hidropneumotoraxul) (fig.88, 6,7,8)

## 5.4. Afecțiunile bronhiilor

### 5.4.1. Bronșita acută

Caracterizată din punct de vedere anatomopatologic prin edemul inflamator al mucoasei bronhice, însoțit de o cantitate variabilă de secreție, bronșita acută nu are în general expresie radiologică, dacă nu se însoțește de complicații parenchimotoase. În cazuri rare, producția abundentă de exsudat fibrinos poate crea zone de atelectazie lobulară, traduse prin opacități micronodulare cu caracter de alveolită.

În prezența unui tablou clinic alarmant, examenului radiologic îi revine rolul de a exclude alte afecțiuni acute ale plămînului.



#### 5.4.2. Bronșiolita acută

Apanaj al vârstei de pînă la 2 ani, bronșiolita acută este produsă de infecția cu diferite virusuri (gripal, sincițial, adenovirus etc.).

Ca manifestare morfo-patologică, bronhiile apar pline cu exsudat, iar pereții lor și interstițiul peribronhovascular infiltrate inflamator; vasele sînt turgescențe, cu aspect hiperemic.

Din punct de vedere radiologic, pe fondul unei hipertransparențe moderate a cîmpurilor pulmonare produse de emfizem, se evidențiază imagini vasculare de intensitate crescută, mai ales în regiunile perihilare, datorate hiperemiei inflamatorii și unui grad de hipertensiune tranzitorie. În cursul evoluției, apar opacități micronodulare multiple, care pot marca debutul unor complicații bronhopneumonice.

#### 5.4.3. Bronșita cronică

Dominate inițial de manifestări catarale, care au ca substrat secreția mucoasă sau mucopurulentă, bronșitele cronice dezvoltă în evoluția lor un sindrom clinic ce reflectă fenomene obstructive și consecințe ale acestora la nivelul plămînilor și inimii.

Anatomo-patologic, mucoasa bronhică apare congestionată și îngroșată prin modificările inflamatorii și procesul de fibroză peribronhică. Lumenul bronhiolilor și al bronhiilor de calibru mic apare neuniform redus, în grade diferite. Secundar, apar zone de emfizem, retracții cicatriciale și alterări de traiect, determinate de fibroza interstițială.

Dacă procesul inflamator este limitat la mucoasă, bronșita cronică nu are expresie radiologică. Interesarea întregului perete și a interstițiului peribronhovascular conduce la apariția de imagini liniare opace, de grosime neuniformă, orientate mai ales spre diafragm. Ele pot fi însoțite de opacități în bandă sau triunghiulare, care exprimă prezența de atelectazii lobulare (fig.89).

Dezvoltarea procesului obstructiv conduce, prin instalarea supapei expiratorii, la apariția de teritorii emfizematoase. Scleroza țesutului conjunctiv perivascular îngreunează circulația pulmonară, instalînd sindromul cordului pulmonar cronic, care se traduce radiologic prin mărirea hilurilor și proeminența arterei pulmonare (fig.89).

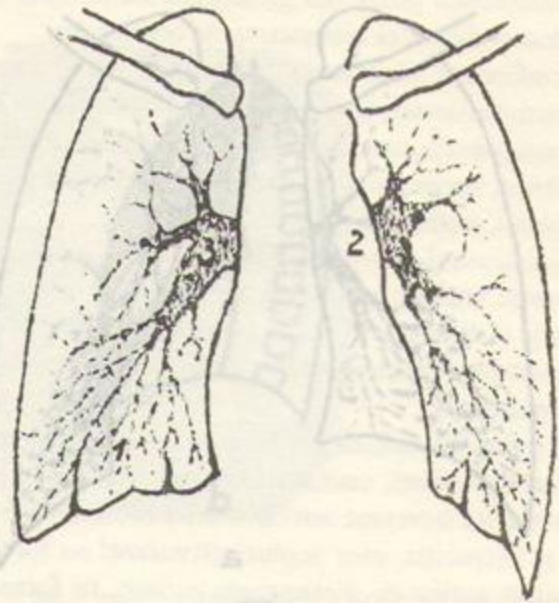


Fig.89. Bronșită cronică. 1. modificarea interstițiului peribronhovascular; 2. proeminența trunchiului arterei pulmonare; 3. mărirea de volum a hilurilor.

#### 5.4.4. Bronșiectaziile

Dilatațiile patologice ale bronhiilor recunosc cauze diferite. Unele dintre ele sînt malformații structurale și arhitectonice congenitale; altele se datorează unor procese inflamatorii care slăbesc rezistența pereților bronhici, făcîndu-i să cedeze la presiunea intracanaliculară. Majoritatea bronșiectaziilor dobîndite sînt însă consecința proceselor fibroase de vecinătate, care modifică lumenul bronhiilor prin tracțiunile exercitate asupra pereților acestora.

Macroscopic, sînt descrise numeroase variante de formă: cilindrice, sacciforme, moniliforme, ampulare, pseudochistice.

Examenul radiologic evidențiază, în special în regiunile bazale, formațiuni opace liniare cu contururi neregulate, produse de pereții îngroșați ai bronhiilor afectate, care crează uneori un aspect reticular. Cînd bronhiile sînt golite de conținut, devin aparente zone de transparență crescută, liniare sau rotund-ovalare, delimitate de formațiuni opace liniare și inelare grosolane, traducînd pereții îngroșați ce delimitează conductele aeriene dilatate. În fazele de supurație pot fi observate și imagini hidroaerice, create de staza conținutului purulent în cavitățile formelor ampulare sau pseudochistice.

În aceste faze sînt deseori evidențiate complicații parenchimatose peribronhice, sub formă de procese de alveolită, care pot crea aspecte similare celor întîlnite în unele pneumopatii acute.



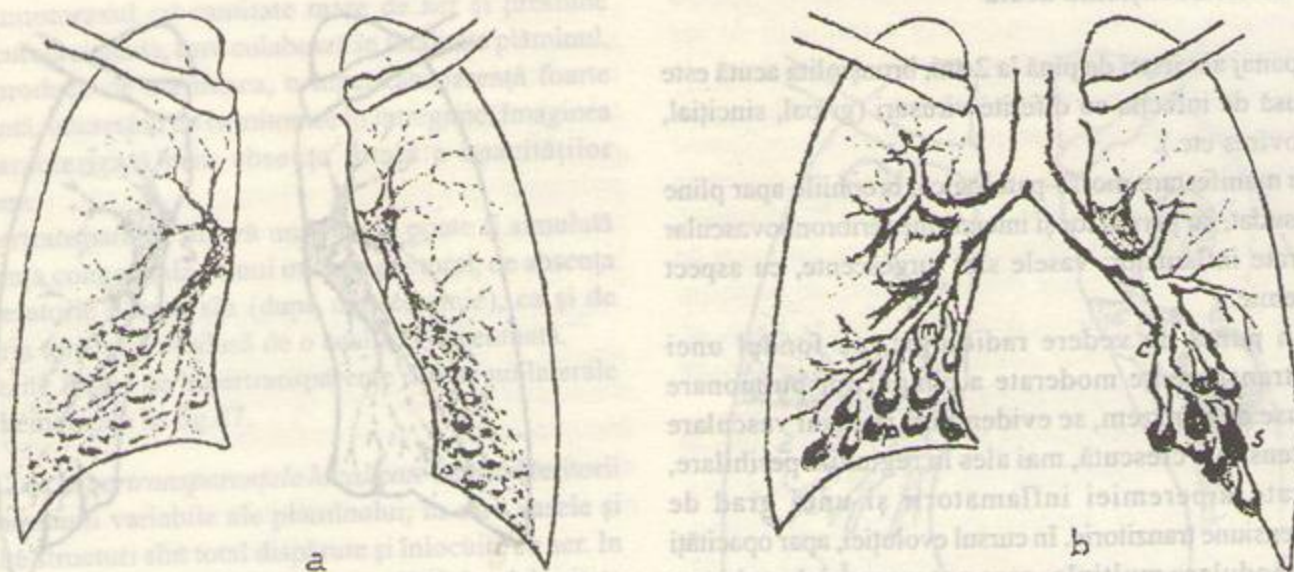


Fig.90. Aspecte radiografice (a) produse de dilatațiile bronhice; bronhografia (b) evidențiază la nivelul regiunilor bazale bronșiectazii de tip moniliform (m), pseudochistic (p), cilindric (c), sacciform (s).

Tomografia și în special bronhografia completează substanțial datele radiografice, precizând forma și dimensiunile formațiunilor bronhice dilatate.

Lumenul bronhiei dilatate, evidențiat prin aceste tehnici, se termină brusc, sub forma unui bot rotunjit; el este lipsit de diviziuni laterale și terminale (acestea sînt obturate prin țesut de granulație). Cavitățile pseudochistice, adesea de mari dimensiuni, înlocuiesc teritorii importante de țesut parenchimos.

#### 5.4.5. Atelectazia

Este un sindrom morfofuncțional consecutiv obstrucției căilor aeriene, care determină suprimarea ventilației pe un anumit teritoriu al plămînilui. În acest teritoriu circulația este păstrată; aerul inspirat nu mai pătrunde însă în alveole, iar cel preexistent în acestea se resoarbe. Colabarea consecutivă a pereților alveolari conduce la diminuarea volumului regiunii pulmonare interesate. Aceasta stă la baza caracterului retractil al atelectaziei, resimțit și de structurile și organele din vecinătate (scizuri, diafragm, mediastin, pereți toracici), care sînt deplasate spre teritoriul atelectatic. Distensia compensatorie ("emfizemul compensator") se poate manifesta în vecinătate sau la distanță, pe întinderi variabile ale regiunilor pulmonare indemne.

Obstrucția lumenului bronhic, care conduce la instalarea atelectaziei, poate fi de natură intrinsecă (corpi străini,

tumori cu dezvoltare intrabronhică) sau extrinsecă (compresii ale pereților bronhici prin procese tumorale vecine, anevrisme aortice, adenopatii voluminoase).

Radiologic, regiunea atelectatică apare ca o opacitate de intensitate medie sau mare, omogenă, însoțită de reducerea dimensională a teritoriului afectat. Acesta poate fi reprezentat de teritorii funcționale de întindere variabilă (lobuli, un segment, un lob sau un plămîn în întregime).

Intr-o fază incipientă, incompletă, a obstrucției, examenul tomografic evidențiază uneori devierea vaselor și bronhiilor, aglomerate în teritoriul redus de volum.

În forme cu evoluție lungă, retractorul teritoriului respectiv este accentuată de instalarea unor procese fibroase.

Sediul și întinderea procesului atelectatic determină particularități de formă, poziție și dimensiuni ale imaginii opace, ca și caracterele modificărilor indirecte (fig.91): deplasări ale scizurilor, ridicarea unui hemidiafragm, tracțiunea în sens apical sau bazal a unui hil, deplasarea parțială sau totală a mediastinului spre partea afectată, diminuarea în înălțime a spațiilor intercostale, "hernia" plămînilui controlateral.

Atelectazia lobului mijlociu, produsă de adenopatii, procese inflamatorii endo- și peribronhice sau tumori, realizează așa-numitul "sindrom de lob mediu", entitate nosologică clinico-radiologică. Atelectaziile prin spasm al parenchimului pulmonar constituie o manifestare particulară, care are ca substrat un dezechilibru neurovegetativ, materializat probabil pe calea inervației



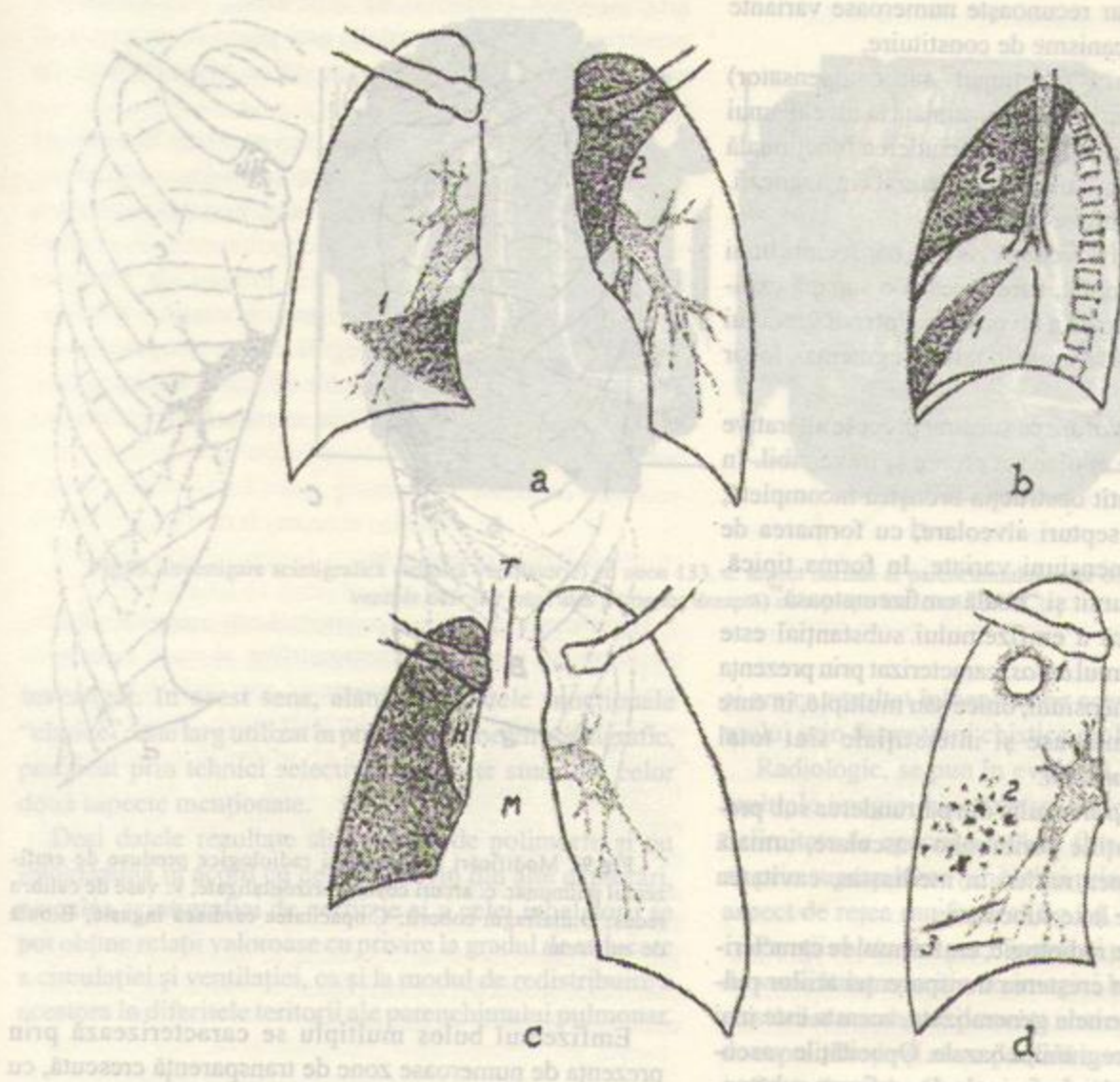


Fig.91. Imagini produse de atelectazie a și b: atelectazia lobului mediu (1) și lobului superior (2), de față și de profil; c: atelectazie totală a plămânului drept, cu deplasarea traheei (T), mediastinului (M) și herniere a plămânului controlateral (H); d: forme particulare de atelectazie: colaps pericavitar (1), atelectaziile parcelare (2), atelectaziile lamelare (3).

metamerice. Principalele forme sînt reprezentate de atelectaziile *parcelare* (subsegmentare, lobulare sau acinoase) (fig.91 d,2) și de atelectaziile *lamelare* sau *discoide* (Fleischner). Acestea din urmă se traduc prin opacități liniare sau în bandă, cu traiect orizontal, dispuse în regiunile bazale ale plămînului (fig.91, d,3). Apar de regulă în procese traumatiche, inflamatorii sau tumorale ale abdomenului și se consideră manifestări reflexe, soldate cu spasme ale parenchimului pulmonar.

Spre deosebire de atelectazie, colapsul pulmonar reprezintă reducerea conținutului aerice al plămînului, datorată compresiei exterioare. Intrucît bronhiile aferente rămîn permeabile, aerul intraalveolar nu se resoarbe, iar tendința de reexpansiune spontană a parenchimului pulmonar este conservată. În mod obișnuit, colapsul este

consecința pneumotoraxului.

Colapsul pericavitar este caracteristic unor caverne recente constituite; se traduce radiologic prin apariția unei opacități inelare de intensitate slabă, care delimitează hipertransparența produsă de conținutul aerice al cavității (fig.91, d,1)

### 5.5. Emfizemul pulmonar

Este starea patologică a plămînului caracterizată prin creșterea conținutului său în aer, datorată supradistensiei alveolare sau alterării țesutului elastic, care poate evolua pînă la dispariția unor septuri alveolare și formarea de cavități de dimensiuni diferite.



Emfizemul pulmonar recunoaște numeroase variante anatomo-clinice și mecanisme de constituire.

Emfizemul *vicariant* ("funcțional" sau compensator) reprezintă supradistensia alveolară instalată la nivelul unui lob sau plămîn, care compensează excluderea funcțională a lobului vecin sau plămînului controlateral (în agenezii, displazii, atelectazii, fibroze întinse).

Emfizemul *obstructiv circumscris* este consecința unui obstacol bronhic incomplet, care creează o supapă expiratorie și distensia în exces a alveolelor. Potrivit gradului de mărime a bronhiei interesate, poate fi segmentar, lobar sau pulmonar.

Emfizemul *substanțial* are ca substrat procese alterative de natură variată, care evoluează cronic și ireversibil. În apariția lui intervine atât obstrucția bronșică incompletă, cât și dispariția unor septuri alveolare, cu formarea de cavități aerice de dimensiuni variate. În forma tipică, generalizată, este denumit și "boală emfizematoasă".

O formă particulară a emfizemului substanțial este reprezentată de emfizemul *bulos*, caracterizat prin prezența de cavități de mari dimensiuni, unice sau multiple, în care structurile parenchimatose și interstițiale sînt total dispărute, *bulele de emfizem*.

Emfizemul *interstițial* rezultă din pătrunderea sub presiune a aerului în spațiile peribronho-vasculare, urmată de obicei de difuziunea rapidă în mediastin, cavitatea pleurală sau țesuturile laxo subcutane.

Din punct de vedere radiologic, emfizemul se caracterizează în principal prin creșterea transparenței ariilor pulmonare afectate; în formele generalizate, aceasta este mai net vizibilă la nivelul regiunilor bazale. Opacitățile vasculare, deși de calibru redus în formele de emfizem substanțial avansat, apar mai bine conturate, datorită contrastului cu fondul hipertransparent pe care se proiectează.

De importanță uneori decisivă în stabilirea diagnosticului radiologic de emfizem și în precizarea formei și stadiului evolutiv este evidențierea modificărilor însoțitoare, de ordin static și dinamic. Acestea constau din orizontalizarea arcurilor costale, lărgirea cavității toracice și coborîrea diafragmului (fig.92). Amplitudinea mișcărilor respiratorii ale arcurilor costale și diafragmului este redusă în grade diferite; în formele grave, toracele în ansamblu creează impresia de rigiditate. În emfizemul obstructiv unilateral, mediastinul este deplasat spre hemitoracele în care se situează procesul patologic obstructiv, iar în inspir pendulează de aceeași parte.

*Bula de emfizem* se prezintă ca o imagine hipertransparentă, lipsită de structură, înconjurată de un inel opac foarte fin, uneori greu vizibil; ea poate atinge dimensiuni gigantice, pînă la înlocuirea unui întreg plămîn (pneumatocel).

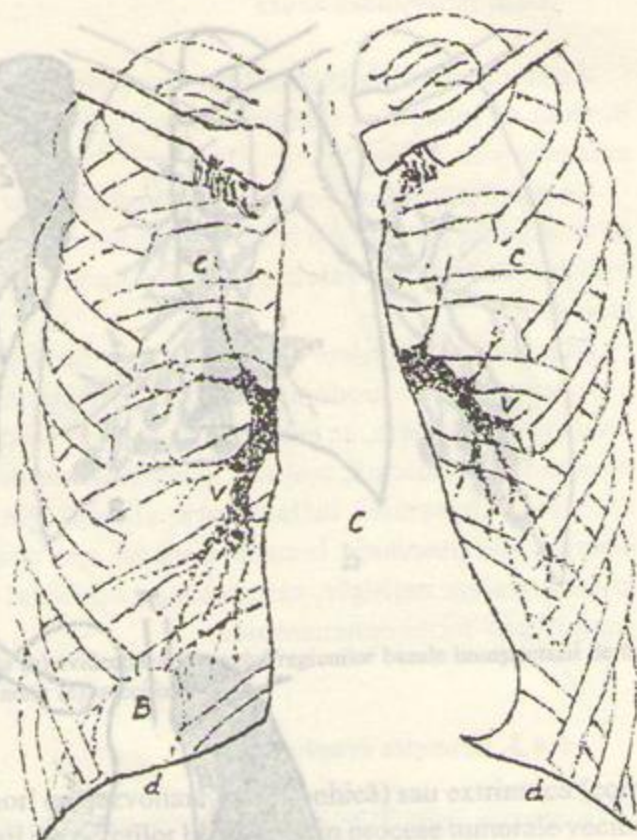


Fig.92 Modificări ale imaginii radiologice produse de emfizemul pulmonar. c: arcuri costale orizontalizate; v: vase de calibru redus; D: diafragma coborît; C: opacitatea cardiacă îngustă; B: bula de emfizem.

Emfizemul bulos multiplu se caracterizează prin prezența de numeroase zone de transparență crescută, cu pereți inelari și subțiri.

Unele dintre principalele trăsături radiologice ale emfizemului sînt schematizate în fig.92.

## 5.6. Bronhopneumopatia cronică obstructivă (BPOC)

Această denumire generică se referă la o varietate de manifestări clinice, avînd ca substrat procese spastice, inflamatorii și degenerative ale bronhiilor, la care se poate asocia și emfizemul pulmonar.

În afara elementelor de diagnostic pe care le oferă examenul radiologic (și care rezultă din noțiunile prezentate în paragrafele anterioare), o importanță decisivă pentru evaluarea gravității stării existente și a prognosticului este atribuită informațiilor cu privire la circulația (perfuzia) și ventilația pulmonară, proprii cazului



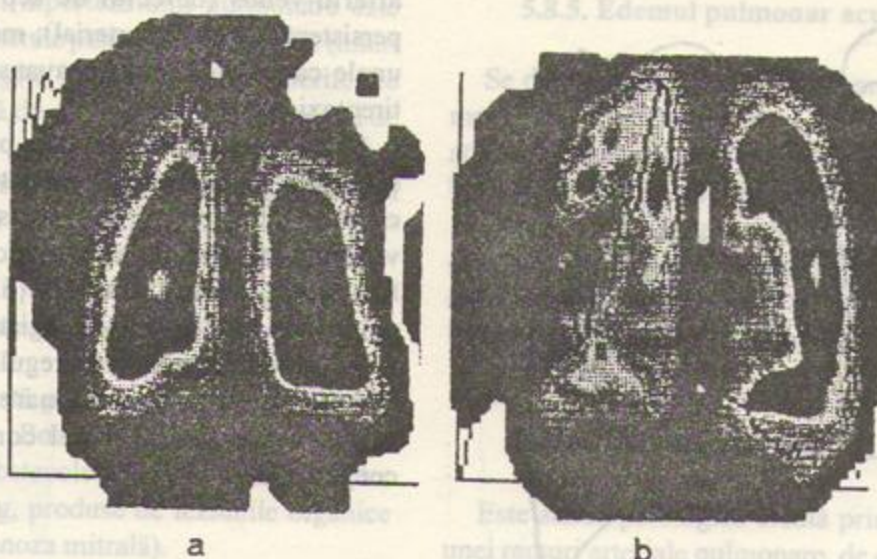


Fig.93. Investigare scintigrafică (tehnică ventilatorie) cu neon 133. a: aspect normal al parenchimului celor doi plămâni; b: parenchim ventilat deficitar (mai ales pe partea dreaptă) cu repleție întârziată (BPOC).

investigat. În acest sens, alături de testele funcționale "clasice", este larg utilizat în prezent examenul scintigrafic, practicat prin tehnici selective, adecvate studiului celor două aspecte menționate.

Deși datele rezultate sînt extrem de polimorfe și nu întotdeauna în acord cu cele ce provin din alte explorări, pe calea scintigrafiei de perfuzie și a celei inhalatorii se pot obține relații valoroase cu privire la gradul de reducere a circulației și ventilației, ca și la modul de redistribuire a acestora în diferitele teritorii ale parenchimului pulmonar.

## 5.7. Chisturile aerice

Formațiuni solitare sau multiple, chisturile aerice cu dezvoltare intrapulmonară sînt malformații structurale care constau din lipsa de formare a parenchimului aferent unei bronhii și prin dilatarea lumenului acesteia, pînă la apariția unei cavități de dimensiuni variabile, plină cu aer.

Chistul aeric *solitar* apare radiologic ca o imagine hipertransparentă rotundă, dispusă în plin țesut pulmonar normal, delimitată la exterior printr-un perete propriu subțire, de intensitate medie (fig.94, 1); poate atinge dimensiuni considerabile (mai ales dacă se produce o supapă expiratorie) și, în acest caz, deplasează prin împingere structurile vasculare vecine.

Chisturile aerice *multiple* sînt de regulă apanajul așa-numitei "boli chistice" a plămînilui. În cadrul acesteia, displazia chistică bronho-parenchimotoasă interesează teritorii uneori foarte întinse ale unuia sau ambilor plămîni

și are ca rezultat înlocuirea pe aceste teritorii a parenchimului prin formațiuni chistice multiple.

Radiologic, se pun în evidență, pe întinderi variabile, multiple imagini hipertransparente, rotunde sau ovalare, delimitate de opacități inelare fine, regulate, ce pot realiza prin suprapunere (uneori și prin apăsare reciprocă) un aspect de rețea sau fagure (fig.94, 2).

Pereții chisturilor pot fi îngroșați prin procese inflamatorii de vecinătate; apariția de imagini hidroaerice în interiorul chisturilor marchează prezența unei cantități de lichid, produs de suprainfecție și staza parțială a secreției.

Pe teritoriul afectat, imaginile vasculare sînt reduse numeric și dimensional sau nu pot fi puse în evidență. În cazul în care displazia interesează un plămîn în întregime ("plămînul polichistic"), acesta apare redus de volum.

## 5.8. Stările patologice ale vaselor pulmonare

### 5.8.1. Oligohemia

Definește volumul redus al circulației pulmonare, atît în sectorul ei arterial, cît și în cel venos. În afara cazurilor de aplazie și hipoplazie a arterei pulmonare, însoțește afecțiunile cardiace (în marea lor majoritate de natură congenitală) în care debitul ventriculului drept este scăzut (stenoza de tricuspida și de arteră pulmonară).



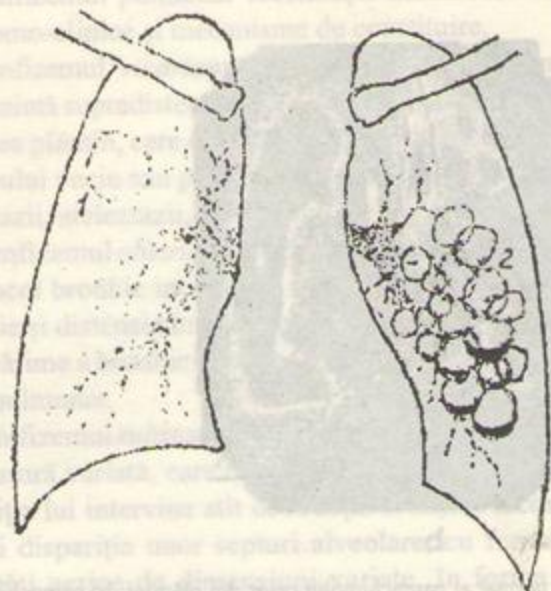


Fig. 94. Chisturi aerie. 1. chist solitar; 2. chisturi multiple.

Radiologic, imaginile hilurilor au dimensiuni mici, iar opacitățile vasculare sînt înguste, reduse numeric și pot fi evidențiate numai în regiunile perihilare (fig. 95, a).

### 5.8.2. Hiperemia

Traduce starea hemodinamică dominată de sporirea fluxului arterial pulmonar. Este proprie afecțiunilor congenitale ale cordului în care se creează un scurt-circuit

arterio-venos (defectul de sept atrial și ventricular, persistența canalului arterial); mai poate fi observată în unele cazuri de emfizem avansat cu hipoxemie și de tireotxicoză gravă.

Se caracterizează radiologic prin prezența unor hiluri și imagini vasculare ce păstrează toate trăsăturile normale, cu particularitatea că au dimensiuni mai mari și pot fi vizibile pînă la periferia cîmpurilor pulmonare. Examenul kimografic evidențiază pulsațiile proprii ale arterelor pulmonare, care nu pot fi înregistrate în condiții normale.

În afara imaginilor, de regulă foarte pregnante, ale hilurilor și vaselor pulmonare (fig. 95, b), imaginea cardiacă prezintă aspectul corespunzător anomaliei congenitale prezente.

### 5.8.3. Hipertensiunea

Hipertensiunea arterială pulmonară este urmarea creșterii rezistenței în segmentul corespunzător al miciei circulații; recunoaște, sub aspect etiopatogenic, mai multe tipuri. Tipul *activ* este consecința proceselor pulmonare cronice (fibroze întinse, emfizem etc.), care se soldează cu reducerea ireversibilă a patului circulator. Tipul *pasiv* sau *secundar* reprezintă starea spastică a arteriolelor pulmonare, determinată de staza venoasă pronunțată; această stare are un efect protector asupra circulației supraalveolare ("al doilea baraj circulator" din stenoza mitrală). Tipul *hipercinetic* este întâlnit în unele forme de hiperemie; se instalează pe aceeași cale reflex-spastică și are ca rezultat, de asemenea, reducerea circulației arteriale supraalveolare.

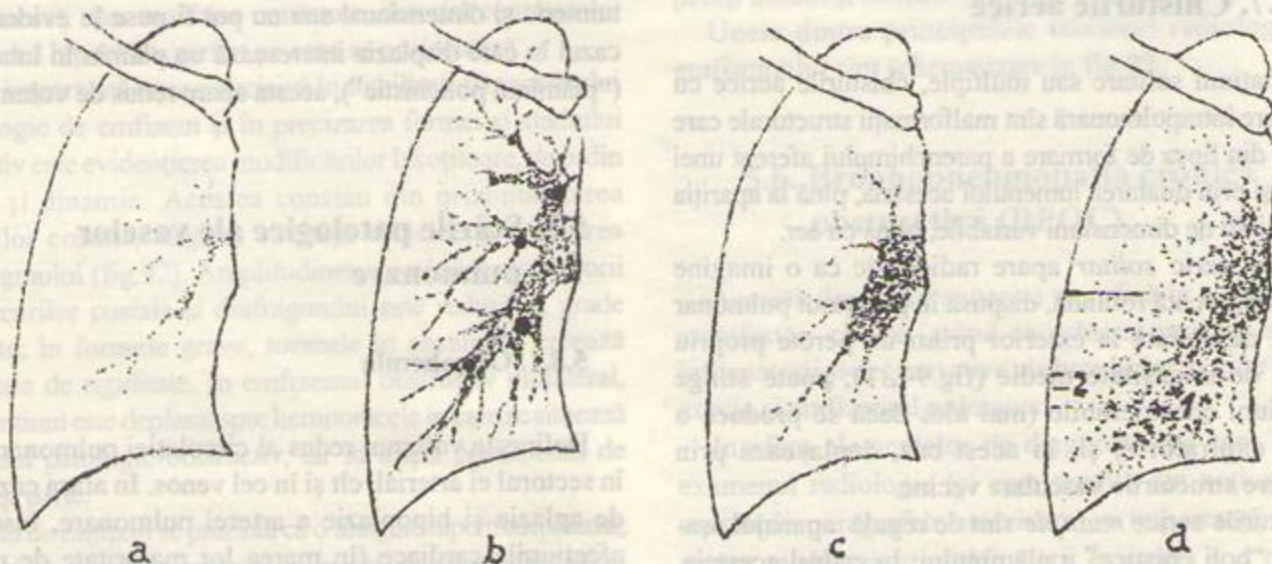


Fig. 95. Aspecte radiologice în tulburările hemodinamice ale circulației pulmonare a: oligohemie; b: hiperemie; c: hipertensiune; d: stază (1. transsudate alveolare; 2. linii Kerley B).



Radiologic, aspectul hipertensiunii pulmonare este destul de caracteristic: arterele pulmonare proximale (hiluri și ramuri lobare) sînt lărgite, în timp ce arterele periferice suferă o reducere bruscă de calibru, realizînd aspectul de "amputare" (fig.95, c).

Imaginea cordului este modificată în principal prin proeminența trunchiului arterei pulmonare.

#### 5.8.4. Staza pulmonară

Reprezintă starea creată prin creșterea conținutului și presiunii intravenoase. Poate însoți decompensările ventriculului stîng sau obstacolele în calea golirii venelor pulmonare în atrium stîng, produse de leziunile organice ale orificiului mitral (stenoza mitrală).

Aspectul radiologic al stazei pulmonare este variabil, în funcție de gradul de dezvoltare și durata evoluției. Inițial, hilurile și imaginile vasculare apar crescute în calibru și intensitate; apariția unui transsudat interstițial produce apoi ștergerea contururilor acestora. Infiltrația interstițiului peribronho-vascular periferic și a celui perilobular duce la vizibilizarea lui și la apariția unui desen în rețea la periferia cîmpurilor pulmonare. În formele avansate apar transsudate alveolare, traduse prin opacități micronodulare, cu aspect bronhopneumonic, localizate perihilar și la baze (fig.95, d). Apariția liniilor B ale lui Kerley (fig.95, d) traduce staza limfatică însoțitoare.

În formele vechi de stază, impregnarea celulelor alveolare cu pigmenți sanguini produce o fibroză reactivă în microfocare, *hemosideroza*, care creează un aspect radiologic asemănător cu tuberculoza miliară.

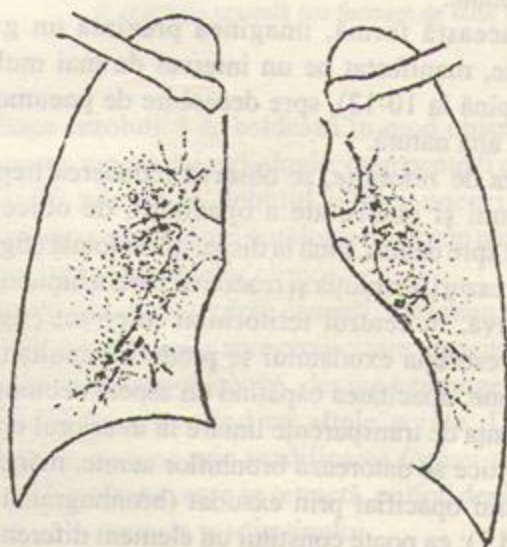


Fig.96. Edemul pulmonar acut hemodinamic (decompensare acută a ventriculului stîng).

#### 5.8.5. Edemul pulmonar acut

Se datorează creșterii bruște a presiunii de filtrare prin membrana alveolară (în cazul decompensării ventriculului stîng sau în stenoza mitrală), respectiv creșterii permeabilității capilare (în edemul renal, alergic sau toxic).

Transvazarea conținutului vascular în alveole se exprimă radiologic prin opacități difuze, de intensitate slabă, confluențe, dispuse pe teritorii de întindere variabilă în vecinătatea hilurilor sau la baze (fig.96.)

#### 5.8.6. Infarctul pulmonar

Este starea patologică creată prin obstrucția bruscă a unei ramuri arteriale pulmonare, de dimensiuni variabile. Se datorează emboliei sau trombozei arterei respective, urmată de instalarea unui tablou clinic deosebit de pregnant, uneori dramatic.

În urma obstrucției ramurii arterei pulmonare se produce o revărsare a sîngelui din arterele bronhice corespunzătoare teritoriului respectiv în capilare, urmată de transvazare și constituirea pe acest teritoriu a unei alveolite hemoragice.

Aspectul radiologic al infarctului pulmonar depinde de dimensiunile și localizarea lui. Atunci cînd ocupă o porțiune importantă dintr-un segment, apare ca o opacitate segmentară, de intensitate medie, cu structură omogenă, asemănătoare celei a unui proces penumonic (fig.97). Dacă teritoriul afectat este de dimensiuni mai mici, se poate traduce printr-o opacitate neregulat rotundă sau ovalară. Prezența simultană de infarcte multiple, de mici dimensiuni, este posibilă, imaginea realizată fiind uneori greu de diferențiat de cea a unei bronhopneumonii.

În evoluție, infarctul se poate complica cu un revărsat lichidian pleural sau o supurație a teritoriului respectiv, cu formarea unui abces (fig.97, c). Etapele evolutive finale pot fi reprezentate de rezoluția completă sau cu fibroza parenchimului afectat.

În studiul trombo-embolismului pulmonar, *examenul scintigrafic de perfuzie* (uneori și cel de ventilație) își poate aduce, în mod logic, contribuția, evidențiind "zonele reci" (care și-au pierdut circulația) ale parenchimului pulmonar. Obstrucția arterelor de dimensiuni mari (trunchi principal, artere lobare) este foarte bine pusă în evidență; cea a ramurilor periferice rămîne însă mai dificil și mai puțin sigur reprezentată.

Scintigramele trebuie să fie întotdeauna interpretate cu prudență și într-un context clinic bine conturat, întrucît și alte condiții patologice (cancerul bronho-pulmonar,



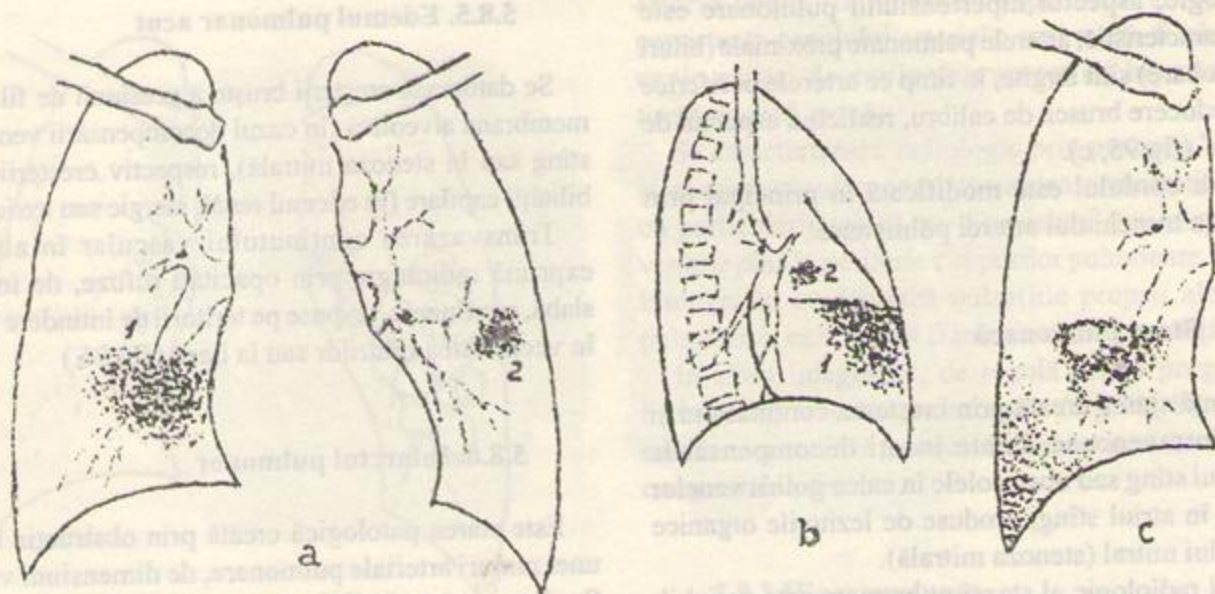


Fig.97. Infarct pulmonar de dimensiuni cvasi-segmentare (1) și de dimensiuni mici (2), pe radiografia de față (a) și de profil (b); evoluție spre abcedare și complicare cu un revărsat lichidian pleural (c).

teritoriile fibroase, astmul, emfizemul) pot crea imagini foarte asemănătoare.

Investigarea radioizotopică se vedește foarte utilă în urmărirea evoluției infarctului, evidențiind cu claritate refacerea circulației în teritoriul afectat.

## 5.9. Pneumopatiile acute

### 5.9.1. Pneumonia acută tipică (cu pneumococ)

Este forma întâlnită în majoritatea cazurilor de pneumonii bacteriene ale adultului. Din punct de vedere anatomo-patologic, pneumonia tipică recunoaște patru etape evolutive distincte. În faza inițială, de *congestie*, alveolele apar pline cu un exsudat sero-albuminos, care cuprinde hematii, celule alveolare, polinucleare și germeni patogeni. În faza de *hepatizație roșie*, conținutul alveolar se organizează într-un coagul fibrinos. În condiții evolutive obișnuite, urmează faza de *resorbție*, în care cheagul se lichefiază și se elimină, structurile pulmonare recăpătând aspectul normal inițial. Dacă resorbția nu se produce, se instalează faza de *hepatizație cenușie*, cu "carnificarea" țesutului pulmonar, abcedare sau fibroză.

Complicațiile posibile ale pneumoniei sînt reprezentate de pleurezii meta- sau parapneumonice, abcedarea sau gangrenarea teritoriului afectat, ca și de cronicizare și fibroză.

Aspectul radiologic este variabil, în funcție de etapa evolutivă în care se practică examenul. În faza de *congestie*, la nivelul regiunii interesate apare o opacitate de intensitate slabă, de formă vag segmentară, difuz delimitată de teritoriile vecine (fig.98, a). În faza de *hepatizație roșie* opacitatea crește în intensitate, căpătînd prin forma ei caractere pregnante de opacitate sistematizată, segmentară sau lobară; ea rămîne imprecis conturată la periferie, cu excepția cazului în care procesul pneumonic atinge, în dezvoltarea lui, o scizură. În acest caz, pe imaginea de față apare un contur liniar net (fig.98, b). Teritoriul afectat, nu prezintă modificări dimensionale.

Sub această formă, imaginea prezintă un grad de stabilitate, manifestat pe un interval de mai multe zile (uneori pînă la 10-12), spre deosebire de pneumopatiile acute de altă natură.

În faza de *rezoluție*, se observă reducerea treptată în dimensiuni și intensitate a opacității, de obicei de la periferie spre centru, pînă la dispariția ei totală (fig.98, d). În unele cazuri, rezoluția și rearea parenchimului încep, dimpotrivă, în centrul teritoriului interesat (fig.98,d); alteleori, resorbția exudatului se produce simultan în mai multe zone, opacitatea căpătînd un aspect neomogen.

Prezența de transparențe liniare în interiorul opacității pneumonice se datorează bronhiilor aerate, mărginite de parenchim opacifiat prin exsudat (bronhogramă aerică, fig.98, d,2); ea poate constitui un element diferențial față de alte procese patologice (tumori, afecțiuni pleurale), în care nu este niciodată întâlnită.



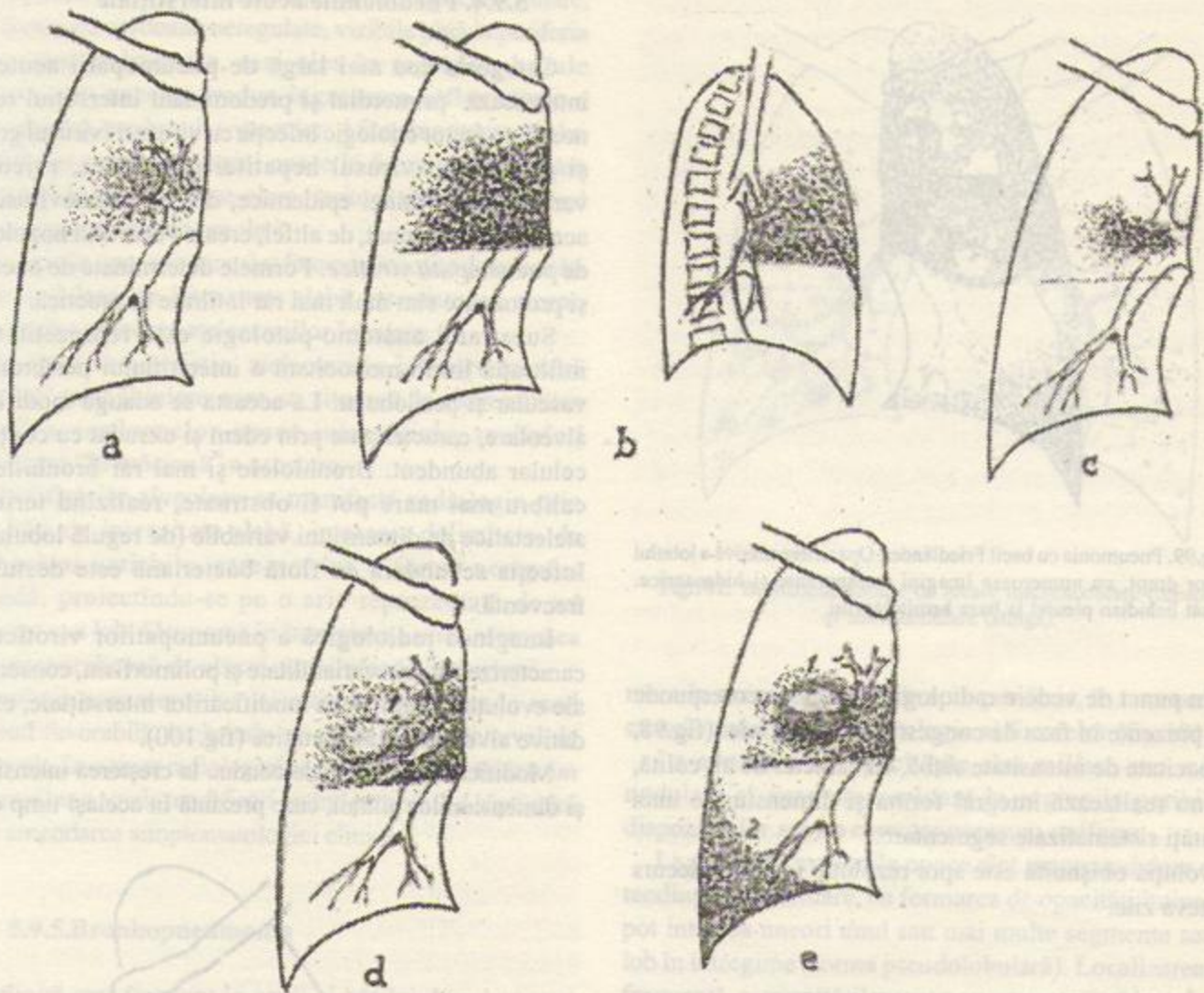


Fig.98. Evoluția pneumoniei tipice în imaginea radiologică. a: faza de congestie; b: faza de hepatizație roșie; c: rezoluție periferică; d: rezoluție centrală (cu formare de false imagini cavitare – 1; în 2 "bronhogramă aerică"); e: evoluție spre abcedare (1) și pleurezie metapneumonică (2).

Etapa rezolutivă se soldează în mod obișnuit cu normalizarea aspectului radiologic, care poate fi consemnată la 10-20 zile de la debutul clinic; uneori, imaginea păstrează unele trăsături patologice un timp oarecare după amendarea simptomelor clinice.

Instalarea *hepatizării cenușii* marchează evoluția procesului pneumonic spre cronicizare: opacitatea persistă dincolo de durata obișnuită, devine neomogenă, cu zone intens opace, alternând cu altele aerate. Dezvoltarea fibrozei se traduce prin modificarea formei și volumului teritoriului afectat, care se retractă, putând deplasa scizura vecină sau organele mediastinului.

În cursul evoluției, examenul radiologic poate evidenția eventualele complicații ale pneumoniei: abcedarea, gan-

grena, dezvoltarea unui emfizem bulos, pleurezia meta- sau parapneumonică, eventual pneumotoraxul (fig.98, e).

### 5.9.2. Congestia pulmonară

Este un proces inflamator de natură microbiană variată, caracterizat printr-o evoluție mai scurtă și mai puțin expresivă clinic în raport cu pneumonia tipică.

Substratul anatomo-patologic este reprezentat de o alveolită sero-fibrinoasă, care nu trece în etapele următoare, proprii pneumoniei, ci evoluează spre rezoluție. În ansamblu, întregul proces ar putea fi echivalat cu o pneumonie abortivă.





Fig.99. Pneumonia cu bacil Friedländer. Opacifiere masivă a lobului superior drept, cu numeroase imagini transparente și hidroaerice. Revărsat lichidian pleural la baza hemitoracelui.

Din punct de vedere radiologic, imaginea corespunde celei prezente în faza de congestie a pneumoniei (fig.98, a): opacitate de intensitate slabă, cu caracter de alveolită, care nu realizează integral forma și dimensiunile unei opacități sistematizate segmentare.

Evoluția obișnuită este spre rezoluție totală în decurs de câteva zile.

### 5.9.3. Pneumonia cu bacil Friedländer (*Klebsiella pneumoniae*)

Debutează radiologic prin opacități nodulare de intensitate relativ mare, care confluează rapid, realizând opacități intense, polisegmentare sau lobare. La baza acestora se situează un exsudat alveolar deosebit de abundent, care mărește volumul teritoriului interesat.

Procesul de alveolită evoluează rapid spre necroză și ulcerare, cu formare de cavități multiple, confluențe; acestea se traduc radiologic prin imagini hipertransparente și hidroaerice (fig.99).

Destul de frecvent, pot fi evidențiate complicații pleurale: revărsate lichidiene (de obicei purulente), uneori pneumotorax sau piopneumotorax.

Datorită alterărilor parenchimotoase grave și întinse pe care le produce, pneumonia cu *Klebsiella* se soldează de obicei cu sechele fibroase, similare celor ale tuberculozei.

### 5.9.4. Pnemoniile acute interstițiale

Categoria cea mai largă de pneumopatii acute ce interesează primordial și predominant interstițiul recunoaște ca factor etiologic infecția cu virusuri (virusul gripal și paragripal, virusul hepatitei epidemice, rujeolei, varicelei, parotiditei epidemice, diverse adenovirusuri); aceasta a determinat, de altfel, crearea cadrului nozologic de pneumopatii virotice. Formele determinate de bacterii și protozoare sînt mult mai rar întîlnite în practică.

Substratul anatomo-patologic este reprezentat de infiltrația limfo-monocitară a interstițiului peribronhovascular și perilobular. La aceasta se adaugă modificări alveolare, caracterizate prin edem și exsudat cu conținut celular abundent. Bronhiiolele și mai rar bronhiile de calibru mai mare pot fi obstruate, realizînd teritorii atelectatice de dimensiuni variabile (de regulă lobulare). Infecția secundară cu floră bacteriană este destul de frecventă.

Imaginea radiologică a pneumopatiilor virotice se caracterizează prin variabilitate și polimorfism, consecințe ale evoluției simultane a modificărilor interstițiale, exsudative alveolare și atelectatice (fig.100).

Modificările interstițiale conduc la creșterea intensității și dimensiunilor hilului, care prezintă în același timp con-



Fig.100. Pneumonie interstițială.



tururi șterse. De la nivelul lui, se pot urmări opacități liniare, sub formă de cordoane neregulate, vizibile pînă la periferia cîmpurilor pulmonare, mai ales în regiunile bazale posterioare; acestea traduc îngroșarea inflamatorie a interstițiului peribronho-vascular. Afectarea interstițiului perilobular produce imagini opace în forma de rețea, care păstrează în interior zone clare, teritorii alveolare normal aerate (aspect reticulo-areolar).

Imaginile opace liniare sînt frecvent însoțite de opacități micronodulare, de intensitate slabă, cu contururi șterse, care traduc prezența atelectaziilor lobulare.

În mod caracteristic, atelectaziile lobulare creează opacități triunghiulare care se situează la extremitatea distală a cordoanelor opace interstițiale, realizînd îngroșarea "în măciucă" a acestora.

Modificările alveolare se manifestă radiologic prin opacități de intensitate slabă, imprecis delimitate, de dimensiuni variabile, care pot lua o formă neregulat rotundă, proiectîndu-se pe o arie reprezentată de un segment sau lob. Ocuparea în întregime a unor asemenea teritorii marchează de obicei suprainfecția bacteriană.

Evoluția pneumopatiilor interstițiale acute este în mod obișnuit favorabilă, încheindu-se clinic într-un interval de cîteva zile. Imaginea radiologică se normalizează însă într-un timp mai lung, unele modificări putînd persista 3-4 săptămîni după amendarea simptomatologiei clinice.

### 5.9.5. Bronhopneumonia

Întîlnită mai frecvent la copii și bătrîni, bronhopneumonia cu floră banală este un proces inflamator care interesează atît alveolele, cît și bronhiiolele terminale.

Spre deosebire de pneumonia tipică, leziunile sînt multiple, dispersate pe teritorii întinse, de regulă bilateral, de unde termenul de "pneumonie în focare" utilizat uneori; aceste leziuni pot evolua simultan sau succesiv.

Procesul lezional elementar este reprezentat de un focar de bronhoalveolită. Formațiunile patologice au dimensiuni diferite (micro- sau macronodulare) și sînt dispuse în jurul unei bronhiiole terminale, care are pereții infiltrați inflamator și lumenul plin cu secreție purulentă (bronșiolită supurată). Alveolele ce înconjoară bronhiola afectată prezintă, dinspre centru spre periferia focarului, diferite stadii de evoluție inflamatorie: alveolita supurată, fibrinoasă, catarală sau edematoasă. Capilarele alveolare și bronhice sînt hiperemice.

Imaginea radiologică se caracterizează prin opacități multiple, neregulat rotunde sau ovalare, de dimensiuni diferite, cu contururi șterse; intensitatea acestora este mai

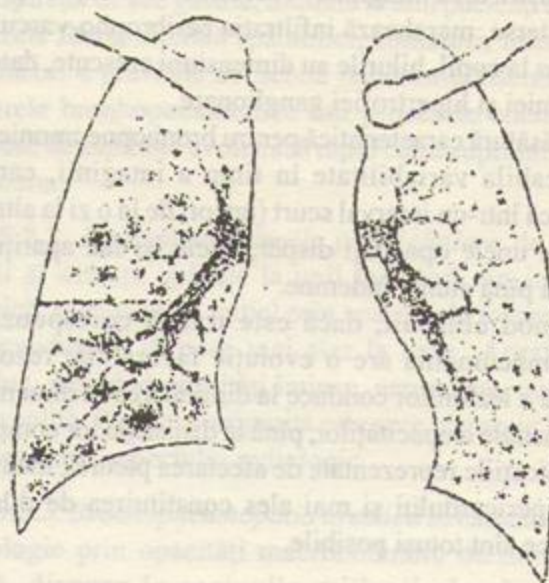


Fig.101. Bronhopneumonie cu focare macronodulare (dreapta) și micronodulare (stînga).

mare în centru și descrește spre periferie, în concordanță cu substratul anatomopatologic al focarelor (fig.101).

La copilul mic, opacitățile sînt miliare sau micronodulare și apar predominant în regiunile perihilare; dispoziția lor are un caracter oarecum uniform.

La adult, formațiunile opace sînt macronodulare și au tendința de confluare, cu formarea de opacități întinse, ce pot interesa uneori unul sau mai multe segmente sau un lob în întregime (forma pseudolobulară). Localizarea mai frecventă a opacităților este reprezentată de regiunile bazale și șanțurile costo-vertebrale.

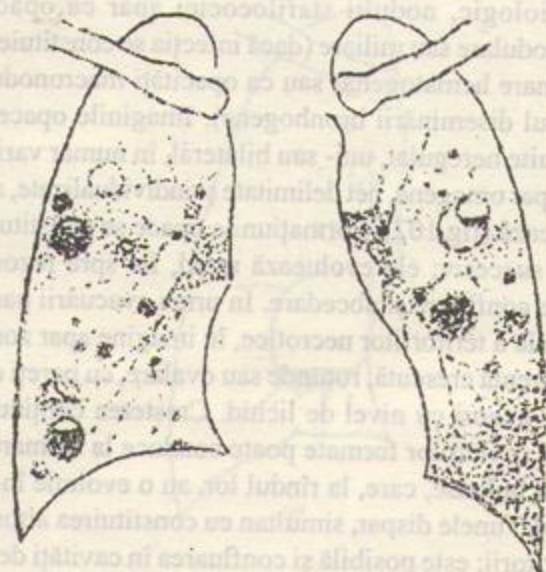


Fig.102. Bronhopneumonie cu stafilococ.



Intensificarea imaginilor vasculare, care capată și contururi șterse, marchează infiltrația peribronho-vasculară; mai ales la copil, hilurile au dimensiuni crescute, datorită hiperemiei și hipertrofiei ganglionare.

O trăsătură caracteristică pentru bronhopneumonie este remarcabila variabilitate în timp a imaginii, care se modifică într-un interval scurt (uneori de la o zi la alta); în timp ce unele opacități dispar, altele își fac apariția pe teritorii pînă atunci indemne.

În mod obișnuit, dacă este tratată corespunzător, bronhopneumonia are o evoluție favorabilă; rezorbția treptată a leziunilor conduce la diminuarea în dimensiuni și intensitate a opacităților, pînă la dispariția lor completă. Complicațiile reprezentate de afectarea pleurei, mediastinului, pericardului și mai ales constituirea de dilatații bronhice sînt totuși posibile.

#### 5.9.6. Pneumonia (bronhopneumonia) stafilococică

Rar întîlnită la adult, bronhopneumonia stafilococică este apanajul noului născut și copilului de pînă la 7 ani, la care reprezintă cea mai frecventă pneumopatie bacteriană; este aproape întotdeauna secundară unei stafilococii cutanate sau cu altă localizare inițială. La adulți, apare mai ales la purtătorii de afecțiuni pulmonare cronice sau la pacienți în convalescență după intervenții chirurgicale (în multe cazuri prin contaminare intraspitalicească).

Modificarea morfopatologică elementară este *nodulul stafilococic*, un focar de bronhoalveolită care se necrozează rapid transformîndu-se în abces; acesta se evacuează, creînd o cavitate în comunicare cu bronhia.

Radiologic, nodulii stafilococici apar ca opacități micronodulare sau miliare (dacă infecția se constituie prin diseminare hematogenă) sau ca opacități macronodulare (în cazul diseminării bronhogene). Imaginile opace sînt distribuite neregulat, uni- sau bilateral, în număr variabil; unele apar omogene, net delimitate și individualizate, altele confluează (fig. 102). Formațiunile opace se constituie de regulă succesiv; ele evoluează rapid, fie spre rezorbție, fie spre confluare și abcedare. În urma evacuării parțiale sau totale a teritoriilor necrotice, în imagine apar zone de transparență crescută, rotunde sau ovalare, cu pereți opaci subțiri, uneori cu nivel de lichid. Creșterea conținutului aeric al cavităților formate poate conduce la formarea de imagini buloase, care, la rîndul lor, au o evoluție în timp variabilă: unele dispar, simultan cu constituirea altora, pe alte teritorii; este posibilă și confluarea în cavități de mari dimensiuni.

Nodulii stafilococici situați superficial pot perfora, în urma abcedării, pleura viscerală, producînd revărsate pleurale purulente sau un piopneumotorax. Complicațiile pleurale, mai ales revărsatele lichidiene, reprezintă o trăsătură caracteristică a bronhopneumoniei cu stafilococ.

În afara modificărilor descrise, imaginea radiologică mai poate evidenția prezența unui emfizem însoțitor, vizibil în special în regiunile bazale; de asemenea, infiltrația interstițiului peribronho-vascular, sub formă de opacități liniare, cu contururi șterse. În ansamblu, aspectul radiologic se caracterizează prin polimorfismul remarcabil al imaginii, în care opacitățile se intrică cu hipertransparențe, prin marea variabilitate în timp, traducînd evoluția foarte rapidă a leziunilor elementare, ca și prin prezența complicațiilor pleurale.

#### 5.9.7. Infiltratul labil (fugace) Löffler

Se traduce radiologic printr-o opacitate de formă aproximativ rotundă, dimensiuni variabile (diametrul este de ordinul cîtorva centimetri), cu caractere de alveolită, situată de obicei în unul din cîmpurile pulmonare superioare (fig. 103); intensitatea slabă și contururile șterse crează uneori dificultăți în evidențierea ei. Evoluția este spre rezorbție și dispariție spontană, într-un interval de cîteva zile.

Natura alergică a infiltratului este sugerată de prezența unei eozinofilii, uneori importante. Lipsit de gravitate, cu o simptomatologie clinică frustă, infiltratul Löffler prezintă interes în măsura în care poate fi confundat cu alte procese patologice pulmonare (în special cu infiltratul "precoce" tuberculos), care creează imagini foarte asemănătoare.



Fig. 103. Infiltrat fugace Löffler.



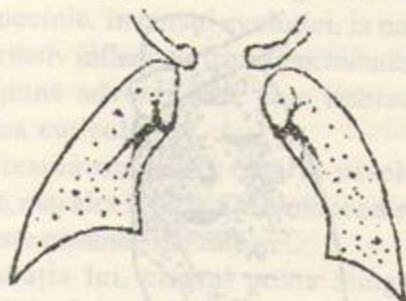


Fig. 104. Bronhopneumonie prin aspirație de lichid amniotic la nou-născut.

### 5.9.8. Bronhopneumonii nebacteriene

5.9.8.1. *Bronhopneumoniile prin aspirație* se întâlnesc în special la nou-născut și sugar; se datorează aspirației de lichid amniotic, respectiv de lapte.

Sînt traduse radiologic prin opacități micronodulare sau miliare, dispuse mai ales la baze, cu evoluție spre dispariție completă, rar spre constituire de mici formațiuni fibroase (fig.104).

La adult, bronhopneumoniile de aspirație pot apare în cazuri de fistule traheo-esofagiene, stenoze esofagiene postcaustice, reflux gastro-esofagian.

Pe imaginea radiologică apar opacități de tip bronhopneumonic, însoțite uneori de altele ce traduc atelectazii lobulare sau de întindere mai mare. În evoluție, se poate consemna dispariția sau organizarea fibroasă a focarelor patologice.

Aspirația de suc gastric, înfîlnită la unii pacienți cu stare generală foarte alterată (paralitici, comatoși, intoxicați), are uneori o gravitate deosebită (sindromul Mendelson). Focarele bronhopneumonice sau procesele edematoase produse de aspirație evoluează rapid către suprainfecție și abcedare.

5.9.8.2. *Bronhopneumoniile prin inhalare* de vapori toxici și iritanți, apărute la unii lucrători din industria chimică, se manifestă inițial prin apariția de focare opace micronodulare, dispuse mai ales la baze. Acestea pot conflua, realizînd opacități întinse, neregulate, cu aspect de alveolită. Evoluția obișnuită este spre resorbție lentă și normalizarea aspectului radiologic.

5.9.8.3. *Bronhopneumopatia uremică* se caracterizează radiologic prin opacități macronodulare de intensitate slabă, dispuse în regiunile mijlocii ale cîmpurilor pulmonare. Acestea manifestă o mare variabilitate în timp, putînd crește, conflua, sau, dimpotrivă, dispar rapid. Evoluția, condiționată de cea a afecțiunii de bază, poate conduce la normalizare sau fibroză.

## 5.10. Supurațiile pulmonare

### 5.10.1 Abcesul pulmonar

Este o supurație limitată la un teritoriu circumscriș parenchimului, constituită fie ca urmare a evoluției spre necroză a unei inflamații acute (abcesul primitiv), fie prin

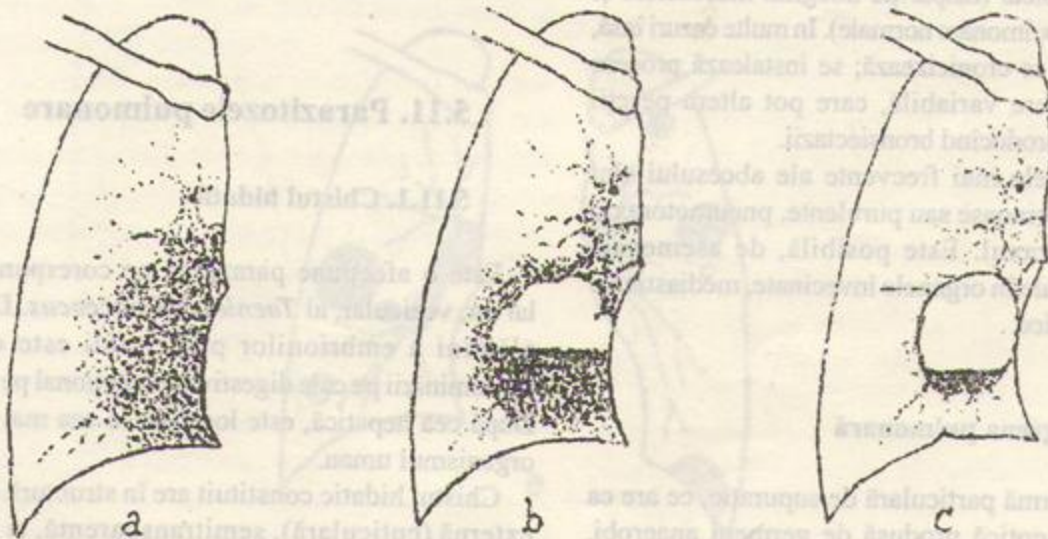


Fig.105. Evoluția abcesului în imaginea radiologică. a: procesul de condensare pneumonică; b: abces recent constituit; c: abces cronic.



suprainfecția unei leziuni preexistente, ca infarctul, chistul hidatic, bronșiectaziile etc. (abcesul secundar).

Consecință a infecției cu floră microbiană de obicei asociată (pneumococ, stafilococ, streptococ), leziunea inițială este reprezentată de o alveolită întinsă, în care apar focare de necroză; confluarea acestora conduce la constituirea abcesului. Prin evacuarea parțială a conținutului lichefiat într-o bronhie, se realizează o cavitate ce conține aer și puroi într-o proporție variabilă; aceasta depinde de permeabilitatea și situația bronhiei de drenaj.

Cavitatea abcesului are în interior un perete neregulat, anfractuos; la exterior, spre țesutul pulmonar normal, parenchimul înconjurător prezintă stadii diferite de alveolită.

Localizarea cea mai frecventă a abcesului primitiv este la nivelul segmentelor dorsal superior și apical inferior, mai ales pe partea dreaptă.

Radiologic, în perioada de constituire, abcesul apare ca o opacitate cu topografie segmentară sau plurisegmentară, de intensitate mare, omogenă, cu limite neregulate și imprecise (fig.105, a). După evacuare prin vomică, în interiorul opacității pneumonice se constituie una sau mai multe imagini hidroaerice, rotunde sau ovalare, de dimensiuni variabile (fig.105, b). În cursul evoluției spre cronicizare, cavitatea abcesului crește prin extindere sau confluare, iar peretele intern, inițial anfractuos, devine net și regulat. La exterior, zona de condensare pneumonică se restrânge treptat, imaginea hidroaerică dobândind un perete net delimitat față de vecinătate (fig.105, c).

În condiții favorabile, evoluția abcesului poate conduce la vindecarea completă (dispariția imaginii hidroaerice și refacerea structurii pulmonare normale). În multe cazuri însă, procesul supurativ se cronicizează; se instalează procese fibroase de întindere variabilă, care pot altera pereții bronhiilor vecine, producând bronșiectazii.

Complicațiile cele mai frecvente ale abcesului sînt pleureziile sero-fibrinoase sau purulente, pneumotoraxul sau piopneumotoraxul. Este posibilă, de asemenea, constituirea de fistule în organele învecinate, mediastinale sau subdiafragmatice.

### 5.10.2. Gangrena pulmonară

Reprezintă o formă particulară de supurație, ce are ca substrat necroza septică produsă de germeni anaerobi, asociați cu o floră piogenă. Apare de regulă pe organisme cu rezistență scăzută.



Fig.106. Gangrenă pulmonară.

Radiologic, se evidențiază inițial o opacitate de tip pneumonic, de intensitate mare, care se întinde treptat la o regiune importantă a plămînilui. După evacuarea țesutului necrotic, apar zone transparente și imagini hidroaerice, care confluează, realizînd formațiuni neregulate, anfractuoase, cu tendință marcată de extensie într-un interval scurt de timp (fig.106).

Evoluția gangrenei este de obicei rapidă și gravă; formele mai trenante se pot însoți de modificări periferice reactive, soldate cu fibroză, care limitează extensia procesului necrotic. Dezvoltată în condițiile absenței proceselor imunitare, prin exacerbarea activității unei flore microbiene oportuniste, gangrena pulmonară reprezintă o redutabilă complicație a bolii SIDA.

## 5.11. Parazitozele pulmonare

### 5.11.1. Chistul hidatic

Este o afecțiune parazitară ce corespunde stadiului larvar, vezicular, al *Taeniei echinococcus*. Depunerea în plămîni a embrionilor parazitului este consecutivă contaminării pe cale digestivă, excepțional pe cale aeriană. După cea hepatică, este localizarea cea mai frecventă în organismul uman.

Chistul hidatic constituit are în structură o membrană externă (cuticulară), semitransparentă, și una internă, (germinativă) din care se separă scolecși ce produc hidatide "fiice", libere în cavitatea chistului. Aceasta



este plină cu un lichid clar, bogat, în săruri sodice și în acid succinic. În cursul evoluției, ia naștere, datorită reacției iritativ inflamatorii a parenchimului înconjurător, o formațiune adventicială, care îmbracă la exterior membrana cuticulară.

Localizarea obișnuită este la nivelul regiunilor periferice, mai ales la baze. Dezvoltarea simultană a două chisturi este posibilă, dar rară.

În evoluția lui, chistul poate atinge dimensiuni considerabile, înlocuind teritorii importante din parenchimul pulmonar. Pe măsură ce crește (inițial destul de rapid), chistul comprimă țesutul pulmonar vecin, producând alterări vasculare și bronhice. Acestea afectează nutriția parazitului (realizată prin imbibitiție) și favorizează infecția lui. Consecința acestor procese este rupțura, urmată de evacuarea conținutului prin vomică. După evacuare, chistul se poate infecta, transformându-se într-un abces secundar.

Imaginea radiologică a chistului hidatic (fig.107) depinde de faza evolutivă în care este surprins, ca și de modificările de vecinătate pe care le produce.

*Chistul integru* crează o opacitate rotundă, regulată, omogenă, cu contururi nete, proiectată în plin parenchim pulmonar normal (fig.107, a). Forma regulată rotundă poate fi alterată prin contactul cu o structură rigidă (scizură, hil sau perete toracic); ea se modifică, de asemenea, în cursul mișcărilor respiratorii. Uneori conturul își pierde netitatea datorită unor procese atelectatice sau congestive (de natură alergică) înconjurătoare.

*Chistul fisurat* prezintă la nivelul polului superior o mică zonă transparentă semilunară, produsă prin pătrunderea aerului între cele două membrane (fig.107, b). Imaginea este inconstantă și poate dispărea prin resorbția aerului.

*Chistul rupt și evacuat parțial* prin vomică apare în mod obișnuit ca o imagine hidroaerică, în care însă limita superioară a lichidului nu este perfect liniară, ci prezintă

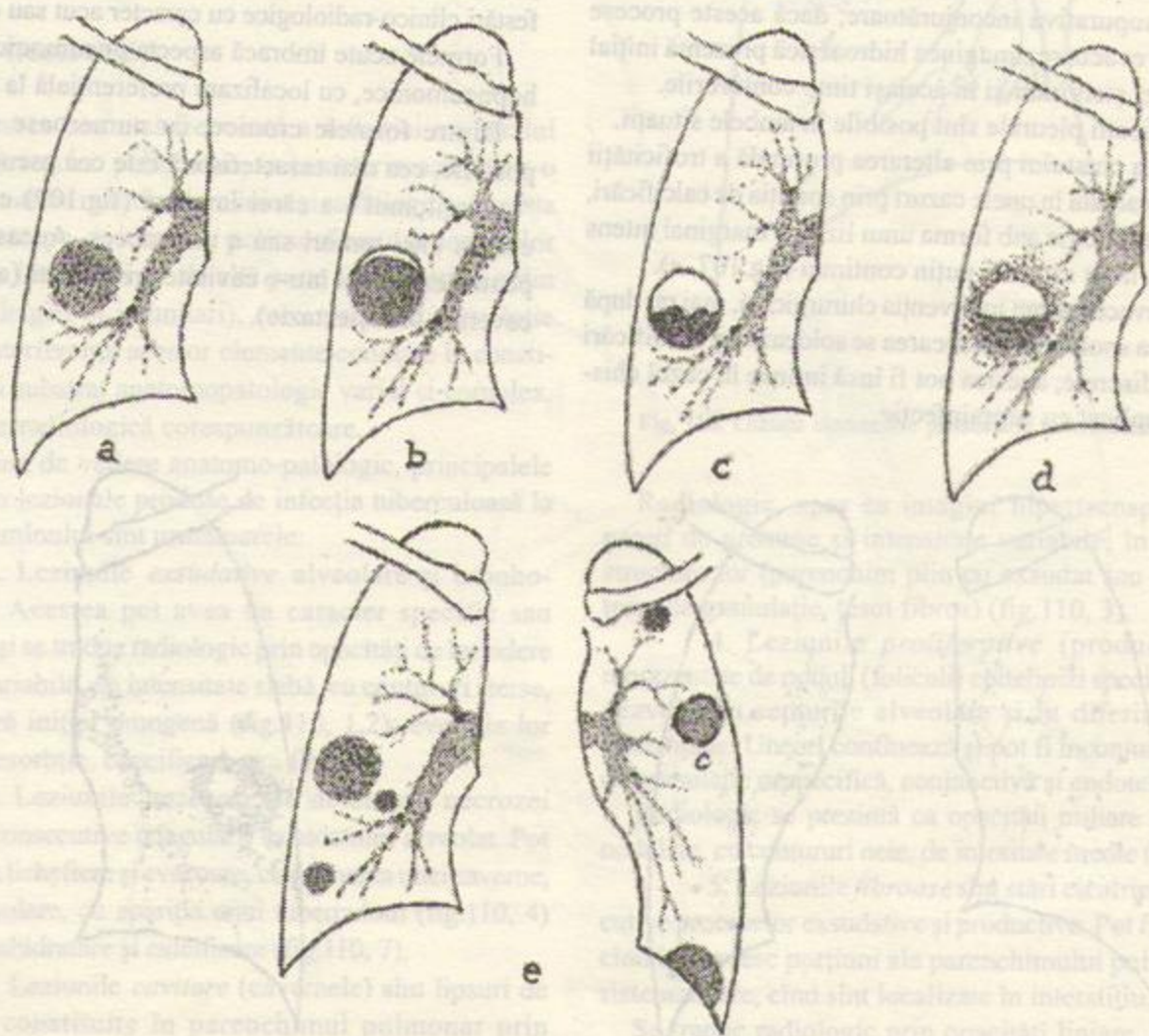


Fig.107. Aspecte radiologice produse de chistul hidatic. a: chist integru; b: chist fisurat; c: chist evacuat parțial; d: chist suprainfectat (abces secundar); e: chisturi multiple, diseminate bilateral (c: chist cu calcificări periferice).



ondulații (fig.107, c) datorate chisturilor fiice sau membranei proligeră desprinse, care plutesc la suprafața lichidului. Nivelul poate deveni orizontal dacă membrana s-a desprins complet și a căzut în partea declivă a cavității chistului.

O imagine particulară poate fi creată de "încarcerarea" membranei, care este reținută în interiorul cavității golite de lichid, se ratatinează și apare radiologic ca o opacitate neregulată, poligonală, proiectată pe fondul hipertransparent. De asemenea, un aspect particular este cel produs de instalarea unui ventil expirator la nivelul bronhiei de drenaj, care "sufală" chistul, realizând o imagine buloasă.

Ruptura chistului este deseori precedată sau însoțită de manifestări alergice parenchimotoase, în vecinătate sau la distanță, sub formă de focare de alveolită circumscrise sau confluențe.

Suprainfecția și supurația chistului apărute înainte de evacuare se traduc radiologic prin creșterea bruscă în dimensiuni, însoțită de ștergerea contururilor, produsă de alveolita supurativă înconjurătoare; dacă aceste procese apar după evacuare, imaginea hidroaerică prezintă inițial se mărește, ștergându-și în același timp contururile.

Complicații pleurale sînt posibile în ambele situații.

Moartea chistului prin alterarea profundă a troficității sale este marcată în unele cazuri prin apariția de calcificări, vizibile radiologic sub forma unui lizereu marginal intens opac, mai mult sau mai puțin continuu (fig.107, e).

După evacuare sau intervenția chirurgicală, mai rar după ratatinarea spontană, vindecarea se soldează cu modificări fibroase discrete; acestea pot fi însă întinse în cazul chistului complicat cu suprainfecție.

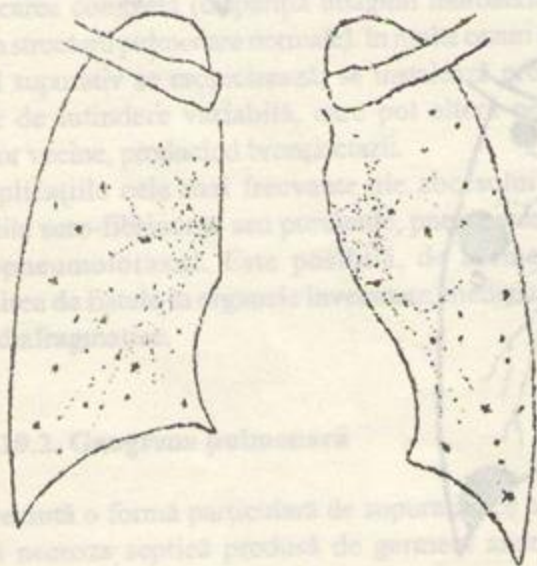


Fig. 108. Cisticercercoza pulmonară.

### 5.11.2. Cisticercercoza pulmonară

Embrionul de *Taenia solium* se localizează rareori în plămîn. Parazitul viu produce vezicule de dimensiuni mici, care se traduc radiologic prin opacități micronodulare, diseminate în ambele cîmpuri pulmonare. După moartea parazitului, veziculele suferă impregnarea calcară iar micronodulii devin neomogeni, cu zone centrale intens opace (fig.108).

## 5.12. Micoze pulmonare

### 5.12.1. Aspergiloza

Grefarea ciupercilor din genurile *Aspergillus fumigatus* sau *A. niger*, de obicei pe un teren modificat anterior prin procese fibroase sau bronșiectatice, poate produce manifestări clinico-radiologice cu caracter acut sau cronic.

Formele acute îmbracă aspecte pneumonice sau bronhopneumonice, cu localizare preferențială la baze.

Dintre formele cronice, cu numeroase manifestări posibile, cea mai caracteristică este cea pseudotumorală, "aspergilomul", a cărei imagine (fig.109) este similară celei a unei tumori sau a unui abces. Această formă se poate dezvolta și într-o cavitate preformată (abces cronic, cavernă, bronșiectazie).



Fig.109. Aspergiloză de formă pseudotumorală (aspergilom).



### 5.12.2. Actinomicoza

Este rezultatul dezvoltării în parenchimul pulmonar a ciupercilor din genul *Actinomyces*. Infestarea pulmonară poate fi primitivă sau secundară, prin continuitate sau prin metastazare hematogenă.

Manifestările radiologice, foarte variate, depind de calea de infestare și reflectă în același timp polimorfismul lezional al afecțiunii. În esență, actinomicoza produce opacități cu caracter bronhopneumonic, cu tendință la excavare și fibroză; în determinările hematogene, opacitățile sînt micronodulare și bilaterale.

Interesarea pleurei, peretelui toracic și mediastinului este frecvent întîlnită și se produce rapid în cursul evoluției.

## 5.13. Tuberculoza pulmonară

### 5.13.1. Generalități

Localizarea cea mai frecventă a infecției cu bacilul Koch, tuberculoza pulmonară, se caracterizează printr-o mare varietate de manifestări clinice și radiologice. Aceasta se datorează pe de o parte polimorfismului leziunilor elementare locale, iar pe de altă parte factorilor de ordin general (alergici și imunitari), care recunosc o evoluție proprie. Interferența acestor elemente conduce la constituirea unui substrat anatomopatologic variat și complex, cu expresie radiologică corespunzătoare.

Din punct de vedere anatomo-patologic, principalele manifestări lezionale produse de infecția tuberculoasă la nivelul plămînelului sînt următoarele:

1. Leziunile *exsudative* alveolare și bronhoalveolare. Acestea pot avea un caracter specific sau nespecific și se traduc radiologic prin opacități de întindere și formă variabilă, de intensitate slabă, cu contururi șterse, cu structură inițial omogenă (fig.110, 1,2); evoluția lor este spre resorbție, cazeificare sau fibroză.

2. Leziunile *cazeoase* se datorează necrozei specifice, consecutive coagulării exsudatului alveolar. Pot evolua spre lichefiere și evacuare, cu formarea unei caverne, spre încapsulare, cu apariția unui tuberculom (fig.110, 4) sau spre deshidratare și calcificare (fig.110, 7).

3. Leziunile *cavitare* (cavernele) sînt lipsuri de substanță constituite în parenchimul pulmonar prin evacuarea unui teritoriu care a suferit necroza de cazeificare.



Fig. 110. Leziuni elementare produse de tuberculoza pulmonară.

Radiologic, apar ca imagini hipertransparente, cu pereți de grosime și intensitate variabile, în funcție de structura lor (parenchim plin cu exsudat sau atelectatic, țesut de granulație, țesut fibros) (fig.110, 3).

4. Leziunile *proliferative* (productive) sînt reprezentate de noduli (foliculi) epitelioidi specifici, care se dezvoltă în septurile alveolare și în diferite structuri interstițiale. Uneori confluează și pot fi înconjurați de țesut de granulație nespecifică, conjunctivă și endotelială.

Radiologic se prezintă ca opacități miliare sau micronodulare, cu contururi nete, de intensitate medie (fig.110, 5).

5. Leziunile *fibroase* sînt stări cicatriciale consecutive proceselor exsudative și productive. Pot fi mutilante, cînd înlocuiesc porțiuni ale parenchimului pulmonar, sau sistematizate, cînd sînt localizate în interstițiu.

Se traduc radiologic prin opacități liniare, stelate sau neregulate, de intensitate mare (fig.110, 6). Formele întinse produc retracții ale structurilor vecine.



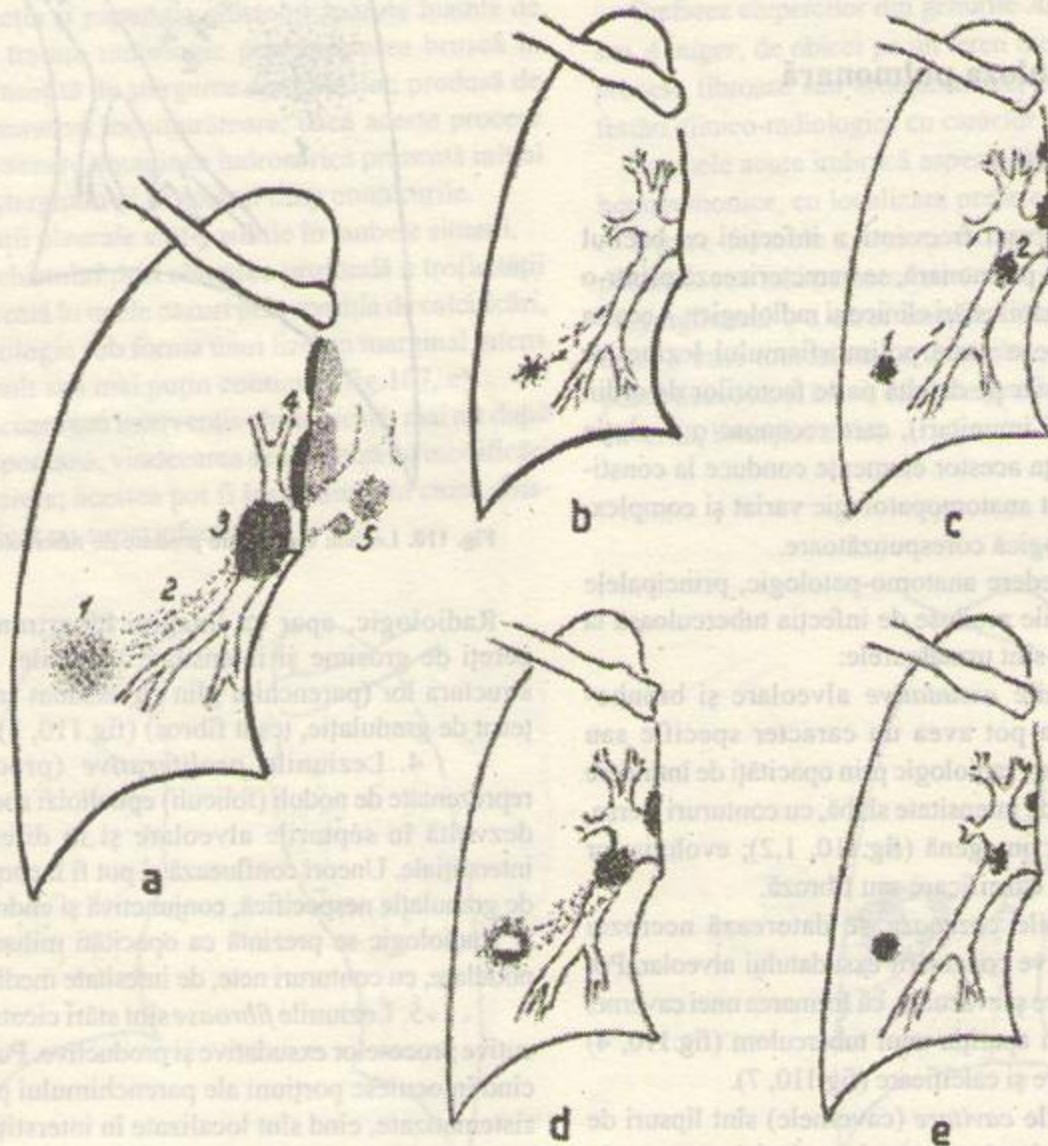
Multiplele forme anatomo-clinice ale tuberculozei pulmonare sînt grupate în prezent în două categorii fundamentale, aparținînd unor etape evolutive distincte: **tuberculoza primară**, reprezentată de primoinfecție și manifestările lezionale legate nemijlocit de aceasta, și **tuberculoza secundară**, consecutivă reinfecției sau reactivării leziunilor primare.

### 5.13.2. Tuberculoza primară

În aproape 90% din cazuri, prima infecție a organismului cu bacilul Koch se realizează pe cale aeriană, plămînul reprezentînd sediul leziunilor inițiale. Vîrsta de predilecție a producerii **primoinfecției** este copilăria și adolescența.

Forma obișnuită de manifestare anatomo-clinică și radiologică a debutului tuberculozei primare este complexul primar, constituit în principiu din trei elemente lezionale: afectul primar (șancrul de inoculare), limfangita specifică și adenopatia hilară și mediastinală. Leziunile sînt în general de formă exsudativă, extinderea infecției realizîndu-se pe cale limfatică și bronhică, în timp ce diseminarea agentului patogen este hemato- sau bronhogenă.

**5.13.2.1. Afectul primar** este, din punct de vedere anatomopatologic, un focar de alveolită, determinat de inocularea bacilului Koch, la început cu caracter nespecific, apoi cu tendință de evoluție spre necroză caseoasă. La periferia focarului se constituie în timp țesut de granulație format din foliculi tuberculoși.



**Fig.111.** Complex primar. a: aspect radiologic în faza floridă. 1. afectul primar; 2. limfangita; 3. adenopatie hilară; 4. adenopatie paratraheală; 5. adenopatia ganglionilor bifurcației; b-e: modalități evolutive ale afectului primar: b - fibroză; c - calcificare (1, a afectului, 2, a ganglionilor); d - cavernă primară; e - tuberculom.



Localizarea poate fi în principiu, în oricare regiune a plămînilor; mai frecvent, afectul este însă întîlnit la baze. În mod curent este unic, foarte rar multiplu; mărimea lui poate varia de la cîteva milimetri pînă la dimensiuni gigantice.

Radiologic se prezintă ca o opacitate rotundă sau neregulată, de dimensiuni variabile (de obicei cu un diametru de 2-4 cm) (fig.111, a,1).

Afectul primar poate fi inaparent radiologic dacă are dimensiuni foarte mici, este localizat în sedii nefavorabile vizualizării (sinusurile costo-diafragmatice, în apropierea mediastinului) sau este acoperit de leziuni pulmonare pre-existente. De asemenea, dacă evoluează rapid spre resorbție totală sau excavare.

Modalitățile evolutive obișnuite ale afectului primar sînt reprezentate de *resorbția* totală, cu normalizarea aspectului radiologic, *fibroză*, tradusă prin reducerea în suprafață și intensificarea opacității, care devine neomogenă (fig.111, b), și *calcificare* (fig.111, c). Cazeificarea urmată de ulcerare conduce la apariția unei imagini cavitare, *caverna primară* (fig.111, d). Mai rar, masa cazeoasă, delimitată la periferie prin țesut de granulație, devine *tuberculom* (fig.111, e), care poate persista indefinit în imagine.

**5.13.2.2. Limfangita tuberculoasă.** Inflamația specifică a vaselor limfatice, însoțită de infiltrația lor limfomonocitară, este rareori evidențiată radiologic. Ea apare sub forma unor opacități liniare discrete, dispuse între afectul primar și adenopatia satelită (fig.111, a,2); în alte cazuri realizează o structură reticulară fină.

**5.13.2.3. Adenopatia hilară și mediastinală** este elementul cel mai constant evidențiat radiologic al complexului primar; în special la copilul mic, poate fi singura manifestare vizibilă.

Hiperplazia inflamatorie a ganglionilor sateliți se traduce radiologic prin opacități rotunde sau ovalare, de intensitate medie, net delimitate, care pot fi situate hilar, latero-traheal, peri- sau interbronhic (fig.111, a,3,4,5). Adenopatia poate fi limitată la primul releu ganglionar al limfei provenite din focarul primar (aflat de regulă la nivelul hilului) sau se extinde la întregul lanț ganglionar mediastinal, uneori bilateral.

Adenopatia laterotraheală determină lărgirea porțiunii superioare a opacității mediastinale, care capătă un contur ondulat, policiclic (fig.11, a,4). Adenopatia interbronhică poate mări unghiul de bifurcație a traheei (aspect evidențiat tomografic).

Contururile opacităților produse de adenopatia tuberculoasă pot deveni imprecise în prezența unei congestii perifocale sau a unui proces de periadenită.

Evoluția favorabilă a adenopatiei conduce la diminuarea treptată în dimensiuni și intensitate a opacităților ganglionare; regresia spre normalizare se realizează de obicei mai lent decît în cazul celorlalte leziuni ale complexului primar. Depozitele calcare constituite în teritorii cazeificate (fig.111 c,2) persistă toată viața. Evoluția nefavorabilă conduce la cazeificare masivă, urmată de perforare și evacuare într-o bronhie; în acest mod, se formează o cavernă ganglionară și se deschide calea diseminării bronhogene a agentului patogen în parenchimul pulmonar.

### 5.13.3. Complicațiile complexului primar

De natură și gravitate variabilă, complicațiile complexului primar sînt frecvente în cursul evoluției tuberculozei primare; ele pot fi grupate în manifestări *locale*, care afectează parenchimul pulmonar, bronhiile sau pleura, și *generale* (diseminările), produse pe cale hematogenă, bronhogenă sau limfatică.

**5.13.3.1. Complicațiile locale. Epituberculoza** (congestia perifocală) este un proces de alveolită nespecifică, de natură alergică, ce se dezvoltă în jurul afectului primar sau în vecinătatea adenopatiei.

Radiologic, epituberculoza se traduce prin opacități de întindere variabilă (uneori pînă la dimensiunile mai multor segmente sau ale unui lob), omogene, de intensitate slabă, cu contururi șterse, care acoperă imaginea afectului primar sau a adenopatiei (fig.112, a)

În unele cazuri, la formarea opacității contribuie procesele atelectatice produse de obstrucția sau compresia unor bronhii (prin adenopatie).

Dezvoltată în vecinătatea scizurilor (care pot cuprinde o cantitate redusă de revărsat lichidian inflamator), epituberculoza produce uneori o opacitate triunghiulară cu vîrfurile orientate spre periferie ("triunghiul Sluka").

Evoluția epituberculozei este în general favorabilă, rezoluția totală producîndu-se spontan sau sub tratament în interval de cîteva săptămîni.

**Primoinfecția extensivă cazeoasă** reprezintă o formă evolutivă de mare gravitate, caracterizată prin extinderea alveolitei specifice pe teritorii mari, urmată rapid de cazeificare. Forma cea mai frecventă este *pneumonia cazeoasă*, care se traduce radiologic printr-o opacitate de intensitate medie, cu topografie segmentară sau lobară (fig.112, b). Intensitatea opacității este întotdeauna mai mare decît cea produsă de o pneumonie banală. În cazul în care ocupă un lob în întregime, devine vizibil că exsudatul alveolar depășește limitele scizurale ale acestuia, opacitatea căpătînd contururi imprecise.



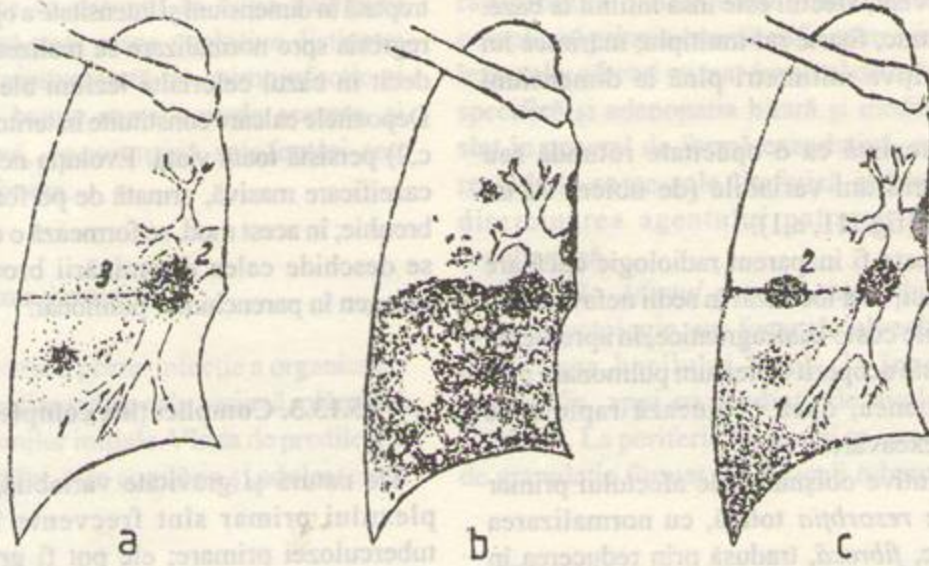


Fig.112. Complicații locale ale afectului primar. (a) epituberculoză (în jurul afectului primar - 1; periganglionară - 2; juxtascizurală - 3); (b) pneumonie cazeoasă; (c) revărsate lichidiene (în marea cavitate - 1; în interlob - 2).

Pneumonia cazeoasă reprezintă în mod obișnuit extensia alveolitei specifice a afectului primar; în unele cazuri, ea se poate dezvolta, urmînd o evoluție similară, pe teritoriul învecinat adenopatiei.

Opacitatea devine curînd neomogenă, prin apariția de numeroase imagini hipertransparente, expresie a ulceratiilor care tind să conflueze, realizînd uneori cavități de dimensiuni mari (fig.112, b). Simultan, poate fi evidențiată adenopatia hilară și mediastinală, componenta obișnuită a complexului primar.

În vecinătatea imaginii pneumonice sau la distanță de aceasta, inclusiv în plămînul controlateral, pot apare opacități multiple macronodulare, cu caracter de bronhoalveolită, reprezentînd *bronhopneumonia cazeoasă*, produsă prin diseminări din focarele ulcerate; aceasta domină uneori tabloul radiologic.

*Caverna primară* este cavitatea formată prin necroza cazeoasă și evacuarea focarului de alveolită al afectului primar. Se prezintă radiologic ca o imagine transparentă (uneori cu nivel hidroaeric), care înlocuiește total sau parțial imaginea anterioară a afectului (fig.111, d).

Formarea cavernei primare poate fi urmată de diseminare bronhogenă, cu constituirea de focare de bronhopneumonie specifică. Acestea urmează uneori o evoluție care este caracteristică leziunilor din tuberculoza secundară ("ftizia complexului primar").

*Complicațiile bronhice* sînt reprezentate de fistulele adeno-bronhice, secundare cavelor ganglionare, care se soldează cu diseminări și formare de focare bronho-

pneumonice; de asemenea, de *stenozele* bronhice, complete sau incomplete, produse prin compresie de adenopatiile voluminoase și urmate de tulburări de ventilație (atelectazie sau emfizem).

*Complicațiile pleurale*, frecvent întîlnite, se pot manifesta ca pleurite sau scizurite uscate (fibrinoase) sau ca revărsate lichidiene inflamatorii, libere în marea cavitate pleurală sau închistate (fig.112, c).

**5.13.3.2. Complicațiile generalizate (diseminările)** Diseminările *bronhogene*, care își au originea în focare cazeoase evacuate în căile aeriene, creează aspectul anatomo-patologic al *bronhopneumoniei tuberculoase*.

Modificarea elementară este reprezentată de nodulul de bronhoalveolită cazeoasă, de dimensiuni variabile (0,5-2 cm), cu tendință la confluare și excavare. Nodulii pot fi diseminați pe teritorii mari, în ambele cîmpuri pulmonare, sau interesează un teritoriu funcțional în exclusivitate (*bronhopneumonia pseudolobară*).

Radiologic, se evidențiază numeroase opacități micro-și macronodulare, omogene, de intensitate medie, cu contururi șterse, dispuse în ambele cîmpuri pulmonare sau pe teritoriul unui lob (fig.113, a). În evoluție, se observă confluarea opacităților vecine și apariția de imagini transparente, care traduc ulcerarea nodulilor.

În cursul procesului de vindecare, unele imagini nodulare dispar, în timp ce altele se modifică prin fibroză și calcificarea focarelor de bronhoalveolită.

Diseminările *hematogene* sînt consecința unui focar cazeos în vasele sanguine, de unde bacilii sînt vehiculați și însămînțați în diverse organe.



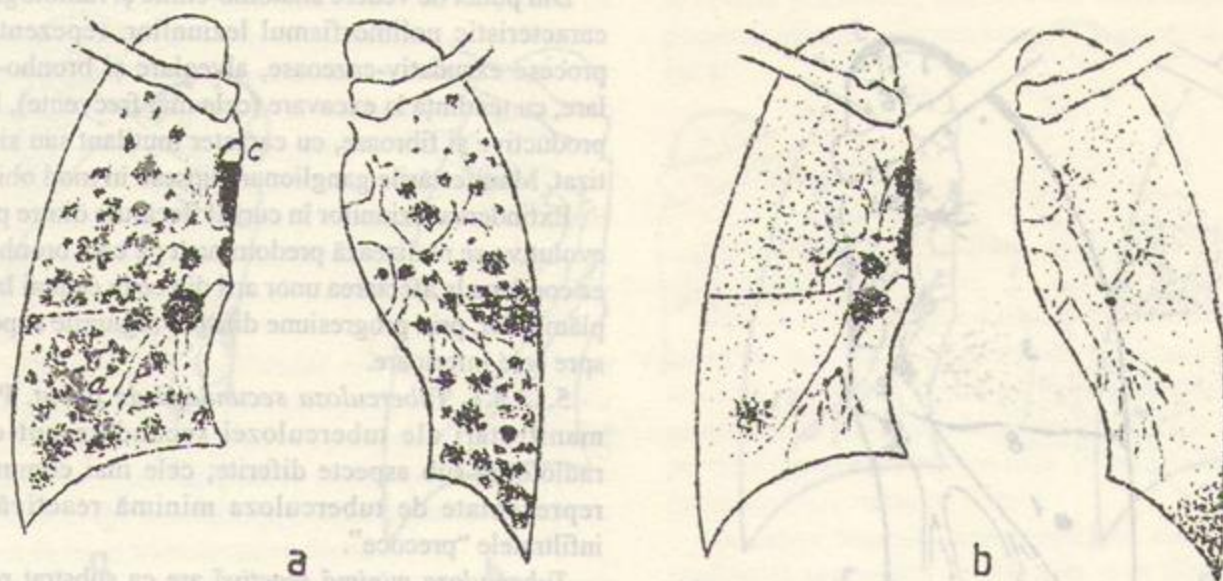


Fig. 113. Complicațiile generalizate (diseminările) complexului primar. a: bronhopneumonie produsă prin diseminare de la o cavernă ganglionară (C); b: tuberculoză miliară acută.

**Tuberculoza miliară acută** este rezultatul unei diseminări masive de bacili pe cale hematogenă, urmată de constituirea de foarte numeroase focare de granulație specifică (foliculi tuberculoși) la nivelul interstițiului și septurilor alveolare.

În imaginea radiologică (fig. 113, b) sînt prezente opacități micronodulare (miliare) în număr mare, dispersate uniform în ambele cîmpuri pulmonare (sau predominant în regiunile superioare și mijlocii ale acestora), de dimensiuni egale, cu contururi nete și de intensitate medie. Imaginea este de obicei completată de elemente componente sau relicvate ale complexului primar, ca și de manifestări pleurale (pleurite sau scizurite uscate, revărsate lichidiene); acestea din urmă se datorează evoluției simultane a foliculilor constituiți la nivelul pleurei.

În evoluția tuberculozei miliare acute (granuliei) pot apare complicații de ordin local, reprezentate de dezvoltarea de focare exsudative bronhopneumonice, cu tendință la cazeificare și ulcerare, și de ordin general (diseminări masive în alte organe). O evoluție favorabilă este marcată de regresie și resorbția nodulilor; unii dintre ei persistă, devin mai intens opaci și mai puțin regulați, ca rezultat al fibrozării. Simultan, pot fi evidențiate semnele fibrozei interstițiale, extinse pe arii de mărime diferite și cele ale sechelelor pleurale (îngroșări și simfize).

**Forma cronică** ("rece") a granuliei se caracterizează prin dezvoltarea, de obicei în pusee succesive, a unui număr restrîns de noduli de mici dimensiuni, dispersați neregulat pe ariile pulmonare, cu evoluție spre fibroză.

În opoziție cu granulia acută, simptomatologia clinică rămîne puțin exprimată, ne semnificativă.

Diseminările *discrete* (paucibacilare) pe cale hematogenă sînt manifestări frecvent întîlnite în evoluția complexului primar. Ele se traduc prin apariția unui număr redus de noduli, localizați în regiunile apicale (frecvent subpleural) și retroclaviculare. De obicei se descoperă tardiv, cînd sînt fibrozați sau prezintă calcificări.

Chiar în această situație, nodulii apicali își pot păstra potențialul ftiziogenic; reactivarea lor, la un interval variabil de la constituire, poate iniția instalarea fazei secundare a tuberculozei.

Nodulii apicali se însoțesc în mod obișnuit de îngroșarea pleurei vîrfului, printr-un proces de pleurită uscată, soldată cu pahipleurită.

**Diseminările limfatice** sînt rareori evidențiate de examenul radiologic, sub forma unor opacități liniare discrete, expresie a limfangitei specifice. Acestea iradiază în jurul ganglionilor hilari hiperplazici sau leagă acești ganglioni de formațiuni lezionale situate în parenchimul pulmonar.

#### 5.13.4. Sechelele tuberculozei primare

Complexul primar și complicațiile acestuia se soldează în marea majoritate a cazurilor cu constituirea de sechele care se mențin pe întreaga durată a vieții pacientului.

Sechelele pulmonare sînt reprezentate de procese fibroase care înlocuiesc porțiuni de întindere variabilă ale parenchimului sau afectează interstițiul.





Fig.114. Sechele ale complexului primar. (1) - calcificarea afectului primar; (2) - calcificări ganglionare; (3) - fibroză interstițială; (4) - focare de fibroză parenchimatoasă (mutilantă); (5) - pahipleurită apicală; (6) - focare fibroase nodulare apicale; (7) - simfiza sinusului costo-diafragmatic; (8) - pahiscizurită; (9) - festoane diafragmatice.

Vindecarea focarelor cazeoase se soldează deseori cu calcificări, iar fibroza nodulilor productivi creează cicatrici de dimensiuni mici, de formă neregulată, stelată (fig.114). *Sechelele bronhice* constau din stenozări în grade diferite și mai ales dilatații, consecutive fibrozei din vecinătate. *Sechelele ganglionare* se traduc în principal prin calcificări sub formă de depozite granulare dispuse în conglomerate (fig.114, 2). *Sechelele pleurale* apar sub forma îngroșării fibroase (pahipleurita) ce afectează mai ales pleura apicală, bazală și scizurală (fig.114, 5,8) și a formării de aderențe, cu obstrucția sinusurilor costo-diafragmatice și apariția de corturi și festoane pe contururile diafragmului (fig.114, 7,9).

**5.13.5. Tuberculoza secundară (ftizia)** este faza evolutivă determinată de reactivarea leziunilor stabilizate, fibro-calcare, produse de tuberculoza primară sau de reinfectia cu bacili. Debutul ei este consemnat mai frecvent la adolescenți și adulți tineri, la un interval variabil, liber de manifestări evolutive clinico-radiologice, de la vindecarea leziunilor complexului primar.

Tuberculoza secundară se caracterizează clinic printr-o evoluție ciclică, în care puseele manifeste alternează cu perioade de acalmie, asimptomatice.

Din punct de vedere anatomico-clinic și radiologic, este caracteristic polimorfismul leziunilor, reprezentate de procese exsudativ-cazeoase, alveolare și bronho-alveolare, cu tendință la excavare (cele mai frecvente), leziuni productive și fibroase, cu caracter mutilant sau sistematizat. Manifestările ganglionare lipsesc în mod obișnuit.

Extinderea leziunilor în cursul fiecăruia dintre puseele evolutive se realizează predominant pe cale bronhogenă; ea conduce la afectarea unor arii din ce în ce mai largi ale plămânilor, prin progresiune dinspre regiunile superioare spre cele inferioare.

**5.13.5.1. Tuberculoza secundară de debut.** Primele manifestări ale tuberculozei secundare pot evolua radiologic sub aspecte diferite; cele mai comune sînt reprezentate de tuberculoza minimă reactivă și de infiltratele "precoce".

*Tuberculoza minimă reactivă* are ca substrat reluarea evoluției unor focare nodulare fibroase, situate mai frecvent în regiunile apicale și constituite în perioada primară.

Radiologic, reactivarea este marcată de reducerea intensității nodulilor fibroși, care pierd în același timp netitatea conturilor; în jurul formațiunii cicatriciale se dezvoltă un focar de alveolită ce crește treptat în dimensiuni (fig.115, a). Evoluția posibilă este spre fibrozare sau, dimpotrivă, spre cazeificare, ulcerare și diseminare bronhogenă consecutivă.

*Infiltratele "precoce" tuberculoase. Infiltratul rotund (Assmann)* apare radiologic ca o opacitate de formă aproximativ rotundă, cu caractere de alveolită, cu diametrul de 2-4 cm, dispusă de obicei în una din regiunile subclaviculare (fig.115, b).

Infiltratul Assmann este un focar de alveolită, inițial nespecifică, cu evoluție posibilă spre cazeificare, constituit probabil în urma reactivării unui microfocar fibros primar.

Evoluția infiltratului rotund poate conduce la resorbție totală (dacă nu a suferit cazeificarea), la fibrozare (eventual cu calcificare parțială), la cazeificare urmată de încapsulare cu țesut fibros și formarea unui tuberculom sau la ulcerare, cu apariția unei caverne "precoce", care deschide calea diseminării bronhogene.

*Infiltratul nebulos (Raedeker)* se traduce printr-o opacitate difuză, de formă neregulată, neomogenă, sugerînd un proces de alveolită care include și formațiuni productive și fibroase (fig.115, c). Modalitățile evolutive sînt similare celor ale infiltratului rotund.

*Infiltratul pseudopneumonic* apare radiologic ca o opacitate cu aspect de alveolită, extinsă la un teritoriu segmentar sau lobar. În evoluție, opacitatea își crește intensitatea și devine neomogenă, datorită constituirii rapide de cavități multiple (fig.115, d).



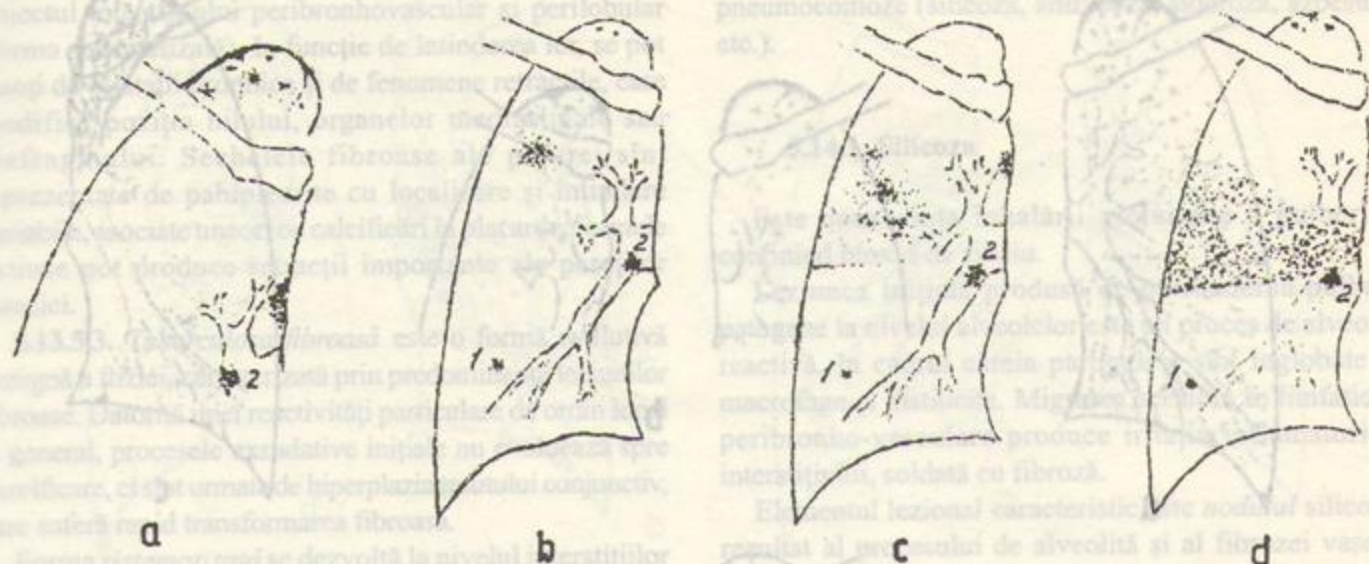


Fig.115. Forme de debut ale tuberculozei secundare (ftizie). (a) - tuberculoză minimă reactivă; (b) - infiltrat rotund Assmann; (c) - infiltrat "nebulos" Raedecker; (d) - infiltrat pseudopneumonic; (1) - afectul primar calcificat; (2) - calcificări ganglionare în faza primară.

*Infiltratul juxtahilar* este reprezentat de un proces de alveolită (cu caractere radiologice corespunzătoare), care se dezvoltă perihilar în urma unei fistule adenobronhice și pătrunderii conținutului cazeos al ganglionului într-o bronhie vecină.

**5.13.5.2. Tuberculoza ulcero-fibro-cazeoasă** (ftizia cronică comună) este forma de evoluție anatomico-clinică și radiologică cea mai frecventă a tuberculozei secundare. Sustratul lezional este reprezentat de dezvoltarea, pe calea diseminării bronhogene, a focarelor de alveolită și bronhoalveolită specifică, cu evoluție spre ulceratie sau fibroză.

Din punct de vedere radiologic, prezența simultană, în cursul puseelor evolutive, a modificărilor cu caracter exsudativ-cazeos, productiv, ulcerativ și fibros, ca și a eventualelor complicații pleurale, conferă imaginii un remarcabil polimorfism (fig.116). Extensia procesului este marcată de apariția de leziuni pe teritorii ale cîmpurilor pulmonare anterior indemne. Acestea sînt de regulă leziuni *exsudative*, care produc opacități de intensitate slabă sau medie, care devin neomogene prin apariția focarelor de fibroză sau excavatelor.

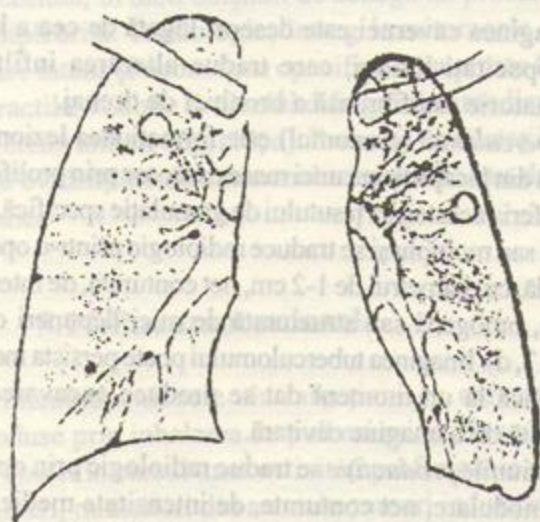


Fig.116. Tuberculoză ulcero-fibro-cazeoasă.

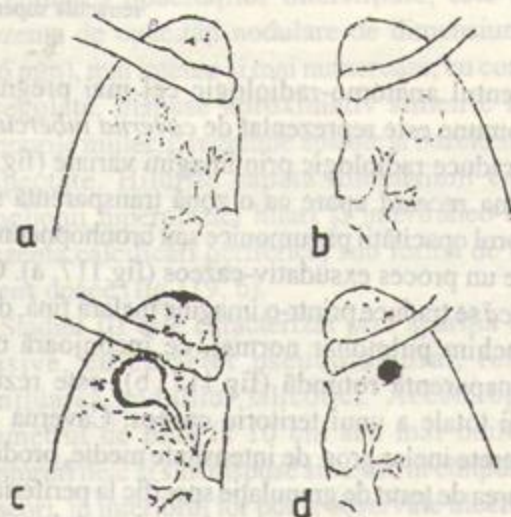


Fig.117. Forme de caverne tuberculoase. (a) - cavernă recentă; (b) - cavernă elastică; (c) - cavernă fibroasă; (d) - tuberculom.



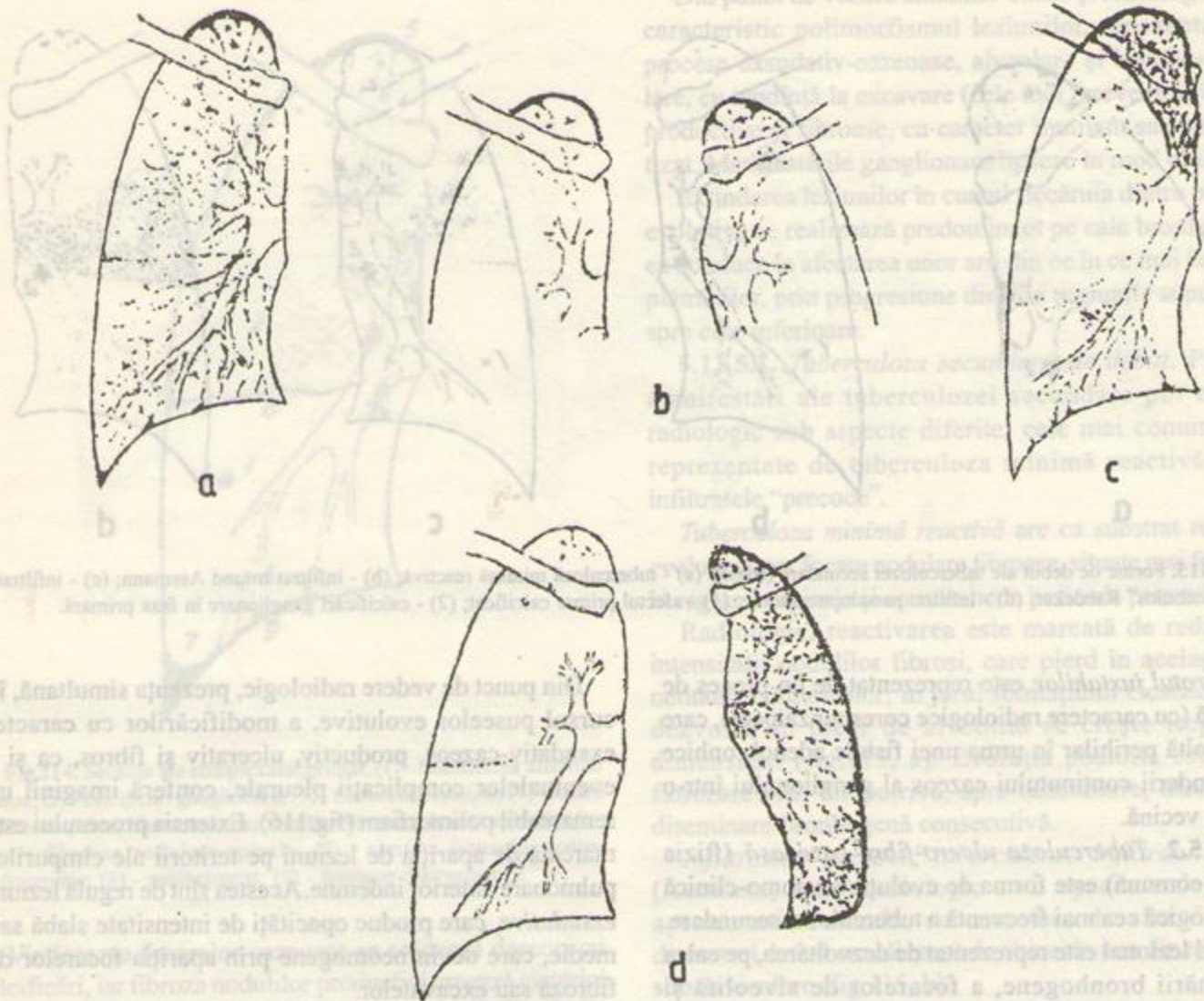


Fig.118. Forme de fizioză predominant fibroasă. (a) - fibroză sistematizată; (b) - fibroză discretă apicală; (c) - "fibroză densă" (lobită retractilă superioară stângă); (d) - fibrotoză stângă.

Elementul anatomico-radiologic cel mai pregnant al fiziozei comune este reprezentat de *caverna tuberculoasă*, care se traduce radiologic prin imagini variate (fig.117).

*Caverna recentă* apare ca o zonă transparentă situată în interiorul opacității pneumonice sau bronhopneumonice create de un proces exsudativ-cazeos (fig.117, a). *Caverna elastică* se traduce printr-o imagine inelară fină, dispusă în parenchim pulmonar normal, ce înconjoară o zonă hipertransparentă rotundă (fig.117, b); este rezultatul evacuării totale a unui teritoriu cazeos. *Caverna rigidă* are un perete inelar gros, de intensitate medie, produs prin proliferarea de țesut de granulație specific la periferia zonei necrotice. *Caverna fibroasă* este înconjurată de un perete subțire, intens opac (fig.117, c).

În cazul evacuării incomplete a conținutului cazeos, caverna poate prezenta o imagine hidroaerică.

Imaginea cavernei este deseori legată de cea a hilului prin opacități liniare, care traduc alterarea infiltrativ-inflamatorie sau fibroasă a bronhiei de drenaj.

*Tuberculomul* (cazeomul) este formațiunea lezională ce rezultă din încapsularea unei mase cazeoase prin proliferarea, la periferia acesteia, a țesutului de granulație specifică. Poate fi unic sau multiplu și se traduce radiologic printr-o opacitate rotundă, cu diametrul de 1-2 cm, net conturată, de intensitate medie, omogenă sau structurată de mici depuneri calcare (fig.117, d). Imaginea tuberculomului poate persista indefinit, sau, dacă la un moment dat se produce excavarea, este înlocuită de o imagine cavitară.

Leziunile *productive* se traduc radiologic prin opacități micronodulare, net conturate, de intensitate medie.

Leziunile *fibroase* apar ca opacități liniare neregulate, de intensitate mare, ce înlocuiesc structura parenchimului



pe teritorii variabile (forma mutilantă) sau se dispun pe traiectul interstițiului peribronhovascular și perilobular (forma sistematizată). În funcție de întinderea lor, se pot însoți de dilatații bronhice și de fenomene retractile, care modifică poziția hilului, organelor mediastinale sau diafragmului. Sechelele fibroase ale pleurei sînt reprezentate de pahipleurite cu localizare și întindere variabile, asociate uneori cu calcificări în placarde; formele extinse pot produce refracții importante ale pereților toracici.

**5.13.5.3. Tuberculoza fibroasă** este o formă evolutivă benignă a ftiziei, caracterizată prin predominanța leziunilor fibroase. Datorită unei reactivități particulare de ordin local și general, procesele exsudative inițiale nu evoluează spre cazeificare, ci sînt urmate de hiperplazia țesutului conjunctiv, care suferă rapid transformarea fibroasă.

Forma *sistematizată* se dezvoltă la nivelul interstițiilor peribronho-vasculare și perilobulare, producînd opacități liniare corespunzătoare (fig. 118, a). Se poate însoți de dilatații bronhice și emfizem difuz sau bulos.

Forma *discretă apicală* constă din prezența de noduli fibroși și fibrocalcari, de formă neregulată, intens opaci, cu contururi nete, la nivelul uneia sau ambelor regiuni apicale (fig. 118, b). Pleura vîrfului este îngroșată, cu mici prelungiri (festoane) spre parenchimul pulmonar subjacent.

"*Fibroza densă*" este forma ce interesează un lob în întregime (de obicei un lob superior), producînd opacifierea lui intensă, neomogenă, și reducîndu-i considerabil volumul (lobită retractilă); organele vecine (traheea, scizura, hilul, arcurile costale) sînt tracționate spre lobul ratatinat (fig. 118, c).

*Fibrotoraxul* rezultă din extinderea procesului de fibroză la un plămîn în întregime sau la cea mai mare parte a acestuia; în mod obișnuit de adaugă un proces întins de pahipleurită. Radiologic, întreg hemitoracele respectiv apare intens și neomogen opacifiat, cu marcate fenomene retractile, vizibile la nivelul diafragmului, mediastinului și peretelui toracic (fig. 118, d). Prezența de dilatații bronhice este evidențiată de examenul tomografic sau de bronhografie.

## 5.14. Pneumoconiozele

Pneumoconiozele sînt afecțiuni cu caracter cronic, produse prin inhalarea de pulberi minerale sau organice, de obicei în cursul unor activități profesionale particulare (mineri, muncitori din anumite ramuri industriale).

În funcție de natura pulberii inhalate cronic, care determină modificări mai mult sau mai puțin caracteristice

la nivelul plămînilor, sînt descrise numeroase forme de pneumoconioze (silicoza, antracoza, sideroza, azbestoza etc.).

### 5.14.1. Silicoza

Este consecința inhalării prelungite a pulberilor conținînd bioxid de siliciu.

Leziunea inițială produsă de pătrunderea pulberii patogene la nivelul alveolelor este un proces de alveolită reactivă, în cadrul căreia particulele sînt înglobate de macrofage și histiocite. Migrarea acestora în limfaticile peribronho-vasculare produce iritația inflamatorie a interstițiului, soldată cu fibroză.

Elementul lezional caracteristic este *nodulul silicotic*, rezultat al procesului de alveolită și al fibrozei vaselor limfatiche. Compuși inițial din fibre colagene și fagocite, nodulii manifestă o marcată tendință de creștere, confluare și transformare fibroasă. În cursul unei evoluții îndelungate, se adaugă adenopatia hilară, complicațiile pleurale (pahipleurite, scizurite, aderențe) și parenchimotoase (emfizemul difuz și bulos).

Din punct de vedere al manifestării radiologice, silicoza recunoaște trei stadii evolutive (fig. 119).

Stadiul I este marcat de prezența opacităților interstițiale, peribronhovasculare și perilobulare (cu aspect fin reticulat), dispuse simetric în ambele cîmpuri pulmonare. În acest stadiu se pot evidenția, mai ales pe radiografii cu kilovoltaj ridicat, și opacități nodulare de foarte mici dimensiuni (cu diametrul de 1-3 mm), dispuse în cîmpurile mijlocii (fig. 119, a). În stadiul II, concomitent cu accentuarea opacităților interstițiale, este evidențiată prezența de opacități nodulare de dimensiuni mai mari (5-6 mm), mai intense și mai numeroase, cu contururi nete, neregulate, dispuse aproximativ simetric mai ales în cîmpurile mijlocii; regiunile apicale și bazele sînt de obicei respectate. Hilurile capătă dimensiuni crescute, iar ganglionii hiperplazici hilari și intertraheo-bronșici pot prezenta calcificări periferice, sub formă de lizere fine, intens opace (fig. 119, b).

Stadiul III este caracterizat prin apariția de opacități masive, cu caracter pseudotumoral, rezultate din confluarea nodulilor silicotici. Aceste opacități, cu diametrul de pînă la 10 cm sau mai mult, păstrează contururi nete și sînt dispuse simetric în cîmpurile mijlocii; deseori, în interiorul lor pot fi observate ulceratii, datorită procesului de necroză silicotică, dar mai ales evoluției simultane a unei tuberculoze (silico-tuberculoza), frecvent întîlnită în fazele avansate ale afecțiunii.



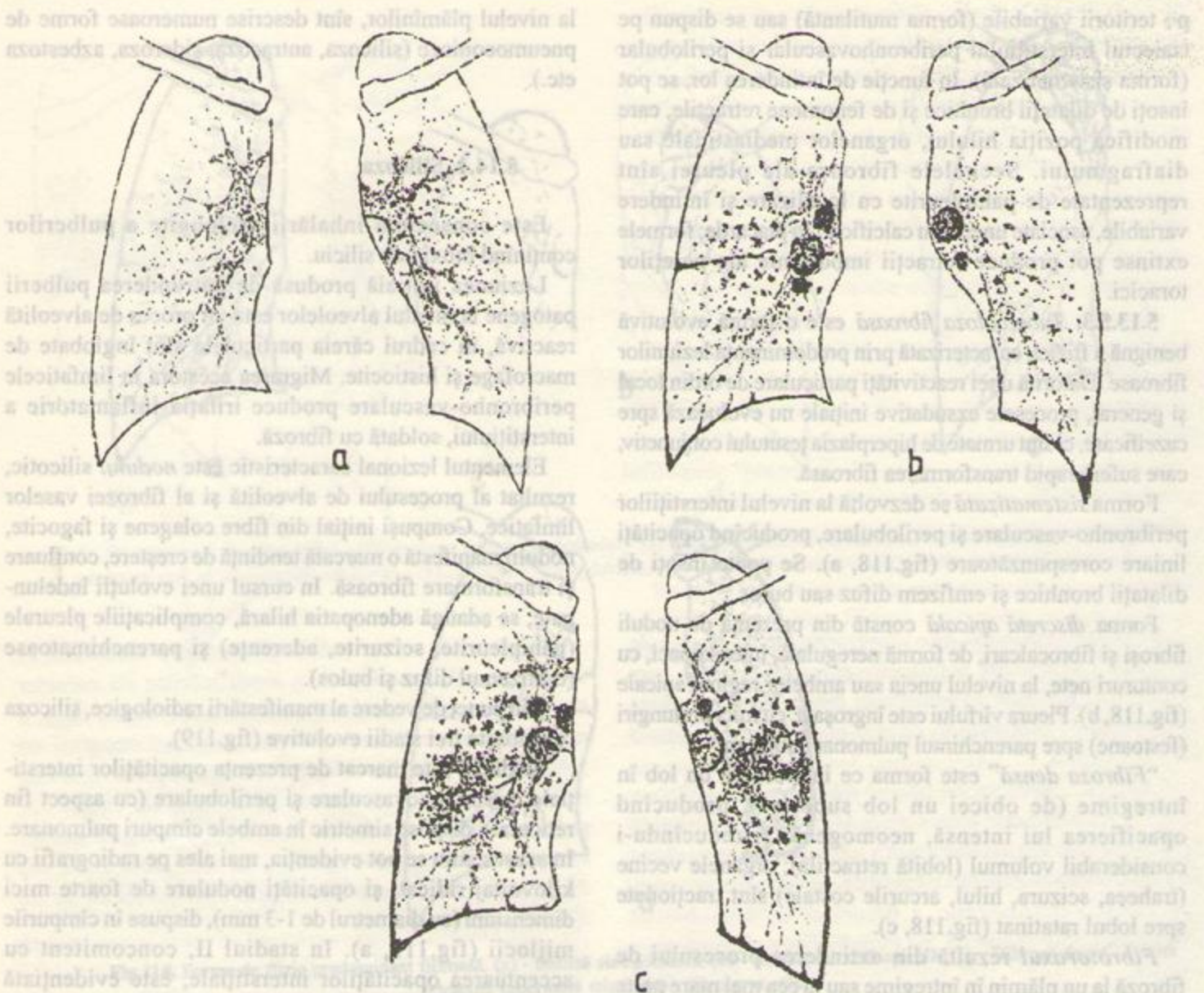


Fig.119. Aspecte radiologice ale silicozei. (a) - stadiul I; (b) - stadiul II; (c) - stadiul III (silico-tuberculoză).

În acest stadiu evolutiv, aspectul radiologic al silicozei devine extrem de complex (fig.119, c); alături de opacitățile masive juxtahilare, sînt prezente opacități micro-și macronodulare, hipertransparente ale bazelor, datorate emfizemului compensator și substanțial, aderențe și îngroșări pleurale (inclusiv ale scizurilor), dilatații bronhice de forme diferite. Tabloul radiologic este complicat și de apariția unui pneumotorax "spontan", dar mai ales de manifestările variate ale unei tuberculoze însoțitoare (în special leziuni ulcero-cazeoase).

În unele forme particulare, topografia neobișnuită sau asimetria opacităților patologice creează probleme foarte dificile de diagnostic diferențial (de exemplu, cu procesele tumorale).

#### 5.14.2. Alte pneumoconioze

**5.14.2.1. Antracoza.** Inhalarea îndelungată a pulberii de cărbune poate produce leziuni pulmonare traduse radiologic prin micronoduli de intensitate slabă, de dimensiuni foarte reduse (în jurul a 1 mm diametru) și dispuși mai ales în cîmpurile mijlocii. Nodulii sînt foarte greu de evidențiat în lipsa unor tehnici speciale; de obicei, pe radiografie sînt vizibile modificări fibroase interstițiale, însoțite de emfizem bazal.

**5.14.2.2. Azbestoza** se traduce radiologic prin prezența de opacități reticulare, expresie a fibrozei interstițiale; acestea sînt dispuse inițial la baze, de unde evoluează spre cîmpurile mijlocii.



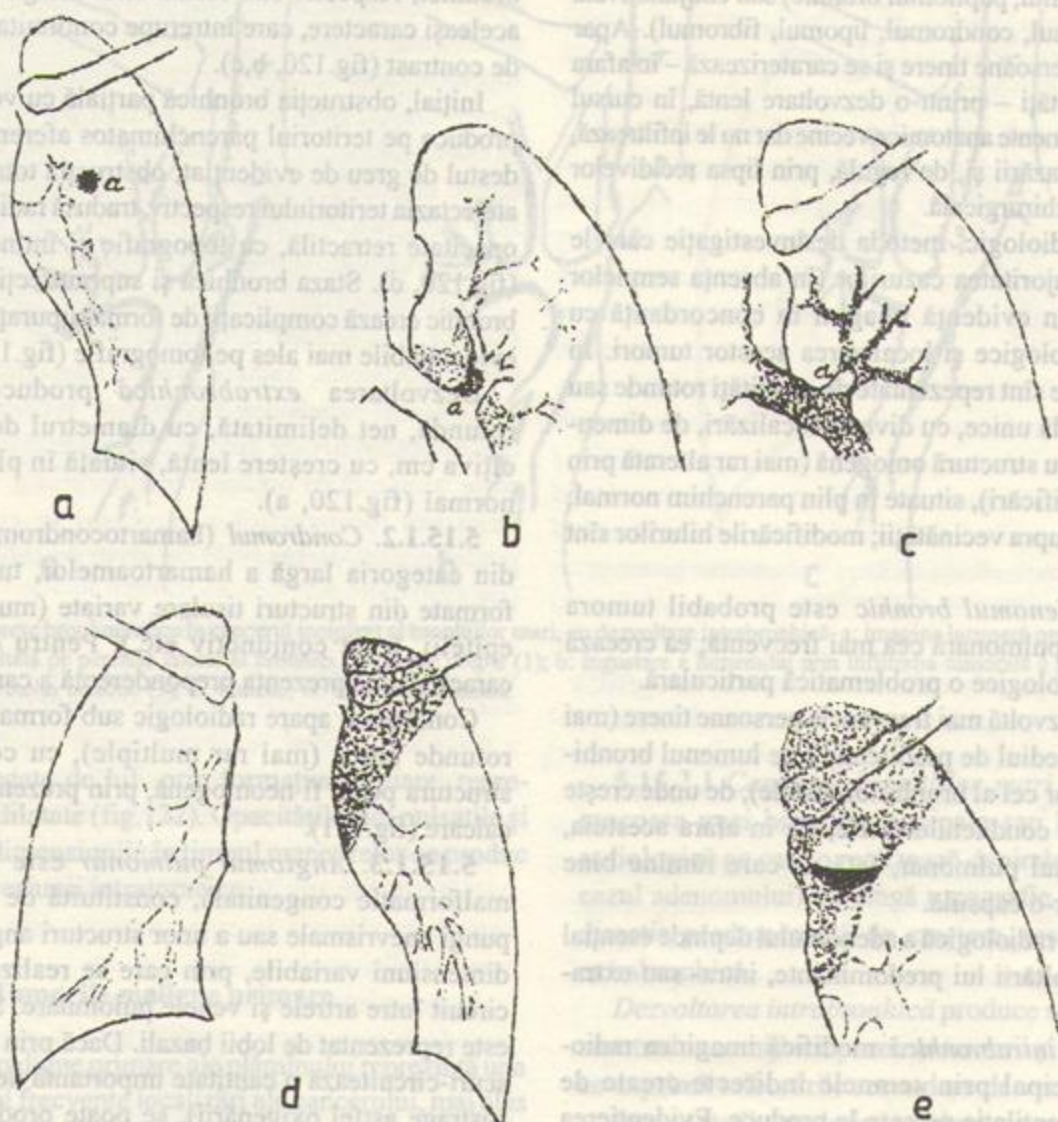


Fig.120. Aspecte radiologice create de adenomul bronhic. a: adenom cu dezvoltare extrabronhică; b: adenom dezvoltat în lumenul bronhiei lobare superioare stîng (imagine tomografică); c: imaginea bronhografică a aceluiași caz; d: atelectazia lobului superior stîng produsă de dezvoltarea ulterioară intrabronhică a adenomului; e: supurația lobului atelectatic prin stază și suprainfecție.

Prezența de noduli de dimensiuni mici (sub 1 cm), de intensitate relativ mare, este mai rară; în schimb este frecventă afectarea pleurei, sub formă de îngroșări și aderențe, care produc neregularități ale conturilor diafragmului și mediastinului.

**5.14.2.3. Sideroza.** Inhalarea cronică a oxidului de fier se soldează cu producerea de noduli cu dimensiuni de 1-3 mm, dispuși în interstițiu, care creează imagini radiologice corespunzătoare. Modificările sînt în principiu reversibile după suprimarea cauzei. Prezența nodulilor de dimensiuni mai mari, cu tendință la confluaire, sau a modificărilor fibroase este întîlnită în cazul inhalării de pulberi mixte (oxid de fier și siliciu).

## 5.15. Tumorile bronhopulmonare

Procesele tumorale dezvoltate la nivelul plămînelui provin, în majoritatea cazurilor, din proliferarea celulelor aparținînd elementelor structurale ale bronhiilor (în principal epiteliul bronhic). Aceste celule prezintă caracterele tipice țesuturilor normale din care provin (în cazul tumorilor benigne) sau sînt marcate de atipii (în tumorile maligne).

### 5.15.1. Tumorile benigne

Se formează prin proliferarea exuberantă de celule cu caractere tipice, mature, provenind din țesuturi de origine



epitelială (adenomul, papilomul bronhic) sau conjunctivală (angiomul, miomul, condromul, lipomul, fibromul). Apar mai frecvent la persoane tinere și se caracterizează – în afara unei relative rarități – printr-o dezvoltare lentă, în cursul căreia dislocă elemente anatomiche vecine dar nu le infiltrază, prin lipsa metastazării și, de regulă, prin lipsa recidivelor după extirparea chirurgicală.

Examenul radiologic, metoda de investigație care le descoperă în majoritatea cazurilor (în absența semnelor clinice), pune în evidență imagini în concordanță cu trăsăturile morfologice și localizarea acestor tumori. În mod obișnuit, ele sînt reprezentate de opacități rotunde sau ovalare, de regulă unice, cu diverse localizări, de dimensiuni variabile, cu structură omogenă (mai rar alterată prin prezența de calcificări), situate în plin parenchim normal, fără a impieta asupra vecinătății; modificările hilurilor sînt absente.

**5.15.1.1. Adenomul bronhic** este probabil tumora benignă bronhopulmonară cea mai frecventă; ea creează investigații radiologice o problemă particulară.

Tumora se dezvoltă mai frecvent la persoane tinere (mai ales la femei); sediul de predilecție este lumenul bronhiilor mari (mai rar cel al bronhiilor distale), de unde crește fie în interiorul conductului aeric, fie în afara acestuia, spre parenchimul pulmonar, față de care rămîne bine delimitată printr-o capsulă.

Manifestarea radiologică a adenomului depinde esențial de sensul dezvoltării lui predominante, intra- sau extra-bronhice.

Dezvoltarea *intra*bronhică modifică imaginea radiologică în principal prin semnele indirecte create de tulburările de ventilație pe care le produce. Evidențierea directă a tumorii este posibilă numai prin tomografie și bronhografie, pe care apare sub forma unei opacități rotunde sau ovalare, net conturate, proiectată în lumenul

bronhiei, respectiv sub forma unei imagini lacunare, cu aceleași caractere, care întrerupe continuitatea substanței de contrast (fig.120, b,c).

Inițial, obstrucția bronhică parțială cu ventil expirator produce pe teritoriul parenchimos aferent un emfizem destul de greu de evidențiat; obstrucția totală conduce la atelectazia teritoriului respectiv, tradusă radiologic printr-o opacitate retractilă, cu topografie și întindere variabile (fig.120, d). Staza bronhică și suprainfecția conținutului bronhic crează complicații de forma supurației pulmonare, evidențiable mai ales pe tomografie (fig.120, e).

Dezvoltarea *extrabronhică* produce o opacitate rotundă, net delimitată, cu diametrul de la 1 pînă la cîteva cm, cu creștere lentă, situată în plin parenchim normal (fig.120, a).

**5.15.1.2. Condromul** (hamartocondromul) face parte din categoria largă a hamartoamelor, tumori benigne formate din structuri tisulare variate (mușchi, grăsimi, epitelii, țesut conjunctiv etc.). Pentru condrom este caracteristică prezența preponderentă a cartilajului.

Condromul apare radiologic sub forma unei opacități rotunde unice (mai rar multiple), cu contururi nete; structura poate fi neomogenă, prin prezența de depuneri calcare (fig.121).

**5.15.1.3. Angiomul pulmonar** este în realitate o malformație congenitală, constituită de prezența unei punji anevrismale sau a unor structuri angiomatoase, de dimensiuni variabile, prin care se realizează un scurt-circuit între arterele și venele pulmonare. Sediul obișnuit este reprezentat de lobii bazali. Dacă prin hemangiom se scurt-circuitează o cantitate importantă de sînge (care se sustrage astfel oxigenării), se poate produce cianoză și poliglobulie.

Radiologic, angiomul creează opacități unice sau multiple, de formă aproximativ rotundă, care, la un examen



Fig.121. Condrom pulmonar.

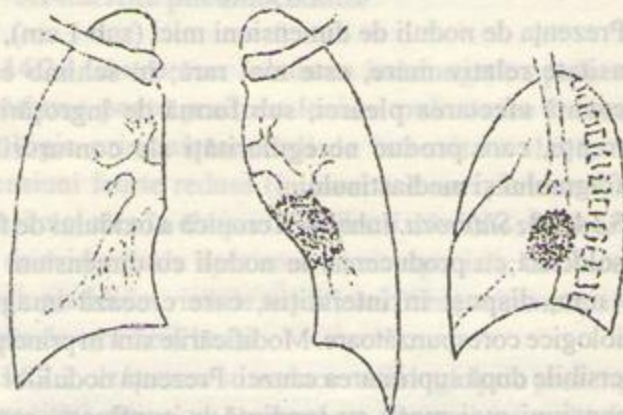


Fig.122. Angiom paracardiac stîng.



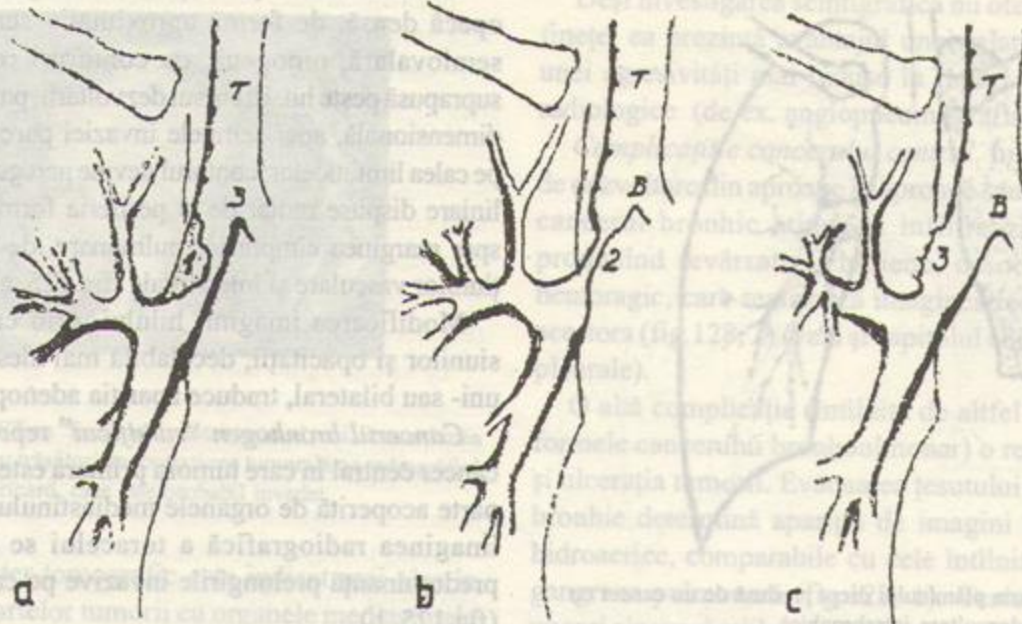


Fig.123. Aspecte bronhografice în cancerul incipient al bronhiilor mari, cu dezvoltare intrabronhică. a: imagine lacunară produsă de o formațiune vegetantă dezvoltată pe peretele lateral al bronhiei principale drepte (1); b: îngustare a lumenului prin infiltrația tumorală a pereților bronhiei (2); c: ulcerarea a peretelui bronhic (3). T: traheea; B: bifurcația traheală.

atent, apar legate de hil prin formațiuni liniare, reprezentând vase dilatate (fig. 122). Opacitățile sînt pulsatile și își modifică dimensiunile în timpul manevrelor ce produc variații ale presiunii intratoracice.

### 5.15.2 Tumorile maligne primare

Tumorile maligne primare ale plămînilui reprezintă una dintre cele mai frecvente localizări ale cancerului, mai ales la bărbat, și una dintre cele mai importante cauze de mortalitate. Diagnosticul lor în faze incipiente, utile terapeutic, rămîne grevat de serioase dificultăți, întrucît nici simptomatologia clinică, nici aspectul radiologic nu sînt caracteristice în aceste faze. De aceea, prezența unei imagini suspecte obligă la efectuarea unui examen bronhoscopic, cu prelevare biopsică, proceduri ce pot furniza elemente de certitudine.

Cancerul primitiv brohopulmoanr își are originea obișnuită în epitelul mucoasei bronhiilor de diferite grade dimensionale; potrivit topografiei lui inițiale, recunoaște următoarele forme principale:

- cancerul bronhiilor mari (forma proximală, centrală sau hilară);
- cancerul bronhiilor mici (forma distală sau periferică);
- cancerul alveolar sau bronhiolo-alveolar (forma parenchimatosa, de fapt singura formă adevărată de cancer pulmonar).

5.15.2.1. *Cancerul bronhiilor mari* se dezvoltă din mucoasa unei bronhii principale sau lobare. Imaginea radiologică pe care o realizează depinde esențial (ca și în cazul adenomului), pe lângă topografie și dimensiuni, de direcția predominantă de creștere, respectiv intra- sau extrabronhică.

Dezvoltarea intrabronhică produce semne radiologice care traduc nemijlocit prezența tumorii și semne însoțitoare ce exprimă tulburările secundare de ventilație.

Intr-un stadiu evolutiv incipient, prezența tumorii poate fi evidențiată numai de examenul bronhografic. Corespunzător formei anatomo-patologice a cancerului prezent, acest examen va pune în evidență la nivelul lumenului bronhiei afectate o imagine lacunară (în cazul unei tumori vegetante) sau o eroziune parietală (în forma ulcerată) (fig.123).

În anumite cazuri (rare), tomografia poate face vizibilă prezența unei tumori vegetante, sub forma unei imagini opace dezvoltate în interiorul bronhiei, atașată de unul din pereții acesteia.

Intr-un asemenea stadiu, examenul radiologic standard nu semnaleză de regulă decît consecințele tulburărilor de ventilație. Obstrucția incompletă a lumenului bronhic creează un obstacol în expir, soldat cu un emfizem localizat la teritoriul aferent, care sporește transparența regiunii pulmonare respective. Odată cu obstrucția totală, emfizemul este înlocuit prin atelectazie



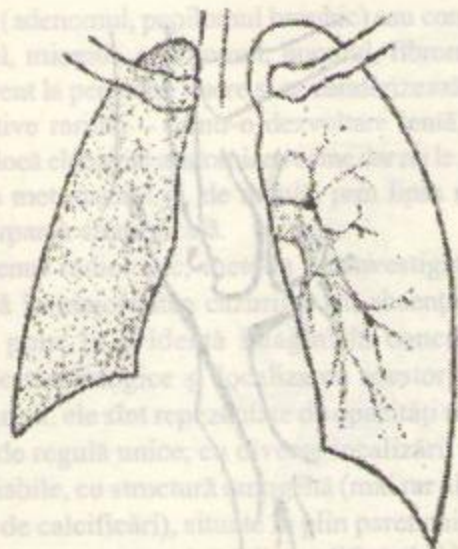


Fig.124. Atelectazia plămînilui drept produsă de un cancer cu dezvoltare intrabronhică.

manifestă radiologic prin opacifierea intensă, omogenă, a plămînilui sau lobului respectiv, însoțită de retracția formațiunilor anatomice din vecinătate (grilajul costal, hemidiafragul, traheea, scizurile sau mediastinul) (fig.124).

Stadiul de infecție a atelectaziei se traduce radiologic (mai ales pe tomografie) prin apariția în interiorul opacității a unor imagini transparente sau hidroaerice de formă neregulată, sugestivă pentru procesele supurative pulmonare.

Dezvoltarea extrabronhică poate crea aspecte radiologice variate, în cadrul cărora se pot distinge câteva forme principale.

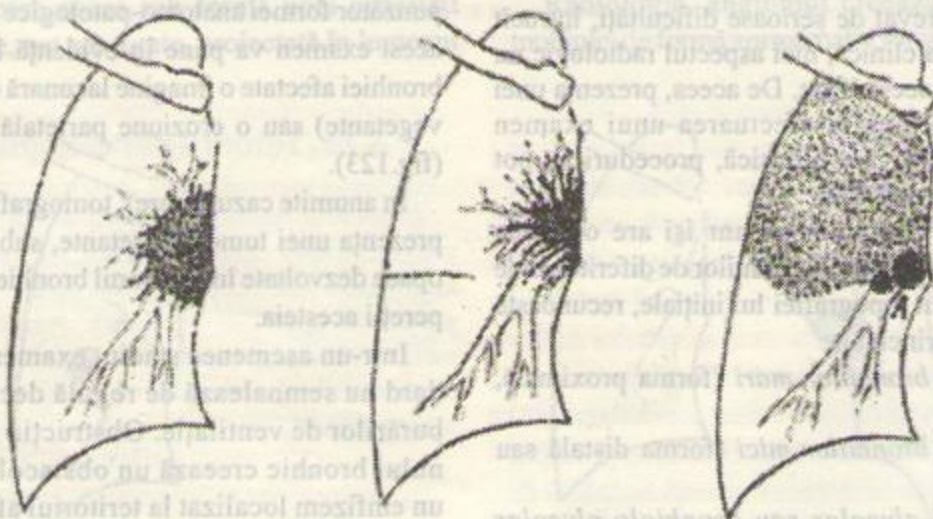


Fig.125. Forme de cancer bronhopulmonar central. a: cancer nodos al hilului; b: cancer bronhogen "ramificat"; c: "pneumonie canceroasă" (A - adenopatie hilară).

*Cancerul masiv (nodos) al hilului* produce o imagine opacă densă, de formă aproximativ semicirculară sau semiovalară, omogenă, cu contururi regulate și nete, suprapusă peste hil. În cursul dezvoltării, paralel cu creșterea dimensională, apar semnele invaziei parenchimului vecin pe calea limfaticelor: conturul devine neregulat, cu prelungiri liniare dispuse radiar de la periferia formațiunii tumorale spre marginea cîmpurilor pulmonare, de-a lungul formațiunilor vasculare și interstițiale (fig.125, a).

Modificarea imaginii hilului, prin creșterea dimensiunilor și opacității, decelabilă mai ales pe tomografie, uni- sau bilateral, traduce apariția adenopatiei tumorale.

*Cancerul bronhogen "ramificat"* reprezintă forma de cancer central în care tumora primară este în cea mai mare parte acoperită de organele mediastinului, astfel încît pe imaginea radiografică a toracelui se evidențiază cu predominanță prelungirile invazive pe calea limfaticelor (fig.125, b).

*Cancerul lobar ("pneumonie canceroasă")* se constituie prin dezvoltarea progresivă a uneia din formele descrise mai înainte, pînă la cuprinderea în întregime a unui lob. Lobul respectiv apare intens și omogen opacifiat, mărit de volum, iar scizura vecină poate fi împinsă. Intensitatea mare a opacității, prezența adenopatiei, dar mai ales persistența sau extensia sub tratament, fac posibilă diferențierea de o pneumonie banală, în situația în care cancerul este descoperit în acest stadiu evolutiv (fig.125, c).

În completarea examenului radiologic standard, alte metode de investigare imagistică pot furniza date de mare interes pentru precizarea diagnosticului și gradului de întindere a procesului tumoral.



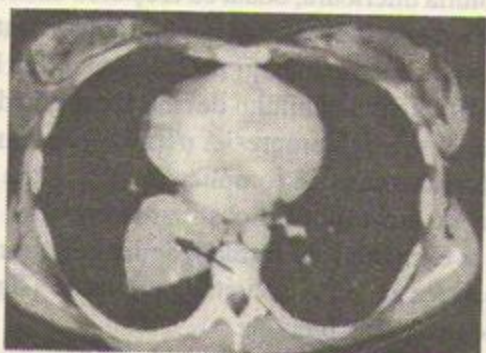


Fig.126. Secțiune CT cu "fereastră" pentru țesuturi moi. Formațiunea opacă retrocardiacă (cu trăsături de formațiune tumorală pe radiografie) nu se detașează de pericard, care este probabil invadat.

Studiul computer-tomografic este indicat mai ales în evidențierea rapoartelor tumorii cu organele mediastinale și al unor detalii structurale inaparente pe radiografie (fig.126).

Examenul scintigrafic de perfuzie (cu Tc 99m) evidențiază modificările circulatorii consecutive evoluției cancerului (fig.127, b). Scintigrafia cu Ga 67, radionuclid care, mai ales sub formă de citrat este frecvent folosit în detecția țesuturilor tumorale, relevă natura malignă a unor mase opace (în special adenopatii), cuprinse în ansamblul imaginii (fig.127, c).

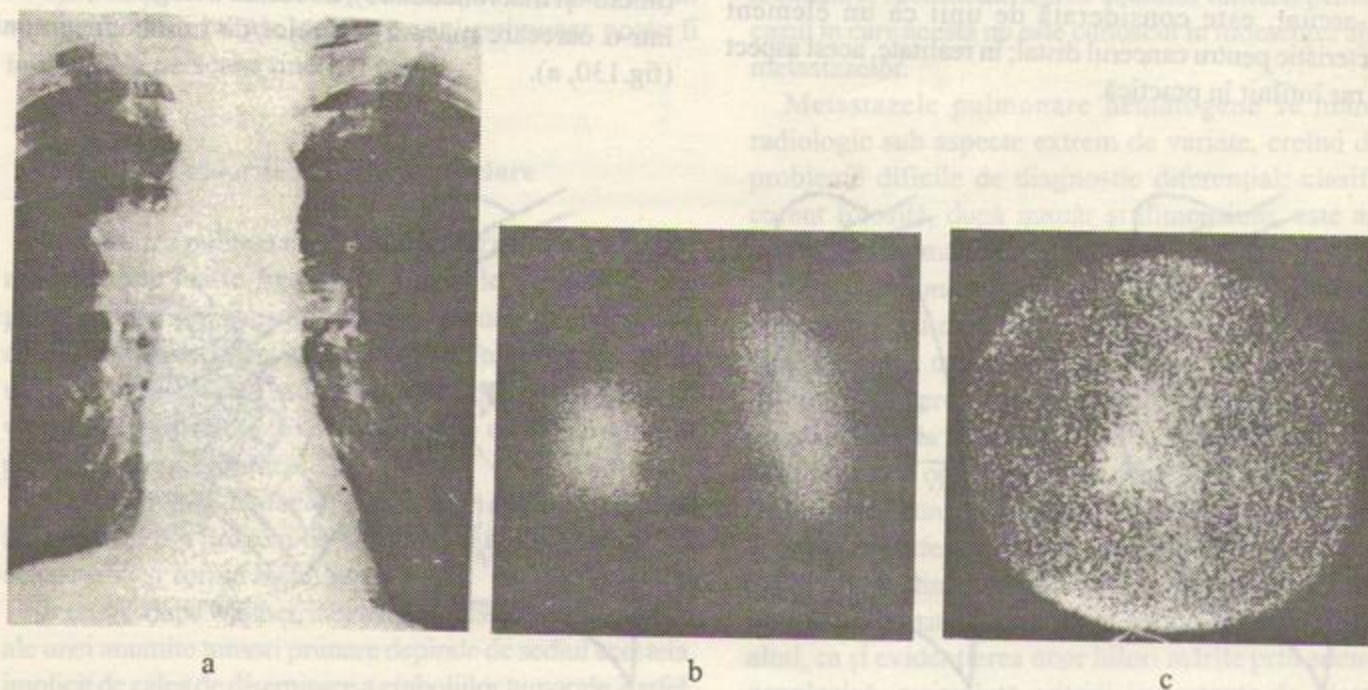


Fig.127. Carcinom anaplastic al bronhiei lobare superioare drepte. (a) radiografia pulmonară evidențiază o opacitate semiovalară la polul superior al hilului drept, care este mai intens opacă și de dimensiuni crescute. (b) scintigrafie de perfuzie cu Tc 99m (macroagregate de albumină); absența perfuziei lobului superior drept; (c) scintigrafia pulmonară cu Ga 67 citrat, evidențiind o importantă fixare hilară și infrahilară dreaptă.

Deși investigarea scintigrafică nu oferă detalii de mare finețe, ea prezintă avantajul unei relative facilități și al unei agresivități mai reduse în raport cu alte proceduri radiologice (de ex. angiopneumografia).

**Complicațiile cancerului central.** În cursul procesului de dezvoltare din aproape în aproape sau pe cale limfatică, cancerul bronhic atinge și infiltrază uneori pleura, producând revărsate lichidiene, de obicei cu caracter hemoragic, care realizează imaginea radiologică proprie acestora (fig.128, 2) (vezi și capitolul consacrat patologiei pleurale).

O altă complicație (întilnită de altfel în oricare dintre formele cancerului bronhoumonar) o reprezintă necroza și ulcerarea tumorii. Evacuarea țesutului necrotic printr-o bronhie determină apariția de imagini transparente sau hidroaerice, comparabile cu cele întilnite în abcesul sau gangrena pulmonară (fig.128, 1). Testul terapeutic este uneori singurul mijloc de diferențiere a cancerului excavat de aceste afecțiuni.

**5.15.2.2. Cancerul bronhiilor mici (periferic sau distal)** se dezvoltă din epiteliul bronhiilor de calibru mic (segmentare și subsegmentare) sau bronhiolilor.

Radiologic, se traduce inițial printr-o opacitate rotundă sau ovalară, omogenă, cu contururi nete, cu sediul și dimensiunile variabile, dispusă în plin parenchim pulmonar indemn, fără legătură aparentă cu hilul (fig.129, a).



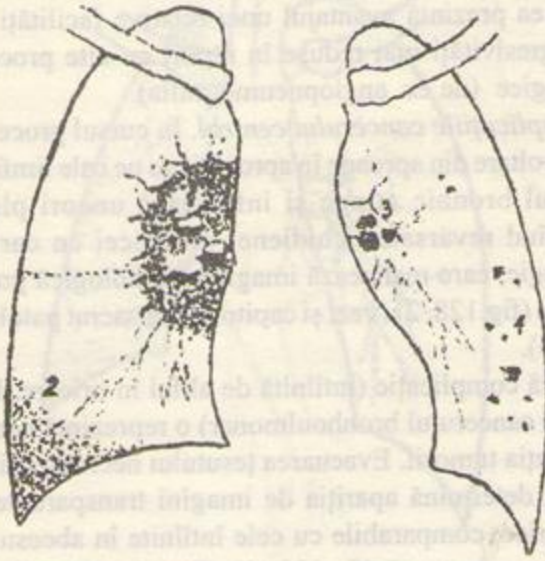


Fig.128. Complicații ale cancerului pulmonar central. (1) necroză cu ulcerare; (2) revărsat pleural tumoral. Sînt prezente, de asemenea, adenopatia hilară (3) și metastaze (4) controlaterale.

La formarea imaginii concură atât nucleul tumoral propriu-zis, cât și țesut pulmonar vecin, atelectatic sau infiltrat.

Avînd în vedere marele număr de afecțiuni care pot realiza imagini similare (chistul hidatic, tumorile benigne, infiltratul Assmann, abcesul neevacuat etc.), diagnosticul diferențial al unei asemenea forme de cancer bronhopumonar poate fi uneori foarte dificil.

O ușoară "ombilicare" a conturului, care devine bi- sau poli-arcuat, este considerată de unii ca un element caracteristic pentru cancerul distal; în realitate, acest aspect este rar întîlnit în practică.

În evoluția ulterioară, odată cu creșterea dimensională, opacitatea pierde netitatea și regularitatea conturilor, datorită infiltrării vecinătății pe calea spațiilor limfatice (fig.129, b); la nivelul hilului devine aparentă adenopatia tumorală. Urmărirea progresiei permite consemnarea de modificări însoțitoare și complicații: atelectazia segmentară (mai rar lobară), prin obstruarea bronhiei aferente, necroza și excavarea cu formare de imagini transparente și hidroaerice în sînul opacității tumorale (fig.129, c), revărsate lichidiene pleurale.

O formă particulară a cancerului periferic o constituie *cancerul vîrfului* (tumora Pancoast-Tobias), care prin invazia sau compresia formațiunilor nervoase regionale produce dureri violente de tipul plexalgiilor brahiale, însoțite de fenomene vegetative simpatice (sindromul Claude Bernard - Horner). Radiografiile cu raze "dure" evidențiază liza totală sau parțială a primelor arcuri costale posterioare, în vecinătatea vîrfului pulmonar (fig. 129, d).

**5.15.2.3. Cancerul alveolar** (bronhiolo-alveolar, parenchimos) poate prezenta manifestări anatomo-radiologice variate. Forma sub care este descoperit de obicei se caracterizează prin dezvoltarea de multiple tumori mici, cu originea în epiteliul bronhiolilor terminale și în celulele alveolare. În cea mai mare parte, acestea sînt în realitate diseminări metastatice apărute timpuriu și evoluînd paralel cu tumora sau tumorile primare de mici dimensiuni.

Radiologic, în asemenea forme, se evidențiază prezența de opacități numeroase, de dimensiuni diferite (micro- și macronodulare), de formă neregulată, similare într-o oarecare măsură focarelor de bronhopneumonie (fig.130, a).

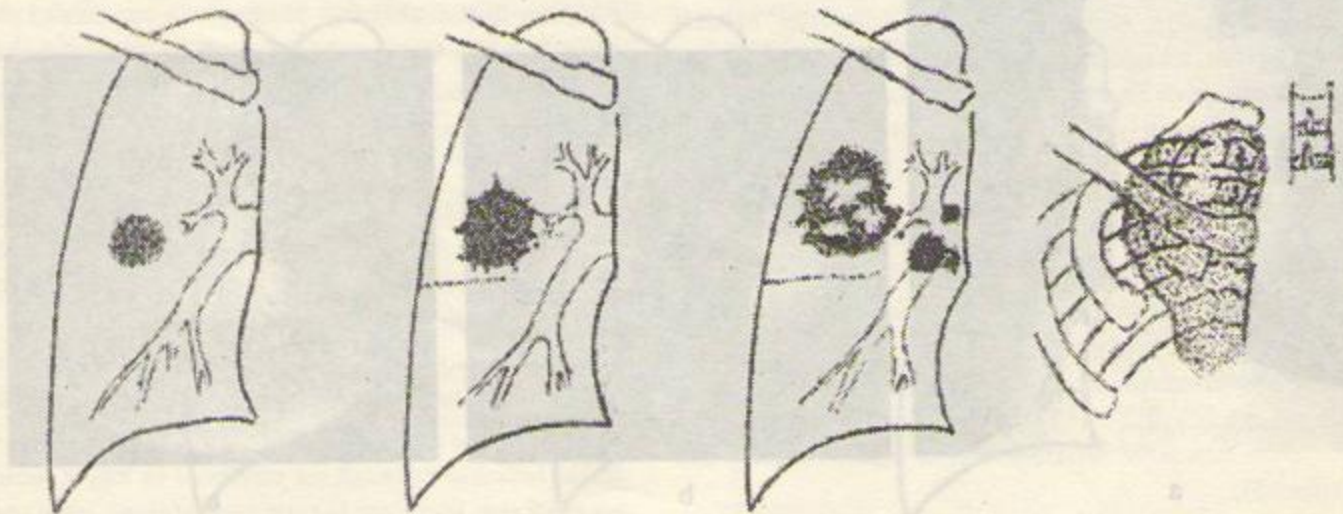


Fig. 129. Aspecte radiologice ale cancerului bronhiilor mici. a-c: cancer periferic în evoluție; d: cancer al vîrfului, cu liza arcurilor costale posterioare 2 și 3.



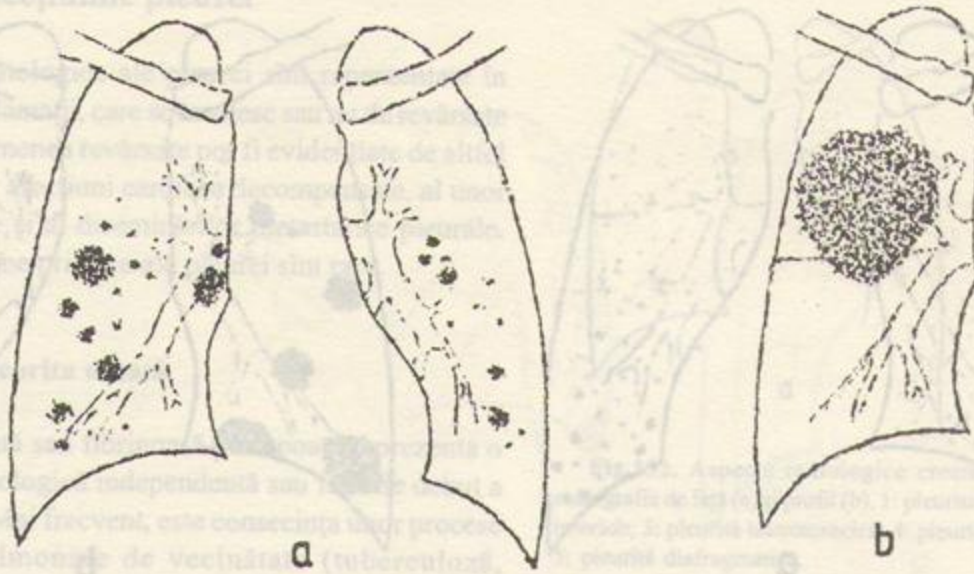


Fig.130. Cancer parenchimos sau alveolar (a); sarcom pulmonar (b).

**5.15.2.4. Sarcomul pulmonar.** Este o tumoră malignă rară, cu originea în structurile conjunctive, caracterizat printr-o evoluție rapidă, în cursul căreia poate atinge dimensiuni considerabile.

Radiologic, apare inițial sub forma unei opacități rotunde sau ovalare unice, situată în parenchim aparent indemn. Creșterea rapidă conduce la constituirea unei opacități întinse (fig.230, b), care poate interesa un lob în întregime; în acest caz, volumul lobului apare mărit.

Spre deosebire de cancer, care este de regulă apanajul vârstei de peste 40 de ani, sarcomul pulmonar poate fi întâlnit și la persoane tinere și copii.

### 5.15.3. Tumorile maligne secundare

Localizarea pulmonară a metastazelor diferitelor tumori maligne este foarte frecventă. Tumorile metastatice ale plămânului se pot constitui fie prin extensie directă sau pe cale limfatică de la un organ învecinat (în cazul cancerului mamar, mediastinal sau al pereților toracici), fie prin vehicularea emboliilor tumorale pe calea circulației pulmonare sau bronhice.

**5.15.3.1. Metastazele hematogene** sînt cele mai frecvente și pot proveni de la tumori maligne primare cu orice sediu și formă histologică.

Teoretic, după Walther, incidența metastazelor pulmonare ale unei anumite tumori primare depinde de sediul acesteia, implicit de calea de diseminare a emboliilor tumorale. Astfel, plămînul constituie primul "filtru" pentru emboliile vehiculate pe calea venelor cave, provenind din tumori

maligne primare localizate în piele, os, sîn, tiroidă, creier, rinichi, testicul; el reprezintă al doilea filtru pentru emboliile tumorale cu proveniență din organele tubului digestiv, vehiculate pe calea venei porte, și al treilea filtru în cazul tumorilor maligne primare pulmonare.

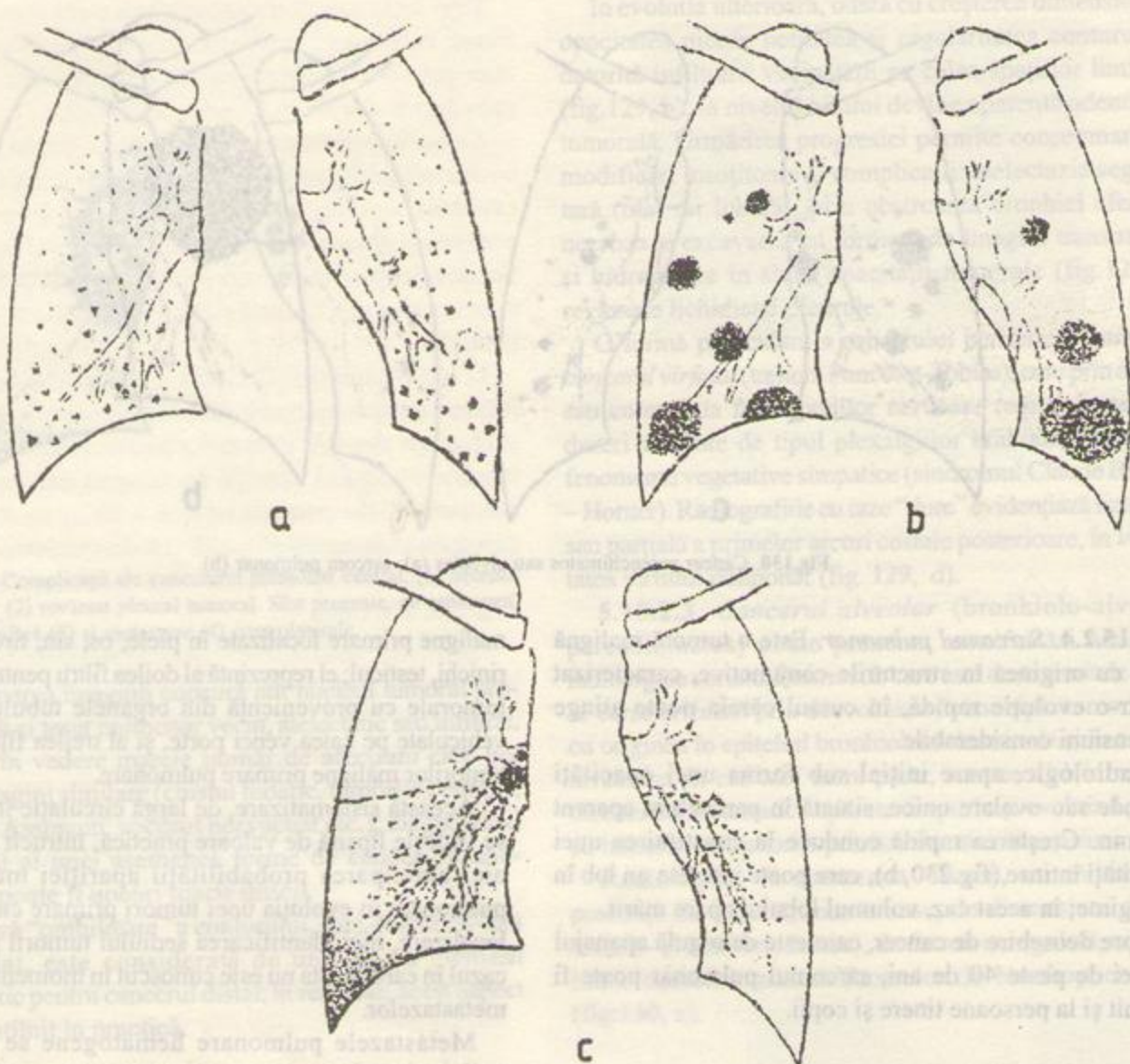
Această sistematizare, de largă circulație în literatură, se vedește lipsită de valoare practică, întrucît nu permite nici anticiparea probabilității apariției metastazelor pulmonare în evoluția unei tumori primare cu o anumită localizare, nici identificarea sediului tumorii primare, în cazul în care acesta nu este cunoscut în momentul apariției metastazelor.

Metastazele pulmonare hematogene se manifestă radiologic sub aspecte extrem de variate, creînd deseori probleme dificile de diagnostic diferențial; clasificarea curent folosită, după număr și dimensiuni, este aproximativă și schematică.

*Metastazele micronodulare* se traduc prin opacități de mici dimensiuni (cu diametrul de pînă la cîțiva milimetri), de formă rotundă, omogene, cu contururi nete sau ușor șterse, diseminate neregulat în ambele cîmpuri pulmonare, predominant la baze, unde au și dimensiuni mai mari. Multitudinea opacităților și dimensiunile lor justifică termenul de "carcinoză miliară", cu care sînt etichetate unele forme de manifestare radiologică (fig. 131, a)

Creșterea dimensională relativ rapidă, apariția de noi opacități pe teritorii anterior indemne, de la un examen la altul, ca și evidențierea unor hiluri mărite prin adenopatia neoplazică, reprezintă criterii importante de diagnostic diferențial, în situația în care prezența unei tumori primare nu este cunoscută.





**Fig.131.** Aspecte radiologice produse de metastazele pulmonare. a: metastaze hematogene micronodulare (adenocarcinom mucoid al ovarului); realizând în cîmpurile mijlocii aspectul de carcinoză miliară; b: metastaze macronodulare (seminom testicular); c: metastaze limfogene (cancer mamar).

*Metastazele macronodulare* apar ca opacități de formă rotundă, mai mult sau mai puțin regulată, omogene, de intensitate medie, de obicei bine conturate, cu diametrul de la 1 la câțiva cm, dispuse neregulat în cîmpurile pulmonare (fig.131, b); de regulă sînt mai numeroase și au dimensiuni mai mari în regiunile bazale.

Metastazele macronodulare pot fi unice (foarte rar) sau multiple. În primul caz, diagnosticul diferențial cu numeroasele afecțiuni care produc opacități rotunde unice este deseori dificil; el se bazează în principal pe creșterea dimensională relativ rapidă (care nu este însă o regulă generală) și pe prezența anamnetică a unei tumori primare maligne (de obicei tub digestiv sau rinichi).

Diseminările metastatice macronodulare multiple realizează aspecte caracteristice sau chiar patognomonice mai ales în cazul seminomului și cancerului tiroidian.

**5.15.3.2. Metastazele limfogene**, întîlnite cel mai frecvent în evoluția tumorilor maligne ale sînului, mediastinului și pleurei, produc opacități liniare dispuse pe traiectul interstițiului, predominant perihilar și spre baze, iradiind dinspre hil spre periferie (fig.131, c). Prezența simultană de metastaze hematogene și adenopatii neoplazice hilare constituie elemente importante de diagnostic pozitiv și diferențial al limfangiozei tumorale.



## 5.16. Afecțiunile pleurei

Procesele patologice ale pleurei sînt reprezentate în principal de inflamații, care se însoțesc sau nu de revărsate lichidiene. Asemenea revărsate pot fi evidențiate de altfel și în cazul unor afecțiuni cardiace decompensate, al unor afecțiuni renale și al diseminărilor metastatice pleurale. Tumorile maligne primare ale pleurei sînt rare.

### 5.16.1. Pleurita uscată

Pleurita uscată sau fibrinoasă pură poate reprezenta o manifestare patologică independentă sau faza de debut a unei pleurezii. Mai frecvent, este consecința unor procese patologice pulmonare de vecinătate (tuberculoză, pneumonii, supurații).

Depozitele de fibrină, de grosime variabilă, se constituie de obicei pe pleura parietală, foița viscerală rămînînd puțin modificată; dacă în cursul evoluției ele se depun pe ambele pleure, se pot forma aderențe (simfize) de întindere mai mare sau mai mică.

Pleuritele uscate produc imagini radiologice ce depind esențial de gradul de îngroșare a pleurei, și de incidența în care sînt examinate. În general, ele realizează reduceri ale transparenței pulmonare pe arii limitate, depășind rareori intensitatea unui voal. Dacă sînt aduse în proiecție tangențială, imaginile patologice se reduc la opacități liniare cu contururi nete sau șterse, care dubleză pe o anumită porțiune conturul intern al peretelui toracic. Frecvent, pot fi evidențiate modificări de vecinătate, de importanță și întindere variabilă, ale parenchimului pulmonar.

**5.16.1.1. Pleurita vîrfului** este frecvent întîlnită în evoluția tuberculozei, însoțind de obicei leziunile minore constituite în cursul diseminărilor din faza primară. Datorită proiecției tangențiale a pleurei domului apical, este în general ușor de evidențiat, mai ales sub forma îngroșării și accentuării opacității însoțitoare a coastelor I sau II, care capătă și contururi șterse; regiunea apicală respectivă apare voalată (fig.132, a,1).

**5.16.1.2. Pleurita diafragmatică** poate fi consecința unui proces inflamator abdominal; reducerea transparenței regiunii bazale a cîmpului pulmonar respectiv se însoțește de ștergerea conturului diafragmului și reducerea mișcărilor respiratorii ale acestuia (fig.132, a,5).

**Scizuritele** se traduc radiologic prin opacități liniare sau în bandă, dispuse pe traiectul scizurilor, evidențiable, în funcție de localizare, pe imaginea de față sau de profil (fig.132, a și b).

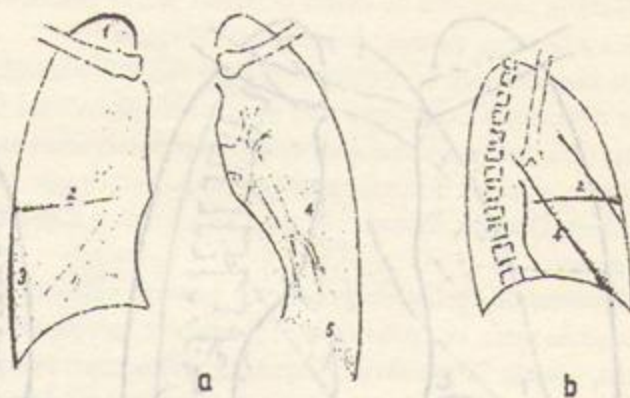


Fig.132. Aspecte radiologice create de pleuritele uscate, pe radiografia de față (a) și profil (b). 1: pleurita vîrfului; 2: scizurita micului interlob; 3: pleurită laterotoracică; 4: pleurita scizurii interlobare stîngi; 5: pleurită diafragmatică.

În unele cazuri, îngroșările masive ale scizurilor oblice pot produce opacități de intensitate slabă, extinse pe arii mari, a căror apartenență la scizură poate fi precizată numai pe imaginea de profil (fig.132, a și b, 4).

Evoluția pleuritelor se soldează frecvent cu sechele evidențiable radiologic: îngroșări fibroase (pahipleurite), bride sau simfize ale foitelor pleurale.

### 5.16.2. Revărsatele lichidiene pelurale

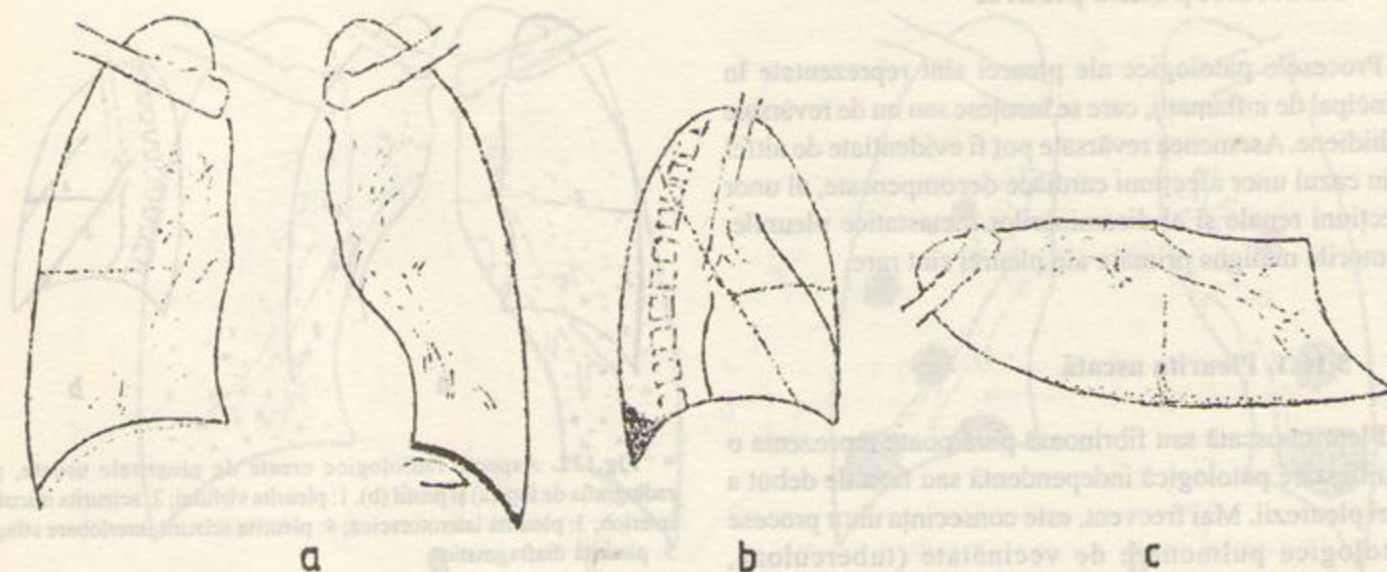
Indiferent de natura lor (pleurezii serofibrinoase sau purulente, transsudate, revărsate hemoragice traumatiche sau tumorale), revărsatele lichidiene pleurale produc imagini radiologice similare, care depind în esență de cantitatea de lichid prezentă, starea foitelor pelurale și a parenchimului pulmonar vecin.

În funcție de starea cavității pleurale, revărsatele se manifestă fie sub forma revărsatului liber, fie sub cea a revărsatului închisat în diferite regiuni ale acestei cavități.

**5.16.2.1. Revărsatele pleurale libere** în marea cavitate realizează aspecte radiologice care depind de cantitatea de lichid prezentă. O cantitate de lichid redusă (150-200 ml) ocupă de regulă unul din fundurile de sac costo-diafragmatice posterioare, producînd opacifierea discretă a acestuia, vizibilă numai pe imaginea de profil (fig.133, b).

În unele cazuri, colecțiile lichidiene mici, proprii pleureziilor incipiente, se formează și se mențin în regiunea supradyafragmatică a cavității pleurale. În dreapta, ele simulează o ascensiune ușoară a hemidiafragmului (fig.133, a), iar în stînga creează o opacitate în bandă, interpusă între camera de aer gastrică și baza plămînului (aspect de "îngroșare" a diafragmului, fig.133 a).



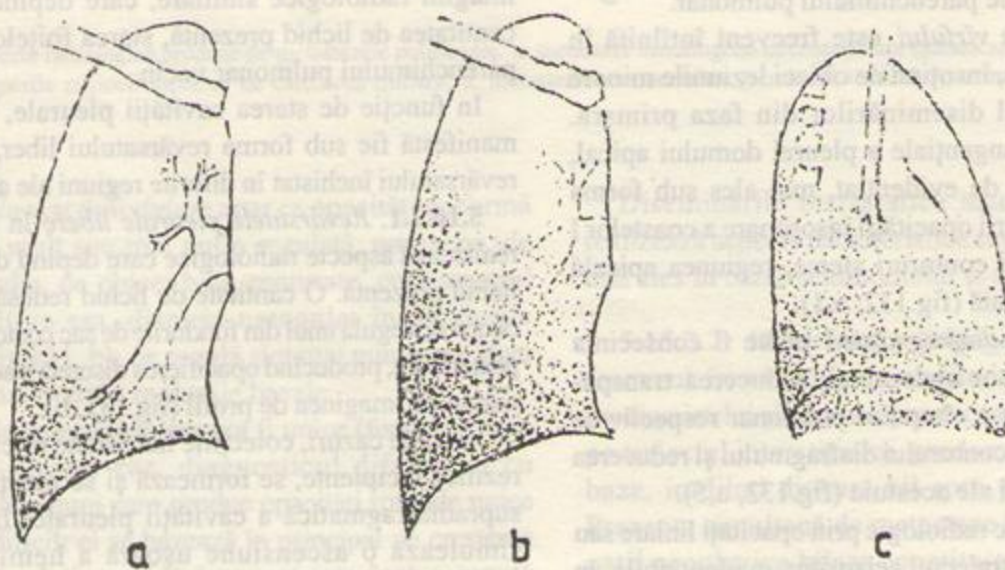


**Fig.133.** Aspecte radiologice create de revărsate lichidiene în cantitate redusă. a: aparenta ascensiune a hemidiafragmului drept, "îngroșarea" hemidiafragmului stâng; b: opacifierea sinusului costo-diafragmatic posterior pe imaginea de profil; c: examenul în decubit lateral evidențiază lichidul mobilizat în regiunea devenită declivă a cavității pleurale, care înainte se situa supradiafragmatic.

În decubit lateral, lichidul se mobilizează, devenind aparent în regiunea cavității pleurale devenită declivă.

În cazul unei cantități de lichid ce depășește 200-300 ml, opacitatea se extinde la nivelul sinusului costodiafragmatic lateral și anterior pe care le ocupă, proiectându-se peste elementele structurale ale plămînilui situate în regiunea bazală externă. Pe măsura creșterii volumului revărsatului (peste 400-500 ml), opacitatea se extinde din ce în ce mai sus, acoperind cîmpul pulmonar și capătînd un aspect caracteristic.

Revărsatul lichidian în cantitate mare produce o opacitate intensă, omogenă, cu limita superioară concavă în sus, descinzînd dinafară înăuntru (fig.134, b). Intensitatea opacității este maximă în regiunea laterală a hemitoracelui respectiv; ea se reduce treptat în sus și înăuntru. Deseori, transparența regiunii superioare a plămînilui, neacoperită de lichid, este ușor diminuată, marcînd un grad corespunzător de hipoventilație (datorată compresiei exercitate de lichid).



**Fig.134.** Aspecte radiologice ale revărsatelor lichidiene libere în marea cavitate pleurală. a: în cantitate moderată; b: în cantitate mare; c: imagine de profil.



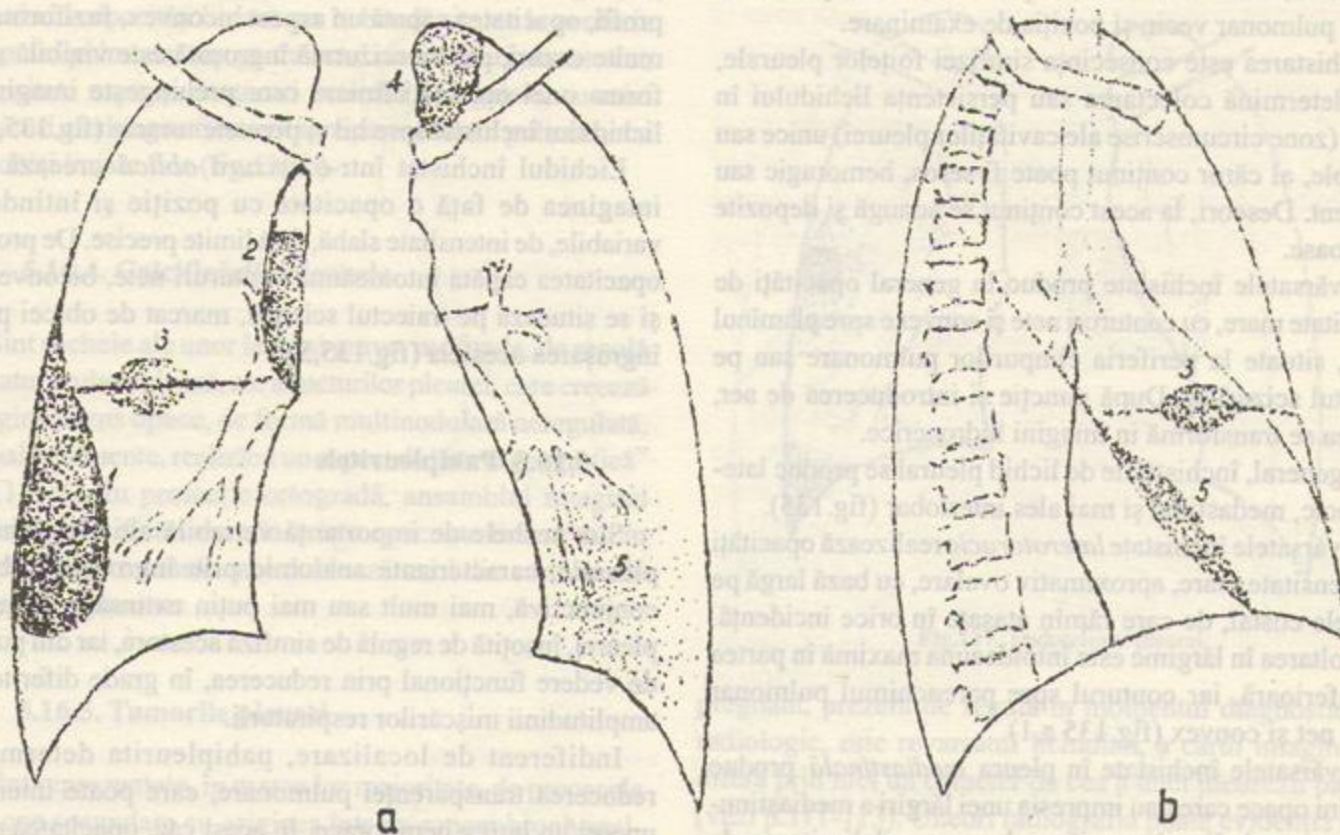


Fig.135. Aspecte radiologice create de revărsatele închistate, pe imaginea de față (a) și de profil (b). 1: laterotoracic; 2: mediastinal (după puncție); 3: în mica scizură; 4: apical; 5: în marea scizură.

Limita superioară a opacității lichidiene, destul de dificil de precizat datorită conturului imprecis, corespunde cu aproximație curbei Damoiseau stabilită la examenul percutoric.

În cazuri rare, lichidul ocupă întreaga cavitate pleurală, opacifiind în totalitate câmpul pulmonar respectiv; chiar în această situație, o radiografie corect executată pune în evidență diminuarea intensității dinspre bază spre regiunea vârfului.

Nivelul superior al opacității lichidiene este sensibil influențat de starea parenchimului pulmonar subjacent. Un plămân indemn, elastic, colabează cu ușurință la presiunea lichidului, care se acumulează în regiunea declivă a cavităților pleurale. Dimpotrivă, un plămân condensat sau scleros colabează puțin, obligând lichidul să se ridice, pe măsura formării lui, în regiunile superioare ale toracelui.

De profil, opacitatea lichidiană prezintă o limită superioară concavă în sus, având nivelul cel mai ridicat de obicei în vecinătatea peretelui posterior al toracelui (fig.134, c). Este caracteristic faptul că, datorită contactului nemijlocit cu lichidul, conturul hemidiafragmului respectiv se șterge total din imagine.

La examenul în decubit, opacitatea se extinde mai mult sau mai puțin uniform pe întreaga arie pulmonară, pierzându-și conturul superior și diminuându-și intensitatea. Această modificare de aspect este caracteristică și poate servi ca element de diagnostic diferențial.

Pe măsura creșterii cantității de lichid pleural, devin evidente modificări de vecinătate, constând în împingerea organelor mediastinale, lărgirea spațiilor intercostale și coborârea hemidiafragmului, vizibilă în stînga prin deformarea camerei de aer a stomacului. Mobilitatea hemidiafragmului respectiv este diminuată.

Evoluția spre vindecare a revărsatelor lichidiene pleurale poate conduce la rezoluție totală, fără modificări radiologice restante; mai frecvent, îndeosebi în cazul unei evoluții lungi, aceasta se soldează cu îngroșări fibroase și simfize ale foițelor pleurale, traduse prin neregularități ale conturului diafragmatic și obstrucții ale sinusului costo-frenic.

În cursul puncțiilor evacuatorii, pătrunderea unei cantități de aer în cavitatea pleurală determină apariția unei imagini hidroaerice, care, în toate incidențele, rămîne atașată de peretele toracic.

**5.16.2.2. Revărsatele pleurale închistate** creează aspecte radiologice foarte variate, în funcție de sediul



închistării, cantitatea de lichid prezentă, starea parenchimiului pulmonar vecin și poziția de examinare.

Inchistarea este consecința simfizei foițelor pleurale, care determină colectarea sau persistența lichidului în pungi (zone circumscrise ale cavităților pleurei) unice sau multiple, al căror conținut poate fi seros, hemoragic sau purulent. Deseori, la acest conținut se adaugă și depozite fibrinoase.

Revărsatele închistate produc în general opacități de intensitate mare, cu contururi nete și convexe spre plămînul vecin, situate la periferia cîmpurilor pulmonare sau pe traiectul scizurilor. După puncție și introducerea de aer, acestea se transformă în imagini hidroaerice.

În general, închistările de lichid pleural se produc laterotoracic, medastinal și mai ales interlobar (fig.135).

Revărsatele închistate *laterotoracic* realizează opacități de intensitate mare, aproximativ ovalare, cu bază largă pe peretele costal, de care rămîn atașate în orice incidență. Dezvoltarea în lărgime este întotdeauna maximă în partea lor inferioară, iar conturul spre parenchimul pulmonar apare net și convex (fig.135 a,1).

Revărsatele închistate în pleura *mediastinală* produc imagini opace care dau impresia unei lărgiri a mediastinului spre unul din cîmpurile pulmonare; delimitarea de acesta se face printr-un contur net, de obicei ușor convex (fig.135,a,2.)

Prezența lichidului închistat la nivelul *scizurii orizontale* se traduce pe imaginea de față printr-o opacitate rotundă sau ovalară, mai rar în bandă, suspendată în cîmpul

pulmonar drept, între hil și peretele lateral al toracelui; de profil, opacitatea capătă un aspect biconvex, fuziform. În multe cazuri, pleura scizurală îngroșată este vizibilă sub forma unei opacități liniare care prelungește imaginea lichidului închistat spre hil și peretele toracic (fig.135,3).

Lichidul închistat într-o *scizură oblică* creează pe imaginea de față o opacitate cu poziție și întindere variabile, de intensitate slabă, fără limite precise. De profil, opacitatea capătă întotdeauna contururi nete, biconvexe, și se situează pe traiectul scizurii, marcat de obicei prin îngroșarea acesteia (fig.135,5).

### 5.16.3. Pahipleuritele

Sînt sechele de importanță variabilă ale afecțiunilor pleurale, caracterizate anatomic prin îngroșarea fibroconjunctivă, mai mult sau mai puțin extinsă, a foițelor pleurei, însoțită de regulă de simfiza acestora, iar din punct de vedere funcțional prin reducerea, în grade diferite, a amplitudinii mișcărilor respiratorii.

Indiferent de localizare, pahipleurita determină reducerea transparenței pulmonare, care poate interesa uneori un întreg hemitorace. În acest caz, opacitatea este intensă, uneori neomogenă prin prezența simultană a calcificărilor și se însoțește de retracții ale peretelui toracic, mediastinului și diafragmului (fig.136,a).

Formele circumscrise (apicale, axilare, costo-diafragmatice, mediastinale, interlobare) produc reduceri localizate

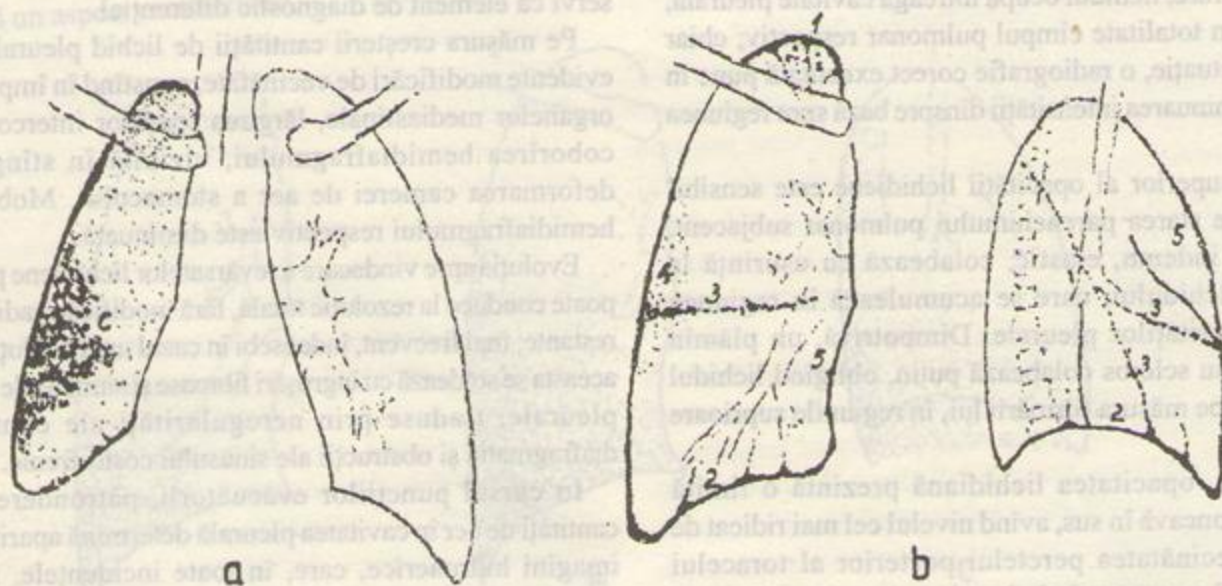


Fig.136. Aspecte radiologice produse de pahipleurite. a: pahipleurită a marii cavități drepte, cu calcificări (C); b: forme circumscrise de pahipleurită: apicală (1), diafragmatică (2), scizurală (3), laterotoracică (4), mediastinală (5).



de transparență, care, atunci când se proiectează tangențial se reduc la opacități liniare sau în bandă situate la periferia câmpului pulmonar sau pe traiectul unei scizuri. Acestea au intensitate mare și contururi nete dar neregulate, cu mici dințături, prelungite frecvent spre parenchimul pulmonar cu opacități liniare fine (fig. 136 b).

#### 5.16.4. Calcificările pleurale

Sînt sechele ale unor leziuni grave, profunde, de regulă de natură tuberculoasă, ale structurilor pleurei, care creează imagini intens opace, de formă multinodulară neregulată, parțial confluențe, realizînd un aspect de "hartă geografică" (fig. 136,a). În proiecție ortogradă, ansamblul imaginii plajei de calcificări se reduce la o opacitate liniară sau în bandă, foarte intensă, care dublează unul din contururile câmpului pulmonar.

#### 5.16.5. Tumorile pleurei

Sînt reprezentate, în marea lor majoritate, de procesele maligne secundare cu originea într-un cancer bronhopulmonar sau mamar. Tumorile primare, benigne (fibroame, angioame, lipoame) sau maligne (endoteliomul, sarcomul) sînt rarități.

**5.16.5.1. Tumorile benigne,** excepțional diagnosticate radiologic se prezintă ca opacități rotunde sau ovalare, omogene, bine delimitate; ele nu pot fi dissociate în nici o incidență de peretele toracic.

**5.16.5.2. Tumorile maligne primare.** Forma cea mai frecventă, *endoteliomul*, își are originea în endoteliul vaselor limfactice pleurale și evoluează inițial ca o tumoare localizată. Aceasta se manifestă radiologic ca o opacitate intensă, aproximativ rotundă sau ovalară, mai rar policiclică, cu bază largă parietală. Imaginea traduce îngroșarea prin infiltrație neoplazică a pleurei viscerale sau parietale; în vecinătatea ei, parenchimul pulmonar poate fi invadat de mici noduli, produși de diseminarea tumorală locală (fig. 137).

În cursul evoluției endoteliomului apare curînd un revărsat lichidian sero-fibrinos sau hemoragic însoțitor, fără nici o trăsătură radiologică de specificitate.

**5.16.5.3. Metastazele pleurale** sînt foarte frecvent descoperite în evoluția unor tumori primare, cum sînt cele pulmonare, mamare sau ovariene. În cazuri rare, ele pot apare sub aspectul unor opacități de formă variată (liniare sau nodulare), unice sau multiple produse de limfangita carcinomatoasă. Elementul cel mai constant și mai

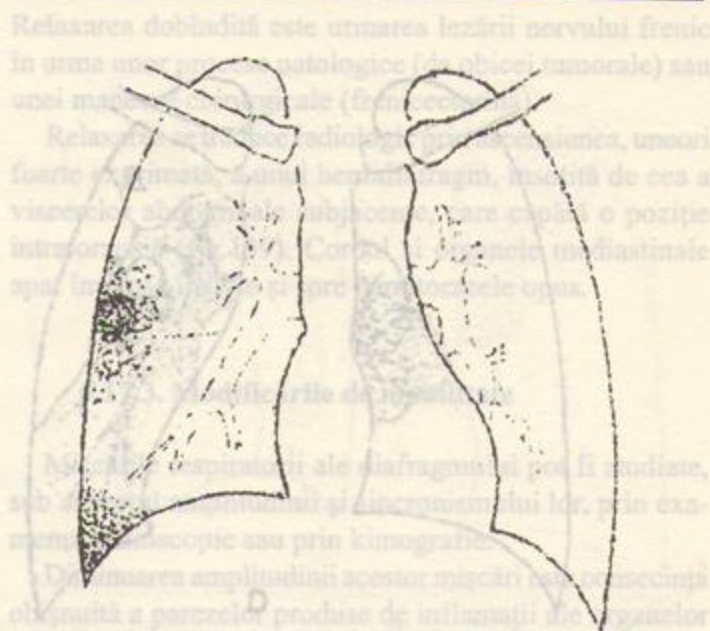


Fig. 137. Endoteliom pleural.

pregnant, prezent de regulă în momentul diagnosticului radiologic, este revărsatul lichidian, a cărui imagine nu diferă prin nici un caracter de cea a unei pleurezii banale (vezi p. 111-113). Uneori radiografia poate evidenția concomitent, la nivelul parenchimului pulmonar, aspecte de limfangioză tumorală, care sînt sugestive pentru natura revărsatului.

#### 5.16.6. Pneumotoraxul

Constă din prezența aerului în cavitatea pleurală; el se poate constitui prin manevre terapeutice sau accidental ("spontan" sau ca urmare a unui traumatism). Aerul pătruns suprimă vidul pleural, îndepărtează foițele pleurale una de cealaltă și determină colabarea, în grade diferite, a plămînilui spre hil.

Radiologic, pneumotoraxul determină o imagine caracteristică, de hipertransparență total lipsită de structuri vasculare, de lărgime variabilă (în funcție de cantitatea de aer prezentă), dispusă la periferia câmpului pulmonar.

În cazul unei cavități pleurale libere, zona hipertransparență se întinde pe întreg conturul unui hemitorace, în timp ce plămînul colabat apare situat intern, în jurul hilului; el prezintă o transparență redusă și este delimitat în afară de o linie opacă fină, reprezentînd pleura viscerală (pneumotoraxul total) (fig. 138,a).

În prezența aderențelor, imaginea hipertransparență este limitată la o zonă circumscrișă a periferiei hemitoracelui, iar colabarea plămînilui este incompletă; ea poate interesa, de exemplu, un singur lob (fig. 138,a,



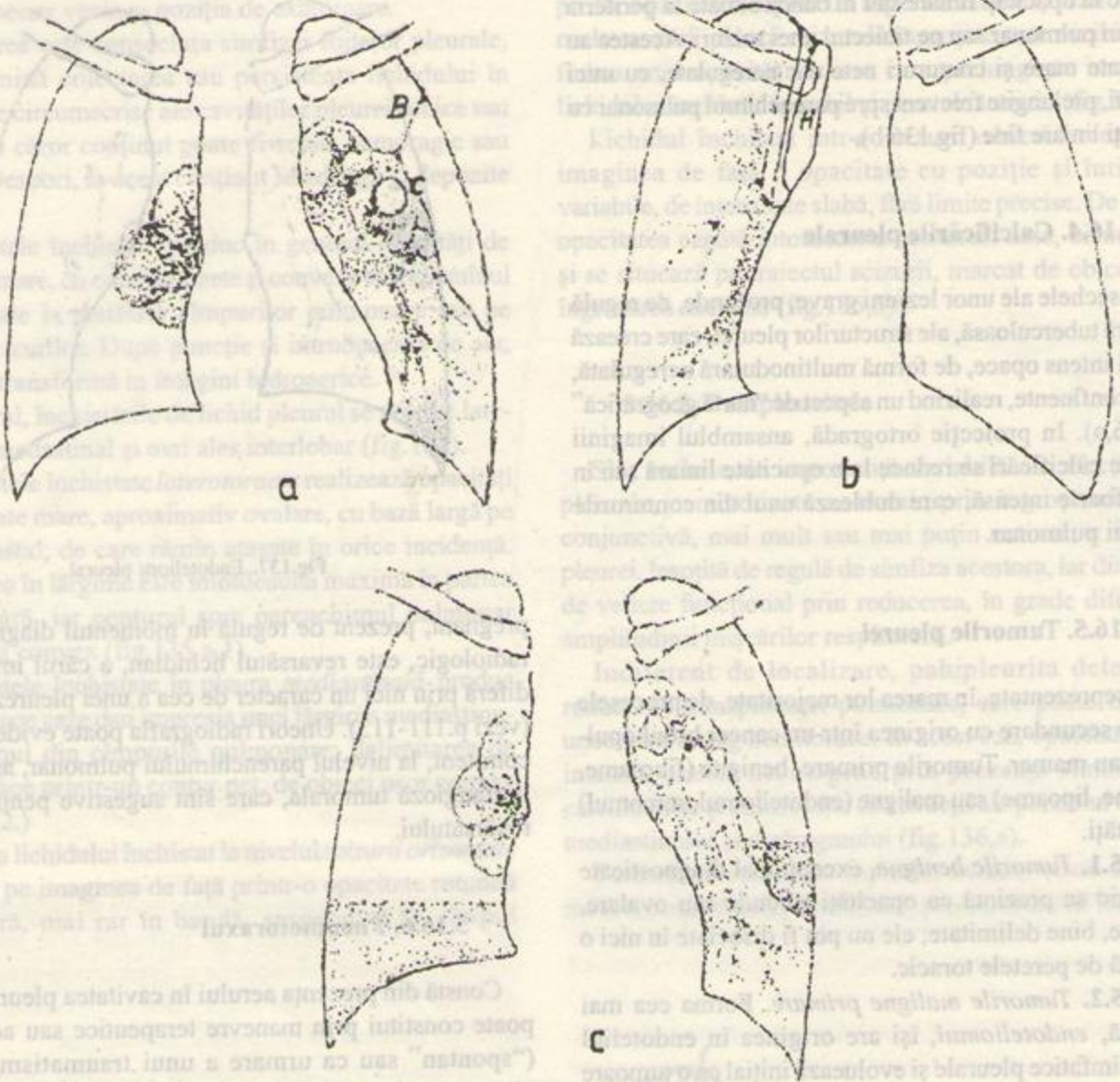


Fig.138. Aspecte radiologice create de pneumotorax. a: pneumotorax total (dreapta) și parțial (stînga); B - bridă, C - cavernă; b: pneumotorax cu supapă și hernie mediastinală (H); c: hidropneumotorax.

stînga). Uneori, simfizele pleurale sub formă de bride apar ca imagini opace liniare, care unesc cele două foițe ale pleurei, proiectîndu-se pe fondul hipertransparent (fig.138,a,B). În special în cazul pneumotoraxului parțial, pot fi evidențiate la nivelul plămînilui respectiv modificările patologice care au determinat instituirea lui, de regulă leziuni tuberculoase exsudative sau cavitare (fig.138,a,C).

În cazul pneumotoraxului accidental se poate crea un mecanism de supapă, care crește considerabil presiunea aerului în cavitatea pleurală; hipertransparența avasculară se extinde pe toată aria hemitoracelui, plămînul intens colabat este împins împreună cu mediastinul spre partea opusă, dispărînd din imagine (fig.138,b). Creșterea de

volum a cavității hemitoracelui se traduce prin lărgirea spațiilor intercostale și coborîrea hemidiafragului, ale căror mișcări sînt diminuate sau abolite.

Pleura parietală mediastinală este împinsă controlateral, dincolo de marginea coloanei vertebrale, apărînd în cîmpul pulmonar opus ca o opacitate liniară, paralelă cu pediculul vascular al cordului ("hernia mediastinală") (fig.138,b,H).

În cursul evoluției, aerul se resoarbe treptat, simultan cu reexpansiunea plămînilui. Uneori însă, pneumotoraxul se poate complica cu un revărsat lichidian, constituindu-se un hidropneumotorax, tradus radiologic printr-o imagine hidroaerică situată la periferia cîmpului pulmonar (fig.138 c).



### 5.17. Afecțiunile diafragmului

Patologia diafragmului este dominată de modificările de poziție, de tonus și de mobilitate.

#### 5.17.1. Modificările de poziție

*Poziția înaltă* a uneia sau ambelor cupole diafragmatice poate fi consecința unor procese patologice aspirative sau retractile intratoracice (atelectazii, fibroze întinse, pahipleurite), a unor procese care cresc presiunea abdominală (meteorism, ascită, tumori voluminoase, hepato- sau splenomegalie, abcese hepatice sau perinefrice etc.) sau a reducerii și abolirii tonusului musculaturii organului (în parezele inflamatorii și în paralizii, inclusiv cea produsă de frenicectomie).

*Poziția joasă* se datorează reducerii capacității retractile a plămînilor (în emfizem), creșterii presiunii intratoracice (în revărsatele lichidiene pleurale abundente și în pneumotoraxul cu supapă) sau reducerii presiunii intraabdominale (tipul constituțional astenic, ptoze viscerale importante).

#### 5.17.2. Modificările de tonus

Reducerea sau abolirea tonusului diafragmatic, așa-numita "relaxare diafragmatică", poate fi congenitală, avînd la bază o stare displazică a musculaturii unei întregi cupole sau a unei porțiuni limitate a acesteia.

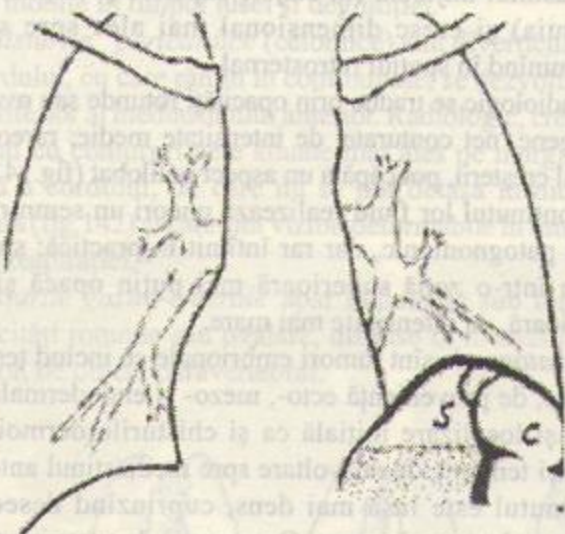


Fig.139. Relaxare a hemidiafragmului. Prezența polului superior al stomacului (S) și unghiului splenic al colonului (C) în regiunea bazală a hemitoracelui.

Relaxarea dobîndită este urmarea lezării nervului frenic în urma unor procese patologice (de obicei tumorale) sau unei manevre chirurgicale (frenicectomie).

Relaxarea se traduce radiologic prin ascensiunea, uneori foarte exprimată, a unui hemidiafragm, însoțită de cea a viscerelor abdominale subjacente, care capătă o poziție intratoracică (fig.139). Cordul și organele mediastinale apar împinse înainte și spre hemitoracele opus.

#### 5.17.3. Modificările de mobilitate

Mișcările respiratorii ale diafragmului pot fi studiate, sub aspectul amplitudinii și sincronismului lor, prin examenul radiosopic sau prin kimografie.

Diminuarea amplitudinii acestor mișcări este consecința obișnuită a parezelor produse de inflamații ale organelor sub- sau supradiafragmatice. Abolirea lor este, ca și apariția de mișcări paradoxale, apanajul paraliziiilor nervului frenic și relaxării diafragmatice.

### 5.18. Afecțiunile mediastinului

Mediastinul reprezintă regiunea anatomică mediană a toracelui, delimitată anterior de stern, posterior de coloana vertebrală, lateral de pleurile mediastinale (care învelesc fețele mediale ale plămînilor), inferior de diafragm; cranial, mediastinul se continuă, prin orificiul superior al toracelui, cu țesuturile regiunii cervicale.

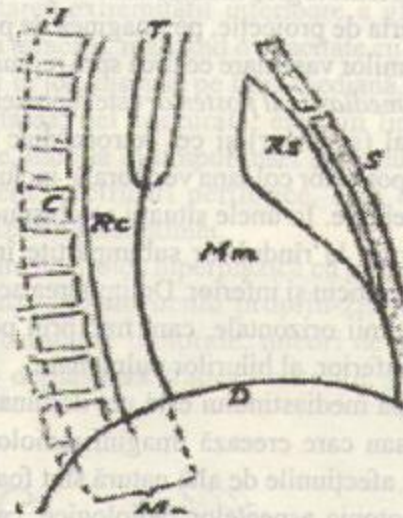


Fig.140. Subdiviziunile topografice ale mediastinului. S; stern; T: trahee; C: coloana vertebrală; I: linia de inserție a coastelor; D: diafragm; Rs: spațiul retrosternal; Mm: mediastinul mijlociu; Mp: mediastinul posterior; Rc: spațiul retrocardiac; Cv: șanțul costovertebral.



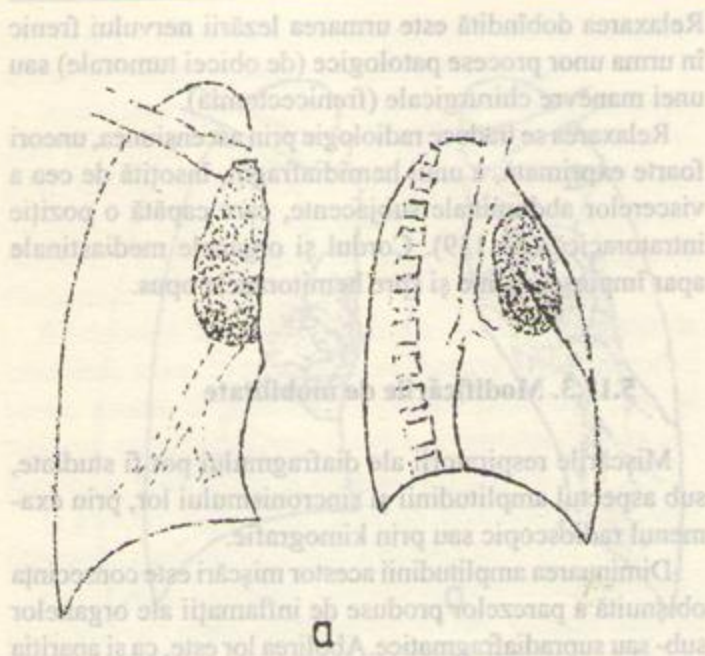


Fig. 141. Imaginea radiologică a chistului dermoid (a) și teratomului (b).

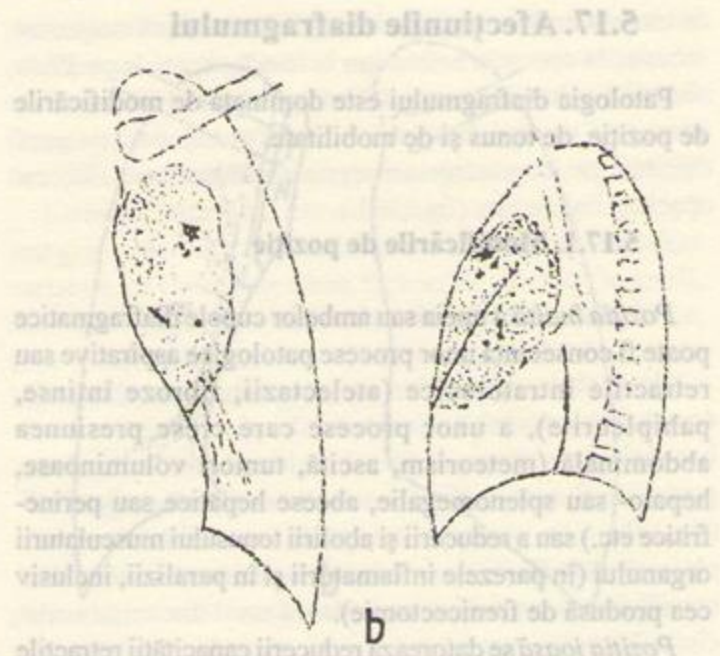
Anumite considerente de ordin practic au condus la subîmpărțirea lui în următoarele regiuni (fig. 140):

- *mediastinul anterior*, cuprins între stern (anterior) și marginea anterioară a cordului și formațiunilor vasculare principale intratoracice (posterior); radiologic, mediastinul anterior se identifică cu spațiul clar retrosternal

- *mediastinul mijlociu* corespunde cordului și pediculului său vascular; el este delimitat posterior de marginea posterioară a traheei și de peretele cardiac posterior. Radiologic, mediastinul mijlociu este reprezentat de aria de proiecție, pe imaginea de profil, a inimii și formațiunilor vasculare ce urcă spre regiunea cervicală.

- *mediastinul posterior* este reprezentat de spațiul retrotraheal (superior) și cel retrocardiac (inferior); el depășește posterior coloana vertebrală, incluzând șanturile costo-vertebrale. În unele situații se obișnuiește ca aceste regiuni să fie la rândul lor subîmpărțite în câte un etaj superior, mijlociu și inferior. Delimitarea acestora se face prin două linii orizontale, care trec prin polul superior, respectiv inferior, al hilurilor pulmonare.

Patologia mediastinului este net dominată de procese tumorale sau care creează imagini radiologice similare tumorilor: afecțiunile de altă natură sînt foarte rare. Dacă fiind monotonia aspectelor radiologice, care însoțesc o simptomatologie clinică deseori necaracteristică, sediul inițial al formațiunii patologice capătă o mare importanță în stabilirea diagnosticului probabil.



#### 5.18.1. Formațiunile tumorale și pseudotumorale ale mediastinului.

**5.18.1.1. Disembrioamele** (tumorile de origine embrionară) provin din dezvoltarea unor incluziuni de țesuturi de tip embrional (cu origine ecto-, endo- sau mezodermală).

*Chisturile dermoide* au un conținut predominant ectodermal; se dezvoltă mai frecvent la pubertate, rămînînd staționare și asimptomatice la adult. Se dezvoltă inițial în mediastinul mijlociu (în etajele superior și mijlociu ale acestuia) și cresc dimensional mai ales spre stern, proeminînd în spațiul retrosternal.

Radiologic se traduc prin opacități rotunde sau ovalare, omogene, net conturate, de intensitate medie; rareori, în cursul creșterii, pot căpăta un aspect polilobat (fig. 141 a).

Conținutul lor fluid realizează uneori un semn radiologic patognomic, dar rar întîlnit în practică: stratificarea într-o zonă superioară mai puțin opacă și una inferioară, cu intensitate mai mare.

*Teratoamele* sînt tumori embrionale ce includ țesuturi variate, de proveniență ecto-, mezo- și endodermală. Au aceeași localizare inițială ca și chisturile dermoide și aceeași tendință de dezvoltare spre mediastinul anterior; conținutul este însă mai dens, cuprinzînd deseori și structuri dentare și osoase. O proporție de aproximativ 10 din totalul cazurilor suferă degenerarea malignă.

Radiologic, teratoamele au inițial aspectul unor opacități alungite (mai ales cînd se dezvoltă în etajul



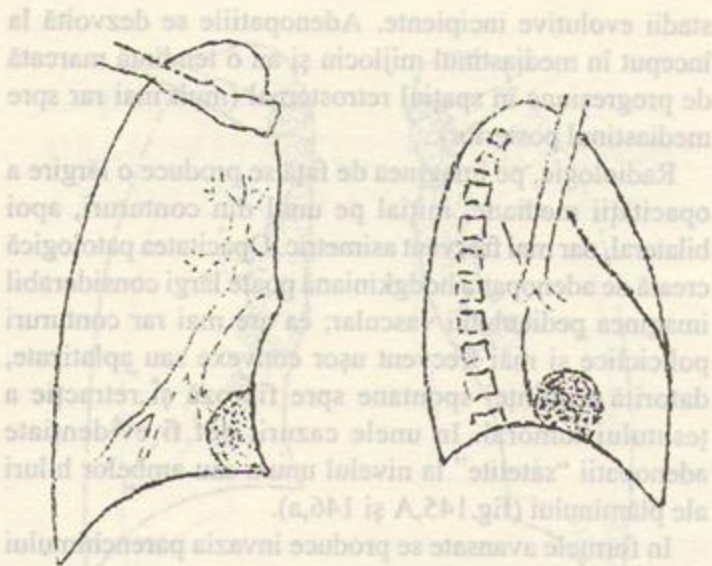


Fig.142. Chist pericardic.

superior), atașate, pe imaginea de față, unuia din contururile opacității mediane. În cursul creșterii devin rotunde sau polilobate; se dezvoltă asimetric, deformând în exclusivitate sau cu predominanță unul din contururile mediastinului.

Intensitatea opacității este medie sau mare; ea poate fi neomogenă, prin prezența de structuri calcare sau osoase. Contururile sînt nete și regulate (fig.141,b).

*Chisturile bronhice* se încadrează de fapt în categoria diverticulilor căilor aeriene; se dezvoltă predominant în mediastinul mijlociu. Atunci cînd legătura cu conductul aerian din care provin este suprimată, apar radiologic sub forma unor opacități rotunde, omogene, net conturate, uneori mobile în timpul tusei și deglutiției.

*“Chisturile” pericardice* (celomice) sînt diverticuli ai pericardului, cu care rămîn în continuitate; se dezvoltă în etajul inferior al mediastinului anterior. Radiologic, crează opacități cu contururi nete situate mai ales pe marginea dreaptă a cordului, de care nu se pot detașa în nici o incidență (fig.142) și care sînt vizibil deformabile în timpul fazelor respirației.

*Chisturile gastro-enterale* apar radiologic sub formă de opacități rotunde sau ovalare, dispuse în mediastinul posterior, de obicei paravertebral.

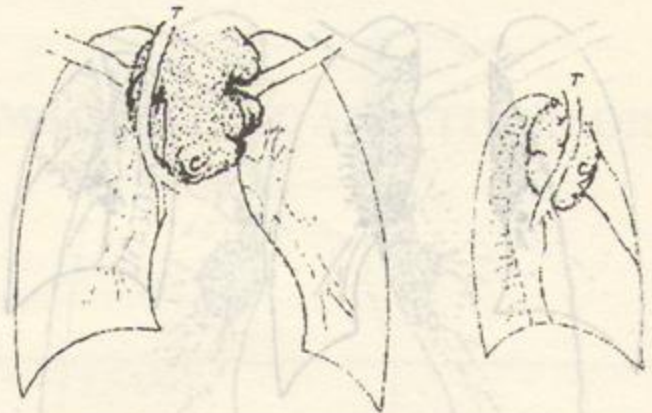


Fig.143. Gușa intratoracală. T: traheea; C: calcificări.

**5.18.1.2. Neurinomul.** Reprezentantul cel mai tipic al grupului de tumori de natură neurogenă, neurinomul (schwannomul) se dezvoltă în regiunea cea mai posterioară a mediastinului, în vecinătatea nemijlocită a coloanei vertebrale, frecvent în unul din șanțurile costo-vertebrale.

Se caracterizează radiologic printr-o opacitate rotundă sau ovalară regulată, omogenă, de intensitate slabă sau medie, proiectată parțial peste vertebre, de care nu se poate separa în nici o poziție de examinare.

În cursul evoluției neurinomului pot apare modificări ale formațiunilor osoase vecine, datorate presiunii pe care o exercită asupra acestora (lărgirea unei găuri de conjugare vertebrală, amprente la nivelul extremităților posterioare ale coastelor).

**5.18.1.3. False formațiuni tumorale. Struma (gușa intratoracală.** Hiperplaziile foarte exprimate ale tiroidei produc dezvoltarea extremității inferioare a glandei în interiorul cutiei toracice, realizînd o opacitate cu conturul inferior convex în jos, dispusă pe linia mediană, înaintea traheei. Opacitatea, net conturată, este, în lipsa unor aderențe întinse, mobilă în timpul tusei și deglutiției; ea prezintă frecvent calcificări periferice, care apar sub aspectul unui lizereu discontinuu.

Spre deosebire de tiroida hiperplazică cu polul inferior intratoracic, *gușa intratoracală* propriu-zisă produce formațiuni cu caractere tumorale, uneori de dimensiuni mari, care deplasează traheea anterior și lateral,



Fig.144. Aspecte radiologice create de hiperplazia de timus.



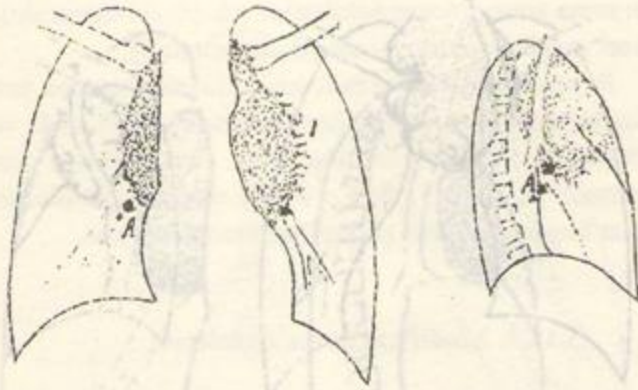


Fig.145. Boală Hodgkin cu localizare mediastinală. A: adenopatie satelită hilară; I: infiltrație parenchimatoasă.

proiectându-se asimetric față de linia mediană. Contururile formațiunii opace sînt frecvent policiclice, marcate de benzi calcare grosolane (fig.143)

Hiperplaziile timusului sînt relativ frecvent întîlnite la nou-născut și sugar. Ele se dezvoltă în mediastinul anterior și produc radiologic opacități alungite, dispuse mai frecvent asimetric pe contururile pediculului vascular al cordului, creînd aparența unei lărgiri a acestuia (fig.144). Marginile lor formează cu aceste contururi în unele cazuri angulații, considerate patognomonice.

Hiperplaziile timusului recunosc o mare varietate de manifestări radiologice, în ceea ce privește forma, dimensiunile și contururile; ele pot fi presupuse în toate cazurile în care pediculul vascular al cordului noului născut sau sugarului apare lărgit.

**5.18.1.4. Adenopatiile tumorale** constituie categoria cea mai largă de procese patologice cu localizare mediastinală; ele sînt apanajul limfoamelor maligne, metastazelor unei largi varietăți de tumori maligne și determinărilor leucemice.

*Boala Hodgkin* (limfomul hodgkinian) afectează foarte frecvent grupele ganglionare ale mediastinului, uneori în

stadii evolutive incipiente. Adenopatiile se dezvoltă la început în mediastinul mijlociu și au o tendință marcată de progresiune în spațiul retrosternal (mult mai rar spre mediastinul posterior).

Radiologic, pe imaginea de față se produce o lărgire a opacității mediane, inițial pe unul din contururi, apoi bilateral, dar mai frecvent asimetric. Opacitatea patologică creată de adenopatia hodgkiniană poate lărgi considerabil imaginea pediculului vascular; ea are mai rar contururi policiclice și mai frecvent ușor convexe sau aplatizate, datorită tendinței spontane spre fibroză și refracție a țesutului tumoral. În unele cazuri, pot fi evidențiate adenopatii "satelite" la nivelul unuia sau ambelor hiluri ale plămînilui (fig.145,A și 146,a).

În formele avansate se produce invazia parenchimului pulmonar vecin, marcată de ștergerea conturilor și apariția de opacități liniare neregulate care prelungesc imaginea adenopatiei spre cîmpurile pulmonare (fig.145); prin continuitate, invazia poate atinge și pleura.

Alte investigații imagistice, în mod deosebit examenul computer-tomografic, furnizează date complementare importante pentru precizarea gradului de extindere a leziunilor (implicit, pentru stadializarea clinică reală a afecțiunii). Pe această cale pot fi puse în evidență unele adenopatii hilare sau retrosternale, inaparente pe radiografiile standard, ca și invazia pleurală (fig.146).

Din largă categorie a *limfoamelor non-hodgkiniene*, sistematizată în prezent după criterii histo-patologice, o individualitate destul de bine conturată pe plan clinicoradiologic păstrează *limfosarcomul*, care manifestă unele din trăsăturile proprii tumorilor maligne primare.

Limfosarcomul afectează mai ales persoane la care produce tumori ganglionare de dimensiuni mari, cu creștere rapidă, localizate inițial în mediastinul mijlociu.

Radiologic, opacitatea mediastinală apare lărgită în grade diferite, pe ambele margini; contururile sînt mai frecvent policiclice, mai rar convexe sau rectilinii.



Fig.146. Aspecte CT ale unor leziuni produse de limfomul hodgkinian cu localizare mediastinală. a: adenopatie satelită hilară dreaptă; b: adenopatie retrosternală; c: invazie subpleurală, dezvoltată spre peretele toracic drept.



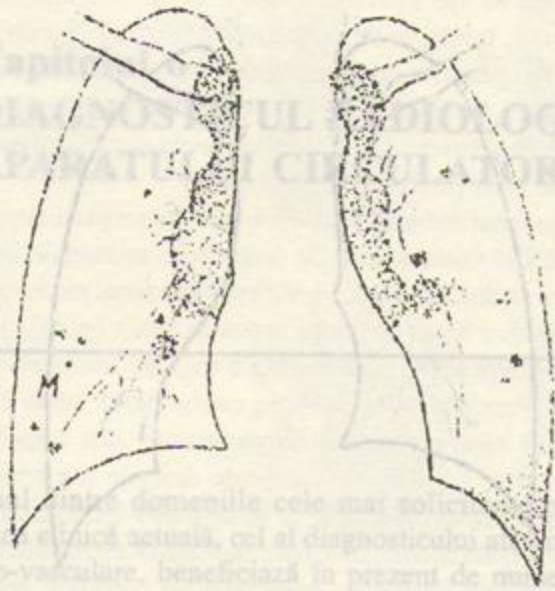


Fig.147. Limfosarcom mediastinal, cu metastaze pulmonare (M).

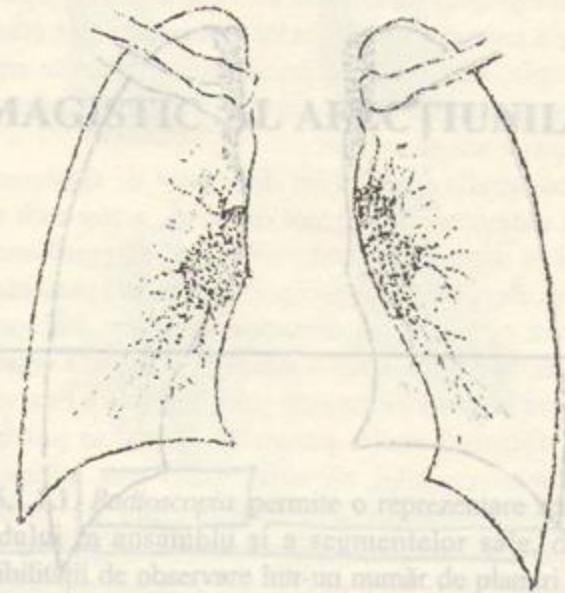


Fig.148. Sarcoidoză cu manifestări mediastinale și pulmonare.

Infiltrația parenchimului pulmonar vecin este mai rară decât în boala Hodgkin; în schimb, pot fi evidențiate relativ frecvent formațiuni metastatice pulmonare și revărsate lichidiene pleurale de aceeași natură (fig. 147).

O oarecare specificitate în imaginea radiologică manifestă și așa-numitul *limfom gigantofolicular Brill-Symmers*, care produce adenopatii traheo-bronhice uni- sau bilaterale, de dimensiuni uneori apreciabile; formațiunile tumorale sînt de regulă bine individualizate.

*Adenopatiile metastatice* creează opacități tumorale cu sedii diferite, fără trăsături particulare. Apar mai frecvent în evoluția cancerelor pulmonare, esofagiene, testiculare, ovariene și mamare.

*Leucemia limfatică cronică* se manifestă deseori și prin adenopatii mediastinale; acestea sînt inițial bine individualizate (cu sediul mai frecvent paratraheal), apoi fuzionează, putînd duce la lărgirea opacității mediastinale.

Prezența simultană de adenopatii hilare, uni- sau bilaterale, este posibilă.

**5.18.1.5. Alte tumori maligne ale mediastinului.** *Gușa malignizată* se traduce prin creșterea dimensională bruscă și ștergerea contururilor opacității create de glanda hiperplazică.

*Timomul* este o tumoare malignă a timusului. Timomul are o structură histologică mai frecvent sarcomatoasă; epiteliomul și limfoepiteliomul reprezintă forme rare. Radiologic, produce lărgirea opacității pediculului vascular al inimii, care capătă frecvent contururi policiclice. Localizarea obișnuită este la nivelul etajelor superior și mijlociu ale mediastinului anterior.

### 5.18.2. Procesele inflamatorii ale mediastinului.

**5.18.2.1. Mediastinitele.** *Mediastinita acută*, produsă mai ales de perforațiile esofagului, evoluează cu un tablou clinic dramatic și se soldează cu o importantă rată de decese. Examenul radiologic, practicat în cazurile în care starea pacientului îi permite, evidențiază o lărgire bilaterală a opacității mediastinale, care capătă contururi șterse.

*Mediastinitele cronice* (de obicei de natură tuberculoasă) produc neregularități cu aspect de dințături, însoțite uneori de retracții segmentare, ale contururilor opacității mediane.

**5.18.2.2. Adenopatiile inflamatorii** sînt frecvente și au de regulă o etiologie tuberculoasă. Apar mai ales în evoluția tuberculozei primare și se localizează paratraheal, producînd opacități cu contururi policiclice, care lărgesc imaginea pediculului vascular, de obicei unilateral (vezi fig. 111). Prezența concomitentă de adenopatii hilare și de leziuni parenchimatose specifice permite stabilirea naturii lor.

*Sarcoidoza* (boala Besnier-Boeck-Schaumann) se manifestă radiologic prin opacități rotunde sau policiclice, produse de adenopatii dezvoltate în mediastinul mijlociu și în hilurile pulmonare.

În afara adenopatiilor, afecțiunea produce frecvent leziuni infiltrative la nivelul plămînilor (fig. 148).

Considerată ca o boală granulomatoasă de sistem, cu etiologie necunoscută, cu un substrat histo-patologic care



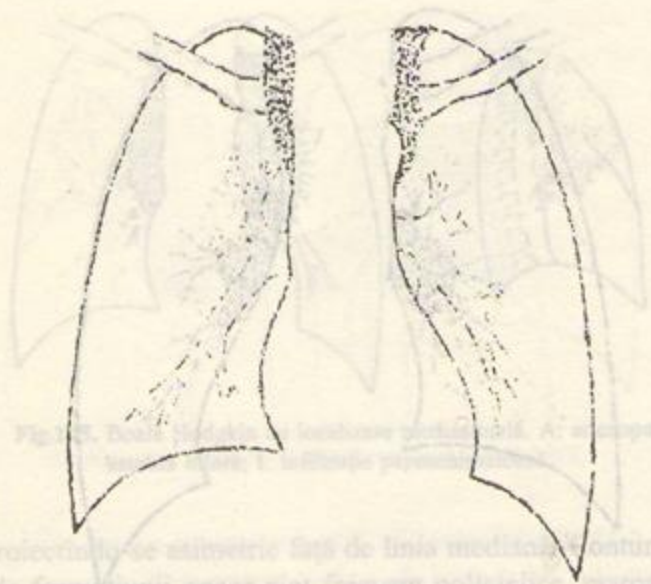


Fig.149. Abces rece paravertebral (morb Pott cervical).

o apropiere în oarecare măsură de tuberculoză și trăsături imunologice particulare (testul Kveim), sarcoidoza, în absența complicațiilor, are în general o evoluție favorabilă. Leziunile ganglionare și cele pulmonare au o tendință marcată spre fibroză, fără a suferi necroză și ulcerării.

**Abcesul rece**, produs de tuberculoza vertebrală, apare ca o opacitate fuziformă, net delimitată, dispusă de o parte și de alta a coloanei; uneori depășește contururile mediastinale și se proiectează, pe imaginea de față, în regiunea internă a cîmpurilor pulmonare superioare (fig.149).

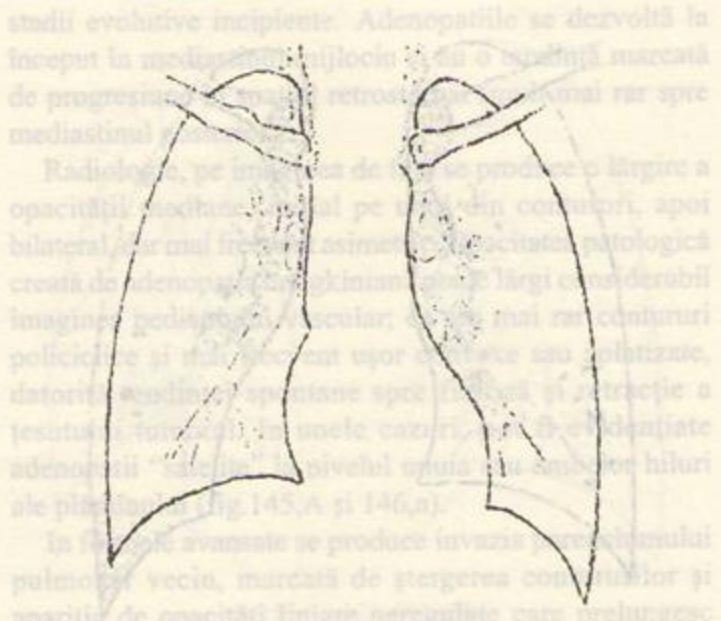


Fig 150. Pneumomediastin.

### 5.18.3. Procesele traumatice

Se pot solda cu formarea unui *hematom mediastinal*, care produce o lărgire necaracteristică a opacității mediane.

Pătrunderea aerului în țesuturile laxe ale mediastinului (de obicei în urma perforării esofagului) relizează pe plan radiologic imaginea *pneumomediastinului* ("emfizemului" mediastinal): opacitatea mediană este conturată de o bandă hipertransparentă continuă, de obicei îngustă (fig.150). Prezența aerului este vizibilă și la nivelul țesuturilor moi de la baza gâtului (emfizemul subcutan).

Considerată ca o boală granulomatoasă de sistēm, cu etiologie necunoscută, cu un subgrup histopatologic care

Localizarea obișnuită este la nivelul etajelor superior și inferior ale mediastinului anterior.



## Capitolul 6

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR APARATULUI CIRCULATOR

Unul dintre domeniile cele mai solicitante pentru practica clinică actuală, cel al diagnosticului afecțiunilor cardio-vasculare, beneficiază în prezent de numeroase metode și proceduri de investigare radiologică și imagistică. Aceasta obligă la o precizare a posibilităților reale ale acestora, în vederea stabilirii indicațiilor și alegerii unei succesiuni raționale în utilizarea lor, în fiecare din situațiile concrete.

### 6.1 Metode și tehnici de examinare

#### 6.1.1. Examenul radiologic

Valoarea informativă a tehnicilor Röntgendiagnosticii este substanțial limitată de faptul că structurile cordului normal și patologic nu prezintă decît excepțional diferențe semnificative de atenuare, ceea ce face imposibilă individualizarea lor în imagine. În consecință, obiectivele examenului radiologic se concentrează asupra următoarelor aspecte:

a. Evaluarea dimensiunilor și formei organelor centrale ale aparatului circulator, prin analiza conturilor imaginii lor în diferite planuri de proiecție; diagnosticul radiologic al unei afecțiuni cardiace se bazează aproape în totalitate pe observarea și interpretarea anomaliilor de această natură, în raport cu aspectul normal.

b. Studiul proceselor dinamice ale inimii și vaselor mari și atribuirea semnificației corespunzătoare, pe plan funcțional, a modificărilor acestora.

c. Studiul volumului cavităților cardiace și lumenului și poziției formațiunilor vasculare, prin opacifierea cu substanțe de contrast organo-iodate a masei sîngelui circulant.

6.1.1.1. **Radioscopia** permite o reprezentare spațială a cordului în ansamblu și a segmentelor sale, datorită posibilității de observare într-un număr de planuri practic nelimitat; permite, de asemenea, observarea proceselor pulsatile cardio-vasculare, ca și a modificării imaginii în fazele respirației sau la schimbările poziției corpului.

Imaginea radioscopică, obținută cu o distanță sursă-ecran mică, este o imagine mărită și deformată a complexului cardio-vascular, ceea ce constituie un dezavantaj notabil.

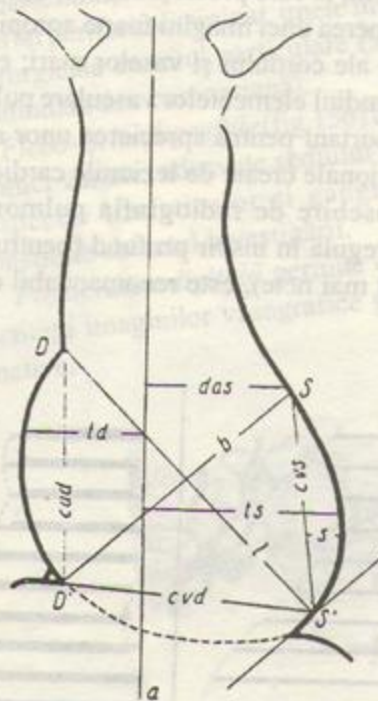


Fig.151. Ortodiagrama cu diametrele inimii. D: limita dintre cord și pediculul vascular pe conturul drept; S: limita dintre atriu și ventriculul stîng; S': vîrfurile inimii b: diametrul bazal; l: diametrul longitudinal; td+ts: diametrul transversal; cad: coarda atrului drept; cavd: coarda ventriculului drept; cvs: coarda ventriculului stîng.



*Ortodiagrafia* este înregistrarea grafică a unei proiecții paralele a conturilor organelor mediastinale pe ecranul radiosopic. Rezultatul ei, ortodiagrama, permite reprezentarea dimensiunilor și formei reale a complexului constituit de aceste organe.

Ortodiagrafia implică un dispozitiv de deplasare a tubului radiogen independent de ecran, astfel încât raza centrală să urmărească conturile organelor mediane ale toracelui. Pe ecranul radiosopic, fixat în fața pacientului, se înscriu cu un creion dermatograf puncte ale acestor contururi. Se obține astfel o schiță ce reprezintă organele respective în proiecție paralelă (ortodiagrama). Pe această schiță, folosind câteva puncte de reper, se pot trasa "diametrele" cordului, ale căror valori erau utilizate în trecut pentru interpretarea modificărilor de formă și dimensiuni ale imaginii cardio-vasculare (fig.151).

Abandonată de mult timp de către marea majoritate a practicienilor, datorită dificultății și subiectivismului în execuție și valorii îndoielnice a măsurătorilor pentru diagnostic, ortodiagrafia aparține astăzi mai curînd domeniului istoriei radiodiagnosticului. O imagine "izometrică" a complexului cardio-vascular, suficient de fidelă, poate fi obținută printr-o teleradiografie.

**6.1.1.2. Teleradiografia** executată cu o distanță sursă-film de 1,5-2 m, la care proiecția devine aproape paralelă, permite obținerea unei imagini foarte apropiate de dimensiunile reale ale cordului și vaselor mari; ea permite, de asemenea, studiul elementelor vasculare pulmonare, deosebit de important pentru aprecierea unor stări morfologice și funcționale create de leziunile cardio-vasculare.

Spre deosebire de radiografia pulmonară, care se execută de regulă în inspir profund (pentru obținerea de contraste cît mai nete), este recomandabil ca radiografia

cardiacă să fie executată într-o fază intermediară de respirație, pentru a se evita modificările de forma și dimensiuni produse de momentele extreme ale acesteia.

**6.1.1.3. Radiokimografia** este tehnica de înscriere, sub formă de croșete, a mișcărilor marginilor cordului și vaselor mari pe filmul radiografic.

Elementul de bază al acestei tehnici este o placă de plumb, în care sînt tăiate o serie de despicături orizontale înguste, dispuse la distanțe egale (1-1,5 cm). În cursul unei expuneri radiografice lungi de câteva secunde, placa (grila), așezată între pacient și film, efectuează o mișcare uniformă de sus în jos. Punctele marginale ale complexului opac cardio-vascular care corespund despicăturilor sînt surprinse și înregistrate pe film în momente diferite ale revoluției cardiace. Astfel, mișcările se înscriu sub formă de croșete (dințături) ale conturilor, care exprimă în esență diferențele de volum ale cavităților marginale ale cordului, respectiv diferențele de calibru ale vaselor mari, între sistolă și diastolă (fig.152).

**6.1.1.4. Angiocardiografia** constă din opacifierea cavităților cordului și a vaselor principale, prin injectarea rapidă a unei substanțe de contrast organo-iodat, pe calea unei vene brahiale.

Variante ale acestei tehnici constau din introducerea intracavitară a substanței de contrast prin cateter sau puncție intracardiacă.

Imediat după începerea injectării, se execută o serie de radiografii la intervale de fracțiuni de secundă, timp de 6-9 secunde. Se urmărește astfel progresia "bolusului" constituit de substanța de contrast și opacifierea succesivă a cavităților cordului și vaselor mari, ceea ce permite reprezentarea directă a formei, dimensiunilor și poziției acestora (fig.153).

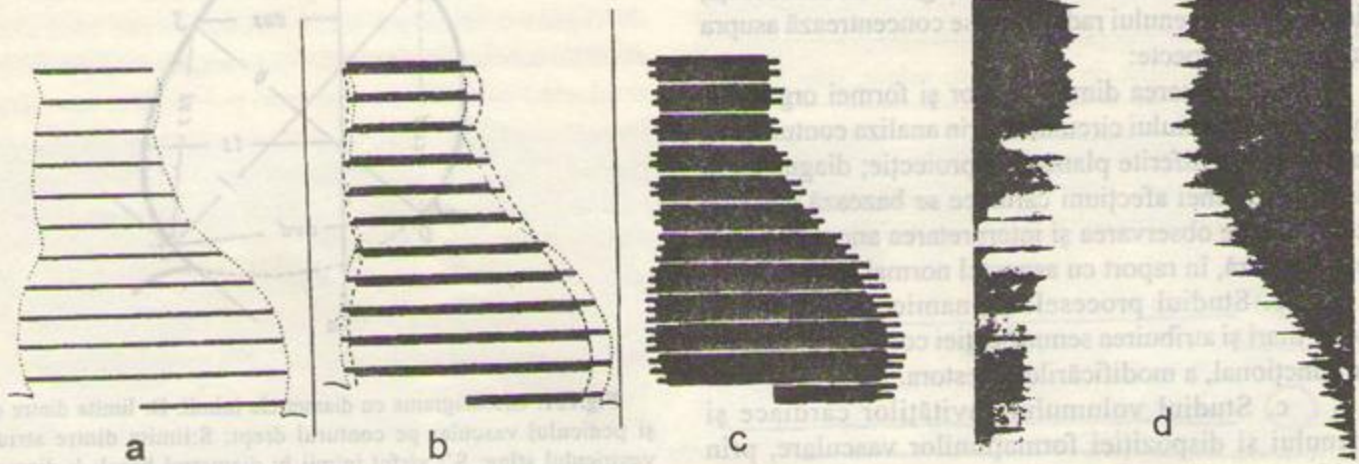


Fig.152. Modul de formare a imaginii kimografice; kimografie plană, obținută după acest principiu (dreapta).



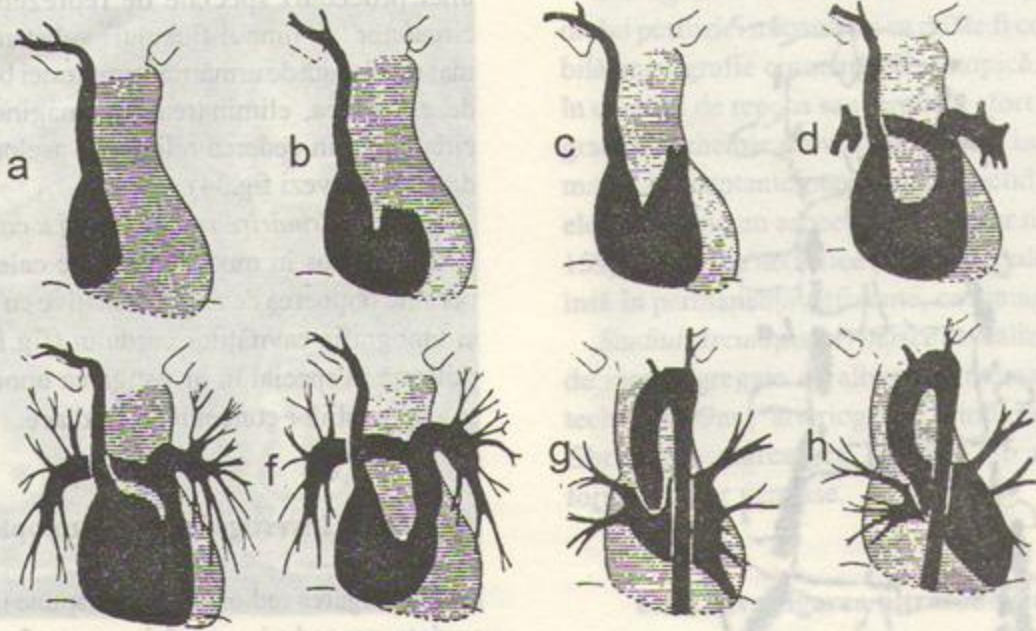


Fig.153. Reprezentarea cavităților cardiace și vaselor principale pe angiocardiografie. a-f: dextrograma (progresia bolului opac în segmentele circulatorii drepte); în a, vena cavă superioară și atriul drept; în b și c, ventriculul drept; în d,e,f, ramurile principale, respectiv periferice ale aa. pulmonare. g-h, levograma (opacifierea segmentelor circulatorii stîngi); sînt reprezentate venele pulmonare, atriul și ventriculul stîng, arcul aortic.

6.1.1.5. **Aortografia.** Opacifierea aortei pe întreaga ei întindere sau pe porțiuni limitate, împreună cu ramurile ei, poate fi obținută, în funcție de obiectivul propus, prin injectarea substanței de contrast iodate la rădăcina vasu-

lui (prin cateter), în aorta toracică sau abdominală (prin puncție) sau retrograd, printr-o arteră brahială (în special la copii). Sînt evidențiate, pe această cale, calibrul vasului și dispoziția ramificațiilor sale (fig. 154).

6.1.1.6. **Alte vasografii.** Arteriografiile sînt practicate în foarte numeroase variante tehnice, adaptate segmentului arterial periferic examinat, unele implicînd condiții radiochirurgicale cu totul particulare (arteriografia cerebrală, pulmonară sau coronariană).

Flebo- și limfografiile (fig. 156) utilizează, de asemenea, tehnici variate, adecvate sediului formațiunilor venoase, respectiv limfaticelor și ganglionilor limfatici care constituie obiectul investigației.

Prelucrarea digitală permite o ameliorare sensibilă a netității imaginilor vasografice și a capacității lor informative.

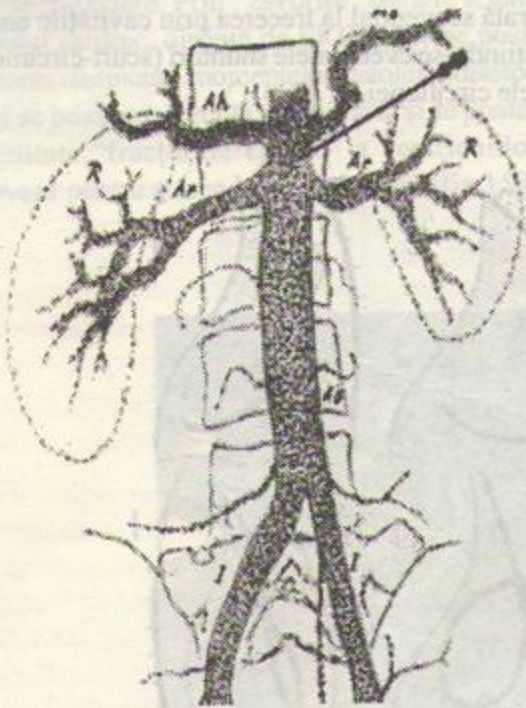


Fig.154. Aortografie abdominală. Ao: aorta abdominală; Ah: artera hepatică; As: artera splenică; Ar: artere renale; I: artere iliace primitive; R: rinichi.



Fig.155. Arteriografie cerebrală cu substracție digitală a structurilor nevasculare.



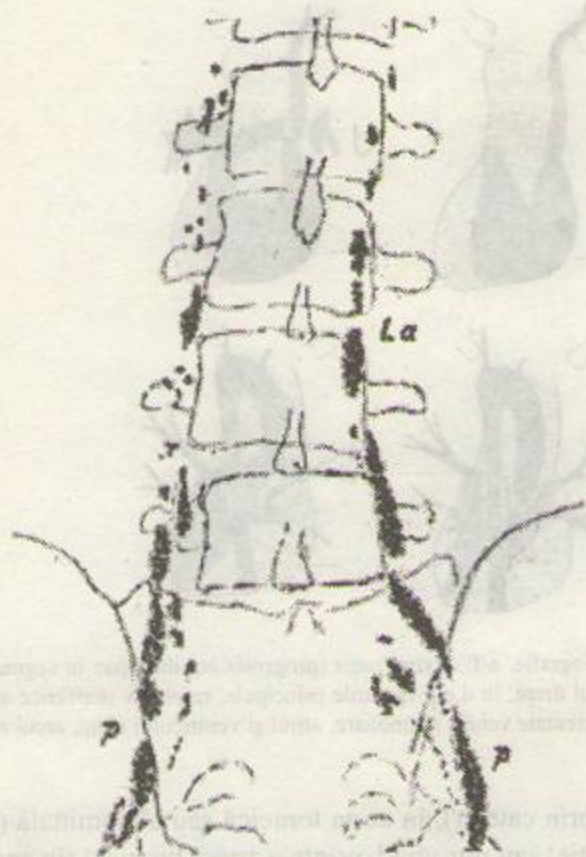


Fig.156.Linfografie cu lipiodol a ganglionilor pelvini și paraaortici. La 24 ore de la injectarea lipiodolului, apar opacificate lanțurile ganglionare pelvine (P) și lombo-aortice (La).

Această prelucrare urmărește în principal *substracția* imaginii structurilor nevasculare (fig.155). In condițiile

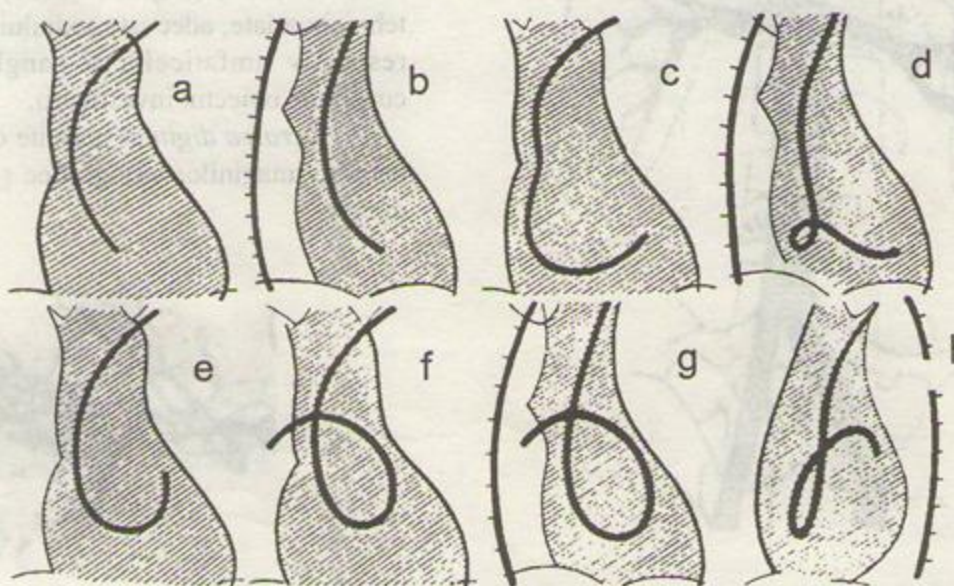


Fig.157. Urmărirea radiologică a cateterului intracardiac. Virful sondei apare succesiv la nivelul orificiului tricuspidian (a,b), în vecinătatea septului interventricular (c,d), în trunchiul arterei pulmonare (e), în artera pulmonară dreaptă (f,g,h).

unei proceduri speciale de reprezentare a sistemului circulator "în timpul fluxului" substanței opace (care nu mai este legată de urmărirea progresiei bolului), ea permite, de asemenea, eliminarea din imagine a unui sector al circulației, în vederea reliefării vaselor de interes pentru diagnostic (vezi fig.34).

6.1.1.7. *Urmărirea radiologică a cateterului intracardiac*, introdus în mod obișnuit pe calea unei vene mari, permite obținerea de date orientative cu privire la mărimea și topografia cavitaților cordului (fig.157). Tehnica este utilizată în special în investigarea unor leziuni valvulare și a anomaliilor congenitale cardiace.

### 6.1.2. Investigarea radioizotopică

Investigarea radioizotopică dispune în prezent de foarte variate proceduri, care își propun în principal studiul funcției cardiace globale și regionale, al perfuziei miocardului și al patului circulator periferic.

Tehnica modernă de "zăvorîre" a înregistrării imaginii, permite selecționarea și diferențierea reprezentării fazelor ciclului cardiac, premiză valoroasă pentru obținerea de elemente informative pe plan funcțional și morfologic.

*Scintigrafia în varianta "la prima trecere"* utilizează injectarea și urmărirea radiotrasorului (marcat de obicei cu Tc 99m) sub formă de bolus, a cărui progresie este înregistrată secvențial la trecerea prin cavitațiile cordului, evindentiindu-se eventualele shunturi (scurt-circuite) între sectoarele circulației.



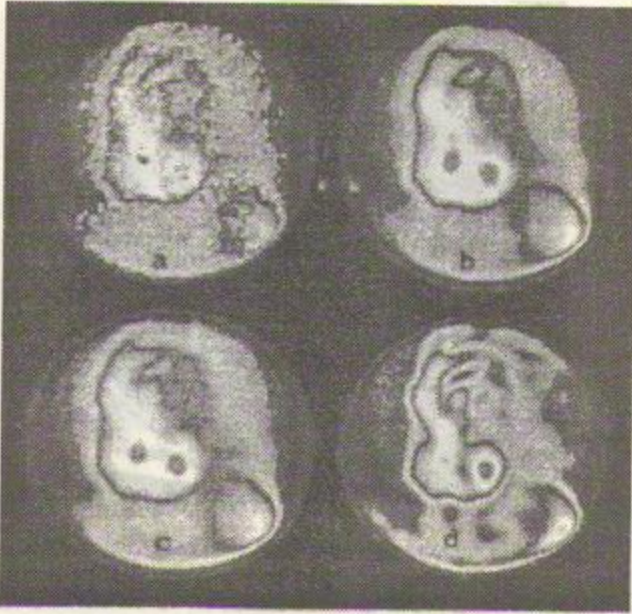


Fig.158. Scintigrafie "de echilibru" cu Te99m pertechnetat. a: imagine "nezăvorită"; b,c: momente ale diastolei; d: sistolă.

În scintigrafia de echilibru informația este furnizată de un radiotrasor (Te 99m pertechnat), fixat pe hematii aflate în echilibru în circulație. Doza de radionuclid fiind dispersată practic pe toată masa eritrocitară, trebuie să fie înregistrate câteva cicluri cardiace, conținutul cavitațiilor fiind sumat de calculator, care furnizează în final o imagine corespunzătoare. Prin "zăvorîre" (redare legată de fazele ciclului cardiac, dirijată de EKG), devine posibilă reprezentarea distinctă a momentelor sistolei și diastolei. În acest mod se poate reprezenta scintigrafic și se poate calcula cu exactitate "fracția de ejeecție" a ventriculilor, element relevant pentru starea lor funcțională. (fig.158).

Scintigrama miocardică cu Taliu 201 este destinată studiului perfuziei mioardice; ea poate fi considerată o veritabilă angiografie coronariană izotopică. Se poate practica în condiții de repaus sau după un efort care realizează un grad de ischemie provocată. Zonele ischemice se vădesc mai puțin captante pentru radionuclid, dar după 3-5 ore ele dobîndesc un aspect similar celor normal irigate. (fig. 159). Teritoriile necrotice (consecințe ale infarctelor) rămîn însă în permanență nefixante, ca "imagini lacunare".

Studiul circulației periferice se realizează prin utilizarea de macroagregate de albumină marcate cu Iod 131 sau tehneciū 99m ("arteriografie scintigrafică") respectiv cu fibrinogen marcat cu Iod 125, în cazul investigării formațiunilor venoase.

### 6.1.3 Investigarea ultrasonografică

În capitolul consacrat bazelor fiziologice și tehnice ale ultrasonografiei au fost prezentate unele aplicații ale acestei metode în explorarea cordului.

Metoda ecografică permite și studiul formațiunilor vasculare, arteriale și venoase, care apar în imagine sub forma caracteristică structurilor canaliculare (lumen lipsit de ecou, pereți marcați de lizerec intens echogene); reprezentarea acestora depinde, evident, de planul secțiunii ales de operator, care poate fi transversal (fig.51) sau longitudinal (fig.160) (vezi și fig.56).

Tehnica ultrasonografică Doppler permite studiul vitezei de deplasare a sîngelui în diferite segmente vasculare, evidențiind pe această cale modificări de lumen și alte anomalii ale circulației.

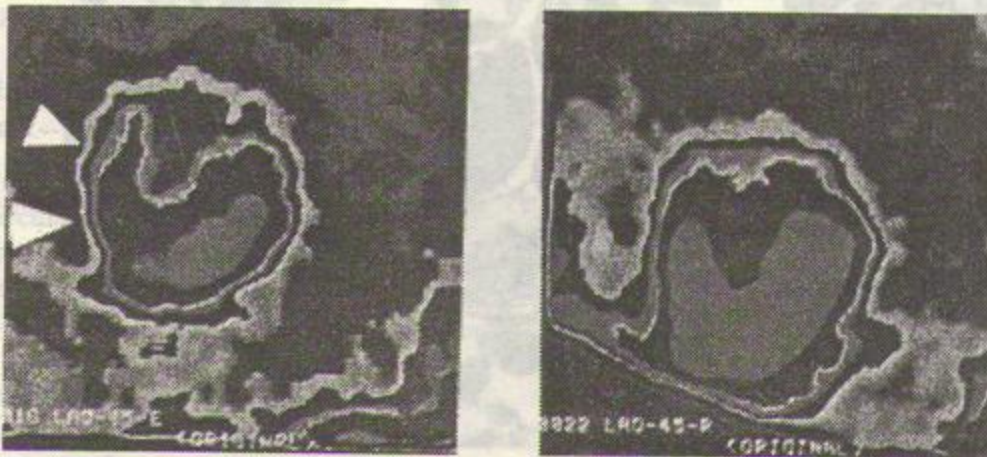


Fig.159. Scintigramă miocardică cu Taliu 201. Imaginea după efort (stînga) arată lipsa de fixare a radionuclidului pe un teritoriu al ventriculului drept (ischemie provocată); după 3 ore, fixarea în pereții ventriculari se uniformizează (dreapta).





Fig.160. Imagine echografică a venei cave inferioare (secțiune abdominală în plan longitudinal).

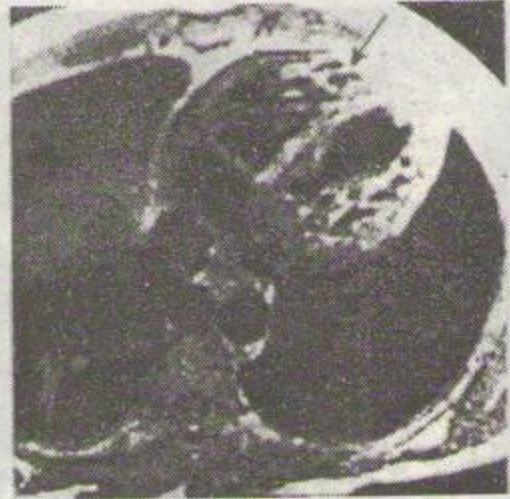


Fig.161. Secțiune transversală IRM la nivelul ventriculilor (săgeata indică trabeculația interioară a ventriculului drept).

#### 6.1.4. Investigarea IRM

Metoda imagistică de investigare prin rezonanță magnetică nucleară permite obținerea de date informative de mare acuratețe cu privire la organele aparatului circulator, date care își găsesc cu greu echivalentul în rezultatele altor proceduri de examinare.

În ceea ce privește *cordul*, pot fi reprezentate, în diferite planuri, atât cavitățile, cât și pereții miocardici, cu unele detalii care nu pot fi redată de alte tehnici (de exemplu, trabeculația intraventriculară, fig.161). Tehnica de "înghețare" sau "zăvorîre" a imaginii în anumite momente

ale ciclului cardiac permite individualizarea clară a sistolei și diastolei (fig.162), cu concluzii corespunzătoare pe plan funcțional.

*Formațiunile vasculare* pot fi, de asemenea, bine studiate, exploatându-se atât densitatea protonică ridicată a sîngelui, cât și comportamentul acestuia ca fluid în mișcare.

Așa cum am văzut (p.70), prin modificarea unor parametri ai secvenței pulsului RF, masa circulantă sanguină își poate schimba esențial aspectul în imagine. Pe această cale, devine posibilă, de exemplu, diferențierea unei ectazii vasculare (anevrism aortic) de o formațiune tumorală mediastinală sau abdominală.

Prin tehnica "contrastului de fază" devine posibilă sustracția din imaginea RM a protonilor aparținînd struc-

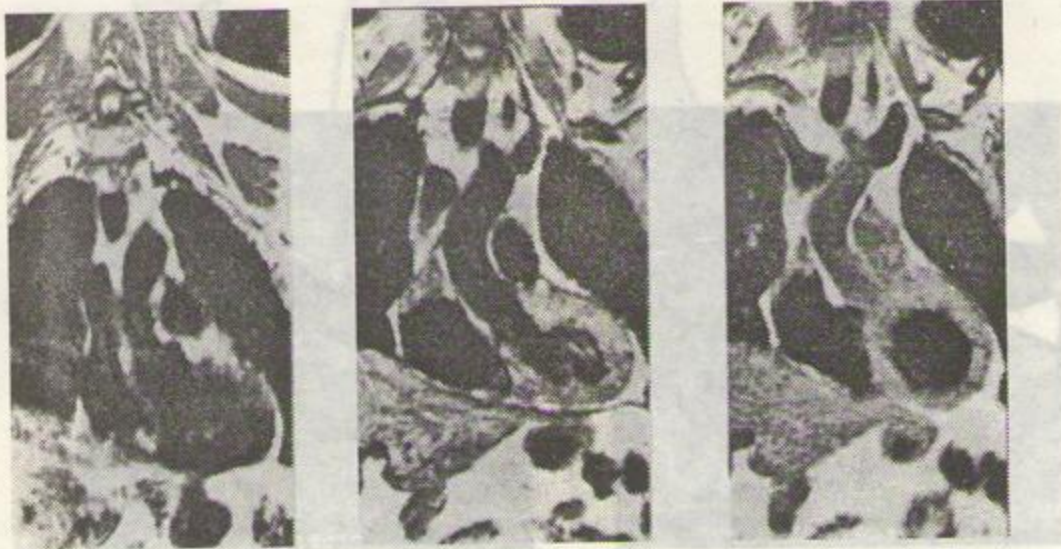


Fig.162. Reprezentare IRM a complexului cardio-vascular în plan coronal (frontal). a: imagine "nezăvorită"; b: imagine în sistolă; c: imagine în diastolă.



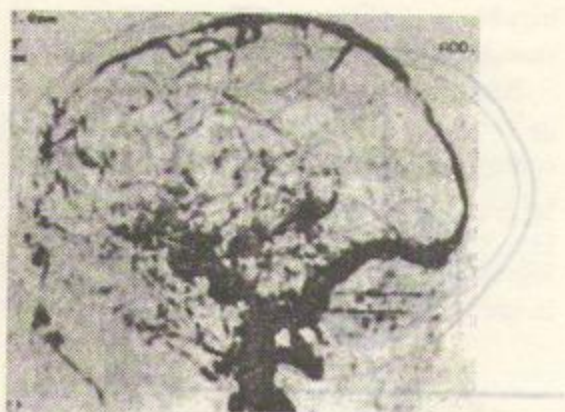


Fig.163. Angiografie cerebrală IRM, cu reliefarea circulației venoase.

turilor imobile și reprezentarea în exclusivitate a celor în mișcare, aparținând sîngelui. Pe această premisă este fundamentată angiografia IRM (fig.163), care permite nu numai evidențierea vaselor, ci, prin afișarea vitezei de circulație, reliefarea preponderentă a formațiunilor arteriale sau a celor venoase.

## 6.2. Imaginea radiologică a cordului și a vaselor mari normale

În cursul examinării radiologice, pot fi obținute, prin variații ale incidenței (rotirea pacientului în jurul propriului lui ax), o multitudine de imagini ale organelor circulatorii centrale. Printre acestea, vor fi descrise, în continuare, cele mai utile pentru reprezentarea dispoziției și dezvoltării spațiale a acestor organe. Aceste imagini au intrat în practica curentă ca elemente de referință care, fără a îngrădi indicațiile de examen în alte planuri de proiecție, ușurează identificarea formațiunilor anatomice și aprecierea stării lor normale sau patologice.

### 6.2.1. Imaginea frontală în incidență dorso-ventrală

Pe imaginea de ansamblu a toracelui, organele centrale ale aparatului circulator, inima și vasele mari se confundă cu așa-numita opacitate mediană, dispusă între cele două cîmpuri pulmonare, opacitate care, în porțiunea ei inferioară, are o lărgime de aproximativ 1/3 din cea a toracelui.

Această opacitate rezultă în realitate din sumația imaginii tuturor organelor mediastinale, sternului și coloanei vertebrale. La formarea ei, cordul și vasele mari aduc însă o contribuție esențială, în special în realizarea celor două contururi.

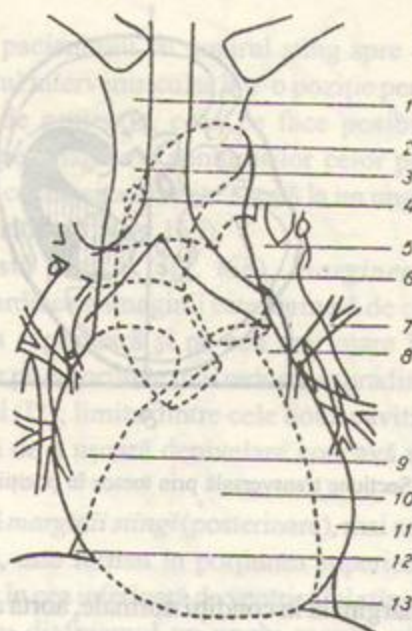


Fig.164. Imaginea cordului și vaselor mari în poziție frontală. 1.vena brahiocefalică dreaptă; 2. crosa aortei; 3. vena cava superioară; 4. crosa venei azygos; 5. artera pulmonară stîngă; 6. trunchiul arterei pulmonare; 7. vena pulmonară; 8. atrium stîng; 9. atrium drept; 10. ventriculul drept; 11.ventriculul stîng; 12. vena cavă inferioară; 13. depozit grasos intrapericardic la vîrfurile inimii.

Cu rare excepții, opacitatea mediană apare omogenă, fără nici un element structural distinct. Intensitatea ei este comparabilă cu cea a opacității ficatului, situat imediat sub diafragm, față de care nu se poate delimita.

Cunoașterea topografiei cavităților cardiace și vaselor mari permite reprezentarea intuitivă a acestora în sînul opacității mediane, a participării fiecăreia la formarea conturilor (marginilor) acesteia; ea permite, de asemenea, împărțirea opacității într-o porțiune inferioară, cardiacă, și una superioară, vasculară ("pediculul vascular" al cordului).

În regiunea superioară a opacității mediane, traheea este vizibilă ca o imagine în bandă transparentă, coborînd din regiunea cervicală și decelabilă pînă în dreptul marginilor inferioare ale claviculelor. Prin transparența ei devin vizibile corpurile primelor vertebre toracale.

*Marginea dreaptă* a opacității mediane este formată din două arcuri de lungime sensibil egală. Cel superior, rectiliniu sau ușor concav, corespunde marginii drepte a venei cave superioare (fig.164,3) iar cel inferior, convex, atrului drept (9). Arcul inferior formează cu diafragma un unghi ascuțit, unghiul cardio-frenic drept, în care se proiectează, ca o opacitate palidă, triunghiulară, vena cavă inferioară (12).



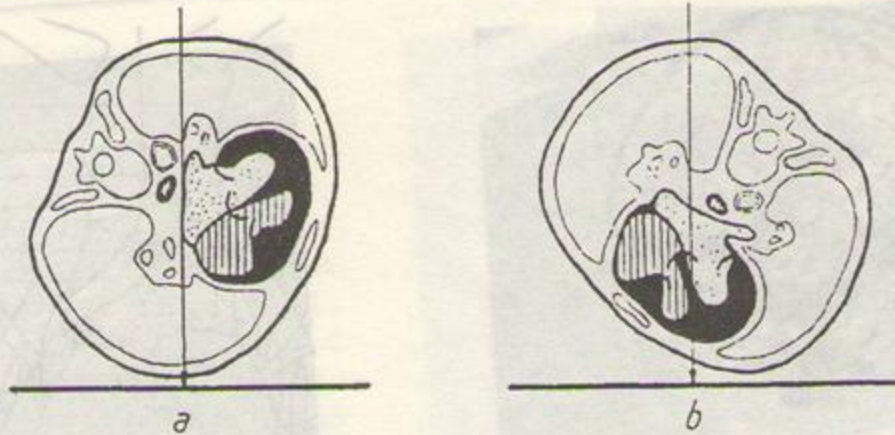


Fig.165. Secțiune transversală prin torace în pozițiile OAD 60° (a) și OAS 45° (b). Cavitățile inimii drepte sînt hașurate, iar cele ale inimii stîngi punctate.

Fără a fi marginală în condiții normale, aorta ascendentă are o poziție foarte apropiată de conturul arcului superior. Atunci cînd calibrul ei crește sau cînd arcu aortic se desfășoară, ea devine cu ușurință marginală, contribuind nemijlocit la formarea arcului respectiv, care devine în acest caz convex.

Ventriculul drept este dispus, în regiunea lui supradiaphragmatică, foarte aproape de arcu inferior, deși nu participă în mod normal la formarea lui. Procesele patologice care conduc la creșterea lui dimensională fac ca ventriculul să devină marginal, pe o porțiune variabilă a acestui arc.

*Marginea stîngă* prezintă două arcuri convexe, între care se situează o depresiune, golful cardiac. Micul arc superior convex, situat imediat sub extremitatea internă a claviculei stîngi, "butonul aortic", este proiecția regiunii distale a crosiei aortice (regiunea istmică) (2). Conturul arcului mijlociu (golfului cardiac) este format în regiunea lui superioară de marginea stîngă a trunchiului arterei pulmonare (6) iar mai jos de marginea externă a auriculului stîng (8). Arcu inferior, cel mai lung, cu o pronunțată convexitate, aparține ventriculului stîng (11); el se termină la nivelul diafragmului, cu care formează unghiul cardiofrenic stîng, ocupat de o mică opacitate triunghiulară, de intensitate slabă, produsă de prezența unui depozit adipos intrapericardic (13).

De o parte și de alta a opacității mediane se proiectează imaginile în formă de virgulă ale hilurilor celor doi plămîni, produse în principal de ramificațiile arterei pulmonare (5).

Imaginile palide ale venelor pulmonare, dispuse aproape orizontal (7) sînt greu decelabile în condiții normale; ele apar însă pe secțiuni tomografice apropiate.

### 6.2.2. Imaginea oblic anterioră dreaptă (OAD)

Prin rotația în grade diferite a pacientului cu umărul drept spre ecran (poziția OAD), imaginea cardio-vasculară se modifică treptat, contururile ei fiind preluate de alte segmente ale organelor circulatorii centrale.

La o rotație de aproximativ 60°, *porțiunea cardiacă* a opacității prezintă un *contur stîng* (anterior), format de

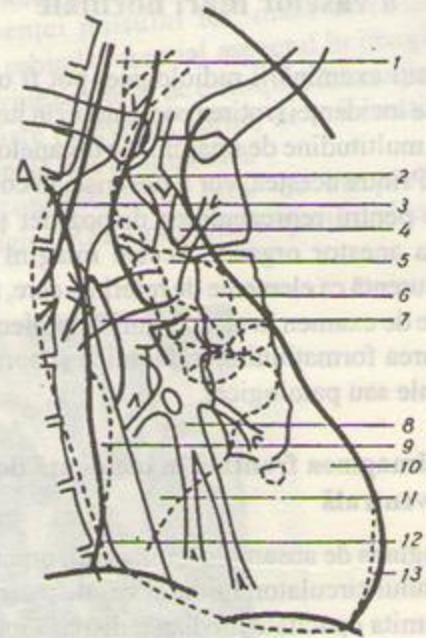


Fig.166. Imaginea cardio-vasculară în poziția oblic anterioră dreaptă 60°. 1. vena brahiocefalică dreaptă; 2. marginea anterioară (stîngă) a traheei; 3. marginea posterioară a venei cave superioare; 4. aorta ascendentă; 5. artera pulmonară stîngă; 6. trunchiul arterei pulmonare; 7. artera pulmonară dreaptă; 8. vene pulmonare; 9. atriu stîng; 10. ventriculul drept; 11. atriu drept; 12. vena cavă inferioară; 13. ventriculul stîng. A: vărsarea venei azygos (juncțiunea dintre trunchiul brahiocefalic drept și vena cavă superioară).



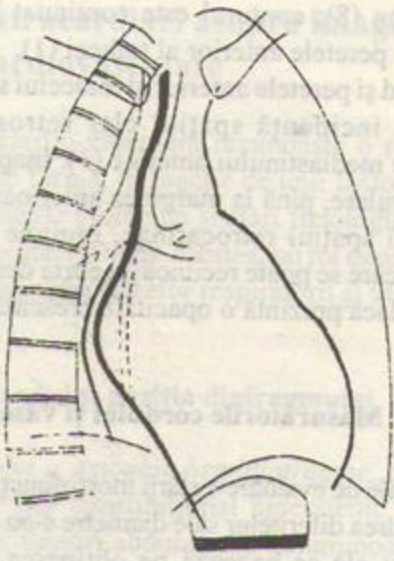


Fig.167. Examinarea conturului posterior în OAD, cu esofag baritat.

ventriculul drept, cu excepția unei mici porțiuni supradiafragmice, care aparține ventriculului stâng (fig. 166, 10 și 13); de asemenea, un *contur drept* (posterior), format de atriu stâng (9).

*Porțiunii vasculare* a opacității i se descrie un contur stâng, format de trunchiul arterei pulmonare, evident convex (6), iar mai sus de aorta ascendentă, cu traiect rectiliniu (4).

Conturul drept al acestei porțiuni este format de marginea posterioară a venei cave superioare (3) și, în continuare (în sus) de trunchiul venos brahiocefalic drept. Jonctiunea dintre cele două formațiuni venoase este de obicei bine marcată de un pintene opac, care corespunde vărsării la acest nivel a venei azygos (A).

Jumătatea posterioară a porțiunii vasculare este în mod evident mai transparentă, datorită proiecției traheei (2) și bronhiei principale stângi.

Pe suprafața opacă a cordului pot fi recunoscute benzile mai intense opace ale venelor pulmonare (8).

Dată fiind marea importanță pe care o prezintă vizibilizarea conturului posterior și folosindu-se relațiile de vecinătate ale acestuia cu esofagul, o manevră frecvent practică este opacifierea esofagului cu pastă baritată și examinarea traiectului său (fig. 167).

Devierea posterioară circumscrisă a traiectului esofagian este semnul constant care indică prezența unei mărituri de volum a atrului stâng și permite o primă evaluare a gradului acestei mărituri, elemente foarte utile pentru diagnosticul leziunilor mitrale.

### 6.2.3. Imaginea oblic anterioară stângă (OAS)

Rotarea pacientului cu umărul stâng spre ecran aduce treptat septul interventricular într-o poziție perpendiculară pe planul de proiecție, ceea ce face posibilă prezența simultană pe imagine a conturilor celor patru cavități cardiace. Aceasta situație este creată la un unghi de rotație de aproximativ  $45^\circ$  (fig. 165).

În această poziție (fig. 168), *marginea dreaptă* a porțiunii cardiace a imaginii este formată de cordul drept; în regiunea superioară și pe cea mai mare întindere de atriu (9), iar pe o porțiune mai redusă, supradiafragmatică, de ventricul (12); limita dintre cele două cavități este uneori marcată de o ușoară denivelare concavă a conturului respectiv.

Conturul *marginii stângi* (posteroare), mai convexă decât cea dreaptă, este format în porțiunea superioară de atriu stâng (8), iar în cea inferioară de ventriculul stâng (11); acesta formează cu diafragma un unghi ascuțit, situat în fața coloanei vertebrale, cu care delimitează "triunghiul cavei", în care este bine vizibilă, mai ales în inspir profund, opacitatea palidă a venei cave inferioare (13).

Cele două contururi ale segmentului cardiac al imaginii converg spre diafragm, unde rămân despărțite doar printr-o bandă opacă îngustă; în această regiune se situează vârful cordului.

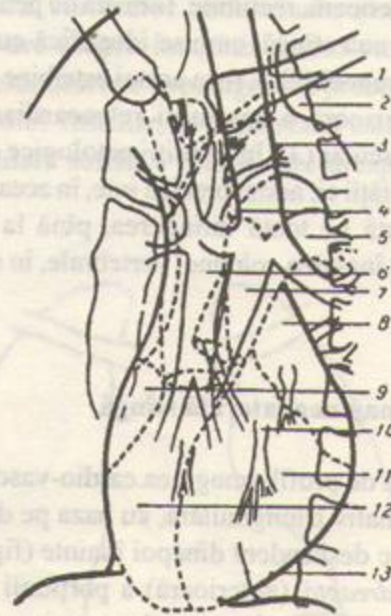


Fig.168. Imaginea cardio-vasculară în poziția oblic anterioară stângă  $45^\circ$ . 1. artera subclaviculară stângă; 2. marginea posterioară a traheei; 3. croșa aortei; 4. marginea anterioară a traheei; 5. artera pulmonară stângă; 6. hilul drept; 7. bronhia principală dreaptă; 8. atriu stâng; 9. atriu drept; 10. vene pulmonare; 11. ventriculul stâng; 12. ventriculul drept; 13. vena cavă inferioară.



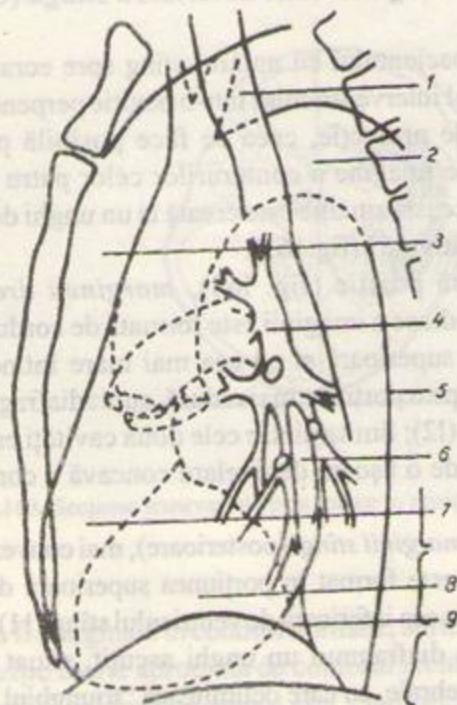


Fig. 169. Imaginea cardio-vasculară în incidența laterală stângă. 1. traheea; 2. croșa aortei; 3. spațiul retrosternal; 4. hilurile pulmonare; 5. aorta descendentă; 6. atriul stâng; 7. ventriculul drept; 8. ventriculul stâng; 9. vena cavă inferioară.

Porțiunea vasculară a imaginii prezintă o margine dreaptă sau anterioară, rectilinie, formată de peretele aortei ascendente, și una stângă, care se identifică cu marginea posterioară a traheei (2). Croșa aortei este bine vizibilă în regiunea superioară a spațiului retrocardiac, înapoia pediculului vascular (3); în condiții patologice care duc la creșterea opacității ei, aorta toracică este, în această poziție, net reprezentată pe toată întinderea, pînă la diafragm, proiectîndu-se înaintea coloanei vertebrale, în spațiul clar retrocardiac.

#### 6.2.4. Imaginea laterală stîngă

În incidența de profil, imaginea cardio-vasculară are o formă aproximativ triunghiulară, cu baza pe diafragm, și un traiect oblic descendent dinapoi înainte (fig. 169).

*Marginea dreaptă* (anterioară) a porțiunii cardiace a imaginii este formată de peretele anterior, convex, al ventriculului drept (7); în regiunea pediculului vascular, această margine are un traiect rectiliniu și corespunde peretelui anterior al aortei ascendente.

*Marginea stîngă* (posterioară) a opacității este formată în porțiunea cardiacă de către peretele posterior al atriului

stîng (6) și pe o mică întindere, supradiafragmatic, de ventriculul stîng (8); conturul este continuat în segmentul vascular de peretele anterior al traheei (1).

Între cord și peretele anterior al toracelui se delimitează în această incidență spațiul clar retrosternal, care corespunde mediastinului anterior (3). Înapoia opacității cardio vasculare, pînă la marginea anterioară a coloanei, este vizibil spațiul retrocardiac, regiune transparentă îngustă, în care se poate recunoaște aorta descendentă (5), în special dacă prezintă o opacitate crescută patologic.

#### 6.2.5. Măsurătorile cordului și vaselor mari.

Încercările de evaluare a stării morfofuncționale a inimii prin măsurarea diferitelor sale diametre s-au dovedit lipsite de valoare; ele se bazează pe obținerea unei imagini cardio-vasculare în proiecție paralelă (ortodiagrama sau teleradiografie) și stabilirea pe conturul acesteia a unor puncte ce reprezintă prezumptiv limite între cavitățile inimii sau margini ale formațiunilor vasculare. Aceste puncte servesc ca repere pentru trasarea diametrelor (vezi fig. 151).

Un oarecare interes mai prezintă, într-un număr limitat de situații, măsurarea calibrului aortei, în condiții care respectă riguros proiecția paralelă. Această măsurare poate fi făcută în OAD, la o rotație de 30°, după tehnica Vaquez (fig. 170,a) sau de față, cu esofag baritat, după tehnica Kreuzfuchs (fig. 170,b).

Aceasta din urmă constă din măsurarea calibrului croșei la nivelul butonului aortic, între punctul cel mai extern al acestuia și punctul corespunzător (situat pe aceeași orizontală) de pe concavitatea imaginii esofagului opacifiat.

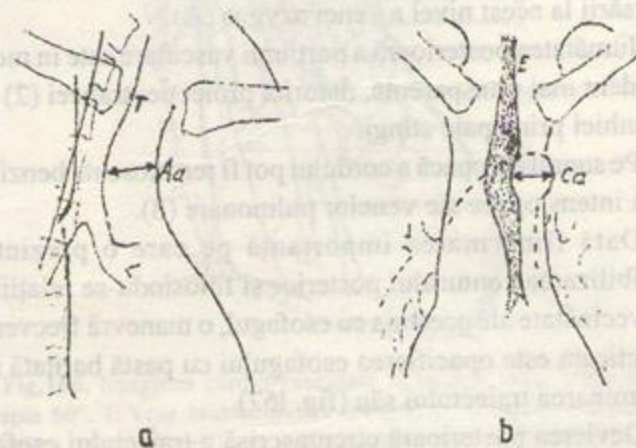


Fig. 170. Măsurarea diametrului aortic după Vaquez (a) și Kreuzfuchs (b). T: traheea; Aa: aorta ascendentă; E: esofag baritat; Ca: croșa aortei.



### 6.3. Influența unor factori fiziologici și extracardiaci asupra imaginii cardiovasculare

Imaginea cardio-vasculară recunoaște o remarcabilă variabilitate de formă, în funcție de unii factori constituționali, de anumite momente și stări fiziologice, ca și de factori extracardiaci. Dintre acestea, un rol deosebit revine poziției diafragmului, fazelor respiratorii și vârstei.

#### 6.3.1. Cordul și poziția diafragmului

*Poziția înaltă a ambelor hemidiafragme*, produsă de cauze diferite (tip constituțional hiperstenic, obezitate, sarcina, ascită, tumori abdominale voluminoase), are ca rezultat o mărire aparentă a cordului în sens transversal, ca și o ușoară lărgire și scurtare a pediculului vascular. În acest fel, cordul se transversalizează sau se "orizontalizează" (fig. 171).

Aparenta mărire în sens transversal se produce în mod obișnuit mai ales spre stînga; la aceasta contribuie ridicarea porțiunii ventriculare a inimii, care suferă și o rotație spre stînga. Rezultă o accentuare a adîncimii golfului cardiac, ce imprimă uneori o moderată configurație aortică.

O modificare similară a siluetei cardio-vasculare se observă în cursul examinării în decubit și se datorează de asemenea, în cea mai mare măsură, ridicării hemidiafragmelor.

*Poziția înaltă a hemidiafragmului drept*, determinată de pareza acestuia sau de procese expansive ale hipcondrului respectiv, determină ridicarea jumătății drepte

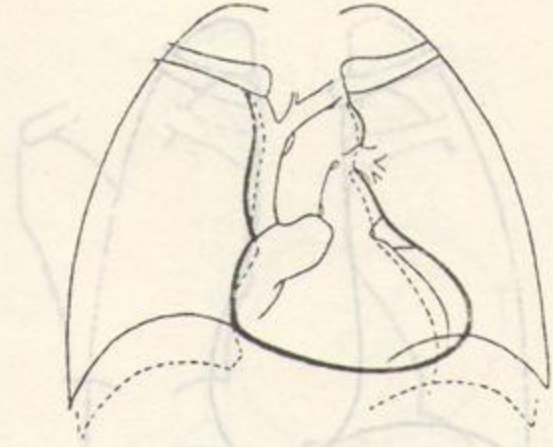


Fig. 171. Influența poziției înalte a ambelor hemidiafragme asupra imaginii cardio-vasculare.

a cordului, însoțită de deplasarea lui spre stînga. În acest fel, golful cardiac se aplatizează, schițându-se o configurație mitrală (fig. 172, a).

*Poziția înaltă a hemidiafragmului stînga*, datorată unor condiții similare, are ca urmare fie o transversalizare a cordului, prin ridicarea și rotația vârfului, rezultînd o configurație aortică (fig. 172, b), fie deplasarea în ansamblu, spre dreapta, a organelor mediastinale, care duce la o dextropoziție cardiacă.

*Poziția joasă a diafragmului*, proprie tipului constituțional astenic, dar care poate fi întîlnită și în ptiza accentuată a viscerelor abdominale și în emfizemul pulmonar, are asupra imaginii cardio-vasculare efecte contrarii celor descrise în paragrafele precedente. Cordul, ca și pediculul vascular, se deplasează caudal, porțiunea lui ventriculară suferă o rotație spre dreapta, în timp ce

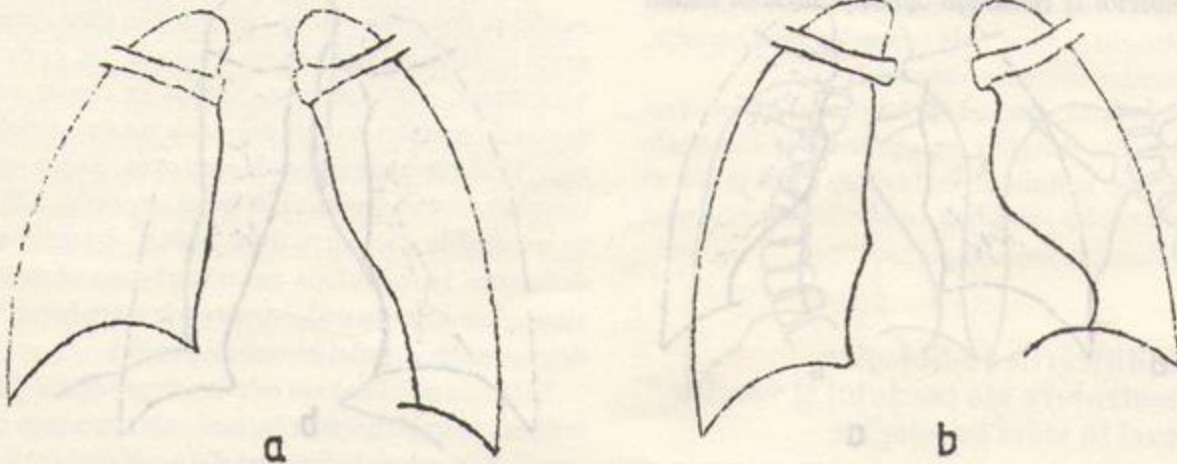


Fig. 172. Influența asupra imaginii cardio-vasculare a ridicării hemidiafragmului drept (a) și stînga (b).



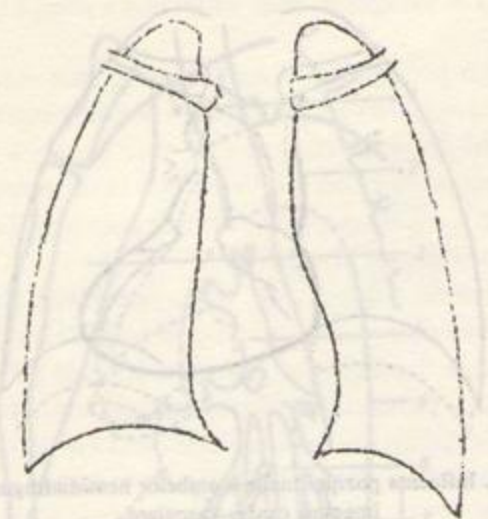


Fig. 173. Cord "în picătură" (tip constituțional astenic).

marginea dreaptă, mai fixă, se întinde și se îngustează. Cordul în ansamblul lui pare dispus vertical, se "verticalizează".

Diametrul transversal se poate reduce considerabil, mai ales în jumătatea lui stângă, astfel încât marginea stângă se situează la aceeași distanță față de linia mediană ca și cea dreaptă. În această situație vorbim de un "cord median".

Pe lângă îngustarea imaginii cordului și pediculului vascular, reducerea proeminenței arcului inferior stâng conferă siluetei cardio-vasculare o configurație mitrală, accentuată de ștergerea butonului aortic (prin alungirea crosei) și, uneori, de proeminența în golful cardiac a atrului stâng sau a arterei pulmonare, determinată de rotație.

În gradele extreme de coborîre a diafragmului, cordul pare desprins de acesta, realizîndu-se așa-numitul aspect "în picătură" sau "în pendulă" (fig.173).

### 6.3.2. Cordul și respirația

Fazele respiratorii modifică imaginea cardio-vasculară în principal prin schimbarea poziției diafragmului, în sensurile descrise mai înainte. Modificările sînt în general neglijabile în cursul respirației obișnuite și devin evidente numai în cazul unor respirații profunde.

Trebuie avut în vedere însă faptul că în timpul respirației cordul suferă și modificări reale de mărime, datorate gradului de umplere cu sînge a cavităților sale, care este mai ridicat în expir decît în inspir. Aceste variații de volum sînt deosebit de evidente în timpul manevrelor Müller și Valsalva.

În cursul manevrei Müller se produce o creștere evidentă de volum a inimii, în special a celei drepte, prin umplerea sporită cu sînge a cavităților sale, ca și o accentuare a imaginilor vasculare (fig.174,a).

Manevra Valsalva, care sporește considerabil presiunea intratoracică, duce la o micșorare globală a opacității mediane și la diminuarea imaginilor vasculare (fig.174,b). Pe lângă reducerea aflului venos spre inimă, intervine și o adevărată "stoarcere" a cavităților cardiace, sîngele restant fiind aruncat în circulație aproape în totalitate.

### 6.3.3. Cordul și vîrsta

Cordul de sugar și de copil își datorează particularitățile imaginii în bună parte condițiilor spațiale toracice: înălțimea redusă și adîncimea relativ mare a cutiei toracice, poziția înaltă a diafragmului (accentuată de practicarea examenului în decubit). La acestea se adaugă și caractere structurale intrinseci: elasticitatea pereților cordului (care îi conferă acestuia o accentuată posibilitate de deformare),

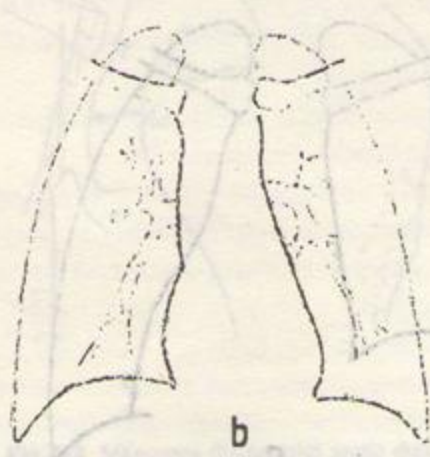
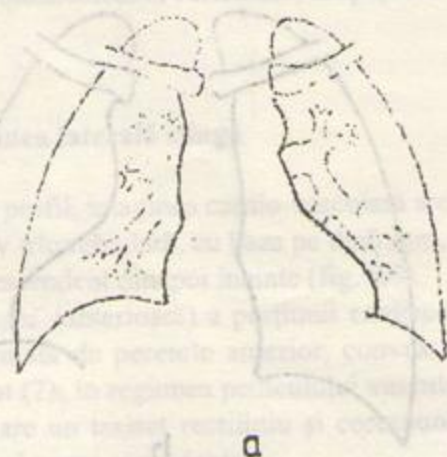


Fig.174. Modificarea imaginii cardio-vasculare în cursul manevrei Müller (expir prelungit, urmat de o tentativă de inspir, cu glota închisă (a) și Valsalva (inspir profund, urmat de tentativa de expir cu glota închisă) (b).



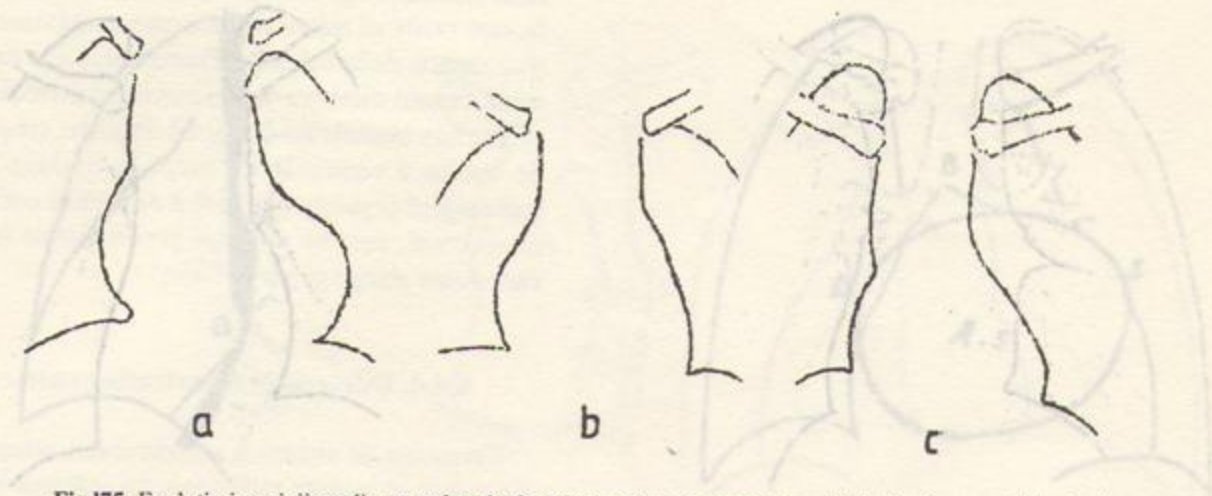


Fig.175. Evoluția imaginii cardio-vasculare în funcție de vîrstă. a: sugar b: copil de 2 ani; c: copil de 6 ani.

dimensiunile relativ mari ale inimii în raport cu cutia toracică, raportul volumetric dintre cei doi ventriculi diferit față de adult (crescut în favoarea celui drept).

Toți acești factori concură la realizarea imaginii unui cord mare, dispus transversal, cu o slabă segmentare în arcuri a marginilor, continuat fără demarcație netă de un pedicul vascular larg și relativ puțin dezvoltat în lungime. Golful slab reprezentat și lipsa formării butonului aortic imprimă imaginii o configurație apropiată de cea mitrală, accentuată deseori de prezența timusului și a unei tiroide mari. Incepînd cu cel de al 2-lea an de viață, imaginea cardio-vasculară se modifică treptat, tinzînd să se apropie, spre sfîrșitul celui de al 6-lea an, de cea a adultului (fig. 175).

*Cordul la vîrste înaintate.* După unele opinii, la asemenea vîrste, organul ar suferi o reducere de volum, care reflectă procesul de involuție senilă a musculaturii scheletice. În nici un caz, această stare nu poate fi considerată ca o regulă. De obicei, lărgirea și alungirea aortei, determinată de scleroza vasului, ca și un grad variabil de mărire a ventriculului stîng, consecință a circulației coronariene deficiente, conferă imaginii cardio-vasculare o configurație apropiată de cea aortică (fig. 176). Este însă greu de precizat dacă aspectul poate fi considerat fiziologic sau se datorează factorilor patologici care se manifestă frecvent la această vîrstă. Noțiunea de cord senil, ca expresie radiologică, rămîne astfel discutabilă.

#### 6.3.4. Cordul și deformările cutiei toracice.

Deformările grave ale cutiei toracice (cifoza, scolioza, cifo-scolioza, înfundarea sternului, mai rar, lordoza coloanei toracale) produc deplasări și torsiuni ale organelor

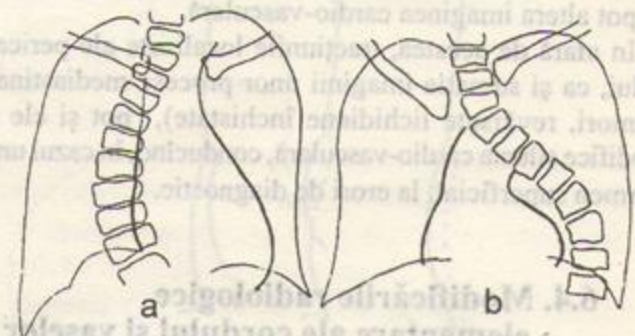


Fig.177. Modificarea imaginii cardio-vasculare în unele deformări ale cutiei toracice. a: scolioză dextroconvexă; b: cifo-scolioză sinistroconvexă.

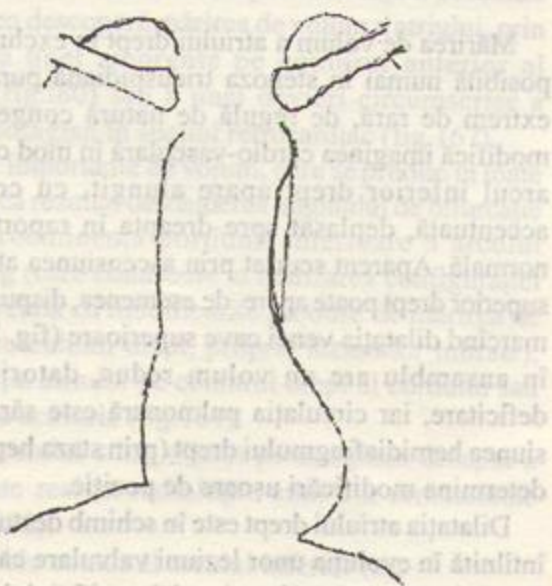


Fig.176. "Cord senil".



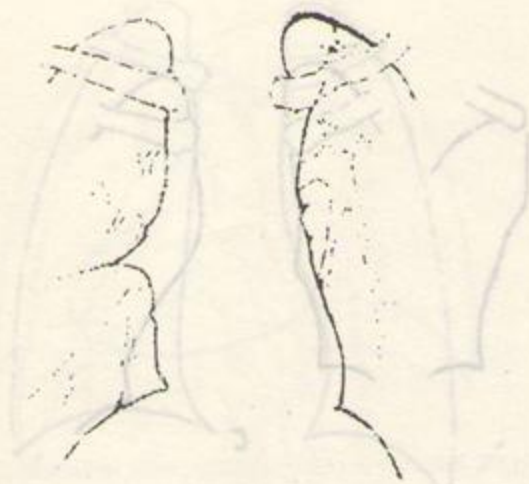


Fig.178. Modificarea siluetei cardio-vasculare prin procese retractil-fibroase pleuro-pulmonare.

lor mediastinale. Modificarea ariei de proiecție a cordului și a topografiei sale alterează imaginea cardio-vasculară, creînd modificări aparente de dimensiuni și configurație uneori foarte dificil de interpretat (fig.177). În realitate, în cazul deformărilor importante ale cutiei toracice, cordul este rareori normal. El lucrează în condiții hemodinamice neobișnuite; acestea creează rezistențe crescute, în special pentru cordul drept, care va suferi modificări similare celor ale cordului pulmonar.

### 6.3.5. Cordul și procesele patologice pleuro-pulmonare

Făcînd abstracție de procesele patologice care modifică în mod real condițiile activității cardiace și care conduc la instituirea cordului pulmonar, trebuie avute în vedere unele procese expansive sau retractile ale plămînilui și pleurei, însoțite de dislocări și rotații ale organelor mediastinale, ce pot altera imaginea cardio-vasculară.

În afară de acestea, tracțiunile localizate ale pericardului, ca și sumația imaginii unor procese mediastinale (tumori, revărsate lichidiene închistate), pot și ele să modifice silueta cardio-vasculară, conducînd, în cazul unui examen superficial, la erori de diagnostic.

## 6.4. Modificările radiologice elementare ale cordului și vaselor mari în stări patologice

Evaluarea radiologică a stării cordului trebuie să înceapă întotdeauna cu aprecierea dimensiunilor sale glo-

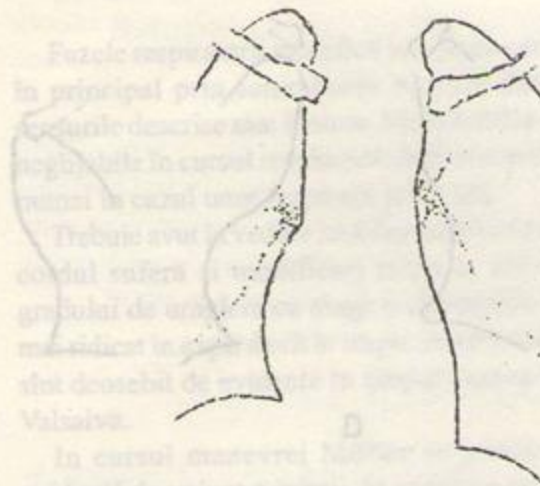


Fig.179. Cord cu stenoză de tricuspida.

bale. Acestea pot fi reduse, însă de obicei, în procese patologice de cea mai variată natură, sînt crescute în raport cu normalul. În acest caz, este necesar să se precizeze *sensul* predominant al acestei creșteri (longitudinal, transversal, spre stînga sau spre dreapta).

A doua etapă în identificarea stării patologice prezente trebuie să o constituie încadrarea imaginii într-o anumită configurație, adică o *modificare de formă* care poate căpăta o semnificație semiotică. Asemenea modificări sînt produse de regulă de creșteri dimensionale distincte ale uneia sau mai multor cavități ale cordului.

### 6.4.1. Dilatația atriului drept

Mărirea de volum a atriului drept în exclusivitate este posibilă numai în stenoza tricuspidiană pură, afecțiune extrem de rară, de regulă de natură congenitală, care modifică imaginea cardio-vasculară în mod caracteristic: arcul inferior drept apare alungit, cu convexitatea accentuată, deplasat spre dreapta în raport cu poziția normală. Aparent scurtat prin ascensiunea atriului, arcul superior drept poate apare, de asemenea, dispus mai lateral, marcînd dilatația venei cave superioare (fig. 179). Cordul în ansamblu are un volum redus, datorită umplerii deficitare, iar circulația pulmonară este săracă. Ascensiunea hemidiafragmului drept (prin staza hepatică) poate determina modificări ușoare de poziție.

Dilatația atriului drept este în schimb destul de frecvent întîlnită în evoluția unor leziuni valvulare care conduc la insuficiență relativă (funcțională) a orificiului tricuspidian. Contribuția atriului mărit la modificarea imaginii radiologice se traduce în asemenea situații prin mărirea





Fig. 180. Amprentă (a) pe conturul anterior al esofagului, produsă de un atriu stâng discret mărit.

spre dreapta a diametrului transversal al cordului, alungirea și accentuarea convexității arcului inferior drept, lărgirea imaginii venei cave superioare și ascensiunea hemidiafragmului drept.

#### 6.4.2. Dilatația atriului stâng

Reprezintă elementul caracteristic al leziunilor valvulare mitrale; de aceea, evidențierea ei radiologică este semnificativă pentru diagnosticul acestor leziuni.

Dilatațiile minore ale atriului pot fi puse în evidență numai prin examenul cu esofag baritat (în OAD, OAS sau profil), întrucât nu modifică imaginea de față a cordului. Acest examen descoperă mărirea de volum a atriului, prin evidențierea unei amprente pe conturul anterior al esofagului (fig. 180) sau a unei devieri circumscrise a traicteului esofagian în spațiul retrocardiac (fig. 167).

Creșterile importante de volum, care se produc în toate direcțiile, au ca rezultat deschiderea unghiului de bifurcație a traheei, proeminența porțiunii inferioare a arcului mijlociu stâng (care contribuie la realizarea configurației mitrale, împreună cu modificările produse de mărirea de volum a ventriculului drept, proprie leziunilor mitrale), în fine, apariția atriului pe conturul drept al cordului sau în vecinătatea acestuia (fig. 181).

Prezența atriului stâng dilatat pe marginea dreaptă a cordului poate realiza radiologic unul din următoarele aspecte (fig. 182):

- dublu contur al arcului inferior (a);
- contur biarcuat (b);
- atriu stâng marginal pe toată întinderea arcului inferior, pînă la diafragm (c).

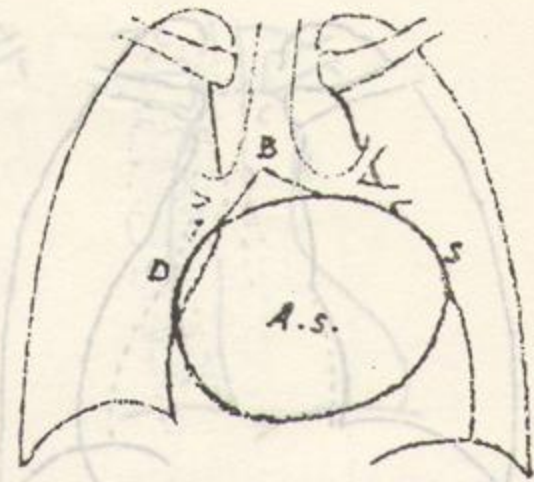


Fig. 181. Modificări produse de mărirea importantă de volum a atriului stâng. B: unghiul de bifurcație a traheei D: conturul drept al cordului (arcul inferior); S: conturul stâng.

Dezvoltarea importantă spre dreapta a atriului stâng creează uneori probleme dificile de diagnostic diferențial cu mărirea în aceeași direcție a cordului drept, care capătă o semnificație diferită din punct de vedere fiziopatologic.

#### 6.4.3. Dilatația și hipertrofia ventriculului drept

Mărirea de volum a ventriculului drept, produsă de dilatația și hipertrofia lui, determină modificări importante și caracteristice ale imaginii cardio-vasculare. Potrivit arhitecturii și topografiei sale, ca urmare a solicitărilor hemodinamice neobișnuite produse de umpleri diastolice exagerate sau rezistențe crescute în evacuare, ventriculul poate crește dimensional atât în sens vertical, cât și în sens transversal.



Fig. 182. Modificări produse de prezența atriului stâng pe conturul drept al cordului. a: dublu contur; b: contur biarcuat; c: atriu stâng marginal pe toată întinderea arcului inferior drept.



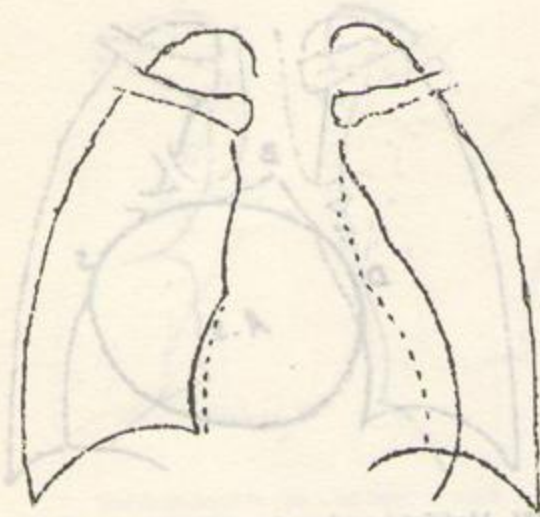


Fig.183. Configurație mitrală.

Dezvoltarea în sens vertical duce la alungirea în ansamblu a conturului stîng, însoțită de coborîrea vârfului inimii. Creșterea de volum a porțiunii verticale a ventriculului ("calea de ieșire", a cărei porțiune finală este conul arterei pulmonare) determină proeminența acesteia în arcul mijlociu, care devine convex; trunchiul arterei pulmonare, solicitată de aceleași condiții hemodinamice la care este supus și ventriculul, se dilată, accentuînd această convexitate în porțiunea superioară a arcului.

Această configurație a cordului, în care adîncitura golfului cardiac este înlocuită prin proeminența arcului mijlociu, este denumită "configurație mitrală" (fig.183).

Noțiunea trebuie înțeleasă în sens strict semiotic; deși configurația mitrală este cel mai frecvent apanajul leziu-

nilor mitrale, ea poate fi produsă și de alte variate afecțiuni în care orificiul mitral nu este interesat (stenoza de arteră pulmonară, defectul de sept atrial etc.), dar care au ca element comun dilatația și hipertrofia ventriculară dreaptă.

În afara modificării de formă descrise, creșterea globală de volum a ventriculului drept se traduce în imaginea radiologică și printr-o mărire a opacității cardiace în sens transversal, care se produce predominant spre stînga și care poate atinge grade diferite.

#### 6.4.4. Dilatația și hipertrofia ventriculului stîng

Creșterea de volum a ventriculului stîng se soldează din punct de vedere radiologic cu mărirea în sens transversal a imaginii cordului, predominant spre stînga, alungirea arcului inferior stîng și accentuarea convexității lui.

Deoarece stările hemodinamice care produc dilatația și hipertrofia ventriculului stîng sporesc și solicitarea funcțională a vasului său aferent, aorta, aceasta va suferi o creștere de calibru, o alungire și desfășurare a arcului său. Consecința acestor modificări este apariția ascendenței la nivelul arcului superior drept, unde ea devine marginală, imprimînd conturului respectiv o evidentă convexitate; de asemenea, creșterea dimensională, ascensiunea și accentuarea proeminenței butonului aortic.

Creșterea dimensională a ventriculului stîng, ca și dilatația, alungirea și desfășurarea arcului aortic, sînt bine vizibile și pe imaginile în OAS și profil. În aceste incidente, porțiunea proximală a ventriculului, "calea de intrare", proemină în spațiul retrocardiac, supradiaphragmatic, modificînd unghiul dintre cord și diafragm, care devine drept sau obtuz (fig.184,b).

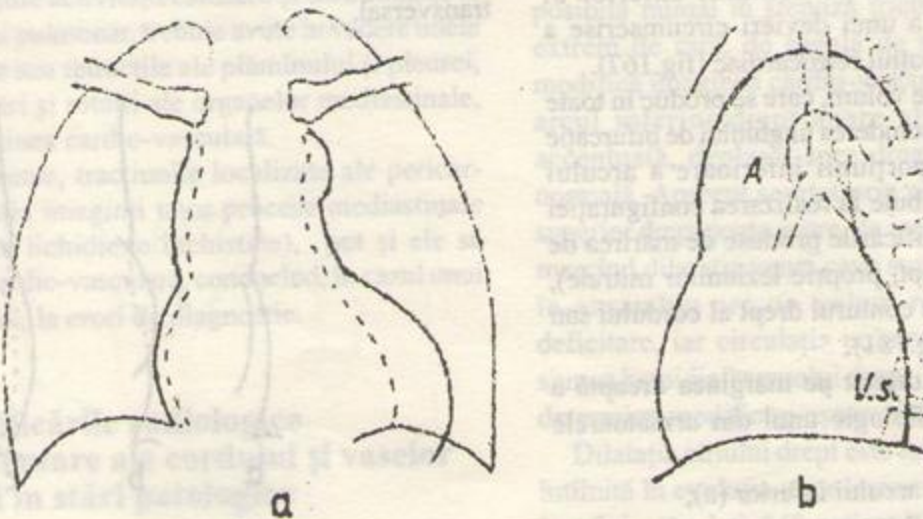


Fig.184. Modificarea imaginii radiologice a inimii prin mărirea de volum a ventriculului stîng. a: configurația aortică pe imaginea de față; b: imaginea în OAS (V.s.: ventriculul stîng, A: aorta).



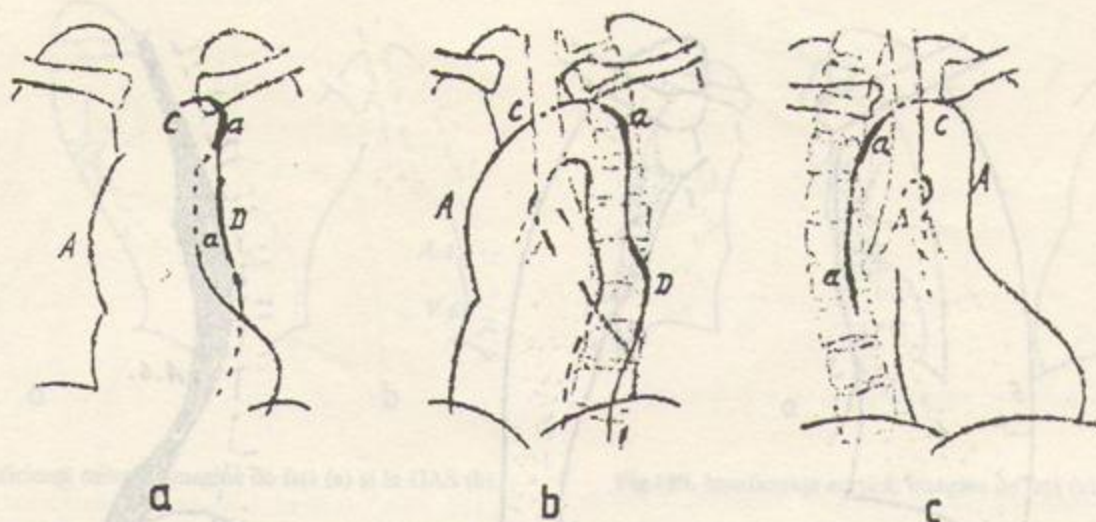


Fig. 185. Aspecte radiologice create de alungirea și lărgirea cu caracter difuz a aortei, pe imaginea de față (a), în OAS (b) și OAD (c).  
A: ascendentă; C: crosă; D: descendentă; a: ateroame.

Rezultatul modificărilor descrise se traduce în ansamblu printr-o imagine cardio-vasculară caracterizată prin adâncirea considerabilă a golfului cardiac, adică prin realizarea "configurației aortice" (fig.184,a).

#### 6.4.5. Modificările elementare ale aortei

Procesele patologice intrinseci ale aortei se exprimă prin alungirea, lărgirea (difuză sau circumscrisă) a calibrului și prin creșterea intensității opacității vasului.

*Alungirea și lărgirea difuză*, rezultate ale pierderii elasticității pereților aortici, se manifestă radiologic în primul rând prin modificarea imaginii de față a pediculului vascular. Arcul superior drept devine mai lung și în același timp convex, datorită faptului că aorta ascendentă depășește în afară cava superioară, devenind marginală la nivelul arcului respectiv (fig.185,a). Butonul aortic este situat mai sus decât în condiții normale, proiectându-se uneori peste extremitatea claviculei; el proemină mai puternic și prezintă o rază de curbura mărită (fig.185,a). De alte ori, descendentă devine vizibilă în golful cardiac, sub forma unei opacități în bandă ce descinde de la nivelul butonului (fig.185,a). În ansamblu, pediculul vascular apare, pe imaginea în plan frontal, alungit și lărgit.

Alungirea pronunțată a aortei toracale poate duce la formarea unor angulații ale traiectului vasului, vizibile atât pe imaginea de față, cât și pe cele din incidențele oblice (fig.185). Evidențierea lor este ușurată de creșterea opacității, care însoțește de regulă alungirea și dilatația.

Sediul obișnuit al acestor angulații este reprezentat de ascendentă, porțiunea distală a crossei și porțiunea mijlocie a descendentei.

*Creșterea opacității aortei*, corolar firesc al dilatației sale și sporirii conținutului sanguin intravascular, dar și consecința sclerozei parietale, este considerabil accentuată de prezența *ateroamelor*, depozite calcare dispuse sub stratul endotelial al vasului. Ateroamele realizează lizerece opace de intensitate calcară, care dublează contururile aortei, uneori pe întreaga ei întindere (fig.185).

#### 6.4.6. Modificările elementare ale circulației pulmonare

Acestea au fost prezentate în capitolul consacrat radiodiagnosticului aparatului respirator (vezi "Stările patologice ale vaselor pulmonare").

### 6.5. Leziunile valvulare ale cordului

#### 6.5.1. Stenoza mitrală

Aspectul radiologic al stenozei mitrale, cea mai frecventă cardiopatie valvulară, rezultă din modificările produse de dilatația atriului stâng, dilatația și hipertrofia ventriculului drept și staza pulmonară.

În formele tipice, în care este prezentă o leziune orificială severă, imaginea cordului apare mărită în sens vertical și transversal (spre stânga). Forma cordului realizează în mod caracteristic configurația mitrală, la care contribuie atât mărirea în sens longitudinal a ventriculului drept, cât și atriul stâng mult dilatat (fig.186).



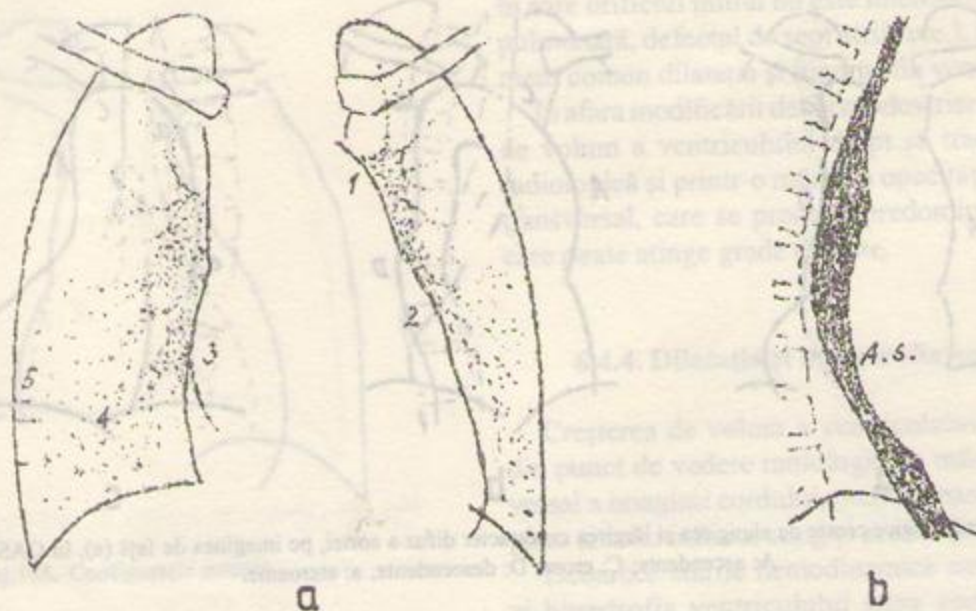


Fig. 186. Stenoza mitrală; imagine de față (a) și în OAD cu esofag baritat (b). 1. proeminența trunchiului arterei pulmonare; 2. proeminența atrului stâng în regiunea inferioară a golfului cardiac; 3. dublu contur al arcului inferior drept; 4. staza pulmonară; 5. linii Kerley.

Proeminența conului și trunchiului arterei pulmonare în regiunea superioară a golfului cardiac (fig. 186,a,1), ca și ascensiunea trunchiului, au ca rezultat acoperirea parțială a butonului aortic, care apare mai puțin individualizat. În cazuri mai rare, "ștergerea" butonului se poate datora și reducerii calibrului aortic, prin umplerea mai redusă cu sânge a vasului.

Atriu stâng, prin segmentul lui auricular, proemină în regiunea inferioară a arcului mijlociu, pe care îl și prelungește în jos, în dauna arcului inferior (fig. 186,a,2); acesta devine în aparență mai scurt. Reducerea reală a lungimii arcului inferior, datorată scăderii volumului ventricular, este destul de rară.

Limita dintre cele două formațiuni anatomice proeminente la nivelul arcului mijlociu (trunchiul pulmonarei și atriu stâng) este de obicei ușor de recunoscut, prin prezența unei mici denivelări de contur.

Mărirea de volum a atrului stâng este marcată, pe lângă proeminența lui pe conturul stâng, și de modificarea aspectului arcului inferior drept, care capătă un contur dublu sau biarcuat (fig. 186,a,3), ca și de devierea esofagului baritat (fig. 186,b).

În formele ușoare, configurația cordului (ca, de altfel și dimensiunile lui) este puțin modificată, astfel încât diagnosticul radiologic se bazează aproape în exclusivitate pe evidențierea unui atriu stâng mărit, posibilă deseori numai prin opacifierea esofagului.

Staza pulmonară este caracteristică stenozei mitrale și se poate manifesta radiologic în oricare din gradele

evolutive care au fost descrise în capitolul "Stările patologice ale vaselor pulmonare".

În unele cazuri, aspectul circulației pulmonare poate fi dominat de semnele hipertensiunii, care se instalează ca urmare a stării spastice a arterelor pulmonare periferice ("al doilea baraj circulator"). Caracterile radiologice ale hipertensiunii în arterele miciei circulației au fost descrise în capitolul menționat.

Creșterea spre dreapta a diametrului transversal al cordului, de obicei simultană cu reducerea evidentă a semnelor stazei pulmonare, reflectă instalarea insuficienței relative de tricuspida, care însoțește sau precede decompensarea leziunii mitrale.

Staza venoasă sistemică se poate traduce în această situație prin ascensiunea hemidiafragmului drept (datorată hepatomegaliei) și mai ales prin prezența de revărsate lichidiene pleurale (transsudate), observate mai frecvent în dreapta, mai rar bilateral.

### 6.5.2. Insuficiența mitrală pură

Aceasta produce modificări radiologice similare în linii mari celor aparute în stenoză, dar mult mai puțin pregnante (fig. 187). Configurația mitrală este mai slab exprimată, ca și dilatația atrului stâng și staza pulmonară.



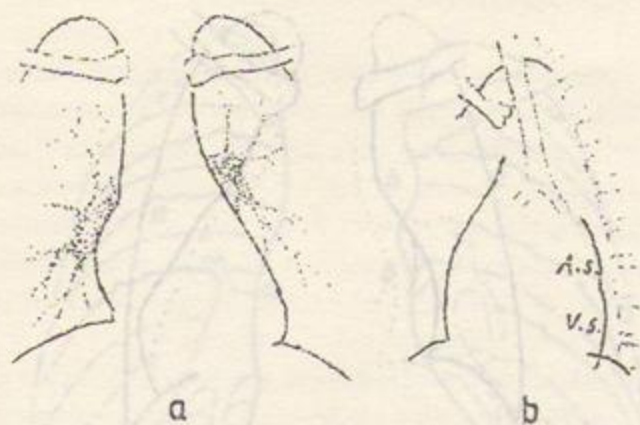


Fig.187. Insuficiență mitrală. Imagine de față (a) și în OAS (b).

În schimb, este vizibilă, în grade diferite, mărirea de volum a ventriculului stâng, în incidențele OAS și de profil (fig.187,b).

### 6.5.3 Boala mitrală

Realizează o imagine radiologică (fig.188) cu aceleași caractere ca ale stenozei pure a orificiului mitral, imagine de care nu se deosebește practic pe radiografia de față. Mărirea moderată de volum a ventriculului stâng poate fi evidențiată în incidențele OAS și de profil.

### 6.5.4. Insuficiența aortică

Se caracterizează radiologic, în formele tipice, prin semnele unei mărimi considerabile a ventriculului stâng, vizibile pe imaginile de față și OAS, și ale alungirii,

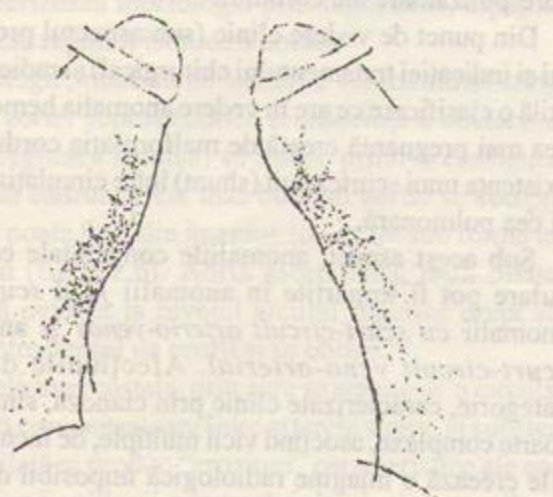


Fig.188. Boala mitrală.

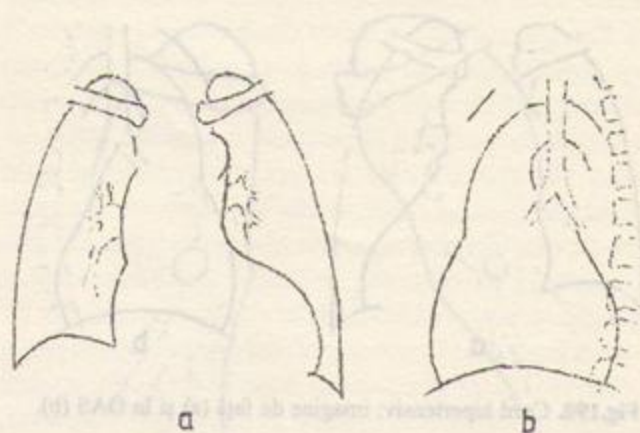


Fig.189. Insuficiență aortică; imagine de față (a) și în OAS (b).

lărgirii (mai ales la nivelul ascendentei) și desfășurării aortei. Aspectul global rezultat este o configurație aortică tipică (fig.189).

Examenul radioscopic și kimografic pun în evidență pe contururile ventriculului stâng și aortei mișcări pulsatile deosebit de ample, datorate creșterii considerabile a debitului-bătaie ventricular, caracteristică acestei leziuni valvulare. Circulația pulmonară prezintă modificări numai în stadiul de decompensare a afecțiunii, când apar semnele stazei pulmonare.

### 6.5.5. Stenoza aortică

Semnele radiologice prezente în stenoza orificiului aortic sînt comparabile cu cele ale insuficienței, dar mult mai puțin exprimate. Configurația aortică tipică este realizată numai de formele severe sau decompensate; în cele comune, mărirea de volum a ventriculului stâng poate fi evidențiată numai în incidențele OAS sau de profil. Pulsațiile înregistrate kimografic au o amplitudine normală sau ușor redusă. Un aspect similar poate fi observat în cazurile de hipertensiune arterială severă, cu evoluție îndelungată (fig.190).

### 6.5.6. Stenoza arterei pulmonare

Natura endocardică a afecțiunii este excepțională; mai frecvent, ea este congenitală și se asociază cu alte anomalii, în cadrul unor sindroame anatomico-clinice complexe.

Mărirea de volum a ventriculului drept, consecutivă creșterii rezistenței la evacuare, determină o configurație mitrală, accentuată de proeminența puternică a trunchiului arterei pulmonare. Aceasta se explică prin dilatația



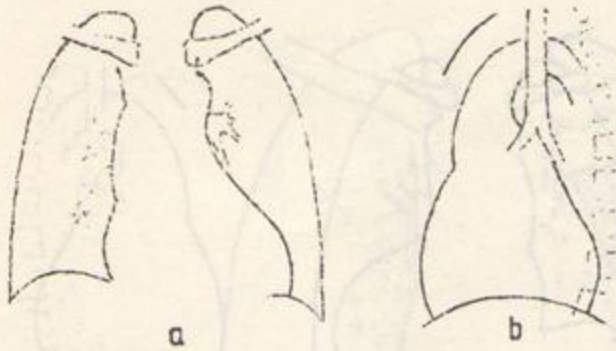


Fig.190. Cord hipertensiv; imagine de față (a) și în OAS (b).

poststenotică, datorată, ca și în cazul stenozei aortice, apariției unui curent dezordonat prin orificiul strîmtat, concomitent cu creșterea impulsului cinetic imprimat jetului de sînge de către ventriculul drept. Aspectul vaselor pulmonare periferice rămîne normal.

#### 6.5.7. Insuficiența orificiului pulmonar

Forma valvulară endocardică este foarte rară, în opoziție cu cea funcțională, care poate însoți decompensarea unui cord mitral (așa-numitul sindrom Graham-Steel).

În afara configurației mitrale pe care o creează sau o accentuează, insuficiența orificială pulmonară se manifestă radiologic (pe kimografie) prin pulsații ample la nivelul trunchiului și prin vizibilizarea pulsațiilor proprii ale arterelor pulmonare periferice.

#### 6.5.8. Leziunile valvulare combinate

Produc de regulă un cord de dimensiuni mari, a cărui modificare de formă, complexă, schițează o configurație impusă de elementul hemodinamic cel mai puternic.

Cordul *mitro-aortic* (asocierea stenozei mitrale cu insuficiența aortică) are de obicei o configurație apropiată de cea mitrală, întrucît stenoza orificiului mitral nu permite umplerea în exces a cavității ventriculului stîng; acesta va apare moderat mărit, iar amplitudinea pulsațiilor lui, ca și ale aortei, nu apare crescută.

“*Viciul triorifical*” (stenoză mitrală, insuficiență aortică, la care se adaugă insuficiența relativă de tricuspida) creează un cord global mărit, mai ales în sens transversal, spre stînga și spre dreapta, a cărui configurație, predominant mitrală, este completată de semnele unei măriti accentuate a ambelor cavități drepte (fig.191).

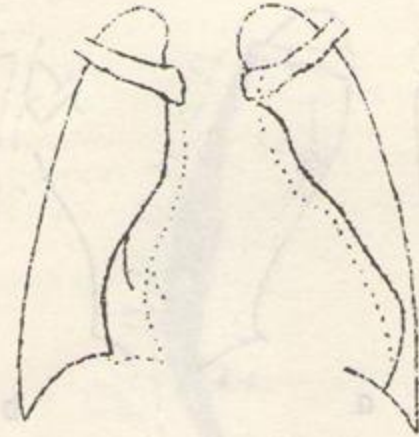


Fig.191. Viciu triorifical. Linia punctată marchează silueta cordului înaintea instalării insuficienței relative de orificiu tricuspidian.

### 6.6. Anomaliile cogenitale cardio-vasculare

Aceste anomalii constituie o categorie de afecțiuni cu forme extrem de variate, în care tulburările hemodinamice, create de vicii ale arhitecturii cordului, produc modificări de formă și dimensiuni deseori greu sau imposibil de interpretat prin tehnicile radiologice uzuale.

Din punct de vedere morfologic, anomaliile arhitecturale constau în esență din vicii orificiale (stenoze, insuficiențe, displazii ale valvulelor), persistența unor structuri care în mod obișnuit involuează și dispar (canalul arterial, foramen ovale) și defecte în formarea septurilor dintre cavități, care pot fi legate de defecte ale emergenței, respectiv implantării vaselor mari în raport cu cavitățile corespunzătoare ale cordului.

Din punct de vedere clinic (sub aspectul prognosticului și indicației tratamentului chirurgical) și radiologic, este utilă o clasificare ce are în vedere anomalia hemodinamică cea mai pregnantă creată de malformația cordului, adică existența unui scurtcircuit (shunt) între circulația sistemică și cea pulmonară.

Sub acest aspect, anomaliile congenitale cardio-vasculare pot fi împărțite în anomalii *fără scurt-circuit*, anomalii *cu scurt-circuit arterio-venos* și anomalii *cu scurt-circuit veno-arterial*. Afecțiunile din ultima categorie, caracterizate clinic prin cianoză, sînt de obicei foarte complexe, asociind vicii multiple, de factură variată. Ele creează o imagine radiologică imposibil de încadrat într-o configurație comună. De aceea, pentru identificarea tuturor viciilor arhitecturale prezente, pentru stabilirea



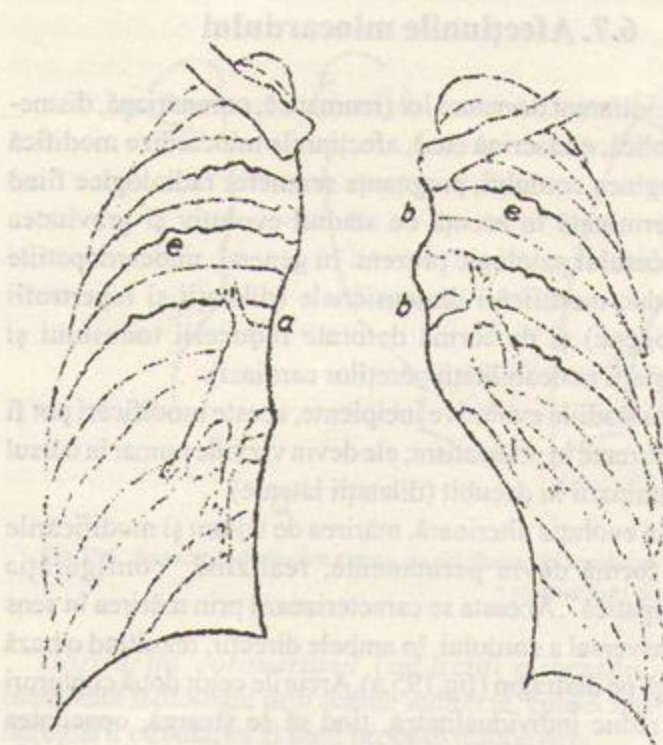


Fig.192. Stenoză de istm aortic. a: aorta ascendentă; b: buton dublu; c: eroziuni costale.

diagnosticului și evaluarea posibilităților terapeutice, este întotdeauna necesară practicarea de tehnici speciale, radio-chirurgicale (angiocardiografia, cateterismul cavităților, diverse proceduri vasografice).

#### 6.6.1. Anomalii congenitale fără scurt-circuit.

*Stenoza de arc aortic* (coarctația aortică) este una din cele mai frecvente anomalii cardio-vasculare congenitale; se caracterizează morfologic prin îngustarea, hipoplazia sau aplazia regiunii istmice a aortei.

Radiologic, mărirea de volum a ventriculului stâng și dilatația aortei suprastenotice (consecință a obstacolului creat în regiunea istmică) se traduc printr-o configurație aortică, în cadrul căreia însă butonul aortic se comportă atipic: el poate lipsi din imagine sau apare sub forma unui arc dublu (fig.192,b). Aorta ascendentă, mult dilatată, proemină evident la nivelul arcului superior drept și în spațiul retrosternal de profil și în oblice.

Arterele intercostale, prin care se stabilește o circulație colaterală compensatoare între arterele supra- și substenotice, se dilată și produc "eroziuni" caracteristice ale coastelor regiunii mijlocii a toracelui, la nivelul arcurilor lor posterioare (fig.192,e);

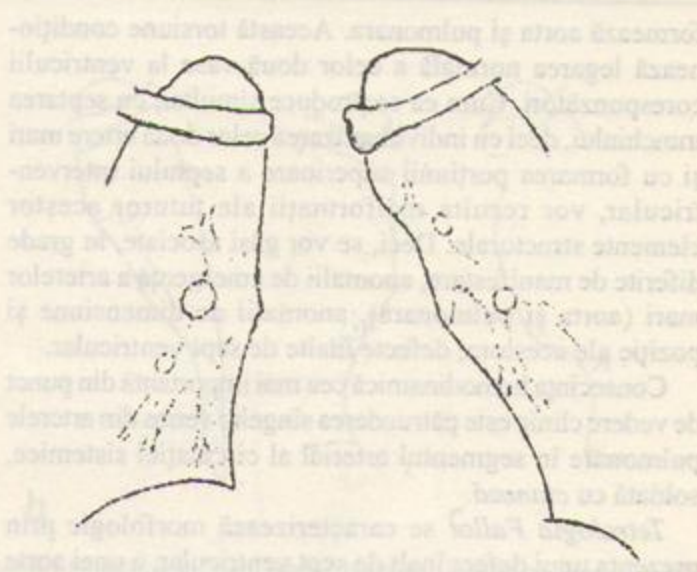


Fig.193. Defect de sept atrial.

#### 6.6.2. Anomalii congenitale cu scurt-circuit arterio-venos

*Defectul de sept atrial* creează, într-un grad direct dependent de importanța defectului și implicit a shuntului, un exces de umplere a ventriculului drept. Acesta se datorează diferenței de presiune dintre cele două jumătăți ale inimii, care face ca sângele să treacă din atriul stâng în atriul drept.

Radiologic, mărirea de volum a ventriculului drept se traduce printr-o configurație mitrală, din care lipsesc semnele dilatației atriului stâng (fig.193).

Debitul-bătaie ventricular mult sporit determină apariția hiperemiei pulmonare, ale cărei caractere radiologice au fost descrise în capitolul "Stările patologice ale vaselor pulmonare".

Asocierea stenozei mitrale cu un defect de sept atrial (sau cu persistența de foramen ovale) realizează un sindrom clinico-radiologic particular, sindromul Lutembacher.

#### 6.6.3. Anomalii congenitale cu scurt-circuit veno-arterial

Aceste anomalii constituie grupul cu cele mai numeroase, variate și complexe forme morfologice. Categoria cea mai largă a acestui grup aparține așa-numitelor *transpoziții* ale arterelor mari, avînd la origine torsiunea vicioasă, incompletă a trunchiului bulbar, din care se



formează aorta și pulmonara. Această torsiune condiționează legarea normală a celor două vase la ventriculii corespunzători. Cum ea se produce simultan cu septarea trunchiului, deci cu individualizarea celor două artere mari și cu formarea porțiunii superioare a septului interventricular, vor rezulta malformații ale tuturor acestor elemente structurale. Deci, se vor găsi asociate, în grade diferite de manifestare, anomalii de emergență a arterelor mari (aorta și pulmonara), anomalii de dimensiune și poziție ale acestora, defecte înalte de sept ventricular.

Consecința hemodinamică cea mai importantă din punct de vedere clinic este pătrunderea sîngelui venos din arterele pulmonare în segmentul arterial al circulației sistemice, soldată cu *cianoză*.

*Tetralogia Fallot* se caracterizează morfologic prin prezența unui defect înalt de sept ventricular, a unei aorte cu emergența pe acest defect ("călare" pe defect) și a unei stenoze valvulare sau infundibulare, asociată cu hipoplazie, a arterei pulmonare (al patrulea element al tetralogiei, mărirea de volum a ventriculului drept, este consecința stării hemodinamice create de anomaliile de dezvoltare menționate).

Prin existența unei căi neobișnuite de evacuare a conținutului său (aorta), ventriculul drept suferă o dilatație și o hipertrofie de de tip particular, tradusă radiologic prin alungirea și accentuarea convexității arcului inferior stîng. Hipoplazia trunchiului arterei pulmonare creează, prin adîncirea golului cardiac, o configurație asemănătoare celei aortice, din care lipsește însă proeminența butonului (fig. 194 a). Examenul angiocardiografic evidențiază situarea spre dreapta (dextropoziția) arcului aortic, ca și trecerea sîngelui din ventriculul drept în aortă (fig. 194,b).

Circulația pulmonară este de obicei săracă și se traduce radiologic prin aspectul de oligohemie.

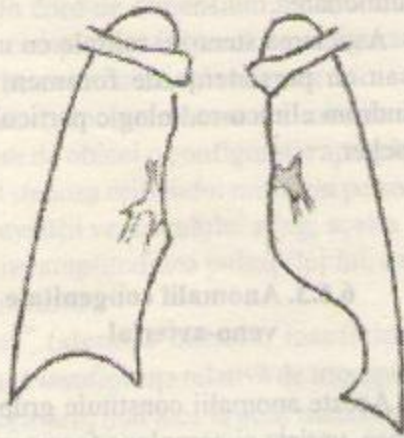


Fig.194. Tetralogia Fallot. a: imagine radiografică de față; b: angiocardiografia evidențiază opacifierea concomitentă a aortei și arterei pulmonare în dextrogramă.

## 6.7. Afecțiunile miocardului

Indiferent de natura lor (reumatică, coronariană, dismetabolică, endocrină etc.), afecțiunile miocardice modifică imaginea cordului, pregnanța semnelor radiologice fiind determinată în esență de stadiul evolutiv și gravitatea procesului patologic prezent. În general, miocardopatiile produc modificări dimensionale (dilații și hipertrofii miogene) și de formă datorate reducerii tonusului și creșterii maleabilității pereților cardiaci).

În stadiile evolutive incipiente, aceste modificări pot fi inaparente în ortostatism; ele devin vizibile numai în cursul examinării în decubit (dilații latente).

În evoluția ulterioară, mărirea de volum și modificările de formă devin permanente, realizînd "configurația miopatică". Aceasta se caracterizează prin mărirea în sens transversal a cordului, în ambele direcții, rezultînd o bază largă pe diafragm (fig. 195,a). Arcurile celor două contururi își reduc individualitatea, tind să se șteargă, opacitatea cardio-vasculară devine amorfă; în timpul respirației și la schimbarea poziției pacientului, cordul vedește un grad neobișnuit de deformabilitate, care traduce alterarea tonusului pereților săi musculari ("cord de aluat").

Examenul kimografic evidențiază mișcări pulsatile de amplitudine mult redusă, iar analiza croșetelor marginale descoperă modificări de formă ale acestora.

Formele foarte grave ale afecțiunilor miocardului ( produse mai ales de insuficiența coronariană) produc dilații considerabile ale cordului, contururile acestuia apropiindu-se de pereții laterali ai toracelui.

Acest aspect capătă uneori în literatură eticheta de "cord bovin" (fig. 195,b).





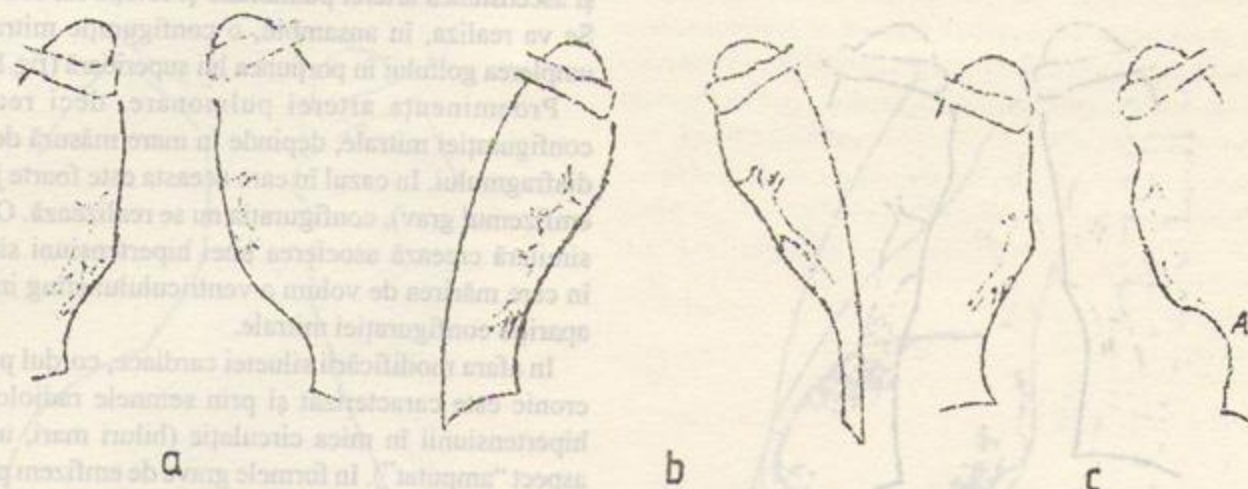


Fig.195. Aspecte radiologice create de patologia miocardului. a: configurație miopatică; b: "cord bovin" miopatic (insuficiență coronariană); c: anevrism de perete ventricular stâng (A).

**Obstrucția coronariană** (infarctul miocardic) se manifestă radiologic prin semne indirecte, consecințe ale dereglării circulației și unor procese însoțitoare.

Leziunea miocardică produce o insuficiență cardiacă cu caracter progresiv, însoțită de mărirea acută a volumului cordului. În funcție de localizarea infarctului, dilatația miocardului și fenomenele de decompensare pot afecta cu predominanță cordul drept, cordul stâng sau cordul în ansamblu.

În cursul unei insuficiențe stângi, edemul pulmonar acut sau subacut apare frecvent, dar este rar evidențiable radiologic, datorită stării clinice precare a pacientului. Staza pulmonară este în schimb rară; ea apare de obicei când infarctul apare pe ventriculul stâng al unui hipertensiv.

Frecvent se observă revărsate lichidiene pericardice în cantitate redusă, care pot simula o mărire a cordului. Inflamația pericardică ce însoțește infarctele superficiale capătă rareori expresie radiologică; ea se transmite însă frecvent pleurei stângi, cu formarea de exsudat în sinusul costo-diafragmatic respectiv.

Pareza hemidiafragmului stâng, cu poziția înaltă a acestuia, însoțind o colecție abundentă de gaze în unghiul splenic al colonului, este urmarea lezării frenicului prin iritația pleurei mediastinale sau un fenomen reflex. Ea este întâlnită, de asemenea, într-un număr mare de cazuri.

În aproximativ 2/3 din totalitatea cazurilor, prezența unui focar miomalacic sau a cicatricei acestuia se traduce, după un interval de 2-3 săptămâni de la constituire, prin semne kimografice: reducerea amplitudinii uneori pînă la dispariție completă și modificări de formă ale croșetelor.

Investigația radioizotopică oferă, așa cum am văzut (p.146), date deosebit de utile cu privire la perfuzia miocardului, evidențind cu claritate teritoriile ischemice și pe cele necrotice, permițând în același timp diferențierea celor două manifestări patologice.

Ca urmare a alterării grave a unor regiuni ale miocardului, se pot produce, la intervale de obicei mari de la vindecarea clinică a unui infarct, dilatații circumscrise ale unei cavități a cordului, *anevrisme* ale pereților cardiaci. Acestea se manifestă radiologic sub forma unor proeminențe de contur limitate, uniarcurate, cu limite nete sau prezentînd mici neregularități, date de simfiza pericardului (fig.195,c).

## 6.8. Cordul pulmonar

Sindromul clinico-radiologic al cordului pulmonar este consecința unor modificări ale miciei circulației prin procese parenchimatose pulmonare sau prin leziuni ale vaselor, care duc la hipertensiune arterială și suprasolicitarea ventriculului drept prin creșterea rezistenței la evacuarea acestuia. Cordul pulmonar se poate manifesta sub forma acută, subacută sau cronică.

### 6.8.1. Cordul pulmonar acut

Recunoaște cauze morfologice, mai ales embolia pulmonară (în care sînt prezente însă și fenomene reflexe, de vasoconstricție a arterelor pulmonare) și funcționale (criza de astm).

### 6.8.2. Cordul pulmonar subacut

Este urmarea unor embolii repetate, uneori de natură tumorală. Radiologic, în măsura în care evoluția permite



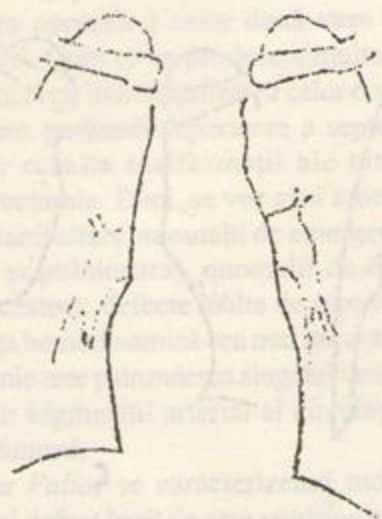


Fig.196. Cord pulmonar cronic.

o urmărire mai lungă, se poate observa constituirea unei configurații a cordului similară celei mitrale (lipsită, evident, de participarea unui atriu stâng mărit).

### 6.8.3. Cordul pulmonar cronic

Recunoaște cauze multiple, care se pot grupa în două categorii: a. reducerea arborelui arterial pulmonar prin cauze extrinseci (emfizem, pahipleurite, tuberculoză întinsă, pneumonii cronice, bronșiectazii, fibroze de cauze diverse, cifo-scolioze, strume retrosternale etc.); b. îngustarea arterelor pulmonare prin cauze intrinseci (scleroza pulmonară primară, trombangita obliterantă, stază însoțită de fenomene reflexe constrictive).

Imaginea radiologică a cordului va fi modificată prin alungirea și lărgirea căii de ieșire a ventriculului drept, dilatația

și ascensiunea arterei pulmonare și rotația lui către stînga. Se va realiza, în ansamblu, o configurație mitrală, prin umplerea golului în porțiunea lui superioară (fig.196).

Proeminența arterei pulmonare, deci realizarea configurației mitrale, depinde în mare măsură de poziția diafragmului. În cazul în care aceasta este foarte joasă (în emfizemul grav), configurația nu se realizează. O situație similară creează asocierea unei hipertensiuni sistemice, în care mărirea de volum a ventriculului stîng împiedică apariția configurației mitrale.

În afara modificării siluetei cardiace, cordul pulmonar cronic este caracterizat și prin semnele radiologice ale hipertensiunii în mica circulație (hiluri mari, uneori cu aspect "amputat"). În formele grave de emfizem pulmonar cu hipoxemie se poate produce și o accentuare a fluxului arterial pulmonar (hiperemie), cu manifestările radiologice corespunzătoare.

## 6.9. Afecțiunile pericardului

### 6.9.1. Pericardita uscată

Nu se traduce radiologic decît, uneori, prin sechelele ei (îngroșări sau simfize ale foițelor pericardice), care pot altera regularitatea conturilor cardiace.

### 6.9.2 Revărsatele lichidiene

Revărsatele lichidiene intrapericardice, de natură inflamatorie (pericarditele), circulatorie, renală sau tumorală, modifică imaginea radiologică a cordului în

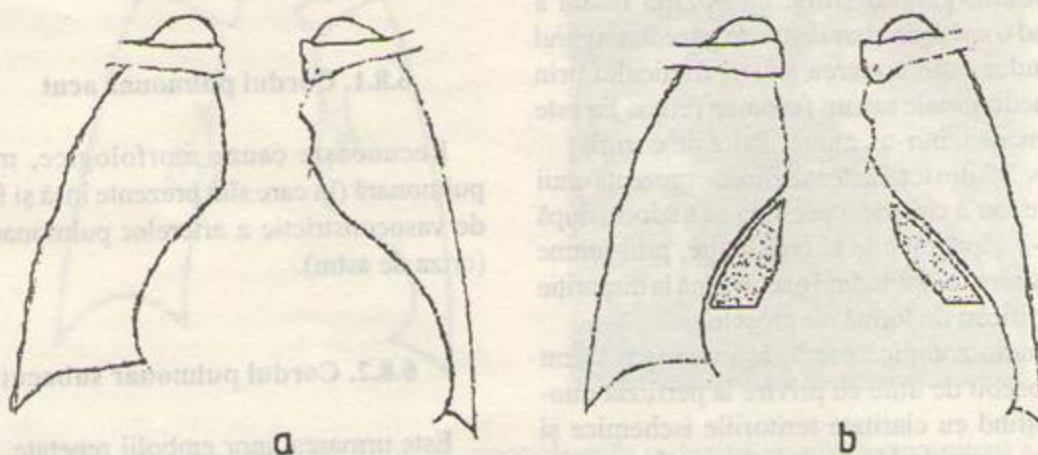


Fig.197. "Configurație pericarditică" produsă de un revărsat lichidian în cantitate mare (a). Hidropneumopericard (b).



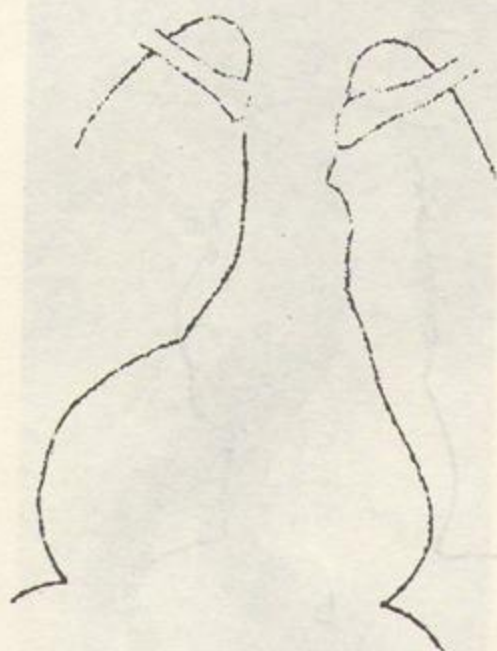


Fig.198. Pericardită închistată pe marginea dreaptă.



Fig.199. Calcificări pericardice ("cord blindat").

funcție de cantitatea de lichid prezentă între cele două foițe ale învelișului cardiac.

Revărsatele în cantitate redusă (sub 500 ml sînt dispuse de obicei în regiunea diafragmatică a cavității pericardice și nu modifică imaginea radiologică a cordului. Revărsatele foarte abundente creează un aspect caracteristic, care ar putea fi etichetat "configurație pericardică" (fig. 197,a).

Pediculul vascular, nemodificat în regiunea lui superioară, pare scurtat, întrucît imediat sub butonul aortic este acoperit de o opacitate mediană considerabil mărită în toate direcțiile. Această opacitate masivă, produsă de prezența lichidului, este delimitată lateral de două contururi convexe largi, care descind spre diafragm fără a mai fi segmentate în arcurile obișnuite.

Pătrunderea de aer în cavitatea pericardică, de obicei în urma unei puncții evacuatorii (mai rar prin fistule produse de leziuni pulmonare din vecinătate), realizează *pneumo-* sau *hidropneumopericardul*, cu aspect radiologic de asemenea caracteristic.

Acesta se manifestă prin apariția a două imagini triunghiulare transparente, dispuse de o parte și de alta a opacității mediane, delimitate intern de contururile cordului și pediculului vascular iar extern de pericardul parietal, care apare ca o linie opacă fină.

În cazul hidropneumopericardului, triunghiurile transparente sînt delimitate în jos față de opacitatea lichidiană prin cîte o linie perfect orizontală sau în menisc (imagini hidroaerice) (fig. 197,b).

După vindecarea clinică a unor revărsate inflamatorii, cantități reduse de lichid pot rămîne închistate în diferite regiuni ale cavității pericardice (pericardite închistate), producînd pe imaginea radiologică opacități circumscri-se, atașate de cord, de care nu pot fi desprinse în nici o incidență (fig. 198).

Imagini perfect asemănătoare pot realiza și *diverticuli* sau *chisturile* de pericard (vezi fig. 142), care, așa cum am văzut, sînt formațiuni congenitale.

*Sechelele pericarditelor*, simfizele și îngroșările foițelor pericardice, se traduc radiologic prin neregularități ale conturilor cordului, mai frecvent sub formă de mici dințături și prin alterarea proceselor dinamice, evidențiable pe întinderi diferite, în special pe kimografie.

O imagine radiologică foarte caracteristică o realizează calcificările pericardului, care se prezintă sub forma unor opacități intense, neregulate, dispuse pe aria de proiecție a cordului, sugerînd, ca și în cazul calcificărilor pleurale, o hartă geografică.

În incidența laterală, ele se proiectează în mare măsură ortograd, creînd aspectul unui lizereu calcar care marchează contururile cordului (fig. 199).

Intr-o asemenea situație, cordul este în realitate cuprins într-o veritabilă carapace fibro-calcară (care impietează substanțial asupra proceselor lui dinamice), ceea ce justifică termenul de "cord blindat" prin care este desemnat uneori în literatură.



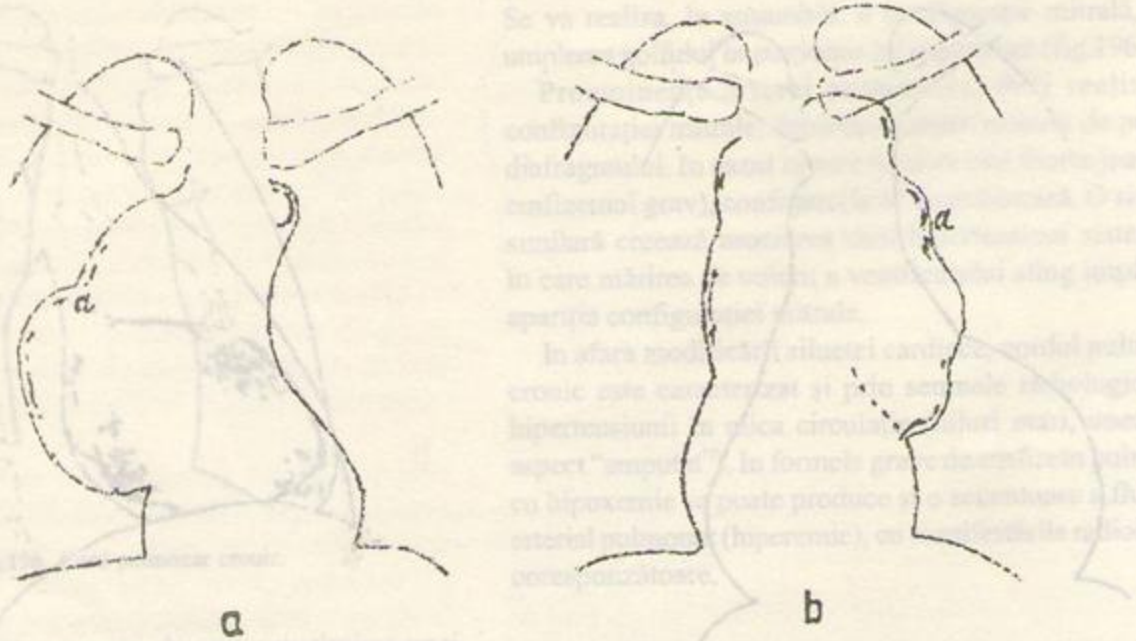


Fig.200. Aneurisme ale aortei ascendente (a), crosei și descendentei (b). a: ateroame.

## 6.10. Afecțiunile aortei

### 6.10.1. Procesele patologice difuze

Procesele patologice difuze ale aortei, indiferent de natura lor, se traduc radiologic prin modificările elementare (alungirea și lărgirea difuză, creșterea opacității vasului), prezente izolat sau în asociere. Aceste modificări au fost descrise în capitolul de semiologie (vezi p.139).

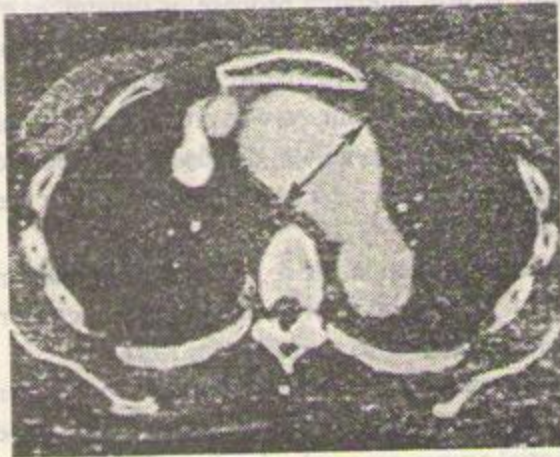


Fig.201. Secțiune CT la nivelul toracelui superior, evidențiind un aneurism al crosei aortice (examen cu substanță de contrast).

### 6.10.2. Dilatațiile circumscrise (anevrismele)

Sînt consecințe ale unor alterări parietale deosebit de grave ale aortei, de etiologie luetică, aterosclerotică sau traumatică.

Singurele care sînt accesibile investigației prin tehnici radiologice uzuale sînt aneurismele aortei toracice. Potrivit sediului și dimensiunilor lor, acestea se manifestă sub formă de opacități intense, mai frecvent omogene, dispuse pe diferite regiuni ale conturului mediastinal, cu margini nete, convexe sau poliarcuate, uneori ușor neregulate (fig. 200). Prin aspectul lor, aceste aneurisme sugerează prezența unor procese tumorale mediastinale, care, de altfel, sînt mult mai frecvente.

Diagnosticul diferențial față de asemenea procese este ușurat în oarecare măsură de faptul că aneurismul se situează pe traiectul aortei, de care nu se poate detașa în nici o incidență, ca și de faptul că la un examen atent poate fi evidențiată starea patologică a întregii aorte, care prezintă de obicei o dilatație și alungire difuză și, destul de frecvent, ateroame marginale (fig.200).

Examenul kimografic este rareori concludent, întrucît pereții aneurismului, profund alterați, nu au mișcări pulsatile proprii. În multe cazuri, croșetele marginale sînt total inaparente, la fel ca în prezența unui proces tumoral.





Fig.202. Aortografie abdominală în cazul unui anevrism fuziform-cilindric al aortei terminale, cu progresie la nivelul arterelor iliace primitive.



Alte proceduri imagistice, aortografia, tomografia computerizată în special în condițiile opacifierii masei circulante sanguine cu substanță de contrast) și ecografia, au o contribuție substanțială la stabilirea diagnosticului, cel puțin sub două aspecte esențiale: diferențierea anevrismelor intratoracice de procese tumorale medias-tinale și evidențierea anevrismelor cu localizare sub-diafragmatică (fig.201 și 202).

Examenul radiologic constă din două etape: aortografia și tomografia computerizată în special în condițiile opacifierii masei circulante sanguine cu substanță de contrast) și ecografia, au o contribuție substanțială la stabilirea diagnosticului, cel puțin sub două aspecte esențiale: diferențierea anevrismelor intratoracice de procese tumorale medias-tinale și evidențierea anevrismelor cu localizare sub-diafragmatică (fig.201 și 202).

Examenul radiologic constă din două etape: aortografia și tomografia computerizată în special în condițiile opacifierii masei circulante sanguine cu substanță de contrast) și ecografia, au o contribuție substanțială la stabilirea diagnosticului, cel puțin sub două aspecte esențiale: diferențierea anevrismelor intratoracice de procese tumorale medias-tinale și evidențierea anevrismelor cu localizare sub-diafragmatică (fig.201 și 202).

Examenul radiologic constă din două etape: aortografia și tomografia computerizată în special în condițiile opacifierii masei circulante sanguine cu substanță de contrast) și ecografia, au o contribuție substanțială la stabilirea diagnosticului, cel puțin sub două aspecte esențiale: diferențierea anevrismelor intratoracice de procese tumorale medias-tinale și evidențierea anevrismelor cu localizare sub-diafragmatică (fig.201 și 202).

7.1. Tehnici de examinare

Este desigur de util ca investigația radiologică a pacienților cu ateroscleroză digestivă să înceapă cu o radiografie pulmonară, care poate evidenția prezența unor procese patologice toracice cu caracter aterosclerotic în lumenul digestiv.



## Capitolul 7

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR TUBULUI DIGESTIV

Examenul radiologic constituie una dintre cele mai valoroase metode de examen al tubului digestiv și a devenit indispensabil pentru diagnosticul pozitiv și orientarea tratamentului în afecțiunile acestuia. El poate evidenția atât modificări funcționale, cât și morfologice, precizând sediul și natura leziunii și permițând urmărirea evoluției în timp a procesului patologic. Destul de frecvent, acest examen descoperă anomalii fără manifestare clinică sau manifestări nesemnificative (malformații, tumori benigne etc.).

Indicațiile examenului radiologic sînt reprezentate de orice suferință clinică sugestivă pentru o afecțiune a organelor tubului digestiv. În toate cazurile, indicația trebuie să fie bazată pe un diagnostic clinic prezumptiv, permițînd radiologului să aleagă cea mai potrivită tehnică de examinare și să evite manevre ce pot produce o iradiere inutilă.

Contraindicațiile sînt destul de limitate: unele au un caracter absolut, în situații în care examenul poate deveni (datorită ingerării substanței de contrast) un factor agravant al stării clinice serios alterate (abdomen acut, ocluzie intestinală, perforații ale organelor tubului digestiv, hemoragii digestive superioare, inflamații acute, stări febrile). Alte contraindicații sînt relative (perioada menstruală pentru femei, riscul carcinogenezei la copii și tineri). La gravide, mai ales în primele 2-3 luni ale sarcinii, examenul radiologic este contraindicat în principiu; el poate fi implicat în apariția unor vicii de dezvoltare psihosomatică a progenerurii.

### 7.1. Tehnici de examinare

Este deosebit de util ca investigarea radiologică a pacienților cu suferințe digestive vag definite să înceapă cu o *radioscopie pulmonară*, care poate evidenția procese patologice intratoracale cu răsunet asupra organelor tubului digestiv.

#### 7.1.1. Radioscopia și radiografia abdominală "pe gol" (fără substanță de contrast)

Reprezintă primul moment al examenului tubului digestiv; ele pot decela un conținut gazos neobișnuit al anselor intestinale (meteorism, aeroenterie) sau imagini hidroaerice (în ocluzia intestinală) (fig.203).

#### 7.1.2. Radioscopia cu suspensie baritată administrată peroral

Reprezintă tehnica fundamentală de explorare radiologică a tubului digestiv. Pentru a oferi întreaga gamă de informații cu caracter morfologic și funcțional necesare



Fig.203. Radiografie "pe gol" a flancului stîng abdominal. Imagini hidroaerice produse de o stenoză jejunală.



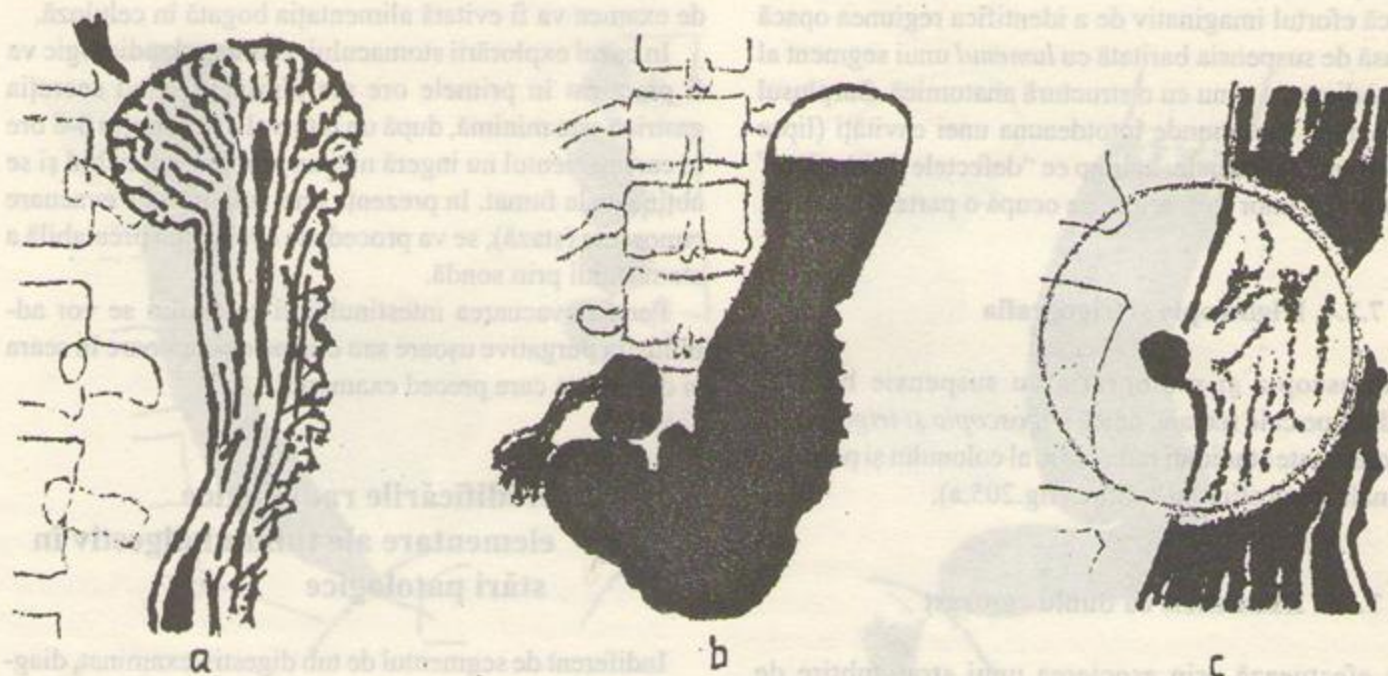


Fig.204. Tehnici de examinare a tubului digestiv cu suspensie baritată. a: examen "în strat subțire" al reliefului mucoasei gastrice; b: examen în repleție al stomacului; c: examen cu compresie dozată al micii curburi și corpului gastric (nișă a micii curburi).

unui diagnostic complet, ea trebuie să fie efectuată printr-o succesiune de manevre: *examenul în strat subțire* (cu o cantitate foarte redusă de bariu), pentru evidențierea reliefului mucoasei; *examenul în semirepleție*, cu compresie dozată, pentru evidențierea leziunilor de dimensiuni mici; *examenul în repleție completă*, pentru aprecierea dimensiunilor, formei, poziției și conturilor segmentului examinat; *urmărirea tranzitului* substanței de contrast.

### 7.1.3. Radiografiile

Fixează aspectele și momentele cele mai semnificative relevate de examenul radiosopic; ele permit, de asemenea, evidențierea unor leziuni minime și constituie un element obiectiv de referință în urmărirea evoluției sub tratament a unui proces patologic.

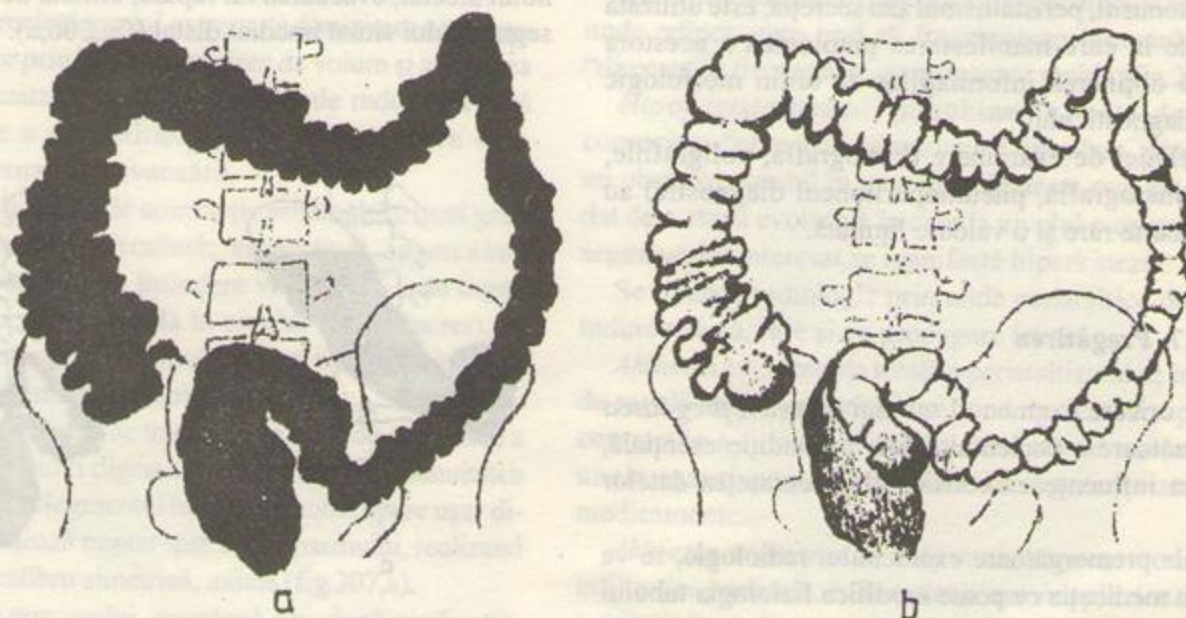


Fig.205. Imagini obținute în irigoscopie (a) și examenul cu dublu contrast al colonului (b).



Interpretarea imaginilor radioscopice și radiografice implică efortul imaginativ de a identifica regiunea opacă produsă de suspensia baritată cu *lumenul* unui segment al tubului digestiv și nu cu o structură anatomică. Surplusul de opacitate corespunde întotdeauna unei cavități (lipse de substanță) anormale, în timp ce "defectele de umplere" se datorează unor formațiuni ce ocupă o parte din lumen.

#### 7.1.4. Irigoscopia și irigografia

Radioscopia și radiografia cu suspensie baritată introdusă pe cale rectală, adică *irigoscopia și irigografia*, sînt consacrate studiului radiologic al colonului și porțiunii terminale a intestinului subțire (fig.205,a).

#### 7.1.5. Examenul cu dublu contrast

Se efectuează prin asocierea unui strat subțire de substanță radioopacă, aderent la pereții organului, cu o cantitate de gaz (obținut prin ingerarea unei porțiuni efervescente, în cazul stomacului) sau de aer (insuflat în colon, fig.205,b). Tehnica permite un studiu de finețe al pereților organului investigat (mai ales evaluarea continuității conturilor).

#### 7.1.6. Investigația cu substanțe farmocodinamice

Investigația cu substanțe farmocodinamice, care modifică tonusul, peristaltismul sau secreția, este utilizată în cazurile în care manifestarea patologică a acestora împiedică obținerea informațiilor de ordin morfologic necesar diagnosticului.

Alte tehnici de examinare (kimografia, poligrafiile, radiocinematografia, pneumoperitoneul diagnostic) au indicații foarte rare și o valoare limitată.

#### 7.1.7. Pregătirea

Pentru oricare examen al tubului digestiv, *pregătirea* corespunzătoare a pacientului este o condiție esențială, întrucît ea influențează considerabil acuratețea datelor obținute.

În zilele premergătoare examenului radiologic, se va renunța la medicația ce poate modifica fiziologia tubului digestiv. Nu se vor ingera produși ce conțin calciu, iod sau bismut, pentru a se elimina sursa unor imagini opace

la nivelul stomacului sau intestinului. Cu 2-3 zile înainte de examen va fi evitată alimentația bogată în celuloză.

În cazul explorării stomacului, examenul radiologic va fi practicat în primele ore ale dimineții, cînd secreția gastrică este minimă, după un interval de cel puțin 6-8 ore în care pacientul nu ingeră nici un aliment sau lichid și se abține de la fumat. În prezența unei tulburări de evacuare cunoscute (stază), se va proceda la evacuarea prealabilă a stomacului prin sondă.

Pentru evacuarea intestinului și colonului se vor administra purgative ușoare sau clisme evacuatoare în seara și dimineața care preced examenul.

## 7.2. Modificările radiologice elementare ale tubului digestiv în stări patologice

Indiferent de segmentul de tub digestiv examinat, diagnosticul radiologic este edificat pe observarea unor *modificări elementare*, de ordin *funcțional și morfologic*, care au o traducere caracteristică în imaginea radiologică.

### 7.2.1. Modificările elementare funcționale

Se pot manifesta prin alterarea *tonusului, peristaltismului, tranzitului și secreției*.

7.2.1.1. *Modificările tonusului* pot avea cauze generale sau locale și se evidențiază radiologic cu relativă ușurință.

*Hipertonia* se manifestă prin îngustarea calibrului organului afectat, evacuarea lui rapidă, urmată de destinderea segmentului situat imediat distal (fig.206,a).



Fig. 206. Hipertonie (a) și hipotonie (b) gastrice.



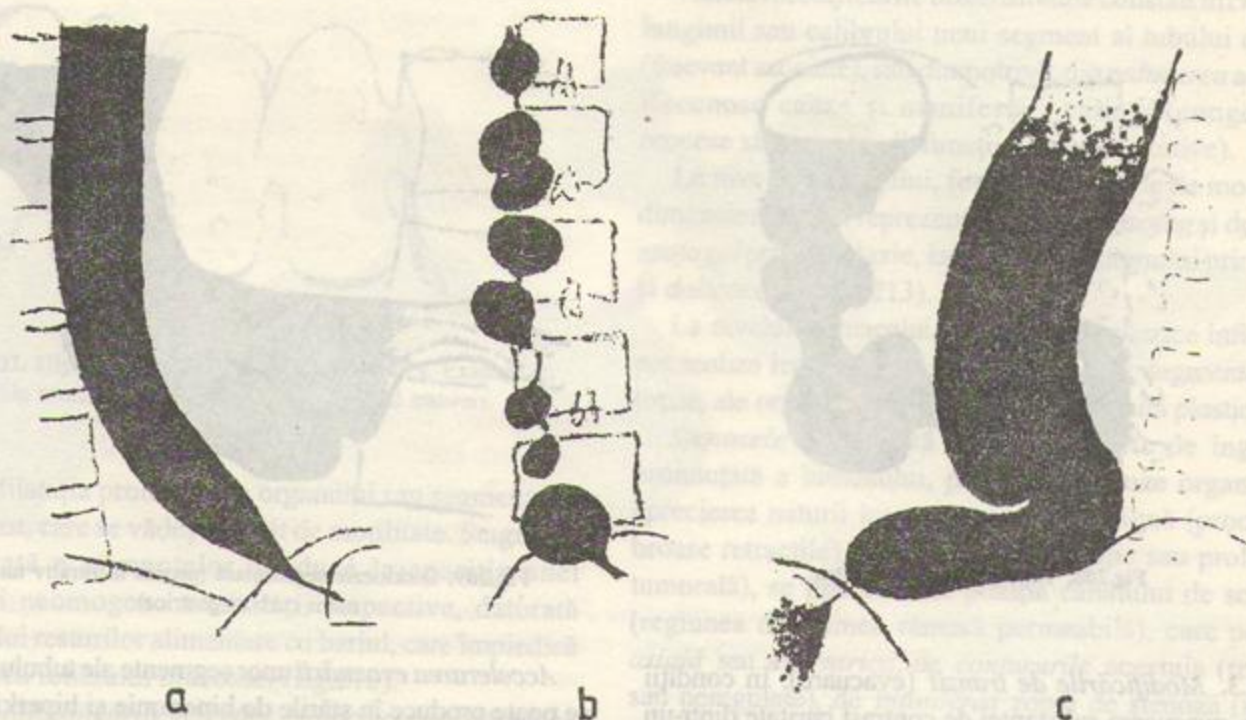


Fig.207. Spasm al cardiei (a); spasme multiple etajate ale esofagului ("diverticuli funcționali") b; atonie esofagiană (megaesofag) (c).

Pliurile mucoasei apar de obicei mai înguste și mai apropiate între ele; de asemenea, peristaltismul regional este accentuat.

*Hipotonia* conduce, dimpotrivă, la mărirea calibrului și volumului organului sau segmentului interesat, ca și la alungirea acestuia (fig.206,b), la care se asociază evacuarea întârziată (datorată în mare măsură hipoperistaltismului însoțitor) și aplatizarea pliurilor mucoasei.

*Atonia* reprezintă gradul extrem de diminuare a tonusului și se traduce prin lărgirea, mărirea de volum și alungirea organului în cauză (fig.207,c) însoțită de reducerea pînă la suspendare a peristaltismului și de întârzierea considerabilă a tranzitului evacuării.

*Spasmul* este starea de contracție prelungită a unui grup de fibre musculare circulare; el poate fi *segmentar*, interesînd o porțiune de întindere variabilă a unui organ tubular, sau *local* (de regulă la nivelul unui sfincter). În timpul manifestării lui, spasmul suprimă total tranzitul spre regiunea sau segmentele subiacente.

Radiologic, spasmul se traduce prin lipsa de opacifiere a unei regiuni a tubului digestiv, care întrerupe continuitatea coloanei baritate. Segmentul situat în amonte apare ușor dilatat; el se îngustează treptat spre zona spasmului, realizînd o reducere de calibru simetrică, axială (fig.207,a).

Suprimarea spasmului, spontană sau după medicație, restabilește tranzitul și aspectul morfologic normal al regiunii.

**7.2.1.2. Modificările peristaltismului (diskinezia).** Undele peristaltice apar radiologic sub forma unor depresiuni de contur care se propagă în sens distal; se caracterizează printr-o anumită *frecvență*, o anumită *viteză* de propagare și o anumită *amplitudine* (adîncime). Toate aceste trăsături prezintă variații fiziologice în limite destul de largi.

*Hiperperistaltismul* (hiperkinezia) se caracterizează prin unde adînci, care tind să fragmenteze lumenul (aspect "disecant"), frecvente și cu propagare rapidă (fig.208).

*Hipoperistaltismul* (hipokinezia) este de obicei consecința "obosirii" musculaturii circulare, produsă de un obstacol durabil în evacuare. În acest caz, este precedat de o etapă evolutivă în care la nivelul organului sau segmentului interesat se manifestă hiperkinezia.

Se traduce radiologic prin unde peristaltice de amplitudine redusă, rare și cu propagare lentă.

*Akinezia* este absența totală a peristaltismului; însoțește de regulă stările de atonie, marcînd epuizarea capacității contractile a fibrelor circulare, produsă de o stenoză. În unele cazuri poate fi produsă de ingerarea anumitor medicamente.

*Akinezia segmentară* este mai frecvent consecința infiltrației parietale, inflamatorii sau neoplazice. Natura infiltrativă este pregnant sugerată de asimetria ei, respectiv de manifestarea pe un singur contur (perete) al organului interesat (fig.209).





Fig.208. Hiperperistaltism gastric.

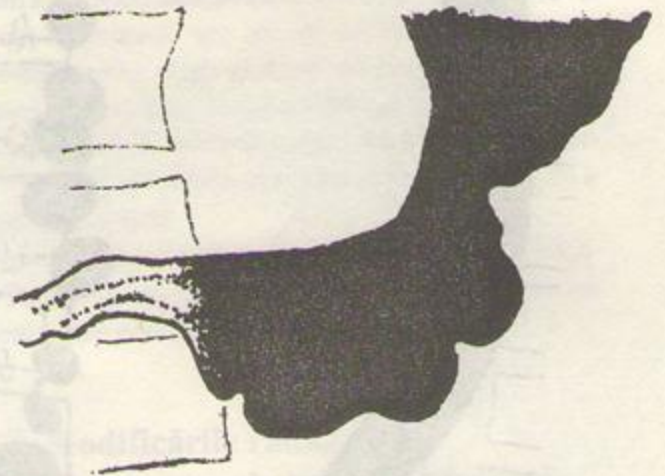


Fig.209. Diskinezie segmentară (proces infiltrativ tumoral al micii curburi gastrice).

**7.2.1.3. Modificările de tranzit (evacuare).** În condiții normale, evacuarea substanței de contrast baritate dintr-un segment al tubului digestiv este similară celei a bolului alimentar și se produce la intervalele impuse de necesitățile procesului de digestie, într-un ritm corespunzător.

Tranzitul la nivelul esofagului se efectuează rapid, într-un interval de 5-7 secunde. Conținutul gastric se evacuează, în condițiile unei alimentații obișnuite, în 2,5-3 ore, iar tranzitul duodenal durează 60-90 de secunde.

Coloana baritată ajunge în 3-4 ore de la ingestie în regiunea ileo-cecală, în aproximativ 8 ore la flexura hepatică a colonului, în 12-18 ore în sigmoid. Parcurgerea întregului tub digestiv se realizează, la majoritatea subiecților normali, în 24 de ore.

Accelerarea evacuării unor segmente ale tubului digestiv se poate produce în stările de hipertonie și hiperkinezie, în incontinențele sfincteriene create de procese fibroase sau neoplazice infiltrative, ca și în urma reflexelor patologice cu punct de plecare în leziuni de vecinătate (colecistite, anexite, apendicite). Radiologic, se evidențiază aspecte de hipermotilitate și insuficiență sfincteriană, care produc golirea rapidă a segmentului interesat.

Aceasta poate fi compensată prin scăderea vitezei tranzitului în segmentele situate distal, astfel că, în ansamblu, parcurgerea întregului tub digestiv se realizează într-un interval normal.

Întârzierea evacuării realizează, în gradul ei extrem, staza. Consecință obișnuită a stenozelor organice, staza

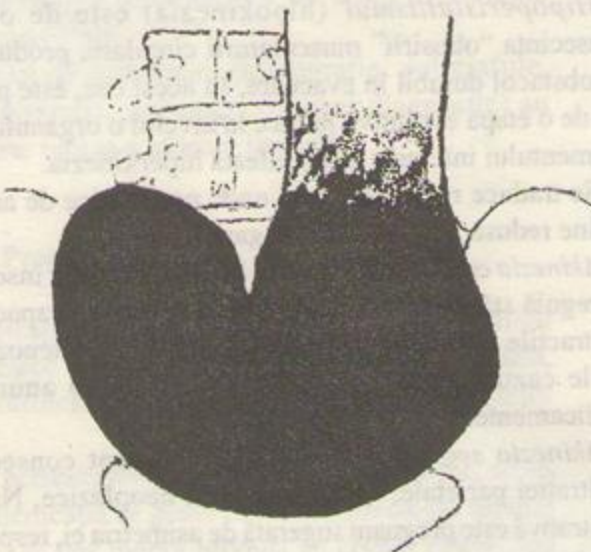


Fig.210. Stază gastrică (stenoză pilorică benignă).

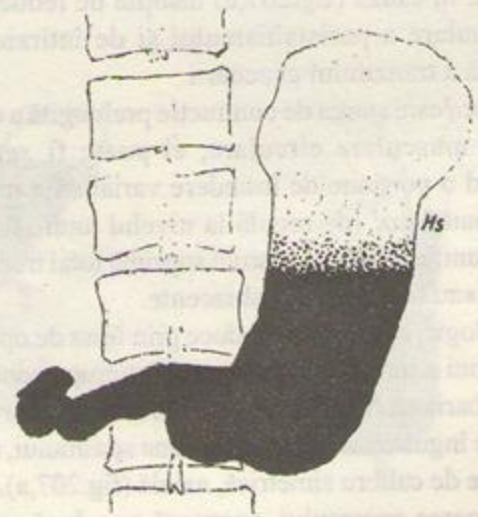


Fig.211. Hipersecreție gastrică. Strat de lichid de hipersecreție (Hs) între camera de aer și suspensia baritată.





Fig.212. Hipersecție muco-fibrinoasă colonică. Examen cu dublu contrast al unui segment din colonul transvers.

produce dilatația pronunțată a organului sau segmentului suprajacent, care se vede lipsit de motilitate. Stagnarea îndelungată a alimentelor conduce la apariția unei opacități neomogene a cavității respective, datorată amestecului resturilor alimentare cu bariul, care împiedică vizualizarea reliefului mucoasei (fig.210).

**7.2.1.4. Modificările secreției.** Hipersecția se traduce la nivelul stomacului prin opacifierea mai slabă, neomogenă, a cavității acestuia, care face dificil sau imposibil examenul mucoasei. În repleție, după un anumit interval, conținutul gastric se stratifică, suspensia baritată ocupând părțile declive iar lichidul de secreție regiunea superioară, situată sub camera de aer (fig.211).

La nivelul intestinului, hipersecția creează o opacifiere neomogenă și ștergerea reliefului. În colon, pe lângă aceste aspecte, hiperproducția de fibrină poate crea zone de aderență a bariului, care, în cursul examenului cu dublu contrast, apar sub forma unor pete opace neregulate (fig. 212).

## 7.2.2. Modificări elementare morfologice

**7.2.2.1. Modificări de poziție.** Ptoza reprezintă deplasarea caudală permanentă a unui organ sau segment al tubului digestiv, datorată alungirii ligamentelor suspensoare.

Deplasările sînt modificări de poziție produse în direcții diferite, fie prin împingerea organelor sau segmentelor tubului digestiv prin procese expansive de vecinătate, fie prin tracțiunea lor, datorată proceselor fibroase retractile ce afectează organe înconjurătoare.

Torsiunile recunosc în general mecanisme complexe, în care intervin factori intrinseci (structurali și dinamici) și extrinseci (condiții spațiale neobișnuite). În afara modificării de formă a regiunii afectate, examenul reliefului evidențiază aspecte bizare, create de intersecția pe imagine a pliurilor cu direcție modificată.

**7.2.2.2. Modificările dimensionale** constau în creșterea lungimii sau calibrului unui segment al tubului digestiv (frecvent asociate), sau dimpotrivă, din reducerea acestora. Recunosc cauze și manifestări variate (congenitale, procese stenozante, disfuncții neuro-vegetative).

La nivelul esofagului, formele obișnuite de modificări dimensionale sînt reprezentate de *brahiesofag* și de *megaesofag* prin achalazie, iar la nivelul colonului prin *mega-* și *dolicocolon* (fig.213).

La nivelul stomacului, procesele neoplazice infiltrative pot realiza reduceri importante de volum, segmentare sau totale, ale organului (schirul gastric sau linita plastică).

Stenozele reprezintă regiuni limitate de îngustare pronunțată a lumenului, produse de cauze organice. În aprecierea naturii lor, care poate fi benignă (proces fibroase retractile) sau malignă (infiltrație sau proliferare tumorală), se ține cont de poziția canalului de scurgere (regiunea din lumen rămasă permeabilă), care poate fi axială sau excentrică, de *contururile* acestuia (regulate sau neregulate), de *întinderea* zonei de stenoză (inelară sau extinsă pe o distanță mare), de *uniformitatea* calibrului tubular, moniliform sau neregulat, ca și de modificările vecinătății.

Stenozele *benigne* pot fi axiale (în leziunile postcaustice ale esofagului) sau excentrice (bilocularea ulceroasă a stomacului). Stenozele *maligne* sînt fie axiale (în tumorile infiltrative), fie excentrice (în tumorile vegetante) (fig.214,a).



Fig.213. Mega-dolicocolon de natură congenitală.



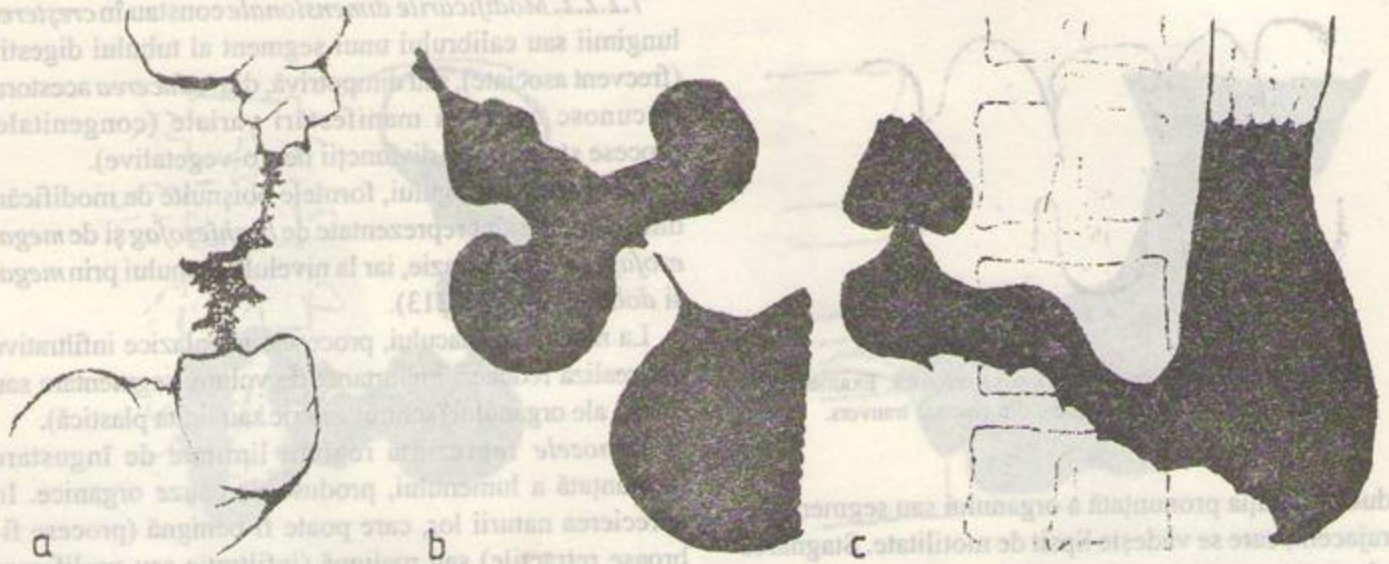


Fig.214. Modificări de calibru, formă și contur. a: stenoză malignă a colonului descendent (proces tumoral infiltro-ulcero-vegetant); b: deformare "în treflă" a bulbului duodenal (ulcer duodenal cronic); c: modificarea conturului mării curburi a stomacului (cancer antral).

7.2.2.3. *Modificările de formă* interesează organele voluminoase ale tubului digestiv (stomac, duoden, cec, rect) și realizează, prin rețracția sau expansiunea limitată a pereților aspecte variate ca bilocularea gastrică, deformarea polilobată a bulbului (fig.214.b).

7.2.2.4. *Modificările contururilor.* Contururile organelor tubulare sau cavitate sînt create, pe imaginile obținute cu suspensia baritată, de dispoziția stratului intern, adică a mucoasei pereților acestor organe. Ele trebuie să fie evaluate numai în starea de repleție a segmentului respectiv sau prin crearea unui dublu contrast.

În aceste condiții, contururile apar nete, regulate și continue, cu excepția unor regiuni în care pliuri groase de mucoasă marginală se proiectează ortograd, realizînd sinuozități sau dințături (marea curbură gastrică).

*Amprentele* sînt denivelări limitate (depresiuni) ale contururilor produse de organe sau procese patologice din vecinătate, care apasă pereții unui segment relativ fix al tubului digestiv, fără a putea produce deplasarea acestuia (fig.215.a). Compresia extrinsecă nu întrerupe conturul; pliurile mucoase sînt deviate în regiunea respectivă, dar nu prezintă întreruperi.



Fig.215. Modificări ale contururilor. a: amprentă pe conturul anterior al esofaoului, produsă de un atriu stîng mărit; b: ancoșă (A) pe marea curbură a stomacului, în dreptul nișei situate pe mica curbura (N); c: întreruperea conturului intern al colonului ascendent, prin dezvoltarea unei tumori maligne vegetante.



*Neregularitățile* conturilor sînt urmarea unor alterări parietale grave, de natură intrinsecă (procese fibroase retractile, procese tumorale) (fig.214,c) sau extrinsecă (periviscerite).

*Denivelările* cu retragerea circumscrișă, pe mici porțiuni, a conturilor sînt uneori adînci și pot avea o formă rotunjită (ancoșele, fig.215,b) sau ascuțită (incizurile); ele produc deformarea permanentă a segmentului tubular afectat.

*Intreruperea* conturilor este consecința proceselor tumorale vegetante, dezvoltate pe unul din pereții organului cavitat sau tubular (fig.215,c).

În unele situații, mai ales la nivelul colonului, întreruperea conturului nu poate fi evidențiată decît prin examenul cu dublu contrast și se traduce prin dispariția pe o anumită porțiune a "lizereului de siguranță".

*Rigiditatea* unui contur se traduce prin apariția unui segment liniar, extins pe o distanță variabilă, care nu-și schimbă aspectul în nici un moment al examenului, poate modifica forma organului (mai ales prin îngustarea lumenului) și este lipsit de motilitate (fig.209); este produsă de procese infiltrative de natură inflamatorie sau neoplazică.

Rigiditatea *benignă* este întilnită mai ales pe mica curbura a stomacului și este consecința ulcerului gastric. Rigiditatea *malignă* produce frecvent scurtarea liniei de contur, dispariția unei angulații normale (fig.209) iar porțiunea rigidă este retrasă spre lumenul organului ("încăstrată"), pe care, în acest mod, îl îngustează.

**7.2.2.5. Modificările de mobilitate.** *Diminuarea sau dispariția* mobilității unor segmente ale tubului digestiv, care în condiții normale pot fi deplasate cu ușurință în timpul manevrelor efectuate de examinator, este consecința fixării lor de vecinătate prin procese aderențiale extrinseci (periviscerite) sau tumorale, intrinseci sau extrinseci.

*Mobilitatea anormală* a unor segmente care în mod obișnuit sînt fixe traduce prezența de anomalii în dezvoltarea sistemului de fixație; se întilnesc mai frecvent la nivelul duodenului ("duodenul mobil") și se însoțesc de modificarea poziției acestuia.

**7.2.2.6. Imaginile adiționale** (prin surplus de umplere) se datorează unor cavități create de diferite procese patologice, care comunică cu lumenul organului tubular și se opacifiază o dată cu acesta.

*Ulcerările superficiale* ale mucoasei se traduc prin mici neregularități de contur, de obicei de formă triunghiulară.

*Nișa* este expresia unei pierderi de substanță apărută în peretele unui organ sau într-o masă proliferativă dezvoltată în lumenul acestuia.



Fig.216. Nișa de față (ulcer duodenal florid).

Proiectată de față, nișa se prezintă ca o pată intens opacă, datorată surplusului de bariu pe care îl reține, de formă rotundă sau neregulată și de dimensiuni variabile (fig.216). În proiecția de profil, aspectului radiologic al nișei depinde substanțial de natura benignă sau malignă a procesului patologic care o determină.

Nișa *benignă* se caracterizează, în proiecție marginală, prin forma relativ regulată, baza mică de implantare la lumen și mai ales *proeminența* din conturul organului cavitat sau tubular pe peretele căruia se dezvoltă (fig.217,a); prezintă deseori la bază o zonă transparentă în bandă, produsă de edemul inflamator local.

Același edem produce pe imaginea de față o imagine lacunară, care înconjoară pata opacă a nișei, reliefînd-o și mai evident (fig.216).

Nișa *malignă* are mai frecvent o formă neregulată, o bază largă de implantare și se dezvoltă pe o porțiune a conturului *retrasă* din conturul general al organului spre lumen ("nișa încăstrată") (fig.217,b). Atunci cînd se formează prin necroza și ulcerarea unei formațiuni vegetante, nișa malignă este mai frecvent înconjurată de o imagine lacunară neregulată, vizibilă atît în proiecție marginală, cît și de față (nișa "în lacună").

*Imaginile diverticulare* pot fi create de diverticuli veritabili, de relaxări circumscrișe ale pereților organelor tubulare sau de "pungi" parietale, create de procese aderențiale.

*Diverticuli adevărați* recunosc în principiu două varietăți morfologice: de pulsiune, care creează opacități adiționale de formă rotundă sau ovalară, legate de lumen printr-un pedicul de obicei îngust, și de tracțiune, care au o formă triunghiulară, ușor neregulată și o bază largă de implantare (fig.218).



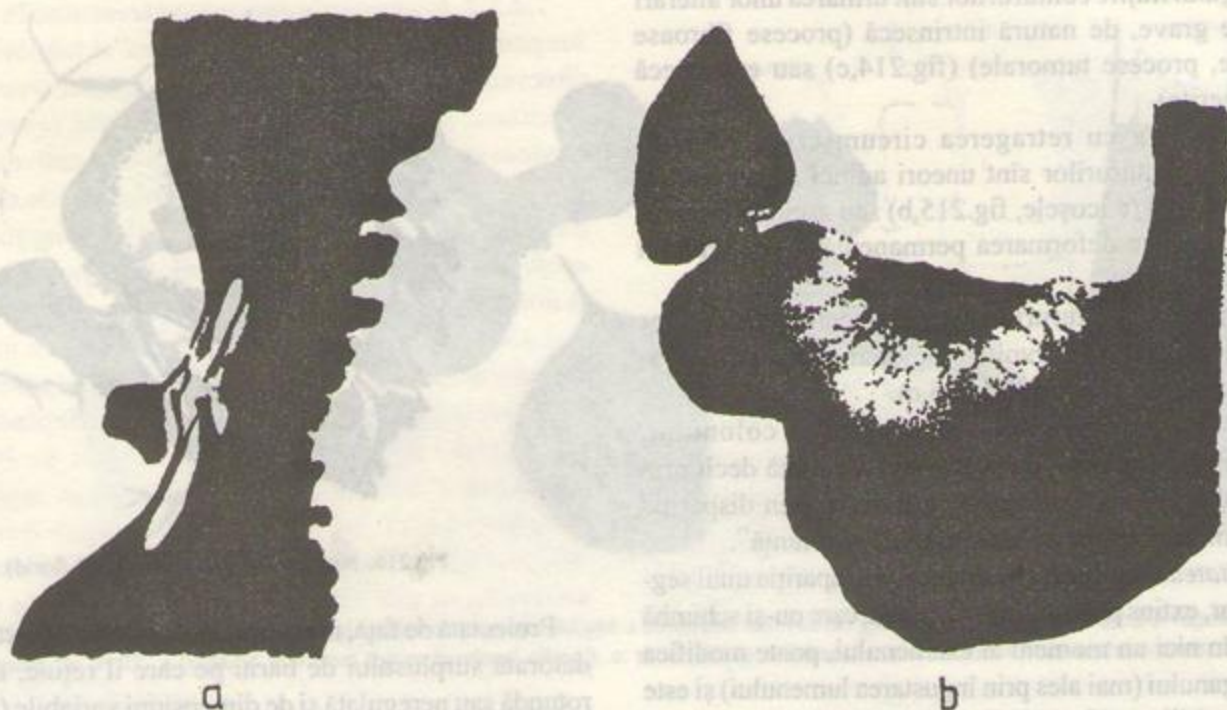


Fig.217. Nișa benignă (ulcer gastric pe mica curbură) (a); nișa malignă (cancer ulcero-vegetant al antrului) (b).

Celelalte imagini diverticulare îmbracă aspecte variate, putând simula prezența de diverticuli adevărați sau de nișe.

7.2.2.7. Defectele de umplere (imaginile lacunare) traduc prezența de procese expansive de natură inflamatorie sau tumorală, dezvoltate în lumenul unui organ al tubului digestiv, care ocupă o parte a acestuia. Imagini lacunare false pot fi create de resturi alimentare sau acumulări de reziduuri nedigerabile ("bezoare"), ca și de corpi străini radiotransparenți; ele se caracterizează printr-o mare mobilitate și prin variabilitatea sediului.



Fig.218. Diverticuli esofageni de pulsiune (P) și de tracțiune (T).

Lacunele produse de *edemul inflamator* (fig.216) sînt tranzitorii: ele dispar în urma tratamentului.

Lacunele create de *tumorile benigne* au o formă rotundă sau ovalară mai mult sau mai puțin regulată și contururi nete, deviază pliurile mucoasei înconjurătoare fără a le întrerupe (fig.219,a); suplețea și peristaltismul pereților nu sînt afectate. Imaginile lacunare pot manifesta mobilitate (dacă tumora este pediculată; uneori; ele sînt multiple (în cazul polipozelor). În cursul urmăririi, imaginile se vădese staționare sau cresc foarte lent dimensional.



Fig. 219. Imagini lacunare. a: lacună benignă (polip gastric) b: lacuna malignă (cancer vegetant al esofagului distal).





Fig.220. Modificări ale reliefului mucoasei. a: pliuri hipertrofice la nivelul porțiunii verticale a stomacului (gastrită însoțitoare a unui ulcer al micii curburi); b: convergență de pliuri ale stomacului spre o nișă în curs de cicatrizare.

Lacunele *maligne* au, în funcție de proiecție, o dispoziție centrală sau marginală în raport cu lumenul organului afectat. Dimensiunile sînt variabile iar creșterea dimensională rapidă; contururile apar de regulă șterse, neregulate, frecvent continuate spre opacitatea lumenului prin zone de intensitate intermediară ("semitonuri") (fig.219,b). Relieful mucoasei este întrerupt în vecinătatea lacunei iar peristaltismul parietal suprimat în segmentul corespunzător al organului.

Produce de prezența unor formațiuni tumorale vegetante, lacunele maligne sînt de regulă imagini transparente neomgene; pe aria lor de proiecție pot fi evidențiate nișe de dimensiuni variabile și formă neregulată, ca și opacități liniare cu dispoziție anarhică (produse de insinuarea bariului printre vilozitățile tumorii), care realizează în ansamblu așa-numitul *relief malign* (fig.215,c; 217,b; 219,b).

**7.2.2.8. Modificările reliefului mucoasei** pot afecta dimensiunile, orientarea, regularitatea sau continuitatea pliurilor.

*Pliurile hipertrofice* sînt produse de edem, infiltrația inflamatorie sau cea neoplazică. Lărgimea benzilor transparente care le corespund este uneori considerabil crescută, realizînd veritabile imagini lacunare de grosime neuniformă (fig.220,a); ele își pierd în același timp paralelismul și suplețea în timpul compresiei. În anumite

forme cronice avansate, relieful obișnuit poate fi înlocuit prin multiple imagini lacunare, rotunde sau ovalare, cu aspect pseudopolipos.

*Pliurile atrofice* se caracterizează printr-o lărgime mult redusă, uneori pînă la dispariția parțială din imagine; sînt urmarea proceselor inflamatorii vechi sau unor afecțiuni cu caracter general.

*Convergența pliurilor* este apanajul ulcerelor vechi, soldate cu procese cicatriciale extinse larg asupra vecinătății. Pliurile sînt dispuse radiar în jurul nișei sau fostului sediu al acesteia (fig. 220 b).

*Aspectul neregulat al pliurilor* se poate manifesta prin lipsa de uniformitate a lărgimii lor și prin alterarea dispoziției normale; este observat în procesele inflamatorii cronice, care produc fibroza submucoasei.

*Intreruperea pliurilor* pe porțiuni limitate poate fi consecința unor alterări grave ale mucoasei și submucoasei, produse mai ales de substanțe corozive (esofagita postcaustică). În cazul proceselor tumorale maligne, pliurile se întrerup la o anumită distanță de imaginea lacunară sau de zona de infiltrație parietală.

*Dispariția totală a reliefului* pe suprafețe întinse ale unui organ cavitat sau tubular este apanajul proceselor inflamatorii grave, urmate de infiltrații parietale profunde (cazul colitelor cronice) sau al tumorilor schiroase.



### 7.3. Afecțiunile esofagului

#### 7.3.1. Imaginea radiologică a esofagului normal.

Examinat în stare de repleție, esofagul apare ca o bandă opacă, ușor sinuoasă, prezentând unele regiuni de calibru redus: joncțiunea faringo-esofagiană ("gura" esofagului), amprenta produsă de crosa aortei, îngustarea supracardială, corespunzător hiatusului diafragmatic (fig.221,a).

Pozițiile cele mai adecvate de examinare a organului sînt cele oblice (OAD și OAS), în care el se proiectează în spațiul retro-cardiac, fără a mai fi acoperit de imaginea opacă a mediastinului. Relieful mucoasei esofagiene, relevat de examenul în strat subțire, este reprezentat de 2-4 pliuri longitudinale, regulate, paralele și net conturate (fig.221,b).

Lărgimea, modul de opacifiere și mai ales tranzitul esofagului depind în mare măsură de *tonusul* organului, care, în condiții normale, asigură adaptarea calibrului la conținut. *Hipotonia* se caracterizează printr-un calibru larg,

ocupat incomplet de substanța de contrast, și o evacuare lentă. *Hipertonie* crează, dimpotrivă, un lumen îngust și un tranzit accelerat.

*Peristaltismul* esofagian se traduce prin contracții care, apărute în porțiunea proximală a organului, se deplasează progresiv în direcție caudală sub formă de denivelări simetrice ale conturilor (fig.221,c), pînă la nivelul diafragmului.

Porțiunea supradyafragmatică prezintă frecvent, la sfîrșitul unui "tren" peristaltic, o dilatație ușoară, etichetată curent ca *ampula epifrenică* (fig.221,c); aceasta se golește, după o scurtă stagnare a conținutului, printr-o contracție de tip sistolic.

În afara undelor peristaltice principale, care asigură propulsarea cranio-caudală a conținutului, pereții esofagieni mai pot prezenta *contracții secundare*, vizibile în treimea medie a organului, care au un sens de deplasare atît caudal cît și cranial, și *contracții* (unde) *tertiare*, sub formă de mici denivelări superficiale ale conturilor, în număr variabil și cu dispoziție dezordonată (fig.221,c). Semnificația acestor manifestări ale cineticii esofagiene este discutată; în mod cert, ele se observă mai frecvent în stările patologice care creează dificultăți în evacuarea organului.

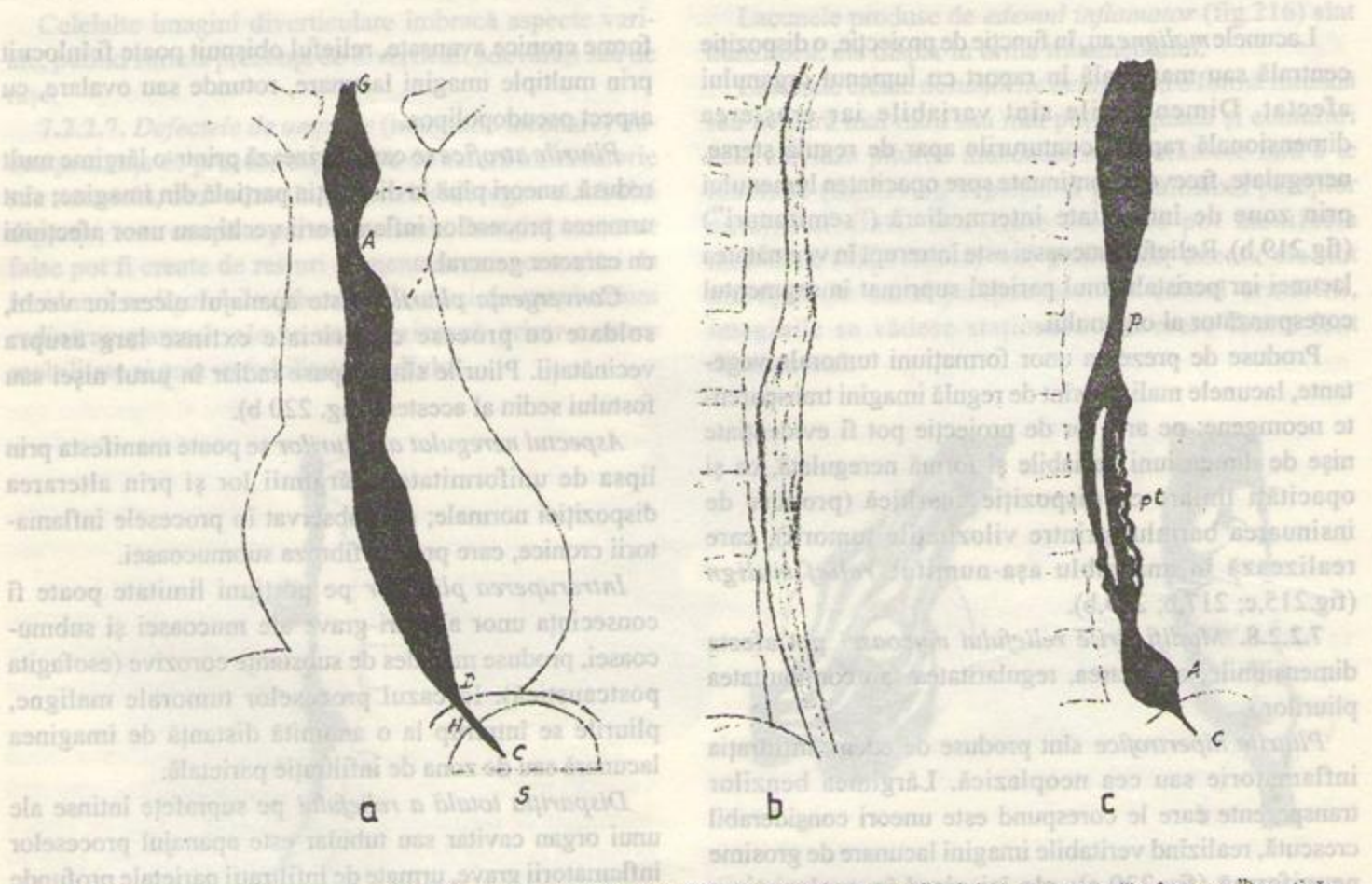


Fig.221. Aspecte radiologice ale esofagului normal. a: esofag de față în repleție. G: gura esofagului; A: amprenta ("strimtoarea") aortică; D: strimtoarea diafragmatică; H: unghiul Hiss; C: cardia; S: stomac. b: relief esofagian normal. c: aspecte ale cineticii esofagiene. P: unda peristaltică principală; pt: pteristaltism terțiar; A: ampula epifrenică.



Porțiunea abdominală, subdiafragmatică, a esofagului se implantează în stomac la nivelul *cardiei*, formînd cu mica curbura gastrică un unghi ascuțit, unghiul lui Hiss (fig.221,a).

### 7.3.2. Modificările de poziție și de direcție ale esofagului

Devierile traiectului normal al esofagului se produc cu relativă ușurință și îmbracă aspecte variate; ele pot fi produse de modificările spațiale ale cutiei toracice, ca și de împingerea sau tracțiunea exercitată de formațiunile patologice din vecinătate.

*Cifozele și cifo-scoliozele* coloanei vertebrale toracale produc în unele cazuri modificări ale poziției normale și curduri ale esofagului.

*Mărirea de volum a cordului*, globală sau parțială, deplasează esofagul de obicei posterior sau spre dreapta; asemenea situații pot fi întîlnite în insuficiența cardiacă globală, leziuni valvulare asociate, miopatii grave și revărsate pericardice în cantitate mare.

Vecinătatea nemijlocită a esofagului cu peretele posterior al *atriului stîng* creează premisele uneia dintre devierile circumscrise, care capătă semnificație în diagnosticul leziunilor mitrale.

Așa cum am mai arătat, orice mărire de volum a atrului produce o amprentă pe conturul anterior al esofagului sau deplasarea lui în sens posterior; aceste modificări sînt bine vizibile în incidențele oblice (OAD, OAS) sau de profil (fig.180; 215,a).

*Revărsatele pleurale* abundente împing esofagul, împreună cu celelalte organe mediastinale, spre hemitoracele opus în timp ce *atelectazia și procesele fibroase pleuro-pulmonare* realizează tracțiuni pe întinderi variabile.

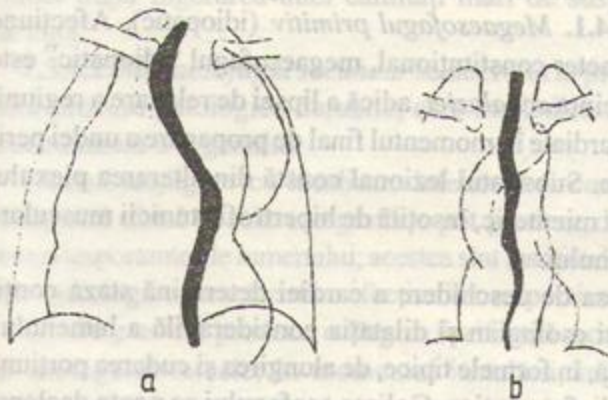


Fig.222. Modificarea traiectului esofagian în procese patologice ale aortei. a: deviere produsă de un anevrism al crossei; b: deviere consecutivă alungirii și lărgirii difuze a aortei.

*Procesele tumorale benigne, adenopatiile inflamatorii și mai ales tumorale* ale mediastinului (limfoamele), ca și unele *formațiuni pseudotumorale* (anevrismele aortei), produc amprente sau devieri circumscrise prin împingere (fig.222,a). Asemenea devieri se pot datora și *vaselor cu emergență anormală* din crosa aortei, ca și anomaliilor de dezvoltare a crossei (aorta pe dreapta, crosa aortică dublă).

Una dintre cele mai constante cauze ale modificării traiectului esofagian este starea patologică a aortei, de care esofagul aderă intim. *Alungirea aortei toracice*, însoțită de *curdurile* acesteia, este întotdeauna asociată cu devieri corespunzătoare ale esofagului, ce reproduc sinuozitățile vasului (fig.222,b).

*Lărgirea calibrului crossei* determină lărgirea corespunzătoare a "patului esofagian" al aortei, pe imaginea de față, la nivelul butonului aortic; ea poate fi evaluată prin măsurarea după tehnica Kreuzfuchs (fig.170,b).

### 7.3.3. Diverticuli esofagieni

Sînt expansiuni circumscrise ale pereților organului, în a căror structură intră toate straturile anatomice (în cazul diverticuliilor congenitali) sau numai mucoasa, herniată într-o zonă de rezistență redusă peretelui muscular (diverticuli dobîndiți).

Din punct de vedere patogenetic, diverticuli esofagieni se împart în diverticuli *de pulsione*, formați într-o regiune de relaxare a musculaturii și de prolabare a mucoasei printre fibrele musculare sub acțiunea presiunii interne, și diverticuli *de tracțiune*, datorati unor procese sclero-retractile de vecinătate, care antrenează peretele esofagian.

Radiologic, diverticuli congenitali și diverticuli de pulsione creează imagini foarte asemănătoare, diferențierea nefiind posibilă decît după criteriul localizării.

**7.3.3.1. Diverticuli de pulsione** produc opacități adiționale rotunde sau ovalare, de formă regulată, cu contururi nete și dimensiuni variabile. Baza de implantare la lumenul esofagului poate fi îngustă, sub formă de pedicul, sau largă. Pliurile de mucoasă pătrund în diverticul, prezentînd caractere comune ale reliefului esofagian.

Diverticuli pediculați pot prezenta o stratificare a conținutului, datorată prezenței simultane a bariului și aerului, realizînd imagini hidroaerice; ei se evacuează mai greu, persistînd uneori în imagine după evacuarea esofagului.

Forma cea mai caracteristică din punct de vedere radiologic, care creează și o simptomatologie clinică





Fig.223. Diverticul faringo-esofagian (Zenker).

pregnantă (marea majoritate a diverticuliilor esofagiene sunt asimptomatice) este reprezentată de diverticulul faringo-esofagian (diverticulul Zenker).

Situat pe peretele posterior al faringelui, în vecinătatea gurii esofagului, diverticulul Zenker are o origine congenitală. El se dezvoltă treptat în mărime, căpătând uneori dimensiuni gigante. În acest caz, în timpul examenului se observă că substanța de contrast trece din faringe direct în diverticul și pătrunde în lumenul esofagian numai după umplerea completă a acestuia. În dreptul diverticulului, esofagul apare îngustat și deviat anterior (fig.223), ceea ce explică simptomul clinic caracteristic, *disfagia*. Golirea diverticulului se face cu dificultate; el cuprinde deseori resturi alimentare, care alterează omogenitatea opacifierii.

Cu excepția diverticulului faringo-esofagian, sediul obișnuit al diverticuliilor de pulsione este reprezentat de treimea medie și cea inferioară a esofagului (fig.218).

Imagini fals diverticulare pot produce spasmele etajate ale esofagului (fig.207,b), în care expansiunile lumenului sînt simetrice pe cele două contururi, multiple, separate prin porțiuni îngustate de lumen, ca și contracțiile terțiare (fig.221,c).

**7.3.3.2. Diverticuliile de tracțiune** realizează opacități adiționale de formă mai frecvent triunghiulară, cu baza pe lumenul esofagian, cu contururi neregulate (fig.218).



Fig.224. Megaesofag idiopatic.

În vecinătatea lor pot fi observate leziuni fibroase ale parenchimului pulmonar, ganglionilor sau pleurei mediastinale.

În formarea și dezvoltarea unor diverticuli, mecanismele pulsionii și tracțiunii se pot intrica, rezultînd așa-numiții *diverticuli micști*.

#### 7.3.4. Megaesofagul

Reprezintă dilatația globală a organului, asociată în formele foarte dezvoltate cu alungirea și curdura lui.

**7.3.4.1. Megaesofagul primitiv (idiopatic).** Afecțiune cu caracter constituțional, megaesofagul "idiopatic" este consecința *achalaziei*, adică a lipsei de relaxare a regiunii juxtacardiale în momentul final de propagare a undei peristaltice. Substratul lezional constă din alterarea plexului nervos mienteric, însoțită de hipertrofia tunicii musculare a organului.

Lipsa de deschidere a cardiei determină staza conținutului esofagian și dilatația considerabilă a lumenului, însoțită, în formele tipice, de alungirea și curdura porțiunii supradiafragmice. Golirea esofagului se poate declanșa numai după ce presiunea conținutului său creează o forță suficient de mare pentru a învinge rezistența orificiului cardiei.



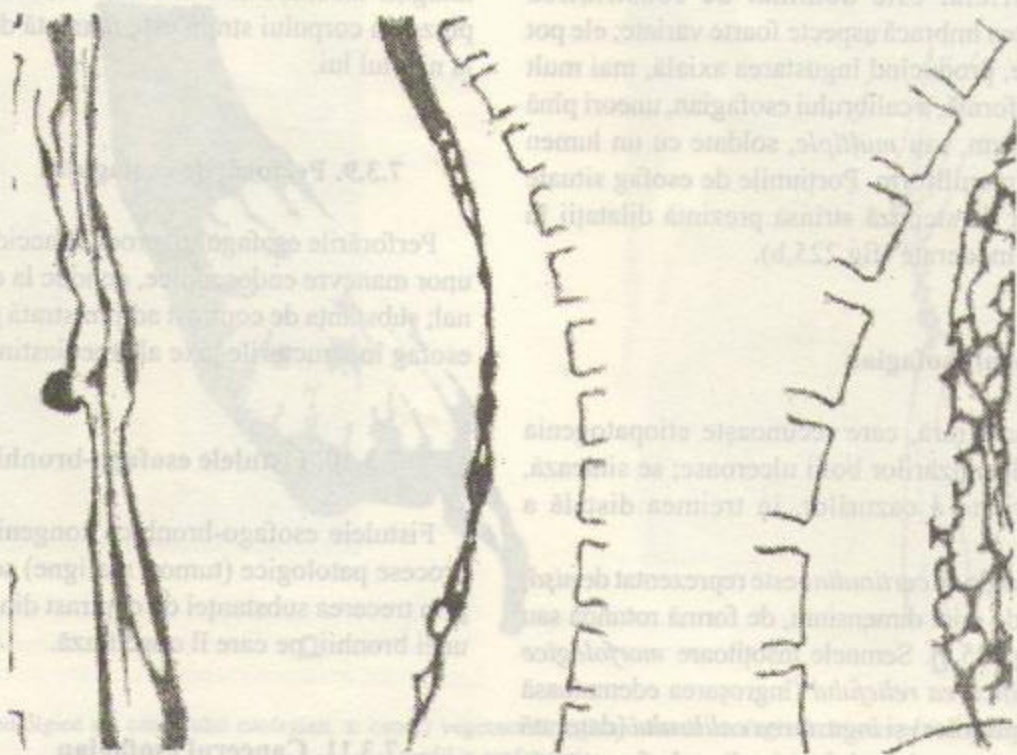


Fig.225. Ulcer al peretelui posterior al esofagului, cu esofagită însoțitoare (a); esofagită postcaustică (b); varice esofagiene (c).

Radiologic, esofagul mult dilatat poate apare, atunci când este plin cu alimente, pe imaginea de față a toracelui, sub forma unei opacități în bandă, care dublează conturul drept al mediastinului.

După ingerarea bariului, lumenul esofagian apare mult dilatat, opacifiat neomogen, datorită prezenței resturilor alimentare, alungit, cu porțiunea distală dispusă orizontal pe diafragm (fig.224). Contururile arcului sînt nete, undele peristaltice puțin adînci. Porțiunea subdiafragmatică apare îngustată axial iar tranzitul eso-gastric se stabilește numai după ingerarea unei cantități mari de suspensie baritată.

**7.3.4.2. Megaesofagul secundar** se dezvoltă în prezența unor procese patologice durabile, care împiedică evacuarea normală a organului.

**Ulcerul esofagian** cu localizare inferioară și **cancerul** esofagului distal și cele eso-gastrice pot produce dilatații uneori importante ale lumenului; acestea sînt însoțite de semnele radiologice caracteristice afecțiunilor respective.

**Cardiospasmul** produce o lărgire fuziformă a calibrului esofagului toracic; în momentul instalării, regiunea supracardială apare progresiv îngustată, pînă la suprimarea lumenului, iar tranzitul este total suprimat (fig.207,a). Evoluția intermitentă, ca și răspunsul la spasmolitice, sînt elemente care permit diagnosticul.

### 7.3.5. Esofagitele

Esofagitele recunosc cauze de factură variată (produși corozivi, agenți infecțioși și alergici). Un număr important de esofagite însoțesc refluxul gastro-esofagian, herniile hiatale, ulcerul duodenal sau se instalează după intervenții operatorii care alterează funcția cardiei.

**7.3.5.1. Esofagitele acute** constituie contraindicații pentru examenul radiologic.

**7.3.5.2. Esofagitele cronice** se traduc prin semne **funcționale** (diminuarea peristalticii și întîrzierea tranzitului, hiper- sau hipotonie, spasme) și **morfologice**; acestea din urmă constau din modificarea **contururilor**, care prezintă neregularități (dințături), produse de eroziuni superficiale ale mucoasei, **calibrului** (de obicei redus) și **reliefului** mucoasei (fig.225 a și b). Pliurile își pierd paralelismul, devin neregulate, întrerupte pe anumite porțiuni sau îngroșate (datorită edemului), pînă la formarea de imagini lacunare.

**7.3.5.3. Esofagita corozivă** (postcaustică). Într-un stadiu incipient, esofagul care a suferit acțiunea factorilor corozivi (sodă caustică, acizi concentrați) prezintă mai ales tulburări funcționale (diskinezie cu tulburarea tranzitului); semnele morfologice exprimă în special edemul pronunțat al mucoasei.



Stadiul cicatricial este dominat de constituirea *stenozelor*. Acestea îmbracă aspecte foarte variate; ele pot fi *unice*, tubulare, producând îngustarea axială, mai mult sau mai puțin uniformă, a calibrului esofagian, uneori pînă la un traiect filiform, sau *multiple*, soldate cu un lumen redus neregulat, moniliform. Porțiunile de esofag situate deasupra zonelor de stenoză strînsă prezintă dilatații în pilnie, de obicei moderate (fig.225,b).

### 7.3.6. Ulcerul esofagian

Este o afecțiune rară, care recunoaște etiopatogenia comună tuturor localizărilor bolii ulcerose; se situează, în marea majoritate a cazurilor, în treimea distală a esofagului.

Semnul radiologic de *certitudine* este reprezentat de *nișă*, în mod obișnuit de mici dimensiuni, de formă rotundă sau triunghiulară (fig.225,a). Semnele însoțitoare *morfologice* constau din *modificarea reliefului* (îngroșarea edematoasă sau convergența pliurilor) și *îngustarea calibrului* (datorată spasmului regional sau edemului parietal); cele *funcționale* din *diskinezie* (care interesează uneori și faringele, îngreunînd deglutiția) și *spasme*, manifestate mai frecvent în dreptul nișei, pe peretele opus localizării acesteia.

### 7.3.7. Varicele esofagiene

Dilatațiile varicoase ale plexurilor venoase situate în submucoasa esofagiană sînt de regulă consecința hipertensiunii portale; ele se produc frecvent în cirozele hepatice, trombozele și compresiile venei porte, cardiopatiile cu stază portală etc. Localizarea obișnuită este la nivelul treimii distale a esofagului, dar în unele cazuri pot fi evidențiate pe întregul traiect al organului, și la nivelul fornixului gastric.

Radiologic, apar neregularități ale conturilor pereților, însoțite de imagini transparente sinuoase sau neregulat rotunde, lacunare, dispuse în interiorul lumenului, care dezorganizează total relieful esofagian (fig.225,c).

### 7.3.8. Corpii străini intraesofagieni

Corpii străini intraesofagieni, proveniți din alimente (oase, sîmburi mari) sau înghițiți accidental (cuie, monede, proteze dentare), se fixează de obicei la nivelul strîmtorilor fiziologice, mai ales în treimea superioară a organului. Ei sînt ușor de evidențiat dacă sînt radioopaci; cei radiotransparenți produc în timpul examenului baritat

imagini lacunare sau întrerup coloana opacă. Deseori, prezența corpului străin este marcată de un spasm apărut la nivelul lui.

### 7.3.9. Perforările esofagului

Perforările esofagului, produse accidental sau în cursul unor manevre endoscopice, conduc la emfizem mediastinal; substanța de contrast administrată poate pătrunde din esofag în structurile laxte ale mediastinului.

### 7.3.10. Fistulele esofago-bronhice congenitale

Fistulele esofago-bronhice congenitale sau create de procese patologice (tumori maligne) se traduc radiologic prin trecerea substanței de contrast din esofag în lumenul unei bronhii, pe care îl opacifiază.

### 7.3.11. Cancerul esofagian

Tumorile maligne ale esofagului sînt relativ frecvente și afectează mai ales bărbații între 45-60 de ani. Sediul de elecție este reprezentat de treimea distală și de îngustările fiziologice.

Forma histopatologică comună este epiteliumul spinocelular, care produce trei tipuri fundamentale de leziuni macroscopice: *vegetante*, *infiltrante* și *ulcerative*.

*Cancerul vegetant* se manifestă radiologic prin *defecte de umplere* (lacune), unice sau, mai rar, multiple, de dimensiuni variate și formă neregulată, cu contururi imprecise, proiectate în lumenul esofagian (fig.226,a); acestea sînt deseori continuate la periferie prin imagini de "semiton".

În proiecție marginală, formațiunea vegetantă produce o îngustare excentrică a lumenului, care evoluează spre stenoză. La extremitățile imaginii lacunare se pot pune în evidență pîteni opaci, care reprezintă zone de insinuare a bariului între peretele esofagian și baza tumorii ("pîteni maligni"). În incidență frontală, imaginea lacunară apare neomogenă; ea prezintă un relief malign și zone opace neregulate, care traduc *ulcerațiile* masei proliferative. Pliurile mucoasei sînt întrerupte în vecinătatea lacunei.

*Cancerul infiltrant* produce în fazele incipiente *rigiditatea segmentară* a pereților, caracterizată prin dispariția peristaltismului și lipsa de destindere a organului la trecerea substanței de contrast; pliurile mucoasei pot deveni, în regiunea respectivă, neregulate, îngroșate sau, dimpotrivă, șterse.



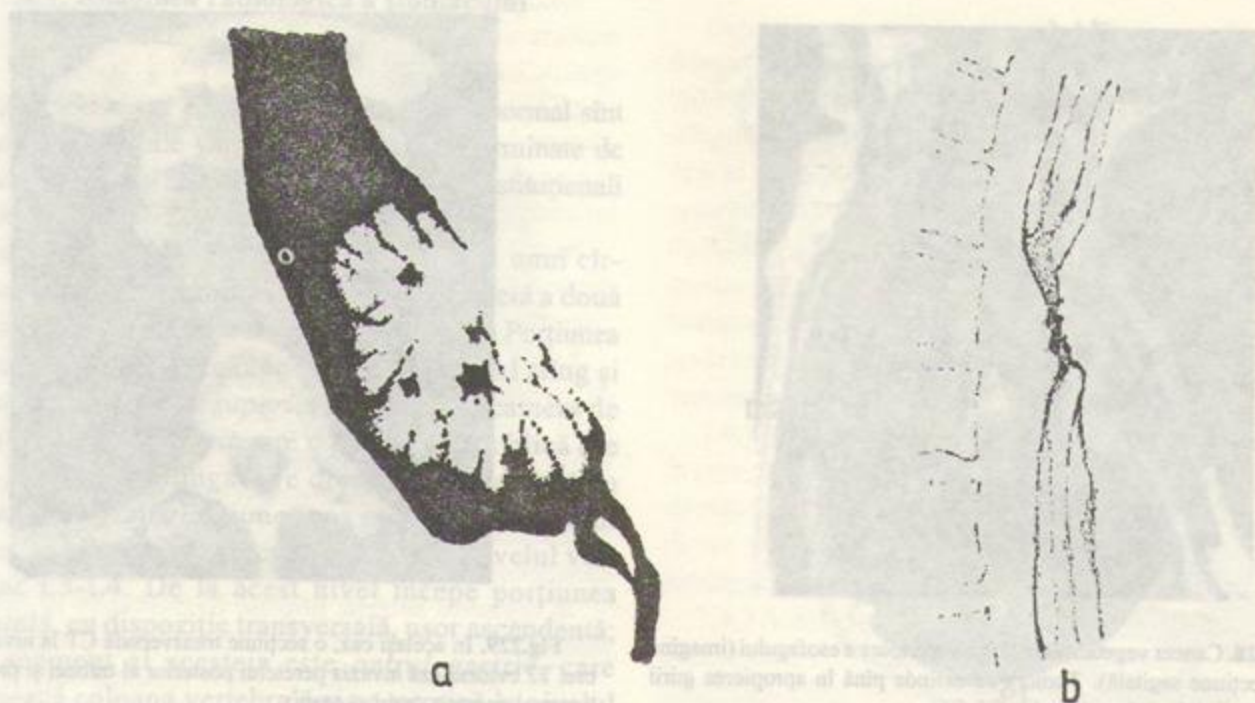


Fig.226. Aspecte radiologice ale cancerului esofagian. a: cancer vegetant al regiunii distale esofagiene. b: cancer infiltrant stenozant al treimii medii a esofagului.

În fazele avansate, infiltrația tumorală în manșon produce o stenoză progresivă axială a lumenului, de întindere variabilă, care se însoțește de o dilatație moderată supra-jacentă (fig.226,b). Apariția *ulcerațiilor* conferă contururilor regiunii stenozate un aspect neregulat, dințat.

În condiții favorabile de proiecție, se poate evidenția în jurul regiunii stenozate o opacitate de intensitate slabă, care traduce dezvoltarea periesofagiană a tumorii.

Celelalte metode imagistice (CT, IRM și ecografia) pot aduce un aport substanțial la completarea diagnosticului cancerului esofagian, prin furnizarea de detalii de mare interes în evaluarea extinderii reale și alegerea conduitei terapeutice.

Informațiile cele mai valoroase se referă în mod deosebit la precizarea gradului de invazie a pereților și vecinătății imediate în formele incipiente (fig.227), evidențierea rapoartelor cu regiunile de importanță particulară pentru fiziologia organului, cum sînt gura esofagiană (fig.228) sau cardia, descoperirea de adenopatii satelite mediastinale de mici dimensiuni sau invazia unor organe vecine (aorta, bronhiile).

Trebuie subliniat faptul că tratamentul actual al cancerului esofagian, în care sînt angajate metodele terapeutice majore (chirurgia, radio- și chimioterapia), presupune o veritabilă strategie, care este aproape în întregime fundamentată pe datele informative ale imagisticii, de factura celor enunțate mai înainte.

## 7.4. Afecțiunile stomacului

### 7.4.1. Tehnica examenului radiologic

Explorarea radiologică a stomacului implică numeroase manevre tehnice și incidente, care își propun reprezentarea cît mai completă a *formei, dimensiunilor și poziției* organului, a *reliefului mucoasei, afețelor și curburilor*, ca și studiul *tonusului, peristalticji și evacuării*.



Fig.227. Imagine endoechografică a unui cancer parietal al esofagului. Săgețile indică o zonă hipocogenă neregulată, ce traduce invazia pereților esofagieni și ai structurilor vecine.



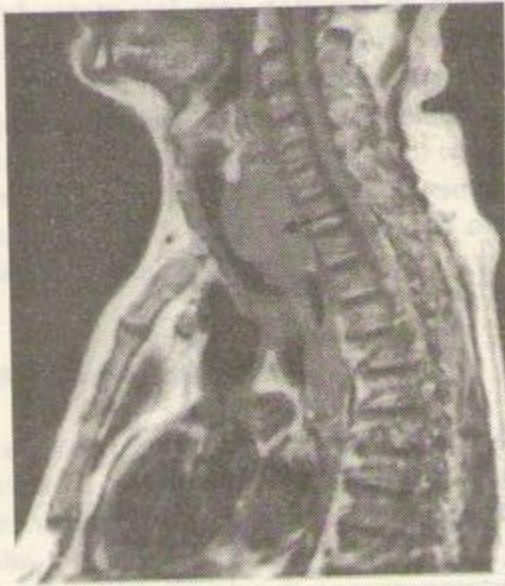


Fig.228. Cancer vegetant al regiunii superioare a esofagului (imagine RM în secțiune sagitală). Tumora se extinde pînă în apropierea gurii esofagiene (la nivelul vertebrelor C5-C6).

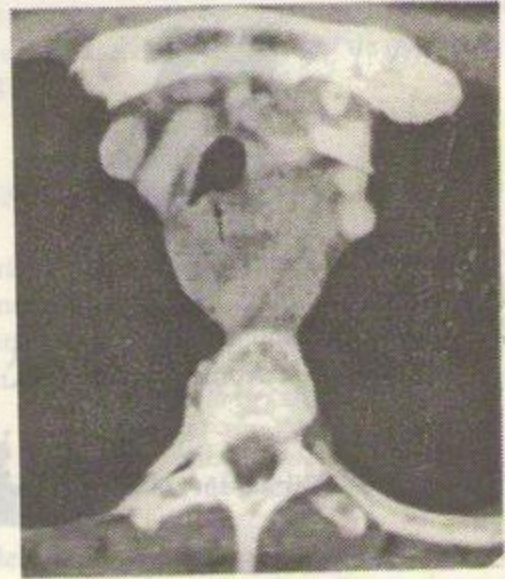


Fig.229. În același caz, o secțiune transversală CT la nivelul vertebrei T2 evidențiază invazia peretelui posterior al traheei și proeminență în lumenul acesteia (vezi săgeata).

După un examen pe gol al abdomenului – a cărei importanță am reliefat-o într-unul din capitolele precedente – administrarea unei cantități reduse de suspensie baritată permite reprezentarea *reliefului* mucoasei (examenul “în strat subțire”); *forma* stomacului va fi apreciată în repleție completă, în timp ce *compresia dozată* oferă indicații asupra integrității și supleței curburilor. În afara poziției de ortostatism, sînt necesare examinarea în decubit dorsal (pentru umplerea polului superior al stomacului) și cea în decubit ventral (procubit),

în vederea studiului regiunii antrale (fig.232).

*Fetele* stomacului, suprapuse în incidența frontală, pot fi individualizate în incidența de profil.

Aprecierea *tonusului* este posibilă prin urmărirea *modului de umplere* a organului, adică destinderea pereților în raport cu cantitatea de bariu ingerată, și a *forme* pe care o capătă în repleția completă. *Cinetica* gastrică este relevantă de *ritmul* și *amplitudinea* undelor peristaltice, în timp ce observarea modului de trecere a substanței de contrast prin cardiac și pilor permite evaluarea desfășurării *tranzitului*.



a



b



c

Fig.230. Variante de formă ale stomacului normal. a. stomac normoton; b. stomac hipertonic; c. stomac hipoton.



7.4.2. Imaginea radiologică a stomacului normal.

7.4.2.1. Forma și dimensiunile stomacului normal sînt supuse unor notabile variații individuale, determinate de tonusul organului și de influența unor factori constituționali (fig.230).

Stomacul *normoton* (fig.230,a) are forma unui cîrlig sau a literei J și permite individualizarea netă a două porțiuni (vezi și fig.231): *verticală* și *orizontală*. Porțiunea *verticală* este situată în hipocondrul și flancul stîng și este formată din *polul superior* (fornixul cu camera de aer) și din *corpul gastric*; are o poziție ușor oblică (de sus în jos și de la stînga spre dreapta) sau paralelă cu coloana vertebrală. Regiunea cea mai declivă, *sinusul gastric*, se află în dreptul crestei iliace, la nivelul vertebrelor L3-L4. De la acest nivel începe porțiunea *orizontală*, cu dispoziție transversală, ușor ascendentă; ultim segment al acesteia este *antrul gastric*, care traversează coloana vertebrală și se termină la nivelul *pilorului*, situat în dreapta coloanei, la nivelul vertebrelor L1-L2.

Stomacul *hiperton* sau în formă de corn are o poziție înaltă și un traiect pronunțat oblic (fig.230,b); porțiunea verticală se continuă cu cea orizontală fără a mai prezenta delimitarea produsă de unghiul gastric. Partea cea mai declivă a stomacului corespunde antrului (uneori pilorului).

Stomacul *hipoton* este mult alungit în sens vertical, îngust, cu polul inferior situat sub creasta iliacă, uneori la nivelul bazinului (fig.157,c). Regiunea antrală are un exprimat traiect ascendent.

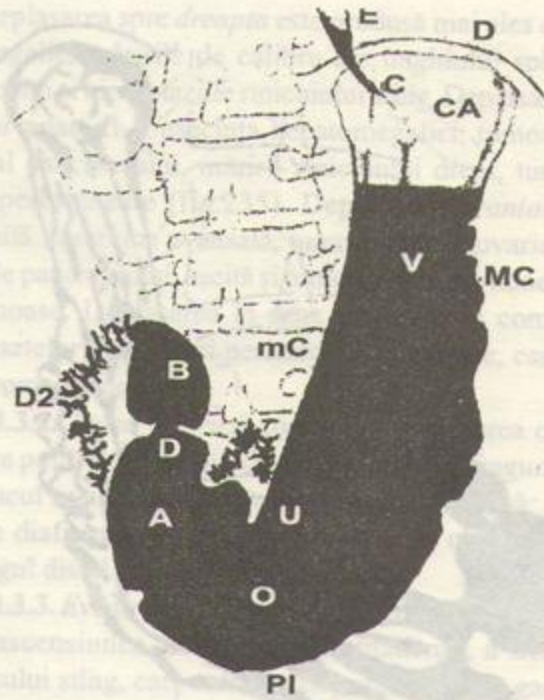


Fig.231. Structurile și regiunile anatomice ale stomacului. E: esofag; D: diafragm; C: cardia; F: fornixul (polul superior); CA: camera de aer; mC: mica curbură; O: porțiunea orizontală; U: unghiul gastric; Pi: pilorul; A: antrul; P: pilorul; B: bulbul duodenal; D2: duodenul II; T: unghiul duodeno-jejunal.

7.4.2.2. Structurile și regiunile anatomice (fig.231). Cele două fețe ale stomacului, *anterioară* și *posteroară*, se suprapun în incidența frontală, astfel încît individualizarea lor este posibilă numai prin examenul de profil.

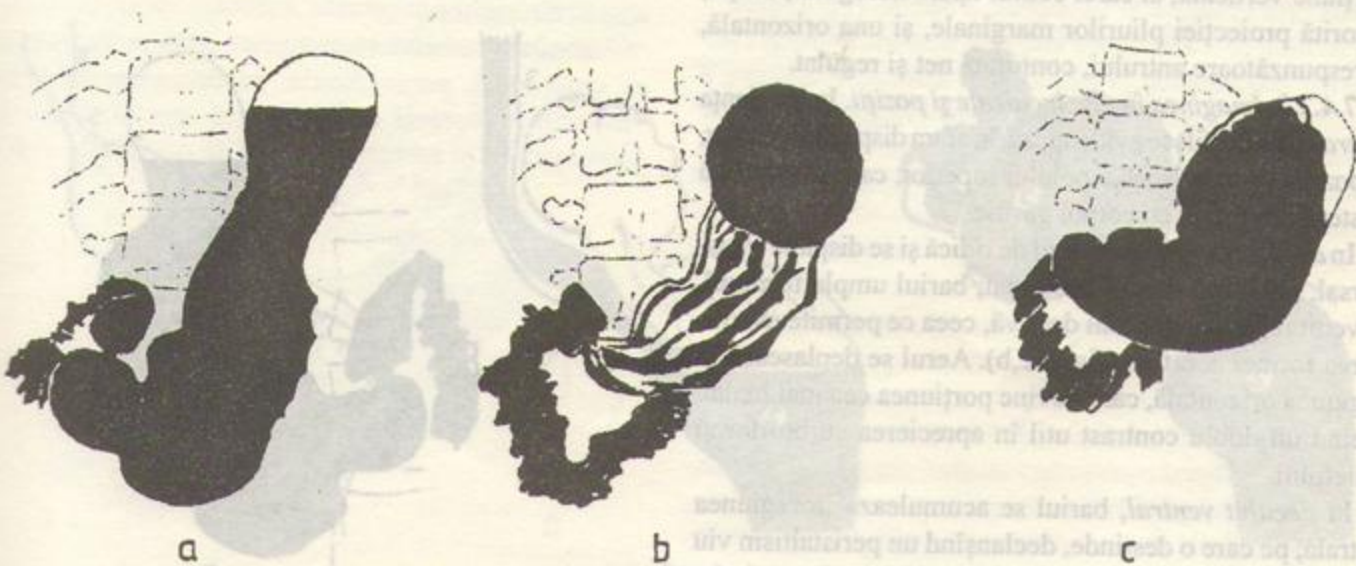


Fig.232. Forma și dispoziția stomacului în funcție de poziția de examinare. a: în ortostatism; b: în decubit lateral; c: în decubit ventral.



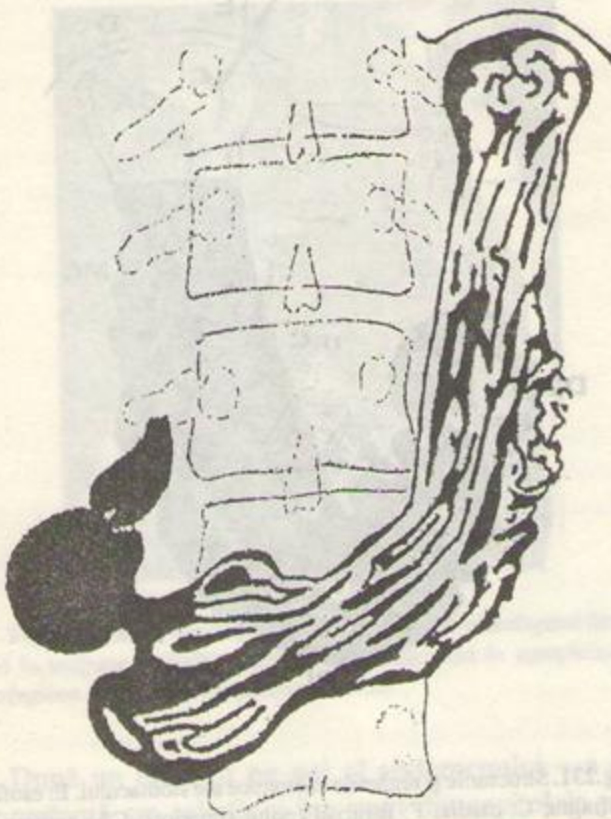


Fig. 233. Relief gastric normal.

Curburile stomacului se examinează în starea de repleție completă a organului. Curbura mică est orientată spre coloana vertebrală și prezintă, corespunzător regiunilor gastrice respective, o porțiune verticală și una orizontală, delimitate prin unghiul gastric; conturul ei este net și regulat. Curbura mare cuprinde, la rîndul ei, o porțiune verticală, al cărei contur apare neregulat, dințat, datorită proiecției pliurilor marginale, și una orizontală, corespunzătoare antrului, conturată net și regulat.

**7.4.2.3. Imaginea în alte incidențe și poziții.** În incidența laterală (de profil) se evidențiază, în afara poziției fețelor, și poziția caracteristică a polului superior, care se dezvoltă posterior în raport cu corpul gastric.

În *decubit dorsal*, stomacul se ridică și se dispune transversal, eliberînd cadrul duodenal; bariul umple fornixul, devenit regiunea cea mai declivă, ceea ce permite examinarea formei acestuia (fig. 232,b). Aerul se deplasează în regiunea orizontală, care devine porțiunea cea mai înaltă, creînd un dublu contrast util în aprecierea curburilor și reliefului.

În *decubit ventral*, bariul se acumulează în regiunea antrală, pe care o destinde, declanșînd un peristaltism viu și accelerînd evacuarea prin pilor. Fornixul cuprinde, alături de bariu, o cantitate de aer astfel încît apare incomplet opacifiat (fig. 232,c).

**7.4.2.4. Relief gastric** apare sub forma unor benzi transparente, produse de pliurile mucoasei, separate prin opacitatea bariului pătruns în depresiunile dintre pliuri (fig. 233); în linii mari, acestea sînt dispuse paralel cu axul stomacului și curburile lui, prezentînd unele particularități regionale. Grosimea lor obișnuită variază între 3 și 6 mm, iar contururile sînt nete și regulate.

În regiunea polului superior (fornixului) pliurile au o dispoziție neregulată, sinuoasă, comparată cu cea a circumvoluțiunilor cerebrale (pliuri "cerebriforme").

La nivelul porțiunii verticale, pliurile sînt dispuse paralel cu curburile; în vecinătatea micii curburi ele au un traiect liniar regulat, în timp ce spre marea curbura devin treptat sinuoase, întrerupte sau intersectate în rețea. Trecerea pliurilor de pe o față a stomacului pe cealaltă, care se produce în această regiune, este marcată de prezența unor dințături caracteristice ale conturului mării curburi.

În regiunea antrală, pliurile își păstrează în linii mari paralelismul, devenind apoi convergente spre pilor.

În timpul examenului, se poate remarca deseori modificarea dispoziției pliurilor ("autoplastica mucoasei"), iar la compresia dozată acestea se vădesc suple, ușor deformabile.

**7.4.2.5. Cinetica gastrică** este reprezentată de undele peristaltice, care produc adîncituri de formă regulată ale curburilor (fig. 234). Ele pornesc din regiunea subcardială și se propagă spre pilor; sînt bine vizibile mai ales în regiunea antrală, unde simultaneitatea și simetria pe ambele curburi apar foarte evident. Excursia undelor peristaltice se încheie în condiții normale cu contracția sistolică a regiunii prepilorice, cu deschiderea pilorului și trecerea în duoden a unei părți din conținutul gastric.



Fig. 234. Peristaltism gastric normal.



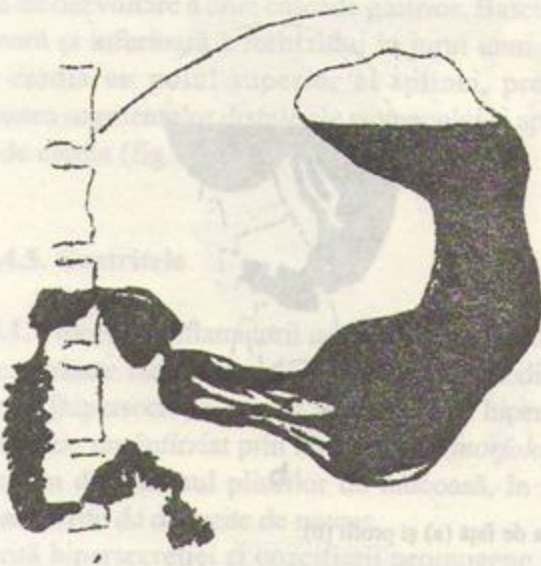


Fig.235. Deplasarea spre stînga a stomacului produsă de o tumoră retroperitoneală.

7.4.2.6. *Mobilitatea stomacului* poate fi evidențiată în timpul manevrei de compresie, ca și prin modificarea poziției de examen.

#### 7.4.3. Modificările de poziție ale stomacului

7.4.3.1. *Deplasările.* Organ mobil, stomacul poate fi deplasat cu ușurință, în orice direcție, de formațiuni patologice expansive de vecinătate; deplasările sînt însoțite de obicei de crearea unor amprente la nivelul segmentelor de contur afectate.

Deplasarea spre *dreapta* este produsă mai ales de splenomegalie, măririle de calibru ale unghiului splenic al colonului și hiperplaziile rinichiului stîng. Deplasarea spre *stînga* poate fi consecința hepatomegaliei, tumorilor de cap al pancreasului, măririi rinichiului drept, tumorilor retroperitoneale (fig.235). Deplasarea *cranială* este întilnită în sarcina avansată, tumorile utero-ovariene, tumorile pancreasului, ascită și tumorile retroperitoneale voluminoase. Deplasarea în sens *caudal* este consecința revărsatelor pleurale și pericardice abundente, cardio- și hepatomegaliilor.

7.4.3.2. *Ptoza gastrică* constă din deplasarea caudală în care polul superior pierde contactul cu diafragmul, iar stomacul se situează în *totalitate* în poziție joasă: spațiul dintre diafragm și fornix se mărește, iar o porțiune din esofagul distal pătrunde în abdomen.

7.4.3.3. *Eventrația (relaxarea) diafragmatică* se traduce prin ascensiunea pronunțată, permanentă, a hemidiafragmului stîng, care antrenează polul superior gastric și deseori flexura splenică a colonului. Hemidiafragmul hipopalzic și lipsit de motilitate proprie apare sub forma unei linii opace fine, neîntrerupte, sub care se proiectează hipertransparența camerei de aer gastrice și unghiul splenic destins de gaze (fig.139).

7.4.3.4. *Hernia diafragmatică* a stomacului constă din pătrunderea parțială a acestuia în cavitatea toracică, printr-o soluție de continuitate a diafragmului.

Radiologic, hipertransparența fornixului se situează deasupra conturului hemidiafragmului stîng, pe care îl întrerupe; în unele cazuri, prin orificiul herniei pătrunde în torace și unghiul splenic al colonului.

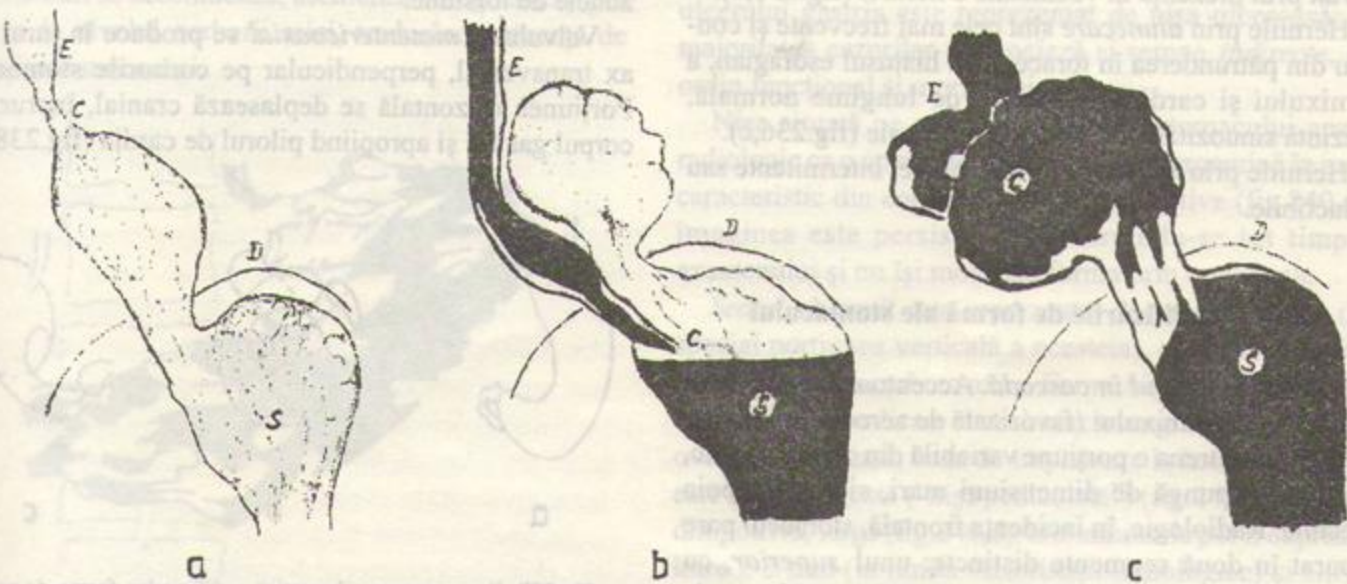


Fig.236. Aspecte radiologice în diferite forme de hernie hiatală. a: cu esofag scurt; b: paraesofagiană; c: prin alunecare; E: esofag; C: cardia; D: diafragm; S: stomac.



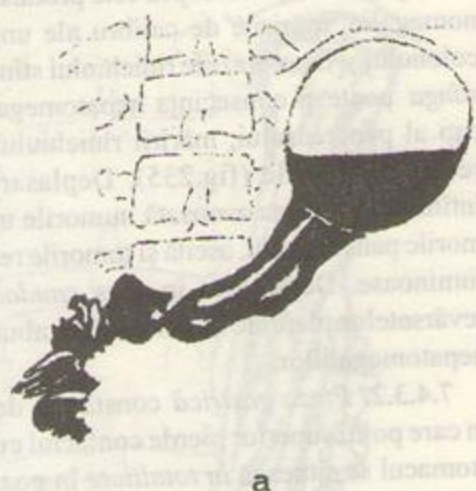


Fig.237. Stomac în cascadă pe imaginea de față (a) și profil (b).

**7.4.3.5. Herniile hiatale** reprezintă deplasări ale unor porțiuni din polul superior al stomacului prin orificiul esofagian al diafragmului; ele pot avea caracter permanent sau intermitent și pot fi reductibile sau fixate.

Herniile hiatale cu *esofag scurt* (brahiesofag) sînt malformații congenitale de tipul ectopiilor parțiale, caracterizate prin poziția intratoracică a cardiei, împreună cu o porțiune a fornixului. Examenul radiologic evidențiază un esofag scurt și prezența de mucoasă gastrică supradiaphragmatică (fig.236,a).

Herniile *paraesofagiene* constau din deplasarea unei părți din fornixul gastric în torace, de-a lungul marginii stîngi a esofagului; poziția subdiafragmatică a cardiei este păstrată, iar esofagul are o lungime normală, putînd fi deviat prin prezența în vecinătate a herniei (fig.236,b).

Herniile prin *alunecare* sînt cele mai frecvente și constau din pătrunderea în torace, prin hiatusul esofagian, a fornixului și cardiei. Esofagul, de lungime normală, prezintă sinuozități ale porțiunii terminale (fig.236,c).

Herniile prin alunecare sînt de obicei intermitente sau reductibile.

#### 7.4.4. Modificările de formă ale stomacului

**7.4.4.1. Stomacul în cascadă.** Accentuarea inflexiunii posterioare a fornixului (favorizată de aerocolie și obezitate) poate antrena o porțiune variabilă din corpul gastric, realizînd o pungă de dimensiuni mari, situată înapoia acestuia. Radiologic, în incidența frontală, stomacul pare separat în două segmente distincte: unul *superior*, cu conturul inferior convex în jos, care reține cantitatea de bariu ingerată pînă ce aceasta atinge un anumit nivel, și unul *inferior*, reprezentînd corpul gastric scurtat, în care

bariul pătrunde numai după depășirea pragului de separare între cele două segmente (fig.237,a). Examenul de profil evidențiază dezvoltarea spațială reală a stomacului și dispoziția substanței de contrast (fig.237,b).

**7.4.4.2. Volvulusul gastric** reprezintă torsiunea parțială sau totală a stomacului în jurul unui ax cu dispoziție variabilă. Modificările de formă ale organului se datorează în cea mai mare măsură schimbării poziției diferitelor lui segmente.

În volvulusul *organoaxial*, torsiunea se produce în jurul axului longitudinal, cardio-piloric al stomacului. În cazul torsiunii totale, fața anterioară devine posterioară, iar marea curbura se situează pe conturul gastric drept (fig.238,a). Examenul reliefului evidențiază modificarea traiectului pliurilor de mucoasă și întretărirea acestora în zonele de torsiune.

Volvulusul *mezentericoaxial* se produce în jurul unui ax transversal, perpendicular pe curbura stomacului. Porțiunea orizontală se deplasează cranial, încrucîșînd corpul gastric și apropiînd pilorul de cardia (fig.238,b).

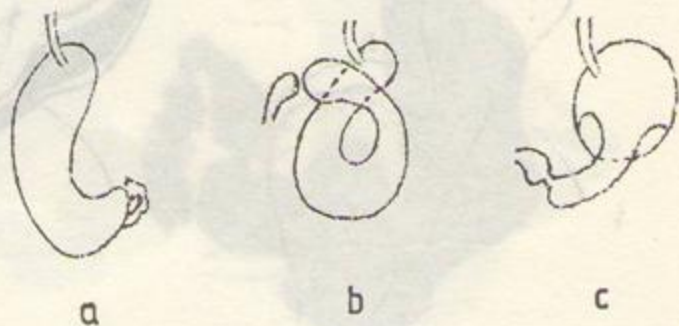


Fig.238. Reprezentare schematică a diferitelor forme de volvulus gastric. a.volvulus organoaxial total; b.volvulus mezentericoaxial; c.volvulus cardiosplenoaxial.



Volvulusul *cardiosplenoaxial* este de fapt forma extremă de dezvoltare a unei cascade gastrice. Bascularea posterioară și inferioară a fornixului în jurul unui ax ce unește cardia cu polul superior al splinei, produce ascensiunea segmentelor distale ale stomacului și apropiere pilorul de cardia (fig.238,c).

#### 7.4.5. Gastritele

**7.4.5.1.** Procesele inflamatorii *acute* ale stomacului sînt rareori examinate radiologic; ele se traduc prin modificări *funcționale* (hipersecreție, tranzit accelerat prin hipertonie și hiperkinezie sau întîrziat prin hipotonie) și *morfologice*, care constau din edemul pliurilor de mucoasă, în mare măsură acoperite de depozite de mucus.

Datorită hipersecreției și opacifierii neomogene, examenul decurge în general cu dificultate și este destul de puțin informativ, mai ales cu privire la starea mucoasei.

**7.4.5.2.** *Gastritele cronice* se caracterizează din punct de vedere *funcțional* printr-o triadă simptomatică clinicoradiologică constituită din hipersecreție, hipertonie și hiperperistaltism; evacuarea gastrică poate fi accelerată sau, dimpotrivă, întîrziată, datorită spasmelor pilorice asociate.

Modificările *morfologice* privesc în cea mai mare măsură relieful gastric și reprezintă elementul principal al diagnosticului radiologic.

Gastritele *hipertrofice* sînt caracterizate prin pierderea netității și paralelismului conturilor pilurilor, care devin sinuoase, ramificate, parțial întrerupte, neuniform îngroșate, rigide (fig.220,a). Neregularitățile de contur ale mării curburii se accentuează; asemenea neregularități pot apare și la nivelul curburii mici, traducînd prezența de ulceratii ale mucoasei.



Fig.239. Gastrită "gigantă" Ménétrier.

Îngroșarea pliurilor poate căpăta în unele forme manifestări extreme, realizînd imagini lacunare neregulate, de mari dimensiuni (gastrita "gigantă" Ménétrier, fig.239). În alte cazuri, mucoasa suferă o degenerescență polipoidă; în această situație, relieful obișnuit este înlocuit prin imagini lacunare multiple, rotunde, de mici dimensiuni.

Rigiditatea segmentară a pereților, datorată fibrozării lor, este mai rar întîlnită.

Modificările reliefului gastric trebuie să fie întotdeauna interpretate cu prudență. Prezența lor nu justifică automat diagnosticul de gastrită; ele reflectă în multe cazuri o autoplăstică particulară, după cum pot ascunde infiltrații neoplazice incipiente ale mucoasei.

Gastritele *atrofice* se caracterizează prin pliuri de calibru mai mult sau mai puțin redus. Uneori pliurile pot dispărea în totalitate pe anumite regiuni, mucoasa căpătînd un aspect neted, nestructurat.

#### 7.4.6. Ulcerul gastric

Localizarea la nivelul stomacului a bolii ulceroase este cea mai frecventă afecțiune a organului; ea se caracterizează prin pierderi de substanță parietale, care pot afecta mucoasa, submucoasa, musculatura proprie și seroasa, soldîndu-se în unele cazuri cu penetrarea organelor vecine.

Examenul radiologic contribuie la stabilirea diagnosticului în aproape toate cazurile; în afara evidențierii semnului de certitudine, nișa benignă, el mai precizează sediul, forma anatomică, stadiul evolutiv, prezența sau iminența unor complicații, eficiența tratamentului.

**7.4.6.1.** Semnul radiologic direct, *de certitudine*, al ulcerului gastric este reprezentat de nișa ulceroasă; în majoritatea cazurilor se asociază și semne *indirecte*, de ordin funcțional și morfologic.

Nișa situată pe una din *curburile* stomacului apare radiologic ca o opacitate adițională, care proemină în mod caracteristic din conturul curburii respective (fig.240,a); imaginea este persistentă, observîndu-se tot timpul examenului și nu își modifică forma prin compresie.

*Sediul* obișnuit este reprezentat de *mica curbura* (în special porțiunea verticală a acesteia), apoi de curburile antrului, mai rar curbura mare. *Forma* nișei poate fi variată, în funcție de localizare și vechime: triunghiulară, rotundă, ovalară, aplatizată; baza de implantare la lumenul gastric este uneori îngustă ("nișa pediculată") (fig.240,a), alteori, dimpotrivă, largă (fig.240,d). Dimensiunile pot fi cuprinse între 2-3 mm (la limita vizibilității radiologice) și cîțiva centimetri. *Conturul* este în marea majoritate a cazurilor net și regulat (fig.240).



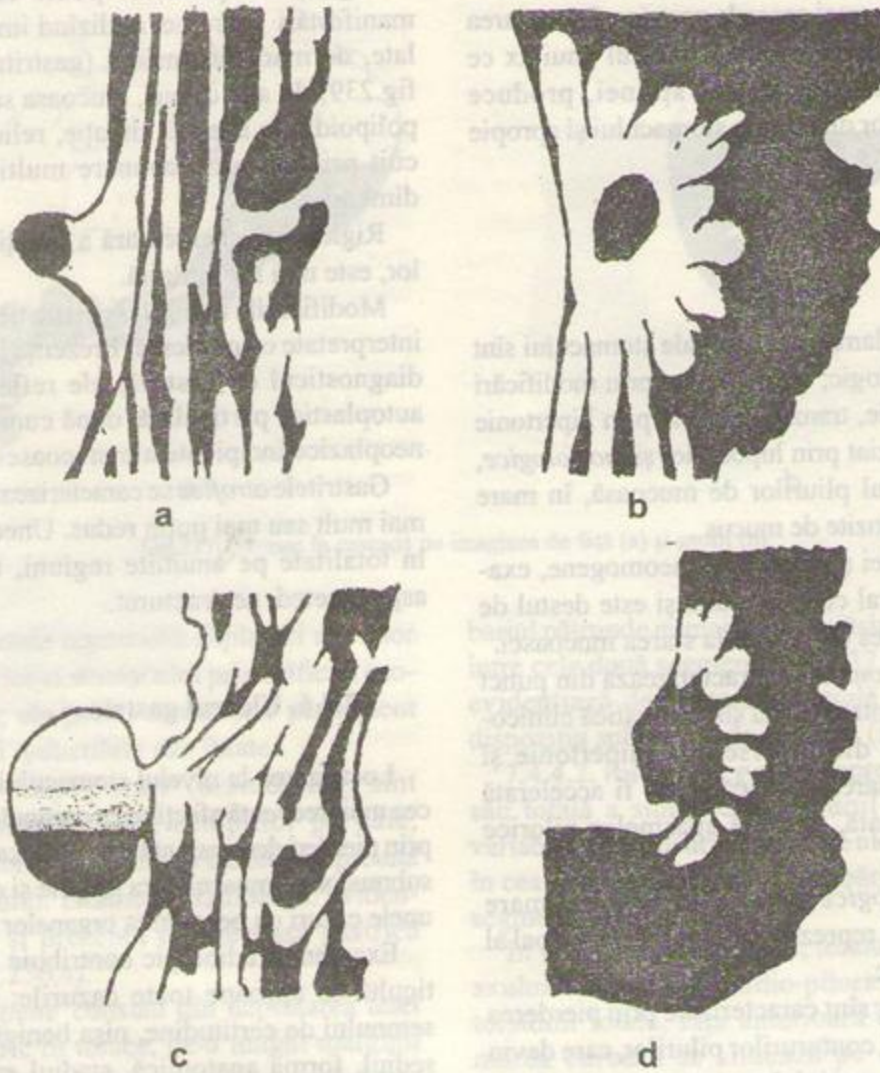


Fig. 240. Forme radiologice de nișe gastrice. a: nișă în evoluție, cu edem periulceros; b: nișă pe față posterioară; c: nișă Haudek; d: nișă gigantă.

Modificările periulcerose sînt determinate de edemul și infiltrația inflamatorie și se traduc prin denivelări (concașități) ale conturului în imediata vecinătate a nișei, deasupra și dedesubtul acesteia, care contribuie uneori substanțial la reliefaș și vizibilizarea ulcerației; în alte cazuri, edemul produce o bandă transparentă care separă baza nișei de lumenul gastric.

La nivelul feșelor stomacului (localizarea este mai frecventă pe față posterioară), nișă apare ca o pată opacă, rotundă, omogenă, înconjurată de o zonă transparentă produsă de edemul perilezional (fig. 240, b). Adusă în incidență de profil, nișă proemină din conturul feșei respective.

Forme particulare. Nișă penetrantă (Haudek) are de obicei o formă ovalară, pediculată și se situează în exclusivitate pe porțiunea verticală a micii curburii.

Caracteristică din punct de vedere radiologic este stratificarea conținutului ei: aer în regiunea superioară, lichid de secreție în zona intermediară și bariu la bază (fig. 240, c). La fel de caracteristică este fixitatea nișei în cursul manevrelor de mobilizare a curburii, care reflectă penetrarea ei în ficat sau pancreas.

Nișă gigantă, cu bază largă de implantare (fig. 240, d), este deseori suspectată de o natură malignă, greu de infirmat numai pe baza datelor radiologice.

Nișă în platou, cu adîncime redusă și bază largă de implantare, creează, de asemenea, o imagine similară unei leziuni ulcerative maligne.

În unele situații, nișă nu poate fi evidențiată radiologic, chiar dacă examenul decurge în condiții tehnice ireproșabile. Asemenea situații sînt create de nișele de dimensiuni foarte mici (sub 2-3 mm), de umplerea ulcerației cu resturi



alimentare sau cheaguri sanguine, de dimensiunile foarte reduse asociate cu o localizare nefavorabilă vizualizării (marea curbura, fornixul), ca și de dispariția, după o hemoragie, a edemului periulceros.

**7.4.6.2. Semnele radiologice indirecte** de ordin funcțional sînt reprezentate de triada simptomatică hipersereție, hipertonie și hiperperistaltism. Deseori se asociază spasme, fie pe conturul opus celui pe care se localizează nișa, realizînd o adîncitură profundă ("incizură") în dreptul acesteia (fig.215,b), fie la distanță (la nivelul cardiei sau pilorului).

Semnele indirecte *morfologice* se manifestă prin aspecte variate, interesînd forma, contururile și relieful stomacului.

Modificările *reliefului* traduc gastrita însoțitoare (pliuri îngroșate, neregulate, întrerupte uneori în vecinătatea imediată a nișei) prin edemul periulceros (fig.220,a; fig.240,c). *Convergența pliurilor* spre nișă (fig.220,b) este un semn caracteristic de benignitate a acesteia; ea marchează transformările cicatriceale perilezionale.

Modificare ireversibilă, convergența (dispoziția radiară a pliurilor) se menține și după dispariția nișei, marcînd retrospectiv sediul acesteia în etapa floridă de evoluție.

*Rigiditatea segmentară*, relevată de dispariția peristaltismului, poate fi manifestă în prezența nișei, afectînd regiunea vecină cu aceasta (datorită infiltrației edematoase), ca și după vindecarea ei (traducînd modificările fibroase cicatriciale).

*Scurtarea micii curburii* este apanajul ulcerelor cu evoluție îndelungată, soldate cu procese retractile întinse. Pilorul capătă o poziție excentrică, fiind deviat spre stînga, iar evacuarea stomacului este stînjinită; ca urmare, se produce o distensie a mării curburii, care deformează organul.

În localizările la nivelul *antrului*, procesele cicatriceale retractile pot produce îngustarea marcată a regiunii, însoțită de modificarea dispoziției ei (atrezia fibroasă a antrului).

*Bilocularea* mediogastrică se constituie prin retracția fibroasă a mării curburii în dreptul ulcerului, realizînd o stenoză excentrică, de obicei puțin întinsă, care separă stomacul în două pungi suprapuse, unite printr-un istm situat în vecinătatea micii curburii (fig.241).

**7.4.6.3. Evoluția nișei** sub tratament se exprimă radiologic prin diminuarea treptată a dimensiunilor, pînă la dispariția ei din imagine; aceasta se produce de obicei la un interval de cîteva săptămîni de la instituirea tratamentului. Modificările produse de procesele cicatriceale rămîn definitive.



Fig.241. Stomac biloculat ulceros.

#### 7.4.7. Tumorile gastrice

**7.4.7.1. Tumorile benigne** ale stomacului sînt constituite din celule diferențiate ce provin din țesuturi de tip *epitelial* (polipi, adenoame), *conjunctiv* (fibroame), *muscular neted* (leiomiome), *nervos* (neurinoame, schwannoame), *adipos* (lipoame) sau *vascular* (angioame, endotelioame). Toate prezintă unele caractere radiologice comune, a căror recunoaștere devine utilă mai ales prin faptul că, evoluînd de regulă asimptomatic, aceste tumori sînt descoperite întîmplător.

Radiologic, tumorile gastrice benigne produc *imagini lacunare*, care, indiferent de forma și mărimea lor, sînt întotdeauna net conturate; ele pot fi unice sau multiple.

În general, pluralitatea formațiunilor tumorale este un semn de benignitate; totuși nu trebuie neglijat faptul că unele dintre ele pot suferi ulterior degenerare malignă.

Cu excepția neurinomului și fibromului, tumori de consistență dură, celelalte varietăți se dovedesc elastice în cursul compresiei; ele se deformează ușor, aplatizîndu-se, dar revin prompt la forma și dimensiunile inițiale după suprimarea acesteia.

În vecinătatea tumorii, pliurile gastrice sînt deviate prin împingere, dar rămîn neîntrerupte și net conturate (fig.219, a); peristaltismul nu este modificat.

*Polipul gastric* prezintă toate caracterele radiologice ale tumorilor benigne (fig.219,a). Particularitățile de manifestare sînt create în primul rînd de faptul că formele *pediculate* se traduc printr-o mare mobilitate a imaginii lacunare; în localizările antrale, polipul poate trece prin pilor în bulbul duodenal. În al doilea rînd, de faptul că



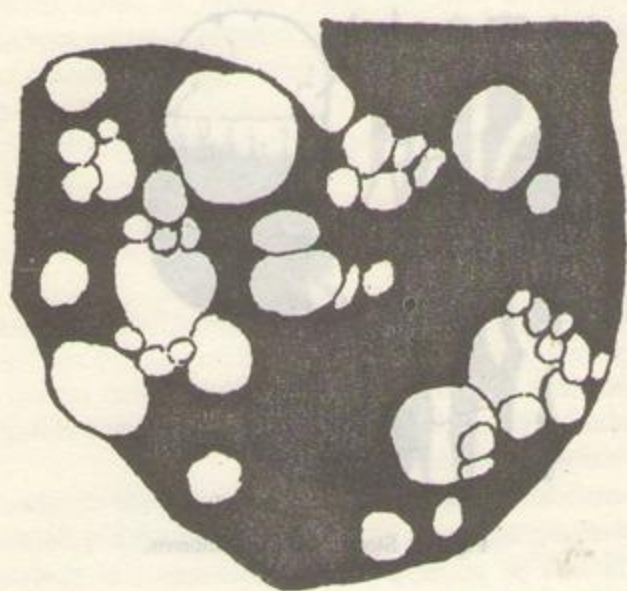


Fig.242. Polipoză gastrică generalizată (examen al regiunii antrale).

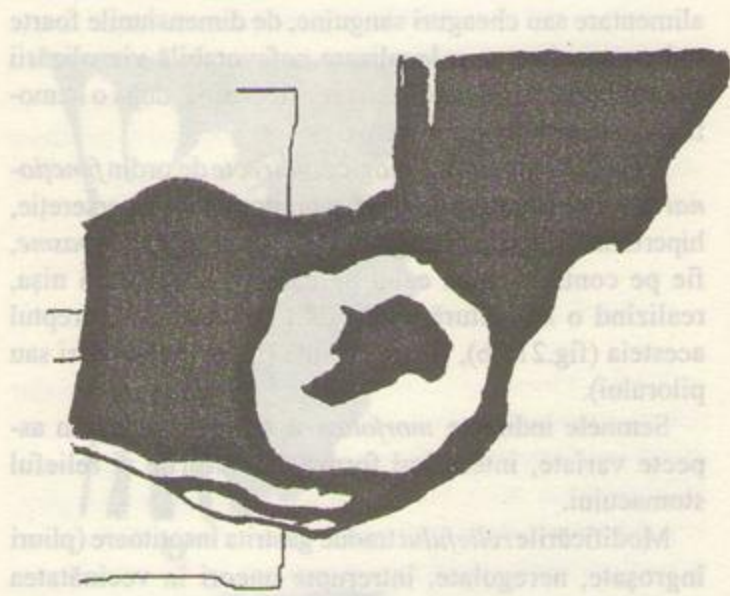


Fig.243. Schwannom al porțiunii orizontale a stomacului.

deseori pot fi evidențiați polipi multipli, de dimensiuni foarte variate, în cadrul așa-numitei *polipoze* gastrice (fig.242).

*Schwannomul*, tumoră de natură nervoasă, cu originea în plexul mienteric, poate atinge dimensiuni mari, caz în care se ulcerează frecvent, prezentînd radiologic o imagine opacă centrală (fig.243).

7.4.7.2. *Tumorile maligne* ale stomacului sînt mai frecvent *adenocarcinoame*; celelalte varietăți histologice sînt reprezentate de sarcoame, limfoame, excepțional de tumori cu alte structuri.

Anatomopatologic și radiologic, cancerelor gastrice le sînt proprii trei tipuri fundamentale de leziuni, frecvent asociate: proliferative, infiltrative și ulcerative.

Forma *proliferativă* (vegetantă), dezvoltată pe una din fețe sau curburi, produce o masă tumorală de dimensiuni variabile, care proemină în lumenul gastric și realizează o *imagine lacunară*. Inițial, aceasta are o formă rotundă sau ovalară, cu contururi relative nete sau rezultă din confluența de multiple mici defecte de umplere.

Tumorile vegetante mari, localizate la nivelul *curburilor*, produc defecte de umplere marginale întinse, cu

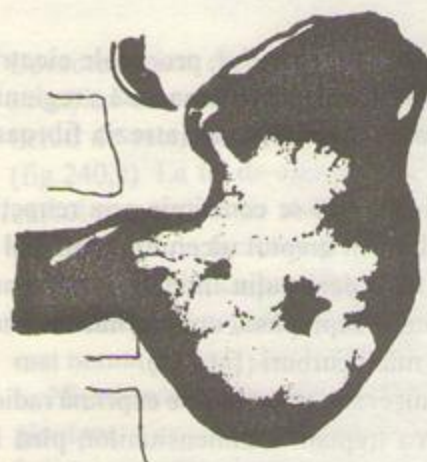


Fig.244. Cancere gastrice vegetante, cu localizare la nivelul micii curburi (a) și feței posterioare (b).



contururi neregulate și șterse, prelungite spre lumenul gastric cu imagini de semiton. Conturul peretelui (curburii) este întrerupt pe întinderi variabile, regiunea devine rigidă, total aperistaltică. La extremitățile formațiunii patologice se evidențiază "pinteni" opaci, creați de bariul ce se insinuează între perete și baza de inserție a tumorii (fig.244,a).

La nivelul *fețelor*, cancerul vegetant produce imagini lacunare unice, (mai rar multiple), de formă neregulată, cu contururi șterse și semitonuri marginale. Pe aria de proiecție a lacunei se evidențiază *relieful malign*, ca și opacități de diferite dimensiuni, care traduc prezența ulcerățiilor (fig.244,b).

Tumorile vegetante de dimensiuni mari ocupă o mare parte din lumenul gastric, producând stenoze, de obicei excentrice.

Forma *infiltrativă* se caracterizează radiologic prin *rigiditatea* pereților, tradusă prin lipsa de suplețe în cursul umplerii și manevrelor de mobilizare, prin *absența peristaltismului* și *deformarea*, prin retracție a regiunii afectate. De obicei, porțiunea infiltrată din curbura devine liniară; mai rar ea poate prezenta ondulații fixe, rigide.

La nivelul *unghiului* gastric, rigiditatea produce deschiderea așcutia, însoțită de o "rotunjire" a conturului miciei curburi în regiunea respectivă (fig.245,a); conturul poate deveni ușor neregulat, mărginit de mici zone de semiton.

La nivelul *antrului*, infiltrația poate interesa curbura mică sau ambele curburi; în ultimul caz, regiunea se retractă în ansamblu, devenind cilindrică sau conică (fig.245,a). Prezența de neregularități și semitonuri este frecventă.

La nivelul *corpului* gastric, infiltrația întinsă produce stenoza mezogastrică, cu istmul dispus axial, care

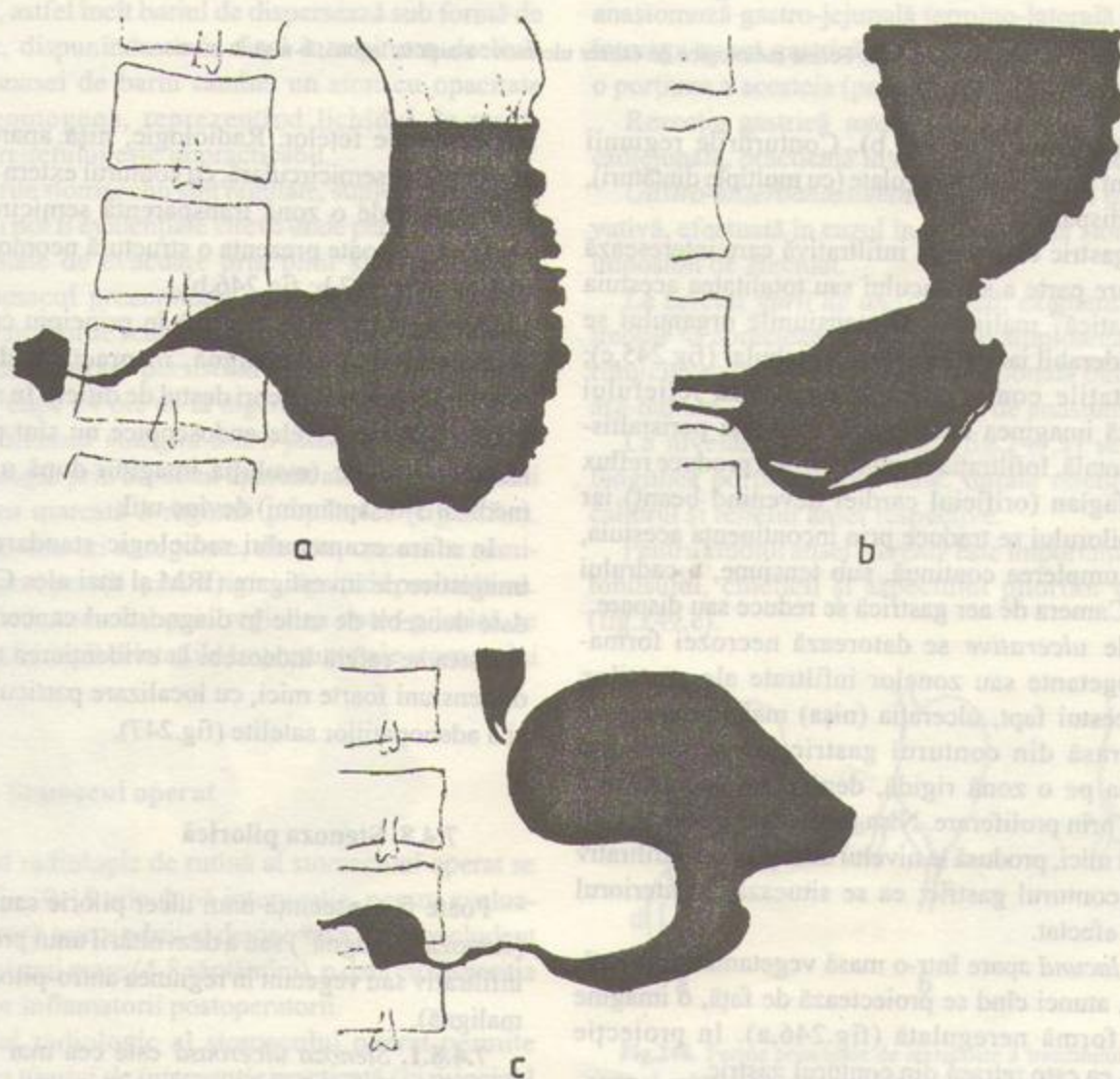


Fig.245. Forme radiologice de cancer infiltrativ. a.localizare antrală; b.localizare la nivelul corpului, cu stenoză mediogastrică; c.schir gastric interesând corpul în totalitate.



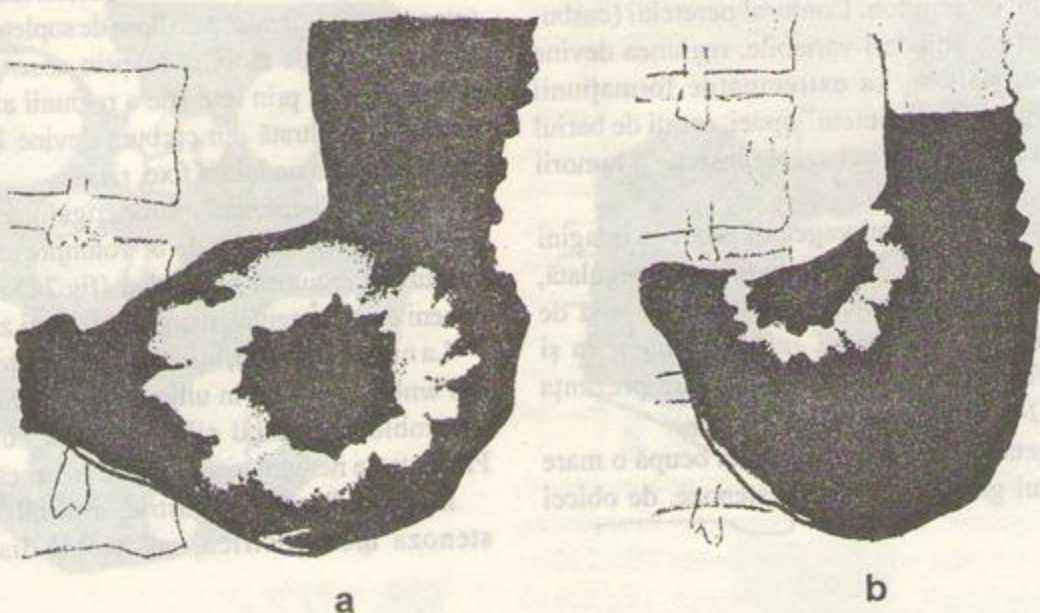


Fig.246. Forme radiologice de cancer ulcerativ: a-nișă în lacună; b-nișă în menisc.

biloculează organul (fig.245,b). Contururile regiunii stenozate sînt imprecise, neregulate (cu multiple dințături), iar relieful dispărut.

Schirul gastric este forma infiltrativă care interesează cea mai mare parte a stomacului sau totalitatea acestuia ("linita plastică" malignă). Dimensiunile organului se reduc considerabil iar calibrul devine tubular (fig.245,c); neregularitățile conturilor și dispariția reliefului completează imaginea radiologică. Absența peristaltismului este totală. Infiltrația regiunii cardiei produce reflux gastro-esofagian (orificiul cardiei devenind beant) iar infiltrația pilorului se traduce prin incontinența acestuia, urmată de umplerea continuă, sub tensiune, a cadrului duodenal. Camera de aer gastrică se reduce sau dispare.

Leziunile ulcerative se datorează necrozei formațiunilor vegetante sau zonelor infiltrate ale pereților. Datorită acestui fapt, ulcerarea (nișa) malignă apare de regulă retrasă din conturul gastric; ea se dezvoltă întotdeauna pe o zonă rigidă, denivelată sau profund modificată prin proliferare. Nișa *încastrată* este o nișă de dimensiuni mici, produsă la nivelul unui placard infiltrativ retras din conturul gastric; ea se situează în interiorul conturului afectat.

Nișa *în lacună* apare într-o masă vegetantă necrozată, producînd, atunci cînd se proiectează de față, o imagine opacă de formă neregulată (fig.246,a). În proiecție marginală, ea este retrasă din conturul gastric.

Nișa *în menisc* se produce într-o formațiune proliferativă care afectează o curbură, împreună cu versantele

adiacente ale fețelor. Radiologic, nișa apare de formă aproximativ semicirculară, cu conturul extern plat; ea este înconjurată de o zonă transparentă semicirculară concentrică, ce poate prezenta o structură neomogenă (relief malign) (fig.217,b; fig.246,b).

Deși nișa malignă prezintă în principiu caractere net distinctive de cea benignă, în practică, diagnosticul diferențial poate fi uneori destul de dificil. În situații echi-voce, dacă manevrele endoscopice nu sînt practicabile, *testul terapeutic* (evoluția imaginii după un tratament medical 3-6 săptămîni) devine util.

În afara examenului radiologic standard, metodele imagistice de investigare (IRM și mai ales CT) pot oferi date deosebit de utile în diagnosticul cancerului gastric. Acestea se referă îndeosebi la evidențierea tumorilor de dimensiuni foarte mici, cu localizare particulară (cardia) și a adenopatiilor satelite (fig.247).

#### 7.4.8. Stenoza pilorică

Poate fi consecința unui ulcer piloric sau juxtapiloric (stenoza "benignă") sau a dezvoltării unui proces tumoral infiltrativ sau vegetant în regiunea antro-pilorică (stenoza malignă).

7.4.8.1. *Stenoza ulceroasă* este cea mai frecventă și, datorită evoluției îndelungate, realizează aspectul radiologic cel mai pregnant (fig.210).



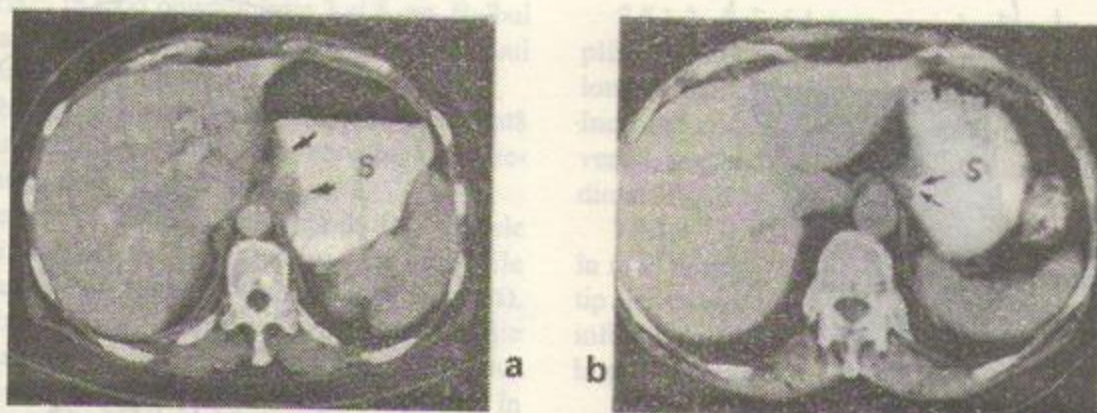


Fig.247. În a, secțiune CT evidențiind un cancer vegetant al cardiei; în b, aspect normal al orificiului cardiei. S: stomac

Stomacul apare mult mărit de volum, alungit, cu polul inferior situat în micul bazin și lărgit în sens transversal. El conține o cantitate considerabilă de lichid și resturi alimentare, astfel încât bariul de dispersează sub formă de pete opace, dispunându-se în final în regiunea declivă. Deasupra masei de bariu rămâne un strat cu opacitate redusă, neomogenă, reprezentând lichidul de stază. Examenul reliefului este impracticabil.

Contururile stomacului sînt regulate, suple; la începutul examenului pot fi evidențiate cîteva unde peristaltice, care nu sînt urmate de evacuare prin pilor și care diminuează curînd, stomacul prezentîndu-se în continuare aton și akinetic. Tranzitul se realizează cu mare întîrziere, uneori substanța de contrast persistînd în stomac în cantitate apreciabilă după 24 ore de la ingerare.

**7.8.4.2. Stenoza malignă antro-pilorică** se caracterizează radiologic prin aspectul aparent alungit al pilorului și îngustarea marcată a regiunii prepilorice (fig.245,a). Antrul are contururi neregulate, dințate, uneori cu semitonuri maligne; pereții lui sînt rigizi, lipsiți de peristaltism.

Deși dificil, tranzitul prin regiunea antro-pilorică se menține, astfel încît dilatațiile importante ale stomacului sînt rare.

### 7.4.9. Stomacul operat

Controlul radiologic de rutină al stomacului operat se efectuează la 10-15 zile după intervenție, pentru evaluarea desfășurării tranzitului; el devine însă mai concludent la un interval mai mare (4-8 săptămîni), o dată cu dispariția fenomenelor inflamatorii postoperatorii.

Examenul radiologic al stomacului operat permite identificarea *tipului de intervenție* practică (în principal modul de realizare a anastomozei gastro-intestinale) și evidențierea *complicațiilor postoperatorii*.

**7.4.9.1. Rezeția gastrică subtotală** este urmată de restabilirea tranzitului prin anastomoză *gastro-duodenală* termino-terminală (procedeul Péan-Billroth I) sau prin anastomoză gastro-jejunală termino-laterală efectuată pe întreaga tranșă gastrică (procedeul Reichel-Polya) sau pe o porțiune a acesteia (procedeul Hoffmeister-Finsterer).

Rezeția gastrică *totală* este urmată de anastomoza esojejunală, practică în numeroase variante tehnice.

*Gastro-enteroanastomoza* simplă este o operație derivativă, efectuată în cazul în care rezeția stomacului este imposibil de efectuat.

La nivelul *gurii de anastomoză*, examenul radiologic trebuie să aprecieze ritmicitatea și amploarea tranzitului; ritmicitatea traduce o situație funcțională bună, creată de așa-numita "sfîncțerizare" a gurii de anastomoză.

La nivelul ansei *aferente* (fig.249,a) se va aprecia lungimea porțiunii opacifiate, durata retenției bariului, calibrul și relieful ansei respective.

Pentru studiul ansei *eferente* este importantă aprecierea tonusului, cineticii și aspectului pliurilor de mucoasă (fig.249,e).

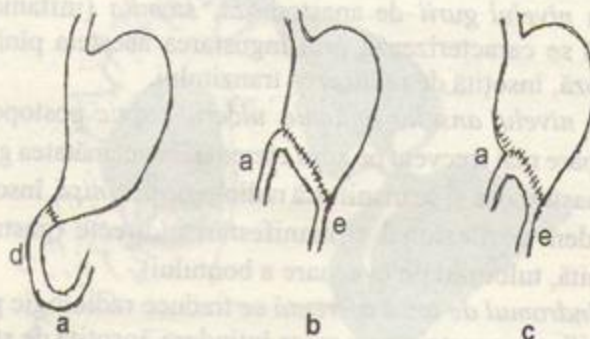


Fig.248. Forme principale de restabilire a tranzitului după rezeția gastrică subtotală a.procedeul Péan-Billroth I; b.procedeul Reichel-Polya; c.procedeul Hoffmeister-Finsterer. (d:duoden; a:ansa aferentă; e:ansa eferentă).





Fig.249. Aspectul radiologic al unei anastomoze termino-laterale (Reichel-Polya). a: ansa aferentă; e: ansa eferentă.

**7.4.9.2. Manifestările patologice postoperatorii** pot fi evidențiate la intervale variabile după intervenție, pot fi de natură morfologică sau funcțională și pot interesa bontul gastric, gura de anastomoză sau ansele jejunale.

La nivelul bontului gastric este frecvent întâlnită *gastrita*, manifestată prin îngroșarea reliefului, ca și prin unele modificări funcționale privind tonusul, cinetica și evacuarea. *Ulcerul peptic* se traduce printr-o imagine tipică de nișă, de obicei de mici dimensiuni, însoțită de convergența pliurilor edemate (fig.250).

*Invaginația* ansei anastomotice creează o imagine lacunară situată deasupra gurii, cu contururi regulate, prezentând striuri caracteristice reliefului jejunale; se poate însoți de stenoza gurii de anastomoză.

*Cancerul* bontului, de regulă manifestare a unei recidive, poate îmbrăca oricare formă lezională cunoscută (infiltrație, lacună, ulceratie).

La nivelul gurii de anastomoză, *stomita* (inflamația gurii) se caracterizează prin îngustarea acesteia pînă la stenoză, însoțită de reducerea tranzitului.

La nivelul anelor jejunale, *ulcerul peptic* postoperator apare mai frecvent pe ansa eferentă, în vecinătatea gurii de anastomoză și se manifestă radiologic prin *nișă*, însoțită de edem perilezional și manifestări indirecte (gastrită, stomită, tulburări de evacuare a bontului).

*Sindromul de ansă aferentă* se traduce radiologic prin opacifierea acesteia pe o mare întindere, însoțită de stază și îngroșarea apreciabilă a reliefului mucoasei.

*Sindromul jejunal* ("dumping") apare mai frecvent după intervenția Reichel-Polya și se caracterizează prin evacuarea precipitată a bontului, aspectul hipoton al jejunului și uneori printr-un tranzit jejunal rapid.

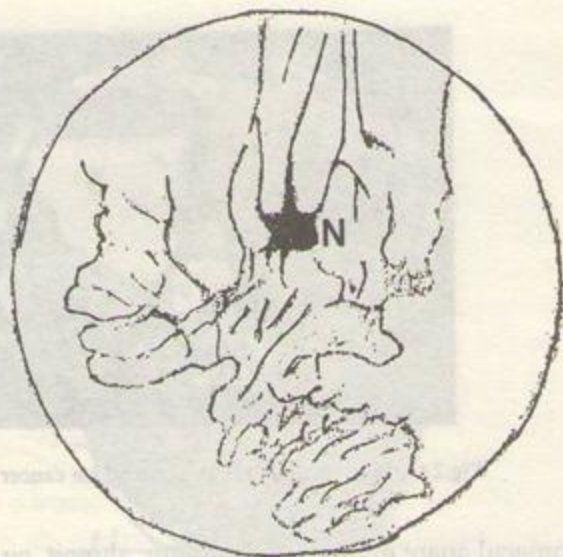


Fig.250. Ulcer peptic pe versantul gastric al unei anastomoze Reichel-Polya. Nișă (N), însoțită de convergența pliurilor mucoasei bontului gastric.

## 7.5. Afecțiunile duodenului

### 7.5.1. Aspectul radiologic normal al bulbului și cadrului duodenal

**7.5.1.1. Bulbul duodenal.** Prima porțiune a duodenului, bulbul, prezintă o formă și dimensiuni sensibil dependente de tonusul pereților săi. Bulbul *normoton* apare de formă aproximativ triunghiulară, cu baza centrată pe pilor și unghiurile bazale (recesurile) ușor rotunjite; vârful lui, dispus cranial, se continuă cu porțiunea intermediară (fig.251).



Fig. 251. Aspectul radiologic al duodenului normal. A: Antrul gastric; P: Pilor; B: Bulbul duodenal (normoton); m.c.: mica curbură; M.c.: marea curbură; p.i.: porțiunea intermediară; G.s.: genunchiul superior; II: duoden II; G.i.: genunchiul inferior; III: duoden III; D.j.: unghiul duodeno-jejunal; J: jejun.



Lungimea variază în mod obișnuit între 3 și 6 cm. Bulbul *hipoton* este alungit, cu calibru redus, în timp ce bulbul *hiperton* se apropie de o formă rotundă.

*Dispoziția* bulbului este în mod normal oblic ascendentă spre dreapta iar *situația* în ortostatism corespunde vertebrei L2, pe partea dreaptă a coloanei.

Contururile sînt formate în incidența de față de cele două *curburi*, denumite, prin analogie cu curbura corespunzătoare ale stomacului, curbura *mică* (internă), respectiv curbura *mare* (externă). În stare de repleție completă a bulbului, curbura sînt regulate, net conturate, ușor convexe (fig. 251). Prin rotație accentuată în OAS, cele două fețe, *anterioară* și *posterioară*, devin marginale în imagine, formînd contururile organului în această incidență.

Bulbul se continuă cranial cu *porțiunea intermediară*, care are în mod obișnuit o lungime de aproximativ 1 cm. Segmentul intermediar se continuă cu duodenul II (descendent), cu care formează o flexură (genunchiul superior).

Umplerea bulbului în cursul examenului se poate produce după ingerarea unei cantități mici de bariu; ea este dependentă de tranzitul gastro-piloric și de starea tonusului bulbar. Evacuarea se produce mai frecvent printr-o contracție globală, de tip sistolic, mai rar prin contracții de forma peristaltismului.

**7.5.1.2. Duodenul II** (descendent) are un traiect vertical, paralel cu marginea dreaptă a coloanei vertebrale; el prezintă la nivelul extremității inferioare o inflexiune, *genunchiul inferior*. **Duodenul III** are un traiect orizontal și se situează în fața coloanei; el se continuă cu *duodenul IV*, care se unește cu prima ansă jejunală, formînd *unghiul duodeno-jejunal* (unghiul Treisubțire).



Fig.252. Relief normal al mucoasei duodenale.

**7.5.1.3. Relieful** mucoasei duodenale este format din pliuri subțiri, care la nivelul bulbului au o direcție longitudinală, similară celei a pliurilor antrului gastric. Incepînd cu segmentul intermediar, ele se dispun transversal, perpendicular pe contururi, care capătă un aspect dințat (fig.252).

**7.5.1.4. Tranzitul** prin cadrul duodenal, care durează în mod normal 60-90 sec., este asigurat prin contrații de tip peristaltic. Uneori pot apare, mai ales la genunchiul inferior, unde antiperistaltice, care propulsează conținutul în sens cranial.

## 7.5.2. Anomaliile congenitale ale duodenului

Anomaliile congenitale ale duodenului pot interesa *calibrul*, *lungimea* și *dispoziția* segmentelor sale. Cele mai frecvente anomalii sînt reprezentate de lungimea anormală a segmentului intermediar și de dispoziția aberantă a celorlalte diviziuni ale organului, care împiedică formarea unui "cadr" duodenal; acestea sînt deseori urmarea unor defecte complexe de coalescență a intestinului (mezenterul comun).

## 7.5.3. Diverticuli duodenali

Sînt expansiuni circumscrie ale pereților organului, în a căror structură pot fi prezente toate straturile parietale, sau numai mucoasa, evaginată prin zonele de rezistență scăzută ale pereților. Diverticuli pot fi unici sau multipli, de dimensiuni foarte variate; sediul obișnuit este reprezentat de duodenul II și III.

Radiologic, diverticulul apare ca o opacitate adițională, de formă rotundă sau ovalară, atașată de lumenul duode-



Fig.253. Diverticul duodenal localizat pe D II; prolaps de mucoasă gastrică la baza bulbului.



nal printr-un pedicul sau o bază largă de implantare (fig.253). Alteori se observă stratificarea conținutului, realizând o imagine hidroaerică.

Contururile diverticulului, de obicei regulate și nete, pot pierde aceste caractere în prezența proceselor inflamatorii înconjurătoare (peridiverticulite).

#### 7.5.4. Duodenitele

Inflamațiile mucoasei duodenale sînt de obicei secundare ulcerului gastro-duodenal, afecțiunilor hepato-biliare, inflamațiilor pancreasului și apendicelui.

Radiologic, ele se traduc prin semne funcționale și morfologice. Tulburările *funcționale* constau inițial din *hipertonie* (care reduce calibrul duodenului și al bulbului) și *hiperkinezie*, manifestată prin tranzit accelerat la nivelul bulbului și celorlalte segmente. *Hipotonia*, apanaj al formelor mai vechi, produce, dimpotrivă, o creștere de calibru, care la nivelul bulbului poate atinge grade considerabile (megabulbul inflamator).

Prezența unei imagini hidroaerice în interiorul bulbului ("bulbul cu nivel") este apreciată de unii drept expresie a hipotoniei.

*Staza* bulbară sau bipolară (localizată la bulb și genunchiul inferior) este o manifestare funcțională tardivă, consecutivă diminuării proceselor dinamice cu rol în evacuare.

Modificările *organice* constau din îngroșarea și dezorganizarea *reliefului* mucoasei, care poate deveni polipoid sau se șterge. *Contururile* devin neregulate, cu dințături profunde, dispuse asimetric, iar *calibrul* apare îngustat neuniform.

#### 7.5.5. Periduodenitele

Procesele inflamatorii periduodenale creează în jurul duodenului (mai ales al bulbului) o rețea aderențială, care produce neregularități de contur în faza de repleție; acestea au o dispoziție și o adîncime inconstante și se datorează destinderii neuniforme a pereților.

#### 7.5.6. Prolabarea mucoasei gastrice

Prolabarea mucoasei gastrice în bulb produce defecte de umplere regulate, cu convexitatea superioară, simetrice în raport cu pilorul, în vecinătatea căruia sînt dispuse (fig.253).

#### 7.5.7. Ulcerul duodenal

Localizarea cea mai frecventă a bolii ulceroase, ulcerul duodenal, își are sediul în peste 90% cazuri la nivelul bulbului; ulcerele "postbulbare" sînt întîlnite pe segmentul intermediar și duodenul II.

7.5.7.1. Semnul radiologic *direct*, de certitudine, al ulcerului este reprezentat de *nișă*, care se situează de regulă pe una din fețele bulbului, foarte rar pe curburi.

În incidența frontală, nișa localizată pe o față a bulbului apare sub forma unei pete opace, rotunde sau ovalare, cu contururi nete, înconjurată de o zonă mai transparentă, datorată edemului periulceros (imagine "în cocardă") (fig.216, fig.254 a). Zona de edem poate fi foarte întinsă, afectînd o porțiune importantă din aria de proiecție a bulbului, sau poate avea un aspect neuniform, cu discontinuități.

Diametrul nișei depășește rareori un centimetru. Pliurile mucoasei duodenale prezintă frecvent o dispoziție radiară, care marchează convergența lor spre nișă (fig.254,a).

Acestă dispoziție se păstrează și în perioada de vindecare clinică a ulcerului, datorită modificărilor fibroase cicatriciale.

Prezența a două opacități, situate în imediata apropiere, traduce concomitența a două ulceratii, situate pe ambele fețe ale bulbului (fig.254 b).

În incidența OAS, ulcerul fețelor se prezintă sub forma unei proeminențe din contur, delimitată în sus și în jos de cîte o depresiune discretă, expresie a "digului" edematos vecin (fig.254 c). Ulcerele duble ("kissing"-ulcerul) produc imagini asemănătoare pe fiecare dintre fețe.

7.5.7.2. Semnele *indirecte*, însoțitoare, sînt de natură *funcțională* și *morfologică*.

Semnele *funcționale*, prezente mai ales în perioada evolutivă, realizează triada simptomatică hipertonie, hipersecreție, hiperperistaltism, manifestată la nivelul *stomacului*. *Pilorul* prezintă frecvent spasme de durată variabilă, mai rar apare beant, ceea ce produce o evacuare rapidă a conținutului gastric. La nivelul *bulbului*, accentuarea tonusului și peristaltismului produce aspectul de bulb iritabil, intolerant, care se evacuează rapid, înainte de a atinge faza de repleție completă; alteori bulbul apare dimpotrivă, hipoton, de dimensiuni crescute, cu întîrzierea evacuării.

Apariția de spasme localizate pe una din curburi însoțește de obicei o nișă cu sediul pe curbura opusă; spasmul curburii se traduce printr-o denivelare de formă regulată ("incizură") care poate dispărea o dată cu imaginea nișei.



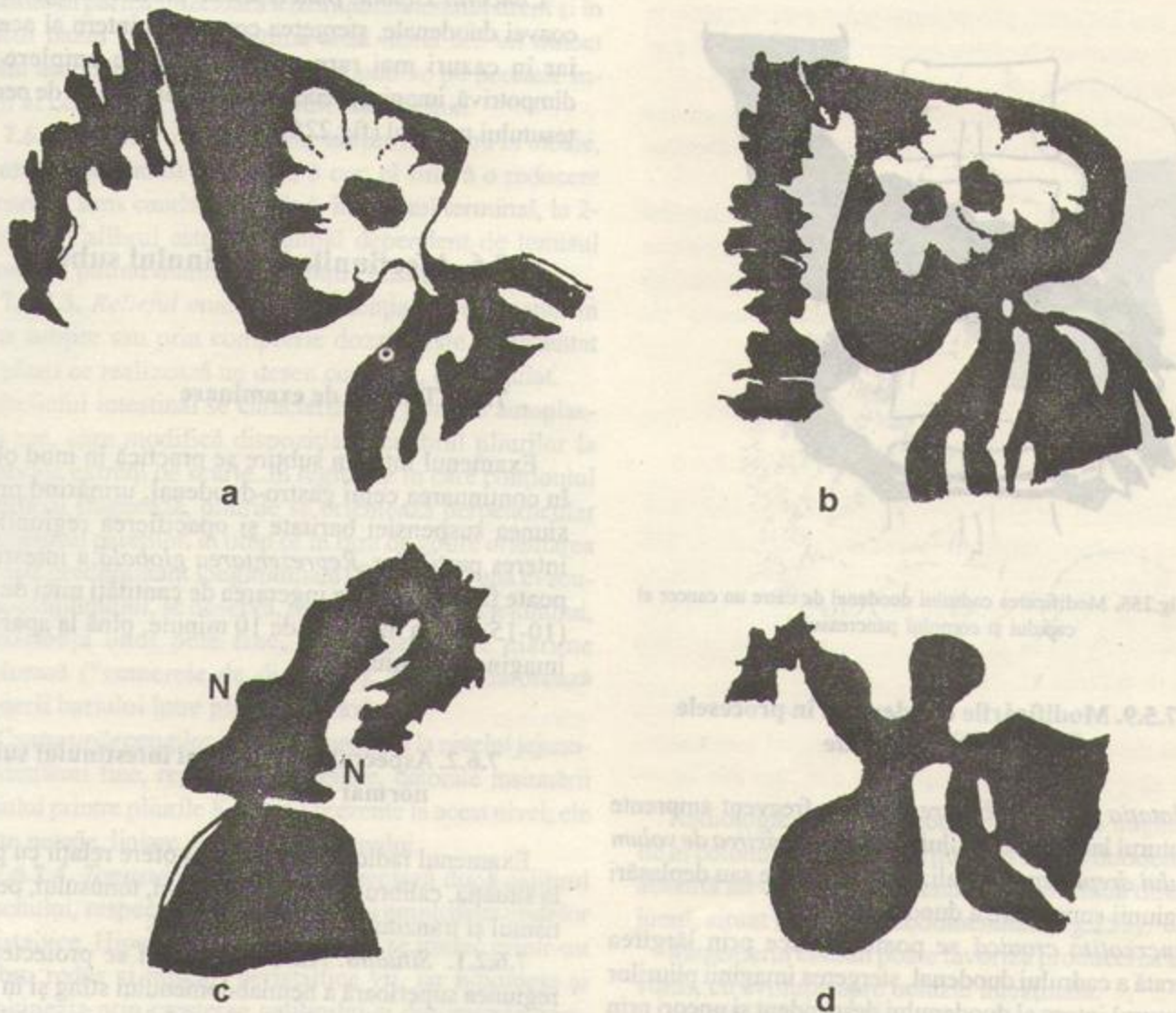


Fig.254. Aspecte radiologice produse de ulcerul duodenal. a: nișă pe fața posterioară, cu edem periulceros și convergență de pliuri; b: ulcer dublu (imagine de față); c: ulcer dublu, cu nișe (N) pe ambele fețe; d: bulb intens deformat cicatricial, cu dilatație marcată a recesului inferior ("diverticul Colle").

Semnele indirecte morfologice constau, la nivelul stomacului, din alterarea reliefului, cu aspecte obișnuite de gastrită; la nivelul pilorului din descentrarea lui în raport cu recesurile iar la nivelul bulbului din modificări de formă și dimensiuni, datorate proceselor fibroase retractile.

În ulcerul cu evoluție îndelungată, bulbul se reduce dimensional, apărînd scurtat și îngustat. Foarte frecvente sînt modificările de formă, care constau din retracții parțiale ale conturilor (incizuri), cu caracter definitiv, scurtări ale conturilor, îngustări mediane, urmate de dilatarea recesurilor (aspectul "în treflă") (fig.214,b), îngustarea sau dispariția unui reces. Între regiunile îngustate, pereții bulbului pot suferi, datorită creșterii presiunii interioare, expansiuni pseudodiverticulare.

Dilatația marcată a recesului inferior al bulbului este denumită "diverticulul Colle" (fig.254,d).

7.5.7.3. *Ulcerul postbulbar* este situat de obicei la nivelul genunchiului superior și în porțiunea suprava-teriană a duodenului II. Nișa, proiectată mai frecvent marginal, se însoțește de devierea pliurilor, dar mai ales de îngustarea calibrului porțiunii din duoden pe care se localizează.

### 7.5.8. Tumorile duodenului

Tumorile *benigne*, reprezentate mai ales de polipi, produc imagini lacunare unice sau multiple, omogene, net conturate.

Tumorile *maligne*, extrem de rare, pot evolua sub formă infiltrativă, vegetantă sau ulcerative.



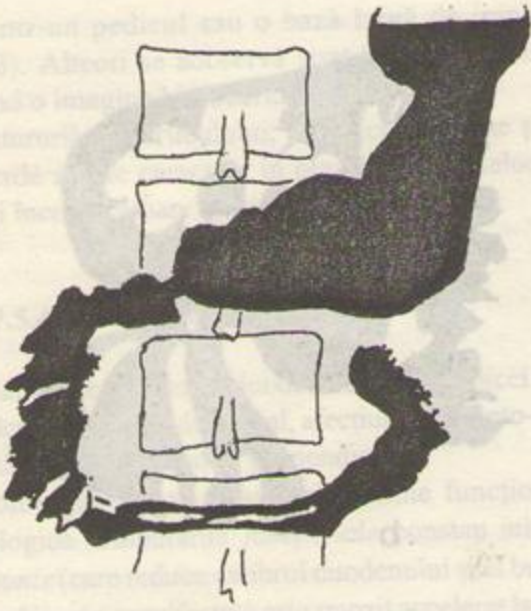


Fig.255. Modificarea cadrului duodenal de către un cancer al capului și corpului pancreasului.

#### 7.5.9. Modificările duodenului în procesele patologice de vecinătate

*Dilatația veziculei biliare* produce frecvent amprente pe conturul lateral al bulbului, în timp ce *mărirea de volum a lobului drept hepatic* realizează amprente sau deplasări ale regiunii superioare a duodenului II.

*Pancreatita cronică* se poate traduce prin lărgirea moderată a cadrului duodenal, ștergerea imaginii pliurilor pe conturul intern al duodenului descendent și uneori prin stază duodenală persistentă.

*Cancerul capului pancreasului* produce lărgirea pot-coavei duodenale, ștergerea conturului intern al acesteia iar în cazuri mai rare mici defecte de umplere sau, dimpotrivă, imagini pseudodiverticulare, create de necroza țesutului tumoral (fig.225).

### 7.6. Afecțiunile intestinului subțire

#### 7.6.1. Tehnica de examinare

Examenul intestin subțire se practică în mod obișuit în continuarea celui gastro-duodenal, urmărind progresiunea suspensiei baritate și opacifierea regiunilor de interes particular. *Reprezentarea globală* a intestinului poate fi obținută prin ingerarea de cantități mici de bariu (10-15 ml), la intervale de 10 minute, pînă la apariția în imagine a cecului.

#### 7.6.2. Aspectul radiologic al intestinului subțire normal

Examenul radiologic trebuie să ofere relații cu privire la situația, calibrul, relieful mucoasei, tonusului, peristaltismul și tranzitul intestinului subțire.

**7.6.2.1. Situația.** Ansele jejunului se proiectează în regiunea superioară a hemiabdomenului stîng și în regiunea periombilicală; cele ale ileonului se situează în mod

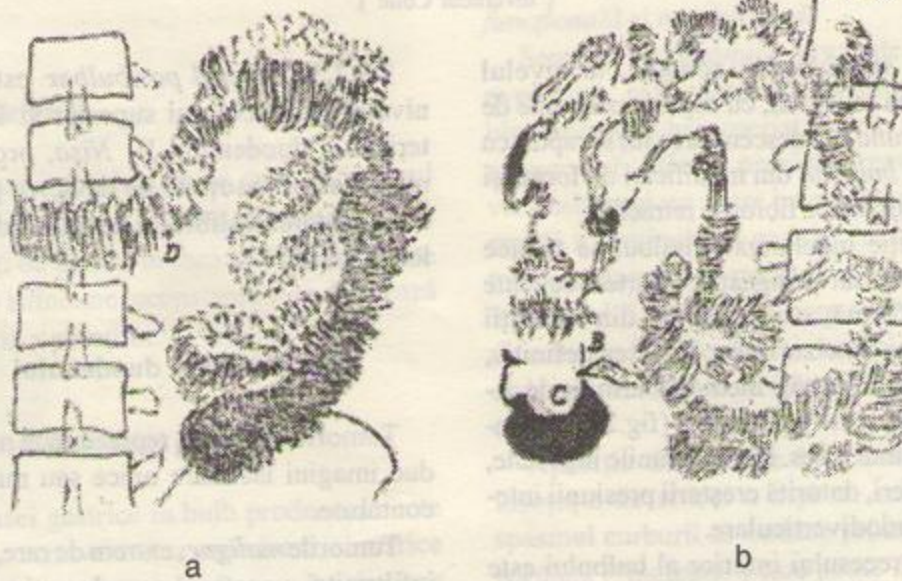


Fig.256. Situația și aspectul reliefului de mucoasă ale jejunului (a) și ileonului (b). D: duoden, C: cec; B: valvula ileo-cecală (Bauhin).



normal în partea inferioară a hemiabdomenului drept și în micul bazin (fig.256). Ultima ansă ileală are un traiect oblic ascendent în afară, implantându-se pe peretele intern al cecului, la nivelul valvei lui Bauhin.

**7.6.2.2. Calibrul intestinului subțire** măsoară în medie, la nivelul jejunului proximal, 3 cm; el suferă o reducere ușoară în sens caudal, ajungând, în ileonul terminal, la 2-2,5 cm. Calibrul este substanțial dependent de tonusul pereților, putând manifesta variații considerabile.

**7.6.2.3. Relieful mucoasei**, evidențiat de examenul în strat subțire sau prin compresie dozată, este reprezentat de pliuri ce realizează un desen complex, dar regulat.

Relieful intestinal se caracterizează printr-o autoplastică vie, care modifică poziția și calibrul pliurilor la intervale extrem de scurte. În regiunile în care conținutul intestinal stagnează, pliurile se orientează perpendicular pe conturul pereților, în timp ce în faza de golire orientarea lor este predominant longitudinală (fig.256). După evacuarea conținutului, se observă, mai ales la nivelul jejunului, persistența unor pete fine, punctiforme, de mărime uniformă ("camerele de digestie"), care se datorează reținerii bariului între pliurile Kerkring.

**Contururile** pereților intestinali prezintă la nivelul jejunului dințături fine, regulate și simetrice, datorate insinuării bariului printre pliurile Kerkring prezente la acest nivel; ele devin netede, liniare, în regiunea ileonului.

**7.6.2.4. Tonusul și cinetica** se apreciază după calibrul lumenului, respectiv după frecvența și amploarea undelor peristaltice. Hipertonia și hiperkinezia se traduc printr-un calibrul redus și mișcări peristaltice vii, iar hipotonia și hipokinezia prin creșterea calibrului și diminuarea peristaltismului.

**7.6.2.5. Tranzitul** prin intestinul subțire se efectuează într-un ritm extrem de variat; în mod obișnuit, capul coloanei baritate atinge valvula ileo-cecală la 3-4 ore de la ingestie iar evacuarea completă a intestinului necesită 6-8 ore.

### 7.6.3. Anomaliile congenitale

Crează stări cu răsunset clinic diferit: unele sînt foarte bine tolerate, fiind descoperite întâmplător, altele produc tulburări de tranzit sau complicații de factură variată.

**7.6.3.1. Mezenterul comun** este o anomalie ce rezultă din rotația incompletă sau în sens invers a intestinului primar. Mezenterul primitiv nu se mai segmentează în diferite mezouri, el rămînînd o formațiune comună intestinului subțire și colonului. Primul ocupă partea dreaptă și centrul abdomenului, al doilea este situat în stînga acestuia.

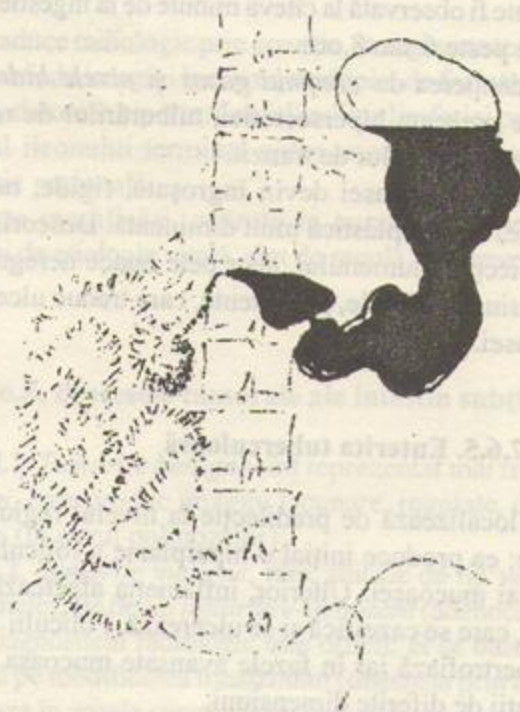


Fig.257. Mezenter comun.

Radiologic, unghiul duodeno-jejunal și unghiul hepatic al colonului lipsesc; porțiunea a III-a a duodenului este absentă iar duodenul descendent se continuă direct cu jejunul, situat în dreapta abdomenului (fig.257).

Mezenterul comun poate favoriza producerea unui volvulus, cu evoluție spre ocluzie intestinală.

**7.6.3.2. Diverticuli** intestinului subțire produc imagini opace rotunde, de obicei multiple, de dimensiuni variabile, situate pe contururile organului.

**Diverticulul Meckel** rezultă din persistența parțială a canalului omfalo-vitelin; este situat în porțiunea terminală a ileonului, la o distanță de 20-50 cm de valvula ileo-cecală.

Radiologic, se traduce, după opacifierea cu bariu, printr-o opacitate alungită, terminată în fund de sac, implantată pe o ansă ileală.

### 7.6.4. Enteritele nespecifice

Se traduc radiologic prin modificări polimorfe, de ordin funcțional și morfologic, deseori greu de descoperit și de interpretat, a căror manifestare depinde de stadiul evolutiv și gravitatea leziunilor prezente.

**Hipertonia și hipotonia** se traduc prin îngustarea, respectiv lărgirea calibrului unor anse intestinale. **Tranzitul**, dependent de intensitatea peristaltismului, poate fi



accelerat sau întârziat; pătrunderea substanței baritate în cec poate fi observată la câteva minute de la ingestie; alteori întârzie peste 6 sau 8 ore.

Evidențierea de *conținut gazos* și *nivele hidroaerice* traduce prezența hipersecretiei, tulburărilor de resorbție intestinală și a celor de tranzit.

*Pliurile* mucoasei devin îngroșate, rigide, neregulat dispuse, cu autoplastica mult diminuată. Deseori, pe aria de proiecție a lumenului, apar pete opace neregulate, de dimensiuni variabile, persistente, care traduc ulcerări ale mucoasei.

### 7.6.5. Enterita tuberculoasă

Se localizează de predilecție la nivelul regiunii ileocecale; ea produce inițial o hiperplazie a foliculilor limfatici ai mucoasei. Ulterior, inflamația afectează plăcile Payer, care se cazeifică și se ulcerează. Foliculii limfatici se hipertrofiază iar în fazele avansate mucoasa prezintă ulcerări de diferite dimensiuni.

Radiologic, perioada incipientă de evoluție este dominată de *modificări funcționale*: tonusul intestinului prezintă alterări exprimate, constând mai ales din *hipertonie*, ce afectează porțiuni întinse ale organului, sau din alternanțe de anse hipotone cu altele hipertone; *hiperperistaltismul* însoțește deseori starea de hipertonie, provocând un tranzit accelerat.

Procesele spastice afectează frecvent valvula ileocecală, ultima ansă ileală și deseori cecul.

Lipsa de opacifiere a cecului și regiunii proximale a ascendentului, datorată proceselor spastice sau retractil-fibroase constituie semnul lui Stierlin (fig.258 a)

*Modificările morfologice* constau inițial din *imagini lacunare*, rotunde sau ovalare, proiectate în lumenul ileonului sau pe contururile lui, produse de hiperplazia foliculilor limfatici și a plăcilor Payer.

În mod aproape constant, pe conturul superior al ileonului, la câțiva cm. de valvula ileo-cecală, apare o imagine lacunară întinsă (sugerînd uneori o amprentă), "nodulul de alarmă Marina Flol", care este o placă Payer hiperplazică (fig.258 a).

Într-o etapă următoare se constată apariția ulcerărilor de dimensiuni variabile, care produc dințături ale conturilor sau pete neregulate opace, proiectate peste un relief al mucoasei îngroșat, dezorganizat. Ulcerațiile profunde, produse la nivelul plăcilor Payer, realizează uneori veritabile imagini de nișe.

*Procesele stenozante*, datorate retracției fibroase a pereților, ce apare în etapele evolutive tardive, se traduc prin îngustări neregulate de lumen, uneori extinse pe mari porțiuni (fig.258 a). La nivelul cecului ele pot crea false imagini tumorale, sugerînd prezența unor formațiuni vegetante.

Perioada evolutivă finală se caracterizează prin apariția *aderențelor*, care fixează ansele ileale, producînd cuduri fixe, rigide, ce îngreunează considerabil tranzitul.

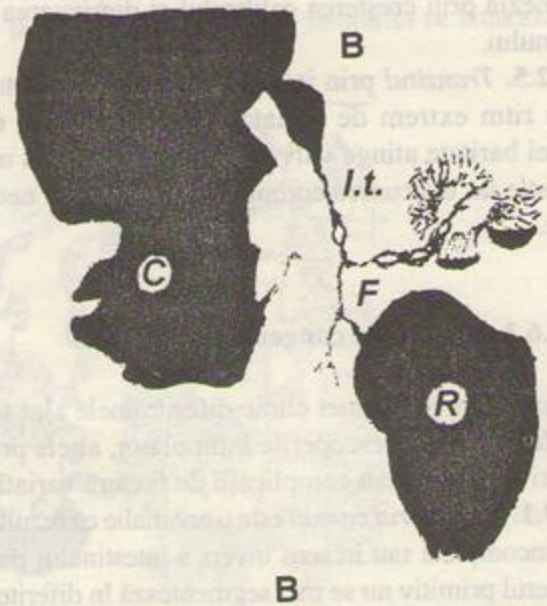
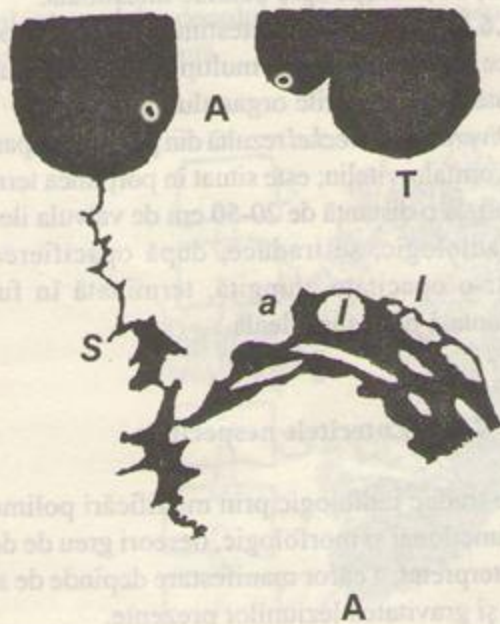


Fig.258. Aspecte radiologice create de enterita tuberculoasă și ileita terminală Crohn. a.tuberculoză ileocecală. I: ileon terminal; l:imagini lacunare; a:amprentă pe conturul superior al ileonului; S:stenoza cecului și ascendentului proximal; A:colon ascendent; T:colon transvers. b.ileita terminală Crohn: I.t.: ileon terminal; C:cec; B:valvula ileocecală; R:rect; F:fistulă ileo-rectală.



### 7.6.6. "Ileita terminală" (boala Crohn)

Afecțiune de etiologie obscură, cu o patogenie în care sînt implicați în mare măsură factori alergici, boala Crohn afectează inițial și cu predominanță ileonul terminal. Destul de frecvent sînt însă observate și localizări la nivelul altor regiuni ileale, la nivelul cecului și colonului.

Examenul radiologic evidențiază în faza evolutivă inițială modificări *funcționale* ale ansei ileale terminale, constînd mai ales din *hipotonie* și *stază*.

Modificările *morfologice* apar relativ tîrziu și constau din *atrofia pliurilor mucoasei*, *infiltrația pereților*, care transformă ileonul terminal într-un tub rigid, apariția de imagini *lacunare multiple*, expresie a hipertrofiei foliculilor limfatici ai mucoasei și plăcilor Payer, și din *ulcerații*, care produc un contur neregulat, dințat, al ileonului și cecului.

Faza evolutivă tardivă este dominată de procese de fibroză retractilă, care produc *îngustarea* neregulată a lumenului (uneori prin rețracția rigidă a unui singur contur) și apariția de *stenoze*. Segmentul afectat este total lipsit de peristaltism, iar ansele situate deasupra regiunilor stenozate apar dilatate, hipotone, cu stază durabilă. Porțiunea subvalvulară a cecului este redusă dimensional și prezintă neregularități de contur (fig.258,b). *Fistulele* și procesele de *periviscerită*, care fixează segmentele afectate, reprezintă complicații frecvente în cursul unei evoluții îndelungate.

### 7.6.7 Ileita foliculară

Se traduce radiologic prin apariția, în regiunea terminală a ileonului, de imagini lacunare multiple, de formă rotund-ovalară, datorate hipertrofiei foliculilor limfatici parietali. Calibrul ileonului terminal apare ușor lărgit, traducînd hipotonia regională.

Aceste modificări, apărute în cursul evoluției unor afecțiuni de etiologie virală, sînt de regulă total reversibile.

### 7.6.8. Procesele tumorale ale intestin subțire

**7.6.8.1. Tumorile benigne** sînt reprezentat mai frecvent de *polipi*, care produc imagini lacunare, regulate, deseori multiple (în cazul polipozelor).

**7.6.8.2. Tumorile maligne**, rare, sînt fie de tip *vegetant* (limfoamele), fie de tip *infiltrativ-stenozant* (adenocarcinomul). Diagnosticul radiologic este dificil; el se bazează în principal pe modificarea traanzitului (distensia prin hipotonie și staza în ansele suprajacente leziunii).

### 7.7. Afecțiunile apendicelui cecal

Opacifierea cu substanță de contrast a apendicelui se poate obține în cursul examenului standard al intestinului și colonului (prin administrare per orală sau prin clismă a

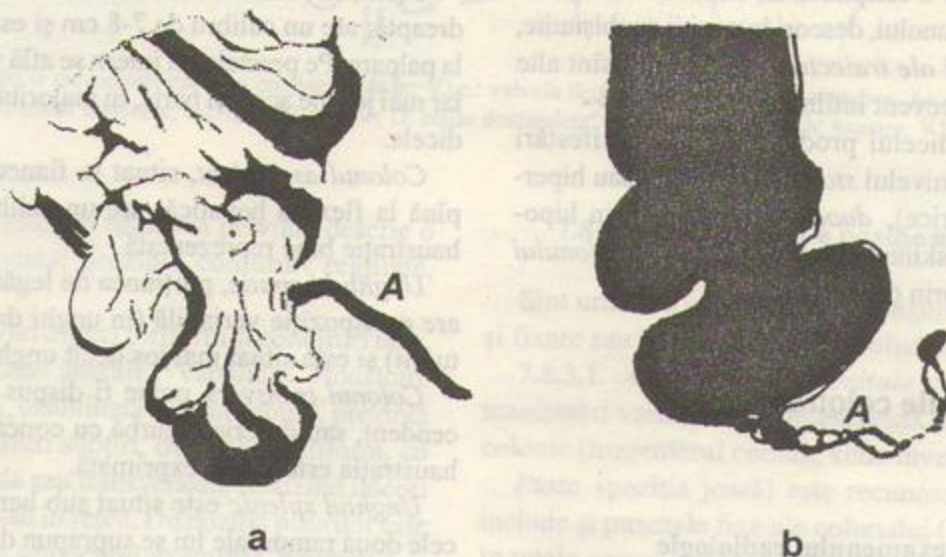


Fig. 259. Imagini radiologice ale apendicelui cecal. a. aspect radiologic normal (examen cu compresie al regiunii ceco-apendiculare); b. aspect radiologic produs de inflamația cronică a apendicelui (bază largă de implantare, calibru neuniform, opacifiere neomogenă).



substanței baritate); ea poate fi evidențiată examinând regiunea ileo-cecală la 4-8 ore de la ingestie, sau la 24 de ore, o dată cu investigarea colonului. În cursul irigoscopiei, umplerea cu bariu a apendicelui se poate realiza efectuând un masaj ușor al regiunii cecului.

Pentru opacifierea mai sigură a organului este practicată *tehnica Czeppa*, care constă din administrarea, o dată cu suspensia baritată, a unei cantități de 5-10 g sulfat de sodiu; examenul regiunii ceco-apendiculare se efectuează la 8 ore de la administrare.

### 7.7.1. Aspectul radiologic al apendicelui normal

Este acela al unui organ tubular, cu calibrul de 4-6 mm, cu lungimea de 5-10 cm, inserat pe conturul medial al cecului sau pe fața posterioară a acestuia, puțin deasupra regiunii fundice (fig.259 a). *Omogenitatea* opacifierii, *uniformitatea* calibrului și *mobilitatea* (la compresie) sînt principalele trăsături ale stării normale; lungimea și traiectul sînt supuse unor variații individuale largi.

### 7.7.2. Aspecte patologice

Aspectele patologice, create în marea majoritate a cazurilor de inflamații cronice, sînt foarte variate și deseori greu de interpretat. Ele constau din *lipsa de opacifiere*, *opacifierea incompletă* sau, dimpotrivă, *persistența opacifierii* peste 24-48 ore (datorată stazei). *Lipsa de omogenitate* a conținutului, *calibrul neuniform* și mai ales *fixarea* organului, deseori în poziții neobișnuite, însoțită de *modificări ale traiectului* (fig.259,b) sînt alte aspecte patologice frecvent întîlnite.

Inflamațiile apendicelui produc deseori manifestări reflexe patologice la nivelul *stomacului* (hipo- sau hiperkinezie, spasme pilorice), *duodenului* (stază prin hipotonie), *intestinului* (diskinezie), *cecului* (stază) și *colonului* (tulburări de tranzit prin diskinezie).

## 7.8. Afecțiunile colonului

### 7.8.1. Tehnica examenului radiologic

Examinarea colonului la un interval de 24 ore după administrarea orală a suspensiei baritate, practicată de rutină, oferă date cu privire la desfășurarea *tranzitului*; opacifierea

fragmentară a lumenului nu permit însă, de regulă, evaluarea stării morfologice a pereților organului. Tehnica de elecție consacrată acestui obiectiv este *irigoscopia* (completată de irigografie), realizată prin introducerea suspensiei baritate pe cale rectală (prin clismă).

Primul timp al irigoscopiei (respectiv al examenului irigografic) este reprezentat de explorarea în repleție (fig.205, a), care evidențiază *lungimea*, *calibrul*, *dispoziția* și *contururile* segmentelor colonului; el este urmat de examenul în *strat subțire*, efectuat după evacuarea în cea mai mare parte a substanței de contrast, examen care permite studiul *reliefului* mucoasei (fig.261). În numeroase cazuri, devine necesar (mai ales în vederea evaluării continuității contururilor) examenul cu *dublu contrast* (proba Fischer), după insuflarea colonului evacuat de bariu cu o cantitate de aer (fig.205,b).

### 7.8.2. Aspectul radiologic al colonului normal

Examenul în repleție evidențiază *dispoziția* diferitelor segmente ale colonului, situate în linii mari la periferia abdomenului, realizînd în ansamblu *cadrul colonic* (fig.260). În condiții normale, opacifierea este omogenă, iar *contururile* prezintă, mai ales în segmentele proximale, adîncituri caracteristice, datorate contracției musculaturii circulare, *haustrele*, care fragmentează incomplet lumenul. *Calibrul* descrește uniform în sens cranio-caudal, prezentînd o lărgire evidentă la nivelul rectului (ampula rectală).

*Cecul*, cu formă în fund de sac, este dispus în fosa iliacă dreaptă; are un calibrul de 7-8 cm și este ușor mobilizabil la palpare. Pe peretele lui intern se află valvula ileo-cecală, iar mai jos, pe aceeași parte, în majoritatea cazurilor, apendicele.

*Colonul ascendent*, situat în flancul drept, se întinde pînă la flexura hepatică; are un calibrul de 6-7 cm și o haustrație bine reprezentată.

*Unghiul hepatic*, porțiunea de legătură cu transversul, are o dispoziție variabilă (în unghi drept, ascuțit sau rotunjit) și este situat mai jos decît unghiul splenic.

*Colonul transvers* poate fi dispus orizontal, ușor ascendent, sau descrie o curbă cu concavitatea superioară; haustrația este foarte exprimată.

*Unghiul splenic* este situat sub hemidiafragmul stîng, cele două ramuri ale lui se suprapun deseori și pot fi individualizate numai în incidența OAS.

*Colonul descendent*, dispus în flancul stîng, are un calibrul redus în raport cu transversul și o haustrație puțin evidentă.



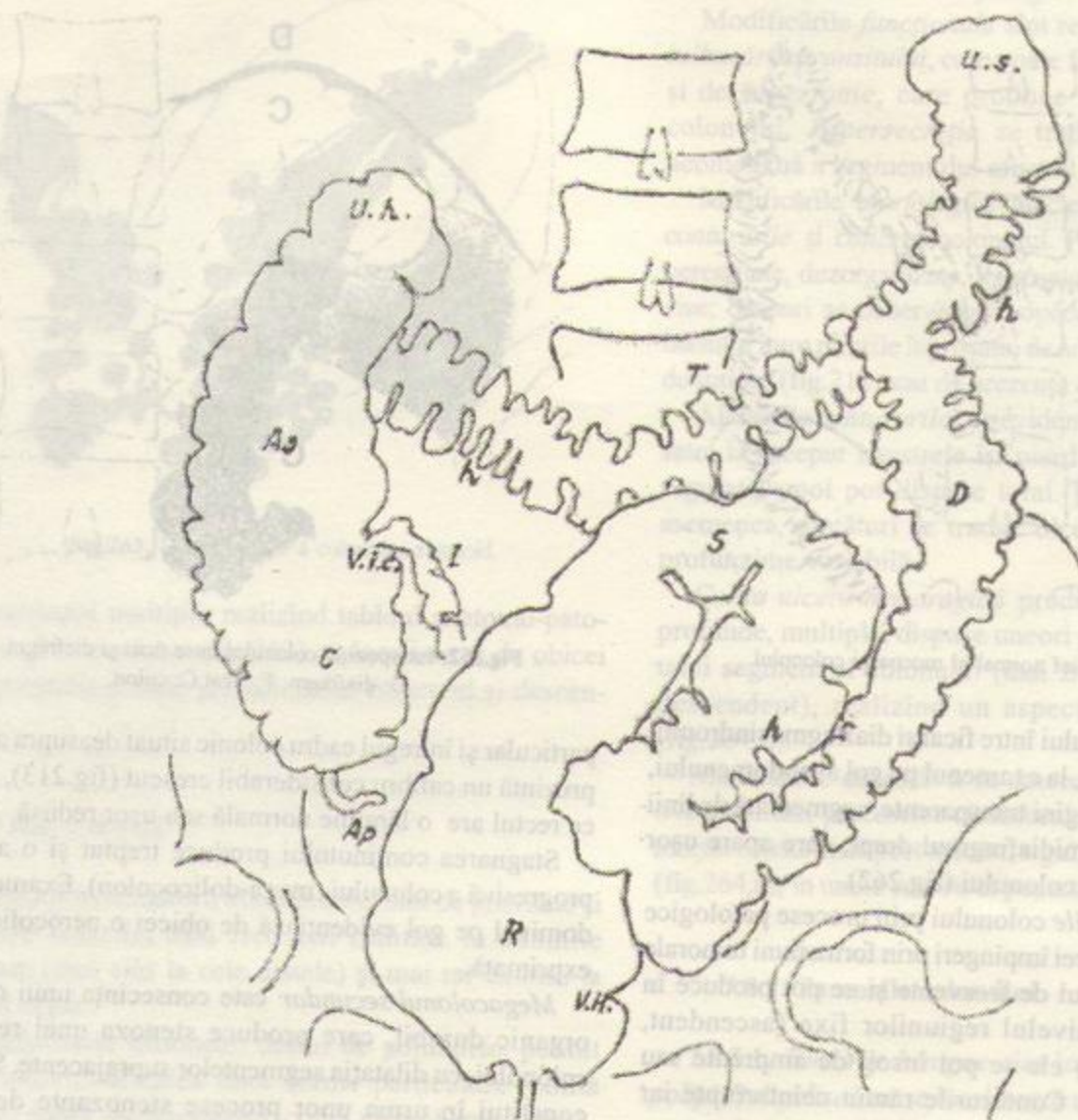


Fig.260. Dispoziția și segmentele cadrului colonic. I: ileon; V.i.c.: valvula ileo-cecală; C: cec; Ap: apendice; As: colon ascendent; Uh: unghiul hepatic; T: colon transvers; Us: unghiul splenic; D: colon descendent; S: sigmoid; R: rect; h: haustre; V.H.: valvula Houston.

Colonul sigmoid, situat în regiunea pelvină, descrie o sinuozitate caracteristică; prezintă contururi regulate, lipsite de haustre.

Ampula rectală are un aspect piriform și contururi nete, pe care se disting incizuri laterale ("valvulele" Houston).

Mucoasa colonului, examinată în strat subțire, prezintă un relief format din pliuri subțiri, de calibru uniform, cu dispoziție longitudinală sau transversală, realizând uneori un desen arborescent sau în rețea. Dispoziția pliurilor este variabilă în funcție de segmentul examinat, haustrea și momentul funcțional surprinse (fig.261).

Pereții colonului sunt reprezentați la examinarea în dubul contrast printr-un lizereu opac fin, care nu prezintă discontinuități (fig.205,b).

### 7.8.3. Modificările de poziție ale colonului

Sînt urmarea unor anomalii congenitale de dezvoltare și fixare sau a unor afecțiuni dobîndite.

7.8.3.1. Anomaliile congenitale de poziție recunosc maniestări variabile; ele interesează uneori întreg cadrul colonic (mezenterul comun, situs inversus).

Ptoza (poziția joasă) este recunoscută ca atare dacă include și punctele fixe ale colonului (cele două flexuri). În unele cazuri, ptoza afectează numai colonul drept (cu unghiul hepatic).

Un număr relativ mare de anomalii de poziție interesează cecul, care poate forma angulații cu ascendentul, situîndu-se în dreapta sau în stînga acestuia.



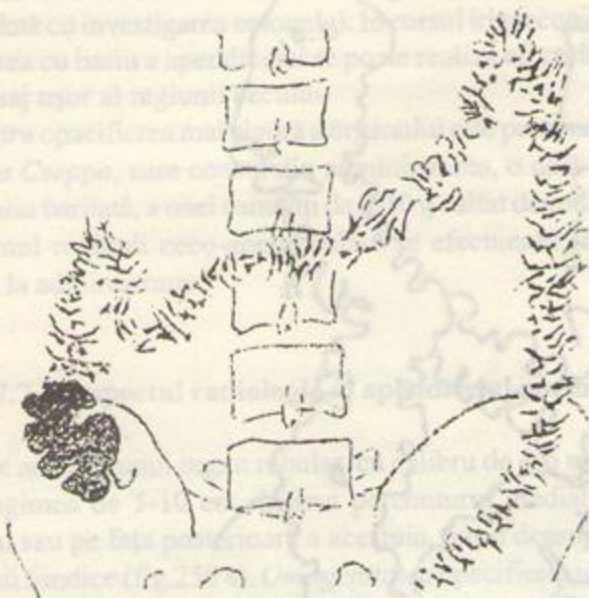


Fig.261. Relief normal al mucoasei colonului.

*Interpoziția colonului între ficat și diafragm (sindromul Chilaiditi)* se traduce, la examenul pe gol al abdomenului, prin apariția unei imagini transparente, segmentată de linii transversale, sub hemidiafragmul drept, care apare ușor dilatat prin distensia colonului (fig.262).

**7.8.3.2. Deplasările colonului prin procese patologice de vecinătate** (de obicei împingeri prin formațiuni tumorale expansive) sînt destul de frecvente și se pot produce în orice direcție; la nivelul regiunilor fixe (ascendent, descendent, flexuri) ele se pot însoți de amprente sau reduceri de calibru. Contururile rămîn neîntrerupte iar pliurile mucoasei apar deviate.

#### 7.8.4. Modificările dimensionale

**7.8.4.1. Dolico colonul** reprezintă o anomalie constînd din lungimea anormală a unui segment al colonului sau a acestuia în întregime. Se asociază frecvent cu o aerocolie marcată, vizibilă la examenul abdominal pe gol.

Irigoscopia evidențiază lungimea anormală a porțiunii interesate și formarea unor bucle suplimentare cu dispoziții variate.

**7.8.4.2. Megacolonul**, caracterizat prin calibrul mult crescut al organului, recunoaște cauze și manifestări diferite.

*Megacolonul congenital* (boala Hirschprúng) este considerat în mod obișnuit ca fiind urmarea achalaziei recto-sigmoidiene, produsă de o distonie aganglionară (lipsa de dezvoltare a plexului mienteric). Sigmoidul în

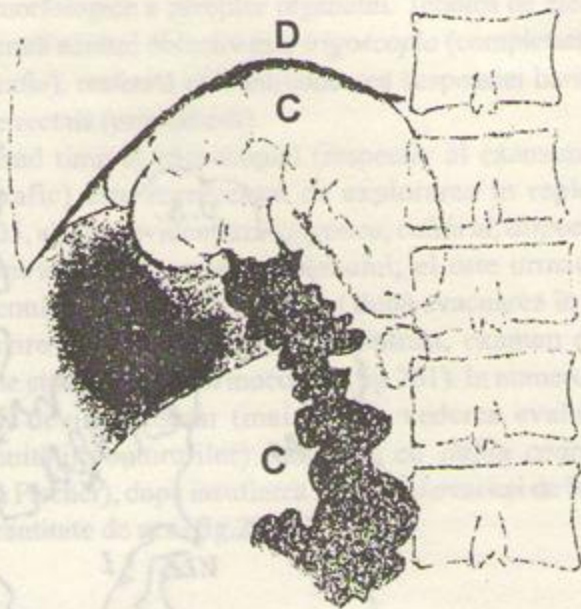


Fig.262. Interpoziția colonului între ficat și diafragm.  
D: diafragm; F: ficat; C: colon.

particular și întregul cadru colonic situat deasupra acestuia prezintă un calibru considerabil crescut (fig.213), în timp ce rectul are o lărgime normală sau ușor redusă.

Stagnarea conținutului produce treptat și o alungire progresivă a colonului (mega-dolico colon). Examenul abdominal pe gol evidențiază de obicei o aerocolie foarte exprimată.

*Megacolonul secundar* este consecința unui obstacol organic durabil, care produce stenoza unei regiuni a colonului, cu dilatația segmentelor suprajacente. Se poate constitui în urma unor procese stenozante de natură inflamatorie sau tumorală.

#### 7.8.5. Diverticuli colonului

Sînt descoperiți relativ frecvent, mai ales la adult, la care se complică cu fenomene inflamatorii, cu simptomatologie clinică uneori zgomotoasă, datorită conținutului lor septic. Sînt rareori unici, de regulă multipli, cu dimensiuni variabile (de la cîțiva mm la mai mulți cm diametru).

Radiologic, diverticuli apar sub forma unor opacități adiționale, rotunde sau ovalare, dispuse în vecinătatea lumenului colonului de care se leagă printr-un pedicul vizibil pe imagine (fig.263); acestea persistă de obicei după evacuarea colonului de suspensia baritată.

Forma regulat rotundă caracteristică se alterează în urma proceselor inflamatorii parietale, care produc, pe lîngă neregularități de contur, și o umplere neomogenă.





Fig.263. Diverticuloză a colonului sigmoid.

Diverticuli multipli, realizând tabloul anatomo-patologic al *diverticulozei* (fig.263) se localizează de obicei pe segmentele distale ale colonului (sigmoid și descendent).

### 7.8.6. Colitele

Procesele inflamatorii ale colonului sînt de gravitate și întindere diferite, mai frecvent limitate la anumite segmente (mai ales la cele distale) și mai rar extinse la întregul organ.

Manifestările lezionale, destul de polimorfe, permit totuși individualizarea unor forme particulare (colita catarală, colita membranoasă, colita ulcerohemoragică).

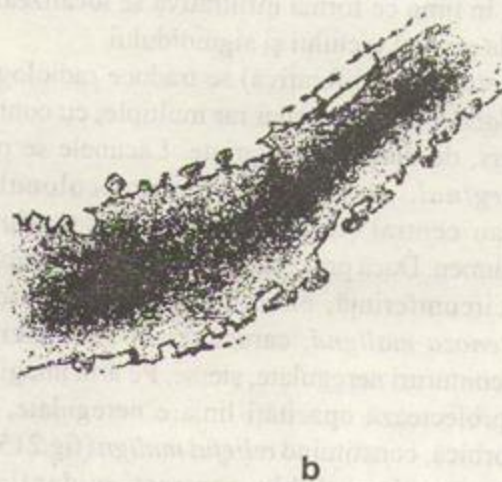


Fig.264. Aspecte radiologice produse de colite avansate. a: colită profundă gravă, cu dispariția reliefului și rigiditatea pereților; b: colită ulcerohemoragică.

Radiologic, colitele se traduc prin modificări de ordin *funcțional* și de ordin *morfologic*.

Modificările *funcționale* sînt reprezentate mai ales de *tulburările tranzitului*, care poate fi accelerat sau întirziat, și de *hipertonie*, care produce îngustarea calibrului colonului. *Hipersecreția* se traduce prin opacifierea neomogenă a segmentului afectat.

Modificările *morfologice* afectează *relieful mucoasei*, *contururile* și *calibrul* colonului. Pliurile mucoasei devin neregulate, dezorganizate, îngroșate, cu contururile imprecise; deseori se observă *pete opace* produse de reținerea bariului între pliurile îngroșate, de aderența lui la depozitele de mucus (fig.212) sau de prezența de mici ulcerații.

Alterările *contururilor* se evidențiază, în formele avansate; la început haustrele își pierd simetria și poziția regulată, apoi pot dispărea total. Pe contururi apar, de asemenea, *dințături* ce traduc ulcerații ale pereților, de profunzime variabilă.

*Colita ulcero-hemoragică* produce ulcerații parietale profunde, multiple, dispuse uneori pe porțiuni întinse ale unui segment al colonului (mai frecvent pe sigmoid și descendent), realizînd un aspect pseudodiverticular (fig.264 b).

Modificările de *calibru* se datorează, în stadiile evolutive avansate, proceselor cicatriceale retractile. Segmentul afectat capătă un aspect tubular, rigid, fără haustrații și relief (fig.264,a); în unele cazuri, el poate apare scurtat.

### 7.8.7. Tumorile colonului

7.8.7.1. *Tumorile benigne* sînt în marea lor majoritate *polipi*. Polipul *solitar* se localizează mai frecvent la nivelul rectului și sigmoidului. Radiologic, produce o imagine



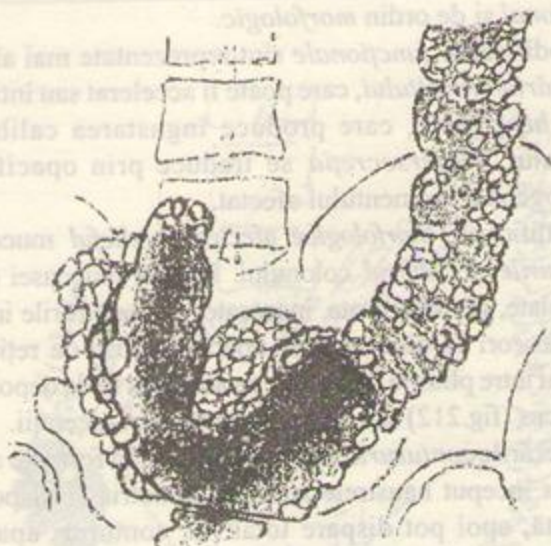


Fig.265. Polipoză generalizată a colonului.

lacunară de formă rotundă, regulată, cu contururi nete, de dimensiuni variabile; suplețea pereților vecini este păstrată.

În *polipoza rectocolonică* generalizată, lumenul întregului colon prezintă imagini lacunare multiple, de regulă de dimensiuni mici, mai numeroase în segmentele distale (fig.265). Pereții colonului rămân supli iar la examenul cu dublu contrast nu prezintă întreruperi ale contururilor.

**7.8.7.2. Tumorile maligne.** Cancerele colonului sînt în marea lor majoritate adenocarcinoame, care realizează macroscopic forme *vegetante* sau *infiltrative*; leziuni *ulcerative* se pot asocia în fiecare din aceste forme.

Prezența celor două forme macroscopice este posibilă la nivelul oricărui segment al colonului; incidența formei vegetante este însă mai mare la nivelul cecului și colonului ascendent, în timp ce forma infiltrativă se localizează mai frecvent la nivelul rectului și sigmoidului.

*Forma vegetantă* (proliferativă) se traduce radiologic prin imagini *lacunare*, unice, mai rar multiple, cu contur neregulat, șters, de dimensiuni variate. Lacunele se pot proiecta *marginal*, cu baza pe conturul colonului (fig.215c), sau *central* (fig.266), ocupînd o porțiune variabilă din lumen. Dacă procesul proliferativ se dezvoltă pe întreaga circumferință, el realizează o îngustare a calibrului, *stenoza malignă*, caracterizată prin poziție excentrică și contururi neregulate, șterse. Pe aria imaginii lacunare se proiectează opacități liniare neregulate, cu dispoziție anarhică, constituind *relieful malign* (fig.215,c; fig.266). Examenul cu dublu contrast evidențiază întreruperea conturului parietal în zona de dezvoltare a tumorii.



Fig.266. Cancer vegetant al flexurii hepatice; lacună centrală, cu relief malign și ulceratie.

*Forma infiltrativă* se manifestă radiologic inițial prin apariția unei zone de *rigiditate* parietală. Conturul rigid devine rectilin și este lipsit de motilitate; ulterior el apare șters, ușor neregulat, prin prezența de mici dințături. Studiul reliefului pune în evidență un aspect dezorganizat al pliurilor sau dispariția acestora.

În stadiile avansate se produce *stenoza axială* a lumenului, la nivelul căreia pereții apar rigizi, inextensibili, cu neregularități de contur. Istmul creat de stenoza are o lungime variabilă și un calibru neuniform (fig.214'a); în cursul evoluției el devine filiform, păstrînd axul organului.

*Leziunile ulcerative* apar frecvent în formele vegetante sau infiltrative mult avansate. Ele realizează radiologic aspecte de *nișe maligne*, dispuse pe aria de proiecție a unei lacune (fig.266) sau pe conturul unei zone infiltrate (fig.214,a).

### 7.8.8. Ocluzia intestinală

Este sindromul morfo-funcțional caracterizat prin suprimarea tranzitului intestinal; el poate fi determinat de cauze *mecanice* (procese expansive dezvoltate din lumenul intestinal, compresi extrinseci, torsiuni, aderențe) sau *dinamice* (funcționale) reprezentate de pareze ale musculaturii parietale a intestinului, de natură reflexă sau inflamatorie.

Examenul radiologic pe gol al abdomenului, efectuat în ortostatism, evidențiază în primele ore de la insalarea ocluziei acumularea de gaze în ansele situate deasupra





Fig.267. Stenoză jejunală. Ansă destinsă prin conținut gazos.

zonei obstruate (fig.267); ulterior, aspectul radiologic este dominat de prezența *imaginilor hidroaerice*.

În cazul obstacolelor localizate la nivelul colonului, acestea sînt dispuse în flancuri, au un număr restrîns (2-3), o formă ovalară, cu diametrul mare dispus vertical (fig.268). În ocluziile cu sediul pe ileon, imaginile hidroaerice se proiectează cu predominanță în regiunea abdominală centrală și au o formă ovalară, cu diametrul mare dispus orizontal; pe zona transparentă a imaginii se proiectează opacități liniare fine, reprezentînd pliuri ale mucoasei destinse. În ocluziile cu sediu jejunal, imagini cu aceleași caractere se evidențiază în regiunea superioară a hemiabdomenului stîng.

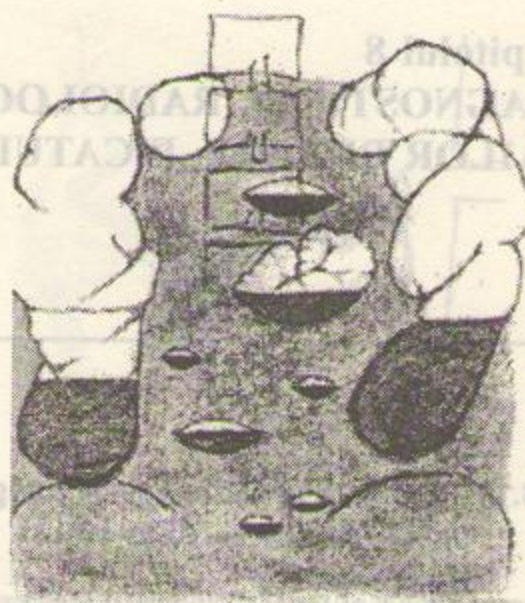


Fig.268. Stenoză tumorală a sigmoidului. Multiple imagini hidroaerice, aparținînd intestinului subțire și colonului.

În ocluziile mecanice cu localizare joasă și mai ales în ileusul paralytic, imaginile se pot intrica, apărînd în mai multe regiuni ale abdomenului (fig.268).

Examenul cu substanță de contrast, care nu trebuie practicat decît *prin clismă*, poate preciza dacă obstacolul se găsește la nivelul colonului și, în funcție de forma stenozei, natura acesteia. Dacă opacifierea este completă pe toată întinderea cadrului colonic, obstacolul se găsește la nivelul intestinului subțire, sau ocluzia este de natură funcțională.



## Capitolul 8

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR CĂILOR BILIARE, FICATULUI ȘI PANCREASULUI

### 8.1. Diagnosticul radiologic și imagistic al colecistului și căilor biliare extrahepatice

#### 8.1.1. Investigarea radiologică. Tehnici de examinare

În explorarea radiologică a colecistului și căilor biliare sînt utilizate *radiografia simplă* (pe gol) a regiunii superioare a hemiabdomenului drept și numeroase tehnici bazate pe *opacifierea* lor cu substanțe de contrast organo-iodate, administrate pe cale orală, intravenoasă, sau în cursul unor manevre chirurgicale.

8.1.1.1. *Radiografia abdominală simplă* este primul examen care se practică în mod obișnuit; ea pune în evidență conturul marginii inferioare a ficatului și prezența, la nivelul regiunii hipocondrului drept, a unor eventuale imagini opace, care pot fi produse de calculi biliari. Vezicula biliară se poate evidenția numai dacă prezintă calcificări parietale întinse sau dacă bila pe care o conține este foarte bogată în săruri de calciu ("bila calcică").

După evidențierea imaginilor opace pe radiografia de față, este utilă o radiografie de profil a regiunii, care precizează poziția anterioară sau posterioară a formațiunilor cu conținut calcar, dînd astfel indicații asupra apartenenței probabile a acestora la organele biliare, respectiv la căile urinare.

Prezența aerului în căile biliare (aerobilia) este rar observată, după unele intervenții chirurgicale.

Calculii biliari radioopaci sînt cei care conțin în cantitate mare săruri de calciu (carbonat sau bilirubinat); acestea se depun fie la periferia calculului, sub forma unui lizereu, fie în straturi alternative cu compuși radiotransparenți (colesterol), în interiorul calculului.

De profil, calculii biliari se proiectează anterior, în apropierea peretelui abdominal (fig.269,b). Alte formațiuni cu conținut calcar, frecvent proiectate pe imaginea de față în hipocondrul drept (în special calculii renali și calcificările ganglionilor retroperitoneali), sînt dispuse posterior.

8.1.1.2. *Colecistografia perorală* se efectuează cu ingerarea unui produs organo-iodat, care, după resorbția intestinală, se fixează pe proteinele serice și ajunge prin circulația portală în ficat, de unde se elimină prin bilă. Bila opacifiată se acumulează în veziculă, unde se concentrează progresiv, determinînd apariția în imagine a colecistului, sub forma unei opacități care reproduce forma organului (fig.270,a). Concentrația maximă, deci imaginea cea mai netă a veziculei opacifiate, se obține la 12-16 ore de la ingestie.

În continuarea examenului, se provoacă contracția și evacuarea colecistului prin administrarea unui prînz colecistokinetic (2-3 gălbenușuri de ou sau alimente bogate în grăsimi); pe radiografiile efectuate la 30 și 60 de minute



Fig.269. Proiecția pe imaginea de față (a) și de profil (b) a calculilor intracolecistici (de remarcat poziția lor anterioară). D: diafragm; F: ficat; C: calculi.





Fig. 270. Colectistografie perorală (aspect normal). a. imagine la 16 ore de la ingerarea substanței de contrast; b. la 30 de minute după prînzul colecistokinetic, colecistul (C) își reduce volumul la 1/3 din cel inițial iar în imagine apar canalul cistic (Ci) și canalul coledoc (Co).

se poate aprecia gradul de contractilitate al veziculei, în funcție de măsura și ritmul în care se produce micșorarea imaginii sale (fig. 270, b).

Efectuarea colecistografiei necesită o pregătire corectă a pacientului. În afara golirii conținutului intestinal, înainte de administrarea substanței de contrast, este recomandabil ca regimul alimentar să includă, în ziua ce precede examenul, alimente grase, cu efect coleretic. După ingerarea produsului iodat (cu 12-14 ore înainte de examen), pacientul se va abține total de la alimentație, pînă în momentul efectuării colecistografiei.

Dozarea compusului organo-iodat trebuie să fie judicioasă, în funcție de starea ponderală a pacientului (0,05 g iod/kg corp).

Colecistografia perorală este contraindicată în principiu în toate stările de hipersensibilitate la iod, în care poate genera incidente sau accidente; de asemenea, în icterul mecanic, insuficiența hepatică și renală, gastro-enterite acute și stenoza pilorică, afecțiuni în care opacifierea veziculei biliare pe această cale nu se poate realiza.

Colecistografia perorală constituie un examen în același timp morfologic și funcțional, oferind date utile în majoritatea afecțiunilor veziculei biliare. Lipsa de opacifiere a acesteia, chiar și în condițiile unei pregătiri ireproșabile, este însă frecvent întilnită în practică și se datorează unor cauze extrem de variate; în asemenea situații se recurge la alte tehnici de investigare radiologică.

**8.1.1.3. Colangio-colecistografia intravenoasă** se bazează pe opacifierea veziculei biliare și a căilor biliare extrahepatice prin compuși organo-iodați injectați intra-

venos. Aceștia se fixează pe proteinele serice, ajung în ficat și se elimină prin bilă.

Produsul de contrast, conținând o moleculă organică triiodată, în concentrație de 30 sau 50%, este livrat în fiole de 20 ml; în funcție de greutatea pacientului, pentru efectuarea unui examen se utilizează una pînă la două fiole.

Toleranța va fi întotdeauna testată prin injectarea prealabilă a unei cantități de 1 ml substanță de contrast, urmărindu-se timp de 5-10 minute comportamentul subiectului și eventualele reacții adverse.

Concentrația în bilă devine suficient de mare ca să permită apariția canalelor hepatice și coledocului în imagine la 30 minute după injectare. În continuare se urmărește opacifierea veziculei biliare pe radiografii efectuate la 45, 60 și 120 minute de la momentul injectării. Contractilitatea colecistului se apreciază după administrarea prînzului gras ("proba Boyden"), la fel ca în cazul colecistografiei perorale.

Colangio-colecistografia este indicată în toate cazurile în care colecistografia orală este negativă sau produce o imagine a veziculei biliare insuficient de netă; ea oferă atât date funcționale, cît și morfologice, permițînd și o bună vizualizare a căilor biliare extrahepatice (fig. 271).

Contraindicațiile sînt în general aceleași ca și în cazul colecistografiei perorale.

**8.1.1.4. Colangio-grafia intraoperatorie** constă în injectarea substanței de contrast direct în coledoc, în timpul actului operator efectuat pe căile biliare. Oferă date importante cu privire la calibrul căilor biliare, existența unor eventuale anomalii sau prezența de calculi de dimensiuni foarte mici (fig. 272).



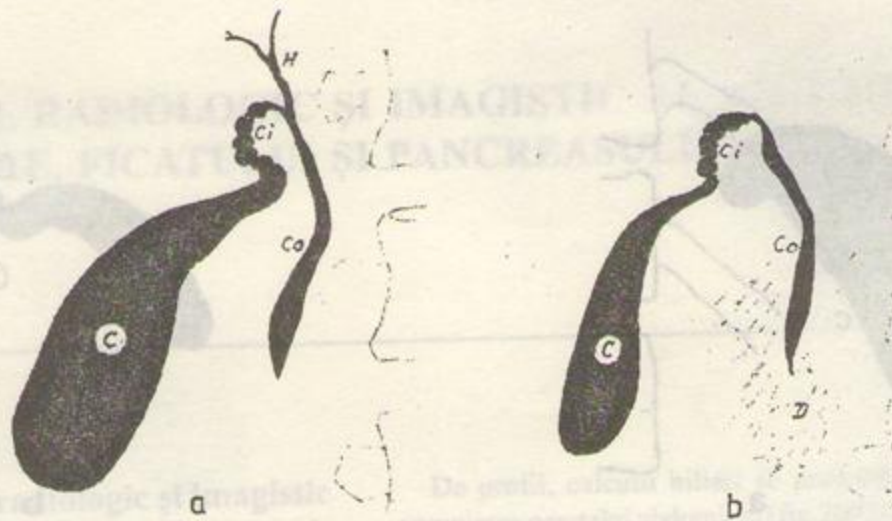


Fig.271. Colangio-colecistografie intravenoasă (aspect normal). a: radiografie la 45 de minute de la injectare; b: radiografie după administrarea prinzului gras. C: colecist; Ci: canal cistic; H: canal hepatic; Co: coledoc; D: substanță de contrast în duoden.

**8.1.1.5. Utilizarea de compuși farmacodinamici** modificatori de comportament este deseori indicată în completarea colangio-colecistografiei. *Morfina* (în cantitate de 5-10 mg) produce un spasm al sfincterului Oddi, care blochează scurgerea bilei și permite o opacifiere intensă a căilor biliare și veziculei. *Atropina* și *nitritul de amil* determină, dimpotrivă, relaxarea sfincterului, permițând diferențierea unui spasm de un obstacol mecanic localizat la nivelul lui. *Sorbitolul* produce o contracție lentă a veziculei biliare și o relaxare concomitentă a sfincterului Oddi.

**8.1.1.6. Alte tehnici de explorare radiologică** (colecistografia mixtă, perorală și intravenoasă, colecistografia prin puncție transparietală, tomocolecistografia) au indicații limitate, create de unele situații particulare.

De factură foarte modernă, *colangio-pancreatografia endoscopică retrogradă* (CPER) și *colangiografia transhepatică percutană* (CTP) permit obținerea de date de mare finețe, mai ales în diagnosticul tumorilor maligne ale căilor biliare; ele au un pronunțat caracter invaziv.

### 8.1.2. Modificările radiologice elementare

Modificările radiologice elementare create de stările patologice ale căilor biliare pot fi de natură *funcțională* sau *morfologică*.

**8.1.2.1. Modificările funcționale.** *Hipotonia* colecistului se traduce prin dilatația și alungirea organului, care capătă un traiect vertical, paralel cu marginea dreaptă a coloanei vertebrale. Substanța de contrast se acumulează în regiunea declivă a veziculei, care în rest poate rămâne slab sau

neomogen opacifiată, datorită prezenței bilei de stază. Organele vecine creează deseori amprente la nivelul contururilor. Con tracția după prinzul gras este lentă, evacuarea substanței de contrast putând necesita uneori mai multe ore.

Căile biliare hipotone au, de asemenea, un calibru crescut. În mod normal, calibrul canalului hepatic este cuprins între 3-5 mm, al coledocului între 6-8 mm; un calibru de peste 10 mm traduce de regulă o stare de hipotonie.

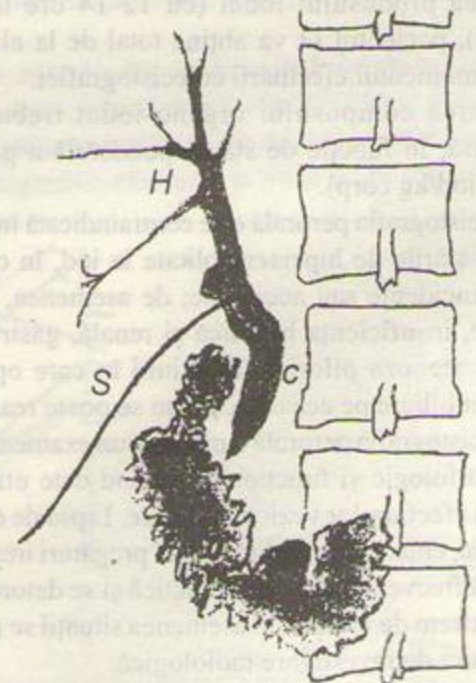


Fig.272. Colangiografie intraoperatorie. H: canale hepatice; C: coledoc; D: duoden; S: sonda de injectare.



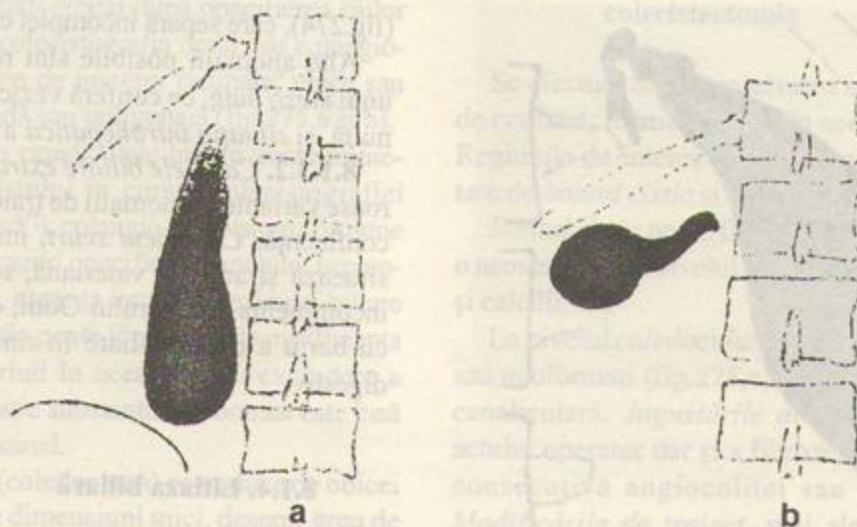


Fig.273. Colecist hipoton (a) și hipertonic (b).

*Hipertonia* colecistului determină o formă a organului apropiată de cea rotundă, dimensiuni mici și o orientare transversală a axului mare, care formează cu coloana un unghi mai mare de 40-45°. Imaginea veziculei biliare (fig.273,b) este intens opacă; evacuarea se poate produce într-un ritm variabil, în funcție de condițiile patologice determinate.

Aspectul hipertonic al colecistului se întâlnește la picnici în stare normală. Hipertonia poate fi produsă de unele afecțiuni ale tubului digestiv; în acest caz evacuarea lui este de obicei rapidă. Ea se poate instala și în prezența unui obstacol, care poate fi învins pe această cale, într-o primă etapă evolutivă.

*Spasmul* total al veziculei produce o scădere dimensională importantă a acesteia, lumenul devenind aproape liniar. Sediul obișnuit al spasmelor căilor biliare este însă sfincterul Oddi; el traduce deseori prezența de leziuni organice la acest nivel. Spasmul oddian întârzie evacuarea bilei în duoden; canalul hepato-coledoc apare moderat lărgit, intens opacifiat, cu extremitatea distală îngustată axial. Canalele biliare intra- și extrahepatice opacifiate persistă un timp îndelungat în imagine.

*Tulburările de evacuare* ale căilor biliare, care împiedică tranzitul normal al bilei spre duoden, pot fi de natură funcțională sau organică. În prima categorie se înscriu hipotoniile (mai ales de natură inflamatorie) și spasmul sfincterului Oddi. În cea de-a doua, litiiza biliară, stenozele produse de inflamații cronice sau intervenții chirurgicale și compresiile extrinseci realizate de cancerul pancreasului sau al ampulei lui Vater.

*Tulburările funcției de concentrare* a bilei pot fi apreciate numai în cursul practicării colecistografiei perorale. Reducerea acestei funcții, produsă de inflamațiile cronice ale colecistului, se traduce prin opacifierea slabă a acestuia; hiperconcentrația, consecință a colesterolozei, creează, dimpotrivă, o imagine opacă deosebit de intensă.

**8.1.2.2. Modificările morfologice. Modificări de poziție și formă.** Forma colecistului, ca și poziția lui, sînt supuse unor largi variații individuale, depinzînd în principiu de tipul constituțional și de presiunea intraabdominală. La longilini, colecistul apare alungit, fără a prezenta însă hipotonie.

În procesele de pericolecistită, vezicula apare deplasată, cudadă, cu contururi neregulate. Fixarea la organele vecine (stomac, duoden, unghiul hepatic al colonului) poate fi evidențiată în cursul practicării concomitente a unui examen al tubului digestiv, uneori prin apariția de amprente la nivelul acestor organe.

*Stenozele* căilor biliare pot avea cauze diferite: inflamații cronice, intervenții chirurgicale, compresi extrinseci prin procese tumorale. În cazul stenozelor, evacuarea este întârziată de segmentele suprajacente leziunii apar dilatate; căile biliare intrahepatice pot apare intens opacifiate.

*Imaginile lacunare* sînt produse cel mai frecvent de calculii biliari radiotransparenți. În cazul acestora, au o formă rotundă sau poligonală, contururi nete, prezentînd o mobilitate caracteristică (fig.275). Alte imagini lacunare pot fi create de tumorile benigne (adenoame, papiloame) sau maligne (extrem de rare).



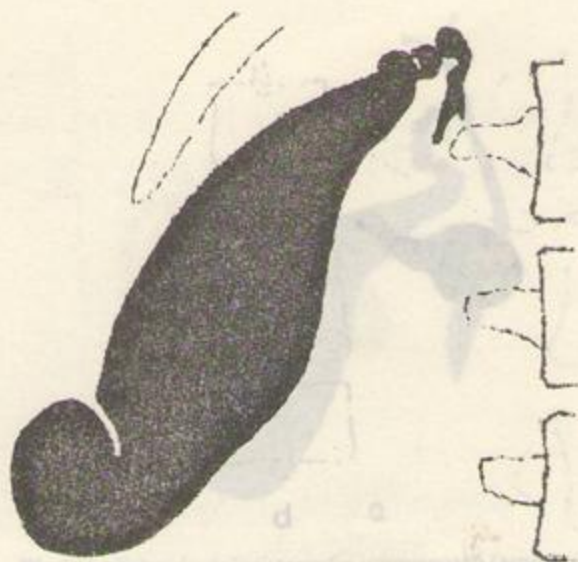


Fig. 274. Colectist cu septare pseudodiverticulară a regiunii fundice.

Depozitele masive de colesterol (în cazul colesterolezei) pot produce imagini pseudopolipoase, similare celor observate în tumorile benigne; impregnarea difuză parietală în asemenea cazuri duce la creșterea intensității opacității veziculei și la apariția imaginii acesteia pe radiografia simplă a abdomenului.

### 8.1.3. Anomaliile congenitale ale căilor biliare

**8.1.3.1. Anomaliile veziculei biliare.** *Aplazia și hipoplazia* sînt foarte rar întîlnite; vezicula dublă poate fi continuată cu două canale cistice independente sau cu un canal comun.



Fig. 275. Imagini radiologice produse de calculi biliari. a: calcul colecistic unic radiotransparent (colecistografie perorală); b: calculi colecistici multipli (colecistografie perorală); c: calcul coledocian (colangiografie după colecistectomie).

Destul de frecvent, colecistul prezintă *cuturi și septuri* (fig. 274), care separă incomplet cavitatea organului.

Alte anomalii posibile sînt reprezentate de existența unui *mezo lung*, ce conferă veziculei o mobilitate neobișnuită, și *situația intrahepatică* a organului.

**8.1.3.2. Canalele biliare extrahepatice** prezintă numeroase variante și anomalii de traiect, dimensiuni, număr și confluență. *Coledocul scurt*, implantat în bulb, unde se situează și ampula Vateriană, se însoțește de regulă de incontinența sfîncterului Oddi, care produce opacifierea cu bariu a căilor biliare în timpul examenelor tubului digestiv.

### 8.1.4. Litiiza biliară

Afecțiune foarte frecventă, litiiza biliară impune examenului radiologic un caracter complex, întrucît evidențierea calculilor este, în anumite cazuri, destul de dificilă.

Examenul abdominal pe gol pune în evidență în regiunea hipocondrului drept calculii ce conțin săruri de calciu. Aceștia pot apare ca opacități de formă rotundă sau ovalară, unice sau multiple, de dimensiuni variate, mobile la schimbarea poziției pacientului. Asemenea imagini, produse de calculii de bilirubinat de calciu, sînt rare. Mai frecvent, calculii au o structură mixtă și apar sub forma unui nucleu clar, înconjurat de straturi concentrice, alternative, radiotransparente (formate din colesterol) și radioopace (formate din bilirubinat de calciu). Calculii micști pot atinge dimensiuni mari și sînt deseori multipli, devenind fațetați, poliedrici. În alte cazuri, prezența sărurilor de calciu se traduce numai printr-un lizereu periferic opac (fig. 269).



Calculii radiotransparenți, formați din colesterină și bilirubină, pot fi evidențiați numai după opacifierea căilor biliare și veziculei prin colecistografia orală sau colangio-colecistografie, sub forma de imagini lacunare, unice sau multiple, de formă rotundă sau poligonală (fig.275,a și b).

Prezența de calculi în canalele biliare poate împiedica opacifierea colecistului în cursul colecistografiei perorale ("vezicula exclusă"); colangio-colecistografia pune în evidență în asemenea cazuri opacifierea canalului hepatocoledoc. Pe de altă parte, absența imaginii veziculei biliare pe colangio-colecistografie poate fi produsă de insuficiența sfincterului Oddi, sugerând în acest mod o excludere a veziculei; în această situație substanța de contrast este însă prezentă în lumenul intestinal.

*Litiiza canaliculară* (coledociană) se traduce de obicei prin imagini lacunare de dimensiuni mici, deseori greu de descoperit; diagnosticul radiologic se bazează în unele cazuri mai ales pe semnele însoțitoare (dilatatie deasupra obstacolului, opacifierea în exces și evacuarea întârziată a segmentelor suprajacent).

Examenul colangiografic rămâne esențial pentru depistarea calculilor coledocieni apăruiți după colecistectomie (fig.275,c).

### 8.1.5. Inflamațiile cronice ale veziculei biliare

Capătă expresie radiologică odată cu apariția semnelor de pericolecistită și se traduc prin aderențe, deplasări, deformări, neregularități de contur ale organului. Capacitatea de concentrare a mucoasei se reduce, astfel încât opacifierea devine slabă sau este absentă în cursul colecistografiei perorale.

*Angiocolitele* se manifestă mai ales prin stenoze ale canalelor biliare, hipotonie și tulburări de evacuare ale acestora.



Fig.276. Secțiune oblică, paralelă cu rebordul costal, a regiunii abdominale superioare drepte. Se evidențiază imaginea colecistului (în proiecție oblică) și canalul hepatocoledoc (în proiecție ortogradă), de aspect normal.

### 8.1.6. Examenul radiologic după colecistectomie

Se efectuează prin injectarea intravenoasă a substanței de contrast; tehnica devine în acest caz o *colangiografie*. Regiunile de interes ce trebuie examinate sînt reprezentate de *bontul cistic* și de *canalul hepatocoledoc*.

*Bontul cistic* poate fi lung, simulînd, în urma dilatației, o neoveziculă; la nivelul lui se produc deseori stază, infecții și calculi.

La nivelul *coledocului* pot fi evidențiați *calculi* restanți sau neoformați (fig.275,c), care produc *dilatație* și *stază* caniculară. *Ingustările de calibru* pot fi consecința actului operator dar și a fibrozei progresive inflamatorii, consecutivă angiocolitei sau pancreatitei cronice. *Modificările de traiect*, mai ales angulațiile porțiunii distale, se datorează fie bridelor postoperatorii, fie pancreatitei cronice sau pericoledocitei.

*Absența opacifierii* hepatocoledocului poate traduce fie o angiocolită gravă, fie o incontinență a sfincterului Oddi, creată de actul operator.

### 8.1.7. Investigarea ultrasonografică

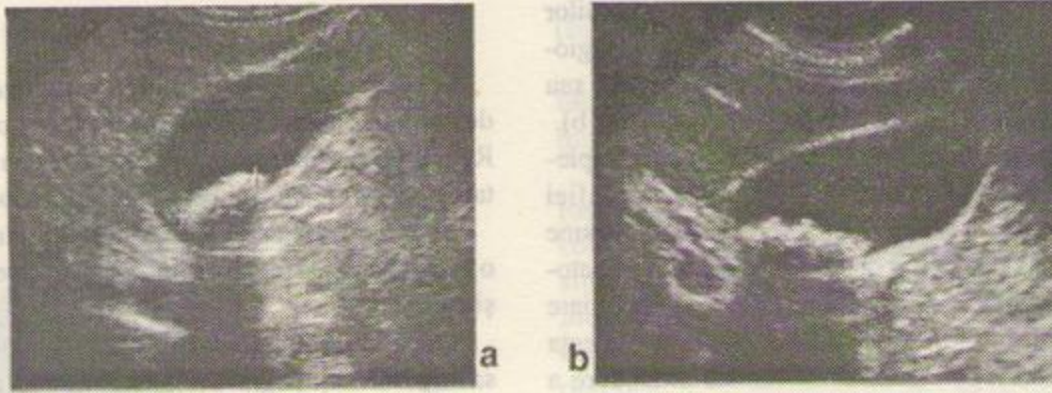
Examenul ultrasonografic este cel mai larg folosit în prezent în studiul imagistic al colecistului, datorită nu numai facilității de efectuare și lipsei de agresivitate, ci și valorii datelor informative pe care le oferă.

8.1.7.1. În condiții *normale*, vezicula biliară creează imaginea unei formațiuni cavitate conținînd "lichid pur", deci uniform anechogenă, ai căror pereți sînt, mai ales în



Fig.277. Imagine echografică produsă de calculi colecistici (secțiune longitudinală). De remarcat reprezentarea netă a pereților veziculei biliare (lizereu deschis), conținutului (uniform anechogen) și a calculilor, care produc conuri de umbră în straturile mai profunde.





**Fig.278.** Urmărire ultrasonografică a manevrei de litotripsie extracorporeală. a: imagine aparentă de calcul unic; b: la schimbarea poziției pacientului, se observă descompunerea în multiple fragmente mai mici.

regiunile în care au o dispoziție perpendiculară pe fasciculul ultrasonor, foarte bine marcați de un lizereu puternic echogen. Forma imaginii depinde, evident, de planul de secțiune reprezentat și de orientarea acestuia (transversală, longitudinală sau oblică) (vezi fig.47, fig.51 și fig.276). Canalele biliare de dimensiuni mai mari sînt reprezentate echografic sub forma imaginilor canaliculare creînd aspecte diferite, în funcție de poziția lor față de planul de examinare (reprezentare longitudinală sau ortogradă) (fig.276, fig.282).

**8.1.7.2.** În *litiiza biliară*, ultrasonografia pune în evidență cu netitate existența calculilor, chiar a celor de dimensiuni mici, exploatănd capacitatea foarte pronunțată a acestora de a reflecta fasciculul ultrasonor și de a produce "conuri de umbră" în regiunile situate mai în profunzime (fig.277 și 278).

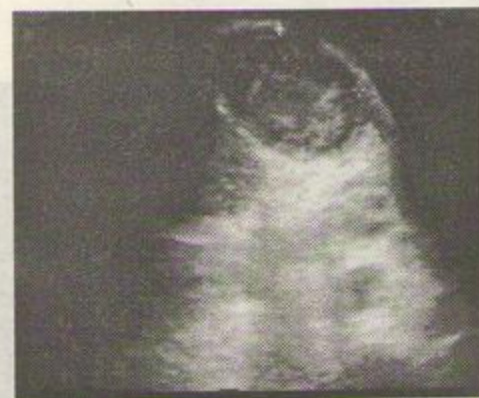
Instalațiile actuale permit măsurarea dimensiunilor calculilor (vezi fig.54); datorită condițiilor fizice de formare a imaginii acestora, mărimea lor reală este însă deseori subevaluată.

**8.1.7.3.** *Procesele inflamatorii* ale colecistului pot fi evidențiate echografic datorită modificării compoziției bilei, care capătă reprezentarea proprie "lichidelor impure" (fig.280). Edemul inflamator pericolectic produce, de asemenea, o imagine caracteristică (fig.279), ca și îngroșarea pereților, consecutivă evoluției cronice.

**8.1.7.4.** Unele *procese tumorale* hepato-pancreatice, care conduc la stenoze ale coledocului, capătă un corespondent echografic indirect, prin apariția pe aria de proiecție a ficatului de canale biliare mult dilatate (fig.281 și 282).



**Fig.279.** Colecistită acută cu pericolectită. Edemul inflamator pericolectic creează zona anechogenă semilunară.



**Fig.280.** Colecistită purulentă cu pericolectită cronică. Conținut neomogen al veziculei biliare; îngroșare foarte pronunțată a pereților veziculari.





Fig. 281. Dilatație marcată a canalelor biliare intrahepatice produsă de o tumoare a capului pancreasului.

### 8.1.8. Examenul computer-tomografic

Poate furniza elemente importante de diagnostic în patologia biliară, dificil sau imposibil de obținut prin alte tehnici. Spre exemplu, el poate evidenția unii calculi cu structură particulară (cu înveliș calcar foarte subțire), inaparenți pe radiografie (fig. 283) sau dilatația canalelor biliare prin procese stenotice tumorale (fig. 284).

### 8.1.9. Investigarea radioizotopică

Utilizează mai frecvent tehneciul <sup>99m</sup>Tc, legat de un traser reprezentat de molecule complexe, cuprinzând

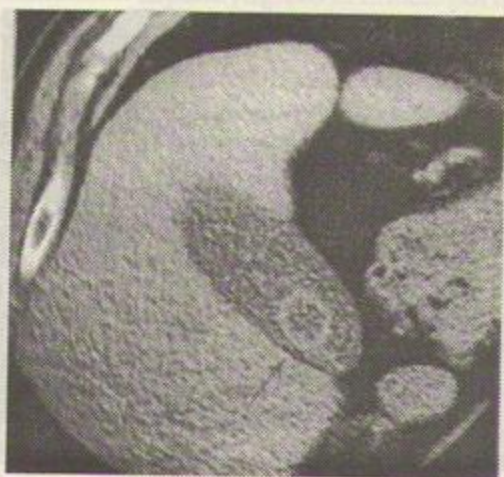


Fig. 283. Secțiune CT în planul veziculei biliare, evidențiind un calcul cu pereți calcar extrem de subțiri.



Fig. 282. Dilatația căilor biliare consecutivă stenozei coledocului terminal (tumoare a pancreasului). Pe secțiunea longitudinală se constată lărgirea coledocului însoțită de îngroșarea pereților (săgeți) și a canalului hepatic (D.HEP).

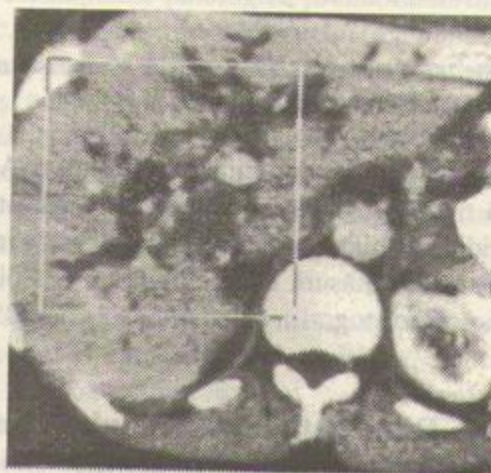


Fig. 284. Secțiune CT prin ficat, evidențiind dilatația pronunțată a canalelor biliare (cancer de cap al pancreasului).



Fig. 285. Scintigrafie hepato-biliară cu HIDA Tc <sup>99m</sup>. Veziculă biliară exclusă; reprezentare netă a canalelor hepatice și căi biliare principale.



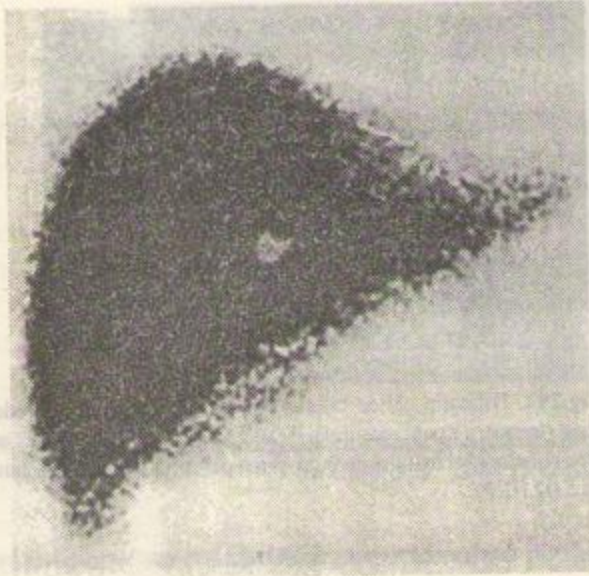


Fig.286 Scintigrafie hepatică cu Te 99m (trasor coloidal sulfurat). Aspect normal al ficatului.

pyridoxal sau acid iminodiacetic (HIDA). Acestea se elimină rapid prin ficat și se concentrează într-un grad foarte ridicat în bilă. Imaginea scintigrafică ce rezultă este într-o oarecare măsură comparabilă cu cea obținută pe colangio-colecistografia convențională (fig.285).

## 8.2. Diagnosticul radiologic și imagistic al afecțiunilor ficatului

### 8.2.1. Diagnosticul radiologic convențional

Tehnicile radiologice curente oferă foarte puține informații cu privire la stările patologice ale ficatului, în



Fig.288. Scintigrafie hepatică cu Te 99m (trasor coloidal) într-un caz cu ciroză hepatică evoluată. Importanță fixare a trasorului la nivelul splinei mărite de volum (S) și măduvei osoase a rachisului, caracteristică afecțiunii.



Fig.287. Secțiune CT la nivelul regiunii superioare a abdomenului. Aspect normal al ficatului.

afara aprecierii lui dimensionale (destul de incertă și evidențierii unor eventuale calcificări (produse mai frecvent de chistul hidatic).

### 8.2.2. Tehnicile imagistice

CT, scintigrafia izotopică, ecografia, IRM sînt, în schimb, deosebit de expresive. În funcție de trăsăturile specifice ale imaginii pe care o creează, ele oferă informații de mare valoare cu privire la prezența formațiunilor patologice ale ficatului, ca și elemente de detaliu, care permit stabilirea diagnosticului cu un mare grad de precizie.

Practicarea mai multor asemenea tehnici, într-o succesiune rațională, aduce un important surplus de siguranță în definirea afecțiunii investigate

8.2.2.1. Unele *imagini normale*, realizate prin practicarea acestor proceduri imagistice au fost prezentate în capitolele anterioare; figurile 286 și 287 ilustrează aspecte

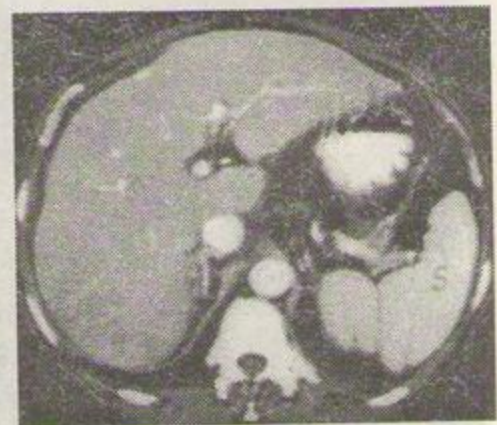


Fig.289. Ciroză hepatică. Secțiune CT abdominală superioară, evidențind ficatul mult mărit de volum și splina hiperplazică.



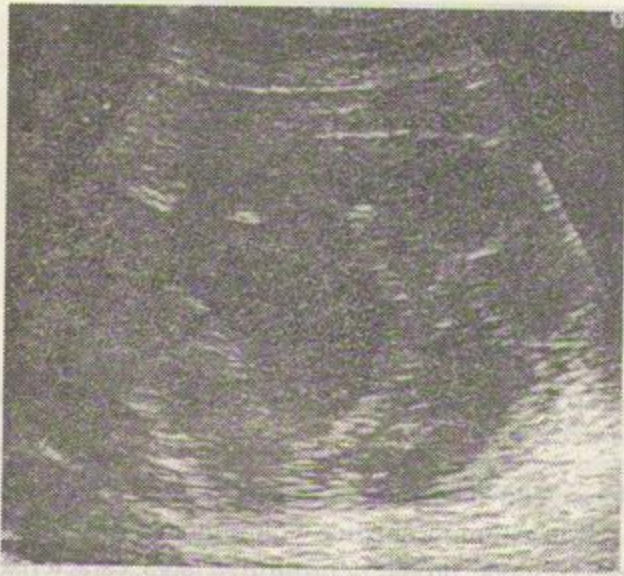


Fig.290. Secțiune ultrasonografică la nivelul ficatului evidențiind numeroase formațiuni chistice, de dimensiuni diferite (chisturi hidatice multiple).

normale ale ficatului obținute în cursul examenului scintigrafic, respectiv investigației CT.

8.2.2.2. Principalele domenii ale *patologiei hepatice* în care investigația imagistică furnizează date de importanță decisivă pentru diagnostic sînt reprezentate de *ciroza hepatică* și în special de *formațiunile tumorale* și *pseudotumorale*.

*Ciroza hepatică* reprezintă un domeniu de investigare în care datele cele mai semnificative sînt oferite de scintigrafia radioizotopică, practică de regulă cu tehniciu 99m (legat de traser coloidal) și de tomografia computerizată.

Prima evidențiază anomalii de fixare caracteristice afecțiunii, traduse prin reprezentarea intensă în imagine a splinei și măduvei osoase (fig.288), cea de-a doua structura parenchimului hepatic (fig.289). Ambele pot da relații asupra dimensiunilor reale ale ficatului și splinei.

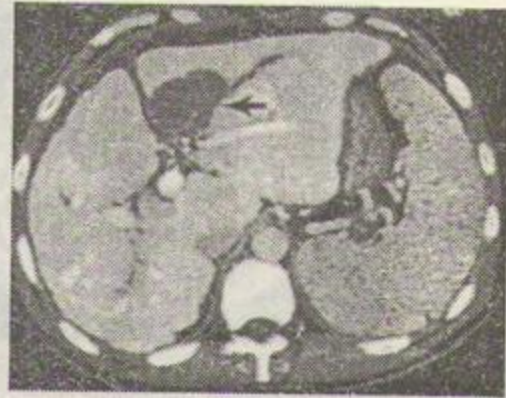


Fig.292. Examen CT al ficatului, efectuat în perfuzie cu substanță de contrast organo-iodată. Săgeata indică "defectul de opacifiere" produs de prezența unui adenocarcinom.

Dintre formațiunile patologice *pseudotumorale*, *chistul hidatic*, frecvent localizat la nivelul ficatului, capătă o reprezentare caracteristică pe imaginile ultrasonografice (fig.290) și mai ales pe cele furnizate de CT (fig.291).

*Tumorile maligne primare* (reprezentate mai frecvent de adenocarcinoame) sînt în general bine reprezentate în imaginile obținute prin ecografie, scintigrafia radioizotopică și, în mod deosebit, prin CT și IRM (fig.292 și 293).

*Tumorile maligne secundare* (metastazele) beneficiază larg de aportul la diagnostic al ecografiei, scintigrafiei (fig.294), computer-tomografiei și examenului IRM (fig.295 și 296), care furnizează, potrivit specificului de expresie al fiecărei proceduri, imagini semnificative.

### 8.3. Diagnosticul radiologic și imagistic al afecțiunilor pancreasului

Organ abdominal profund, radiotransparent, pancreasul nu poate fi investigat direct prin tehnicile radiologice

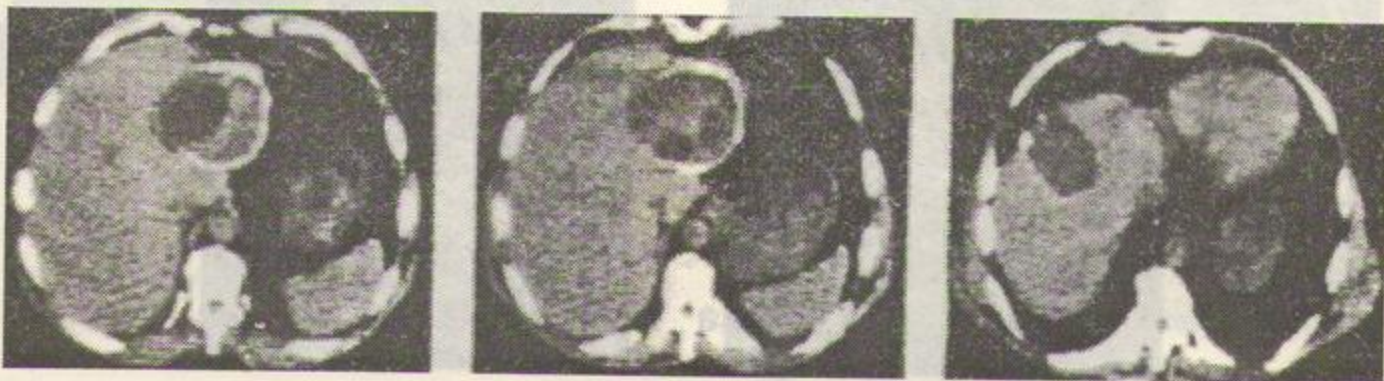


Fig.291. Suită de secțiuni CT transhepatice punînd în evidență un chist hidatic de dimensiuni mari, cu pereți calcificați și numeroase chisturi-''fiice'' la nivelul ambilor lobi ai ficatului.



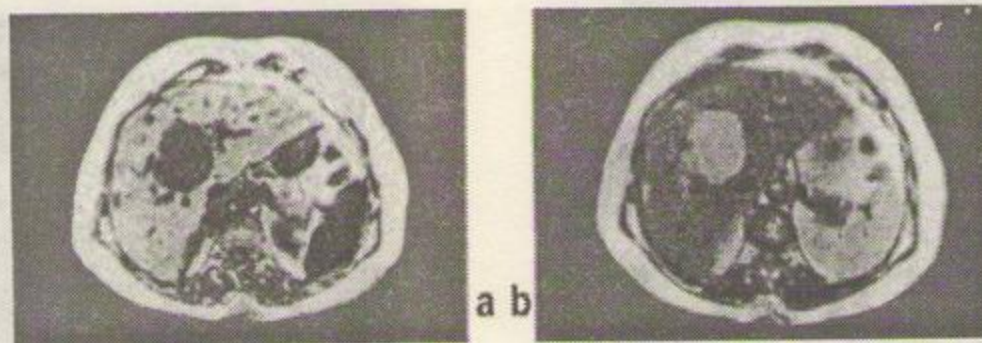


Fig.293. Examen IRM al regiunii abdominale superioare, evidențiind prezența unei tumori primare hepatice. a: regenerare prin inversie (TR=1400, TI=400); b: ecou de spin (TR=1080, TE=40).

curente; unele dintre acestea pot furniza însă pe cale indirectă informații cu privire la starea organului, la prezența și natura unor procese patologice care îl afectează.

### 8.3.1. Examenul radiologic gastro-duodenal

Procesele hiperplazice ale pancreasului produc la nivelul stomacului deplasări și amprente. Astfel, cancerul cozii pancreasului poate realiza uneori o aparentă coborîre a micii curbură gastrice, însoțită de îngustarea canalului piloric; neoplasmul corpului pancreatic creează o amprentă pe fața posterioară și produce deplasarea anterioară a stomacului, vizibilă de profil. Procesele infiltrative, inflamatorii sau tumorale, ale capului pancreasului dar mai ales cele vegetante împing în sus și îngustează canalul piloric și bulbul (fig.297); uneori pot crea amprente pe marea curbură.

La nivelul duodenului, cancerul capului pancreasului, ca și formațiunile chistice voluminoase dezvoltate în această regiune, produc desfășurarea largă, caracteristică, a cadrului duodenal (vezi fig.255). Pe conturul medial al acestuia pot apare amprente unice sau multiple. În cazul tumorilor schiroase, conturul capătă uneori un aspect neregulat, zdrențuit, cu mici imagini lacunare; pliurile mucoasei duodenale dispar la acest nivel.

Un aspect similar poate fi produs și de pancreatita cronică hipertrofică; diagnosticul diferențial radiologic este în unele cazuri foarte dificil.

### 8.3.2. Colangio-colecistografia și colangiografia intraoperatorie

Evidențiază stenozele coledociene produse de procesele inflamatorii cronice sau tumorale ale capului pancreasului.

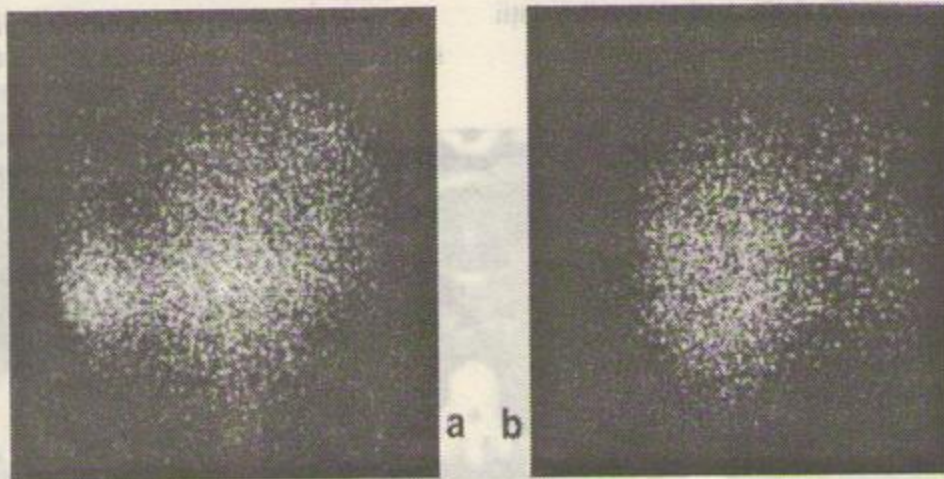


Fig.294. Scintigrafie hepatică (technetiu 99m, traser coloidal), în plan frontal (a) și de profil (b). Metastaze hepatice multiple, cu punct de plecare necunoscut, traduse prin imagini lacunare situate mai ales la periferia lobului drept.



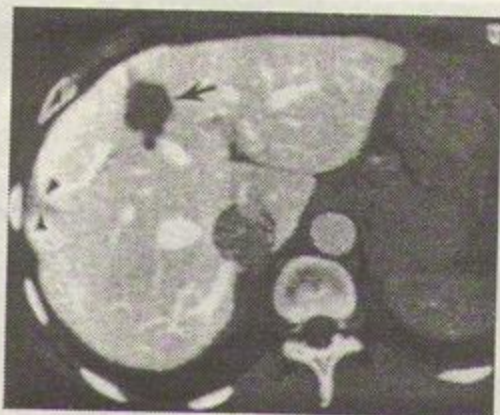


Fig.295. Examen CT al ficatului în perfuzie cu substanță de contrast. Săgețile indică prezența de metastaze ale unui adenocarcinom al colonului.



Fig.296. Secțiune RM în plan transversal a abdomenului, evidențiind un ficat mult mărit de volum, cu numeroase imagini de metastaze (adenocarcinom al colonului).

Mai recent introduse în practică, *colangio-pancreatografia endoscopică retrogradă* adaugă un plus de finețe și precizie datelor radiologice care urmăresc acest obiectiv.

### 8.3.3. Investigarea imagistică a pancreasului

8.3.3.1. *Scintigrafia radioizotopică*, prima metodă neinvazivă introdusă în investigarea pancreasului, utilizează ca radionuclid seleniul 75 iar ca traser metionina, care se concentrează în pancreas într-un grad suficient pentru a produce o imagine interpretabilă.

O cantitate importantă din produsul radiofarmaceutic se acumulează în ficat, astfel încât acesta apare întotdeauna pe scintigrafie (fig.298), acoperind uneori pancreasul.

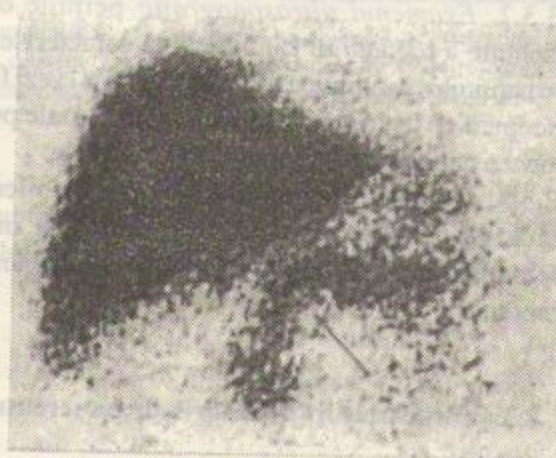


Fig.298. Scintigrafie pancreatică cu seleniu 75.



Fig.297. Cancer al capului de pancreas cu invazia stomacului.

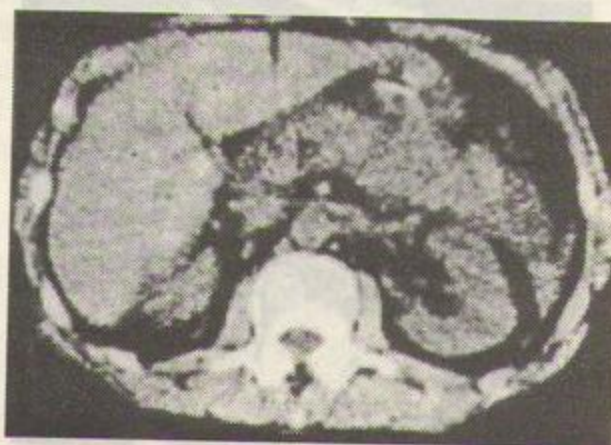


Fig.299. Pancreatită acută necrotic-hemoragică (examen CT). Pancreas mărit de volum, cu păstrarea omogenității structurale.





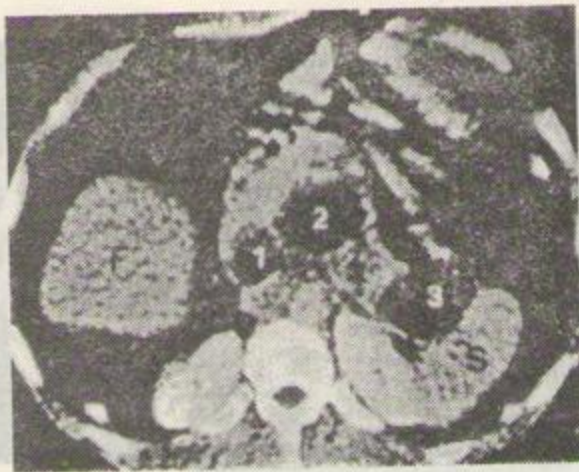
**Fig.300.** Pancreatită acută după colecistectomie (examen CT). Pancreas mărit de volum; după instituirea perfuziei cu substanță de contrast, se evidențiază zone periferice de densitate redusă, datorate edemului (săgeți).

**8.3.3.2. Examenul ultrasonografic** permite o bună reprezentare a organului, care prezintă caracterele tipice ale formațiunilor anatomice parenchimatose (vezi fig.51); el descoperă cu ușurință modificările structurale produse de procese patologice inflamatorii și tumorale.

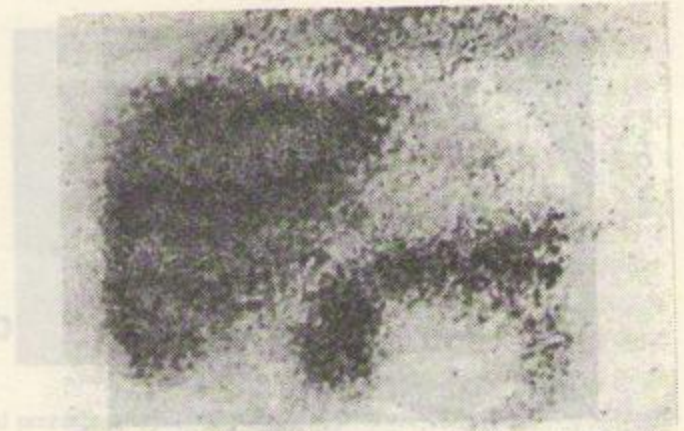
**8.3.3.3. Tomografia computerizată și IRM** oferă date informative de mare precizie, referitoare la întreaga problematică creată de patologia inflamatorie și tumorală a organului.

#### 8.3.4. Procesele inflamatorii ale pancreasului

*Pancreatitele acute*, în diferitele lor variante anatomoclinice, pot fi evidențiate în prezent cu claritate, prin utilizarea procedurilor imagistice apropiate, datorită



**Fig.302.** Formațiuni pseudochistice (1, 2, 3) constituite în urma unei pancreatite acute posttraumatice (examen CT). Săgețile indică un revărsat peritoneal (ascită) foarte abundent. F: ficat; S: splină.



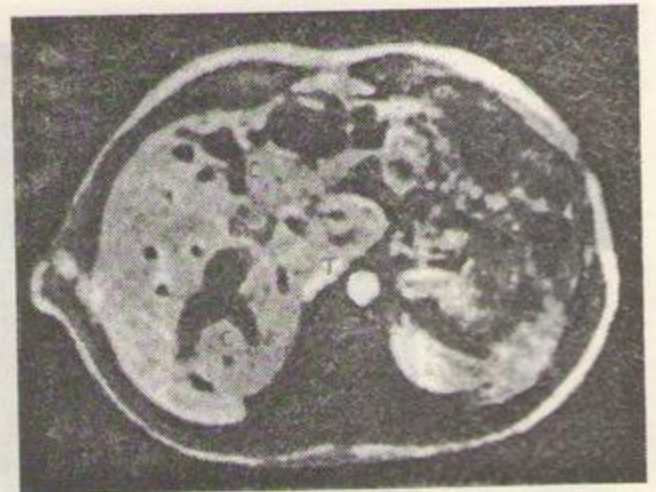
**Fig. 301.** Pancreatită cronică, formă nodulară (examen scintigrafic cu seleniu 75 -metionină). Pancreas de dimensiuni mari, cu contururi neregulate și structură neomogenă.

creșterii de volum a organului și contrastului pe care îl creează structurile lui edemațiate în raport cu mediile tisulare vecine (fig.299 și fig.300).

*Pancreatitele cronice* produc neomogenități în structura organului, bine reliefate de examenele imagistice (fig.301). Degenerarea parenchimului și apariția de formațiuni pseudochistice poate fi bine evidențiată în special de examenele CT și IRM (fig.302).

#### 8.3.5. Tumorile maligne ale pancreasului

Pot fi descoperite în prezent cu ușurință prin investigația imagistică (ultrasonografie, tomografie compu-



**Fig.303.** Secțiune transversală RM la nivelul etajului abdominal superior ("întărire" cu gadolinium). Tumoare a capului pancreasului (T), dilatație a canalelor biliare intrahepatice (C).







## Capitolul 9

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR APARATULUI URINAR

### 9.1. Tehnici de examinare

Tehnicile de investigare radiologică și imagistică a aparatului urinar sînt adaptate structurii complexe a acestui aparat, alcătuit din organe parenchimotoase (rinichii), tubulare (sistemul pielo-calicial, uretra) și cavitare (vezica urinară), cu privire la care trebuie să furnizeze informații atât de ordin morfologic cît și funcțional.

#### 9.1.1. Radiografia renală simplă ("pe gol")

Efectuată fără utilizarea unei substanțe de contrast, este de fapt o radiografie a regiunii abdominale ce include întreaga arie pe care se proiectează organele aparatului urinar (cu excepția uretrei). În consecință, ea este corect executată cînd cuprinde coastele a XI-a și a XII-a (în sus) și marginea superioară a simfizei pubiene (în jos) (vezi fig.307).

Radiografia renală simplă oferă elemente orientative cu privire la morfologia rinichilor (dimensiuni, formă, poziție, contururi) și evidențiază formațiuni anormale radioopace (calcificări în parenchimul renal sau în prostată, calculi în căile de excreție etc.); poate fi practică în exclusivitate, de obicei precede însă celelalte tehnici de investigare radiologică.

Valoarea informativă a radiografiei renale simple depinde esențial de alegerea unor constante de expunere care creează contraste apropiate evidențierii rinichilor. De asemenea, de buna pregătire a pacientului, constînd din golirea cît mai complexă a conținutului gazos și solid al colonului, care poate crea imagini înșelătoare. În acest sens, este necesar ca din alimentație să fie excluse, în cele 2-3 zile ce preced examenul, alimentele care produc fermentație sau reziduuri dense. Folosirea clismelor sau

purgativelor în scopul evacuării colonului este utilă dar se soldează cu rezultate inconstante.

Este evident că pregătirea corectă a pacientului condiționează în aceeași măsură și acuratețea celorlalte tehnici de investigare radiologică.

#### 9.1.2. Urografia intravenoasă

Este tehnica cea mai larg folosită în practica curentă (fig.312), datorită cantității și valorii elementelor informative pe care le oferă, atât pe plan morfologic, cît și pe plan funcțional. Constă din injectarea intravenoasă a unei substanțe de contrast organo-iodate, care se elimină rapid și în totalitate prin rinichi și care, opacifiind urina, pune în evidență prezența și nivelul funcțiilor de concentrație, secreție și excreție, ca și aspectul morfologic, tonusul și motilitatea organelor tubulare și cavitare ale aparatului urinar.

Substanțele de contrast di- sau triiodate, într-o concentrație obișnuită de 50-70 %, sînt injectate după o prealabilă testare a toleranței pacientului la iod. Manifestări adverse de natură alergică, de gravitate variabilă, uneori veritabile accidente, imediate sau tardive (colaps circulator, edem pulmonar) sînt posibile la pacienți cu o sensibilitate deosebită față de compușii iodați.

Practicarea urografiei este contraindicată în insuficiența renală sau hepatică gravă, afecțiuni cardiace decompensate, insuficiență circulatorie coronariană și cerebrală, astm, hipertiroidism, stări febrile și în general la persoanele cu o reactivitate particulară față de alergeni.

Este util ca urografia să fie precedată de o radiografie renală simplă, care înregistrează detalii ale imaginii ce pot fi acoperite de substanța de contrast. Pregătirea pacientului va fi aceeași ca în cazul radiografiei simple; în plus, pentru favorizarea concentrării substanței de contrast în urină,



pacientul va fi supus restricției hidrice complete în intervalul de 12 ore ce precede examenul.

În mod obișnuit, se efectuează expuneri la 5, 15 și 30 de minute după injectarea substanței de contrast, urmărindu-se astfel apariția și progresia acesteia în diferitele segmente ale căilor de excreție. În cazuri particulare, este necesară uneori executarea câtorva expuneri la intervale scurte, de un minut, imediat după injectare ("urografia minutată"); altelei examenul trebuie să fie prelungit (pînă la o oră sau chiar 2-3 ore).

Urografia intravenoasă cu compresie se efectuează în condițiile stazei urinii opacificate deasupra unui obstacol creat artificial, prin comprimarea cu un balon a regiunii abdominale inferioare; ea poate pune în evidență modificări morfologice ale căilor de excreție inaparente în cursul examenului de rutină.

### 9.1.3. Urotomografia

În completarea examenului urografic obișnuit, tomografia poate oferi relații suplimentare cu privire la starea

sistemului pielo-calicial, eliminînd suprapunerea în imagine a componentelor acestuia. Secțiunile tomografice se practică de obicei la 15-20 de minute de la injectarea substanței de contrast, în intervalul în care cavitățile pielo-caliciale sînt bine opacificate.

### 9.1.4. Pielografia ascendentă

Constă din injectarea substanței de contrast iodate (mai frecvent un compus anorganic, ca iodura de sodiu) pe calea unei sonde introduse pe cale transuretro-vezicală în ureter sau în bazineț (fig.305); se obține astfel opacifierea căii superioare de excreție în situațiile în care secreția renală este absentă sau insuficientă pentru a produce imaginea acestei căi pe urografie. Umplerea retrogradă, nefiziologică, a căilor de excreție (însoțită de distensia acestora) produce imagini diferite de cele urografice, care nu reflectă starea morfo-funcțională reală.

O variantă tehnică este reprezentată de *uretero-pielografia retrogradă* (Chevassu), practică cu o sondă specială, care obstruează orificiul vezical al ureterului și împiedică scurgerea substanței de contrast injectată în sistemul uretero-pielocalicial.

### 9.1.5. Cistografia

Pentru investigarea radiologică a vezicii urinare se utilizează, în afara opacifierii acesteia în cursul urografiei, injectarea retrogradă a substanței de contrast, pe calea unei sonde introduse prin uretră. În afara aspectelor morfologice, cistografia poate da relații cu privire la suplețea și contractilitatea pereților vezicali, dacă se practică expuneri în timpul micțiunii (cistografia micțională) sau se efectuează mai multe expuneri pe același film (policistografia).

### 9.1.6. Alte tehnici radiologice

*Retropneumoperitoneul explorator* constă din introducerea de aer sau oxigen în spațiul retroperitoneal, inclusiv în atmosfera perirenală, pe calea unei puncții presacrate. Tehnica permite reprezentarea foarte netă a conturilor rinichilor pe radiografia abdominală; ea poate fi asociată cu urografia și urotomografia.

*Arteriografia renală.* Opacifierea arterelor renale, frecvent utilizată mai ales în investigarea proceselor tumorale, se poate obține injectînd substanța de contrast organo-iodată în aortă, pe calea puncției translombare sau prin cateterizarea arterei femurale (fig.306).

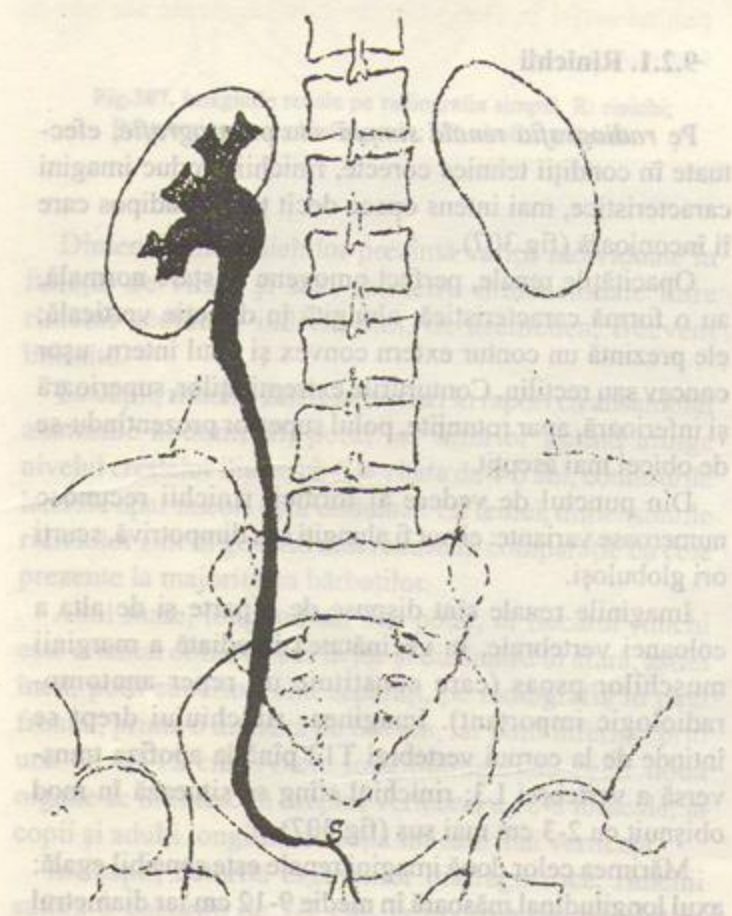


Fig.305. Pielografie ascendentă. S:sonda ureterală.



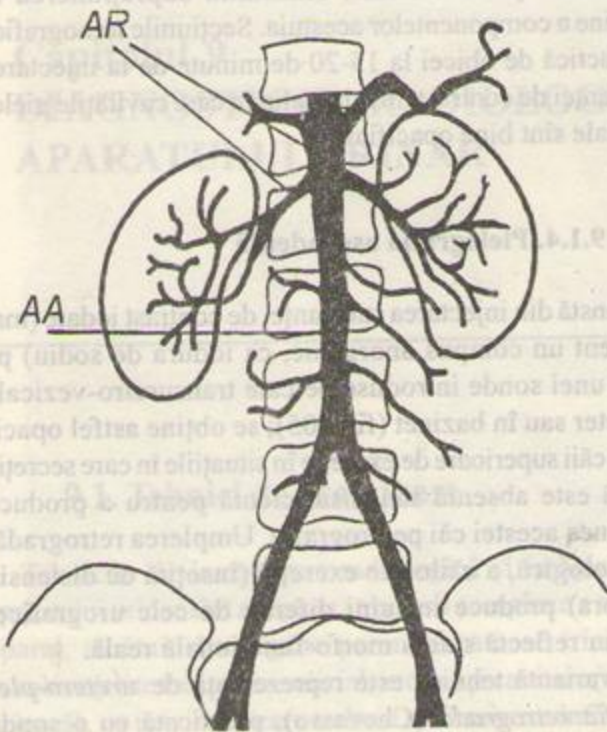


Fig. 306. Arteriografie renală (reprezentare schematică).  
AA: aorta; AR: artere renale.

### 9.1.7. Computer-tomografia

Permite o reprezentare deosebit de netă a structurilor renale, a conturilor rinichilor și a rapoartelor acestora cu formațiunile anatomiche vecine (vezi fig. 308).

Examenul poate fi practicat fără o pregătire specială sau după injectarea unei substanțe de contrast organoiodate cu eliminare renală, care crește intensitatea opacității parenchimului, permițând în același timp reprezentarea emonctoriilor.

### 9.1.8. Investigarea radioizotopică

Utilizează trăsori cu eliminare pe cale renală, marcați cu radionuclizi emițători gamma (I-131, Hg-197, Tc-99m), în scopul studiului funcției rinichilor și al obținerii *scintigramei* (nefrograma izotopică) (fig. 309).

Scintigrafia utilizează în principal tehneciul <sup>99m</sup>Tc, iar ca trăsori acidul dimercaptosuccinic (DMSA), acidul dietiltriaminopentaacetic (DTPA) sau compusul per-technetat, pentru reprezentarea cu predominanță a parenchimului renal, căilor de excreție, respectiv perfuziei rinichilor. Instalațiile necesare sînt cele descrise în Capitolul 2.

### 9.1.9. Examenul ultrasonografic al rinichilor și căilor urinare

Larg utilizat în special datorită facilității execuției și caracterului neagresiv, beneficiază de posibilitatea unei reprezentări ușor de interpretat a structurilor renale (vezi fig. 310), ca și de imaginile deosebit de pregnante create de urină ("lichid pur") și de structurile dense patologice (calculi).

### 9.1.10. Investigarea IRM

Permite obținerea de imagini care sînt probabil cele mai apropiate de realitatea anatomică (vezi fig. 311). Prin utilizarea diverselor secvențe de puls (vezi Capitolul 4), pot fi reliefate detalii structurale normale și patologice deosebit de semnificative pentru diagnosticul clinic.

## 9.2. Aspectul radiologic și imagistic normal al organelor aparatului urinar

### 9.2.1. Rinichii

Pe *radiografia renală simplă* sau pe *urografie*, efectuate în condiții tehnice corecte, rinichii produc imagini caracteristice, mai intense opace decît țesutul adipos care îi înconjoară (fig. 307).

Opacitățile renale, perfect omogene în stare normală, au o formă caracteristică, alungită în direcție verticală; ele prezintă un contur extern convex și unul intern, ușor concav sau rectilin. Contururile extremităților, superioară și inferioară, apar rotunjite, polul superior prezentîndu-se de obicei mai ascuțit.

Din punctul de vedere al formei, rinichii recunosc numeroase variante: ei pot fi alungiți sau dimpotrivă, scurți ori globuloși.

Imaginile renale sînt dispuse de o parte și de alta a coloanei vertebrale, în vecinătatea imediată a marginii mușchilor psoas (care constituie un reper anatomic-radiologic important). Imaginea rinichiului drept se întinde de la corpul vertebral T12 pînă la apofiza transversă a vertebrei L3; rinichiul stîng se situează în mod obișnuit cu 2-3 cm mai sus (fig. 307).

Mărimea celor două imagini renale este sensibil egală: axul longitudinal măsoară în medie 9-12 cm iar diametrul transversal aproximativ 6-7 cm.



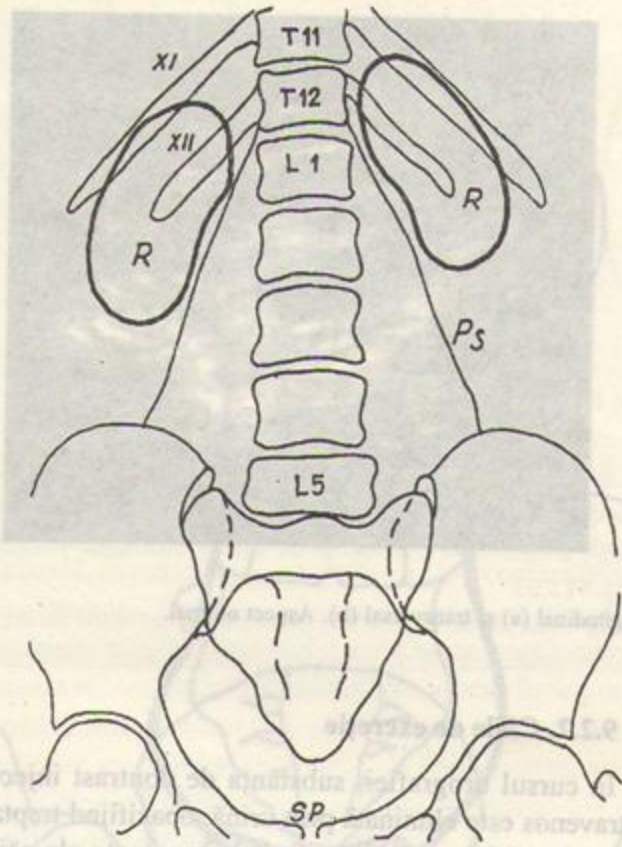


Fig.307. Imaginile renale pe radiografia simplă. R: rinichi; Ps: marginea mușchiului psoas; SP: simfiza pubiană.

Dimensiunile rinichilor prezintă variații individuale în funcție de vîrstă și sex; asimetrii dimensionale între rinichii aceluiași individ sînt, de asemenea, frecvent întîlnite.

La copii, rinichii sînt relativ mari în raport cu ansamblul anatomic abdominal, polul lor inferior putînd atinge nivelul creștelor iliace; pînă la vîrsta de 4-6 ani, contururile iaterale apar uneori ușor ondulate. La femei, dimensiunile rinichilor sînt în general mai reduse în comparație cu cele prezente la majoritatea bărbaților.

Axul mare, longitudinal sau polar, al fiecărui rinichi este orientat oblic, de sus în jos și dinăuntru în afară, astfel încît, polii superiori sînt separați, pe radiografia în plan frontal, printr-o distanță de 6-8 cm, iar polii inferiori prin una de 10-12 cm. Axele longitudinale ale celor două organe se întîlnesc în dreptul vertebrei a 10-a toracale; la copii și adulți longilini direcția lor este mai verticală.

În inspir, datorită excursiilor diafragmatice, rinichii suferă o coborîre de 1-2 cm; la trecerea din decubit în ortostatism, deplasarea inferioară poate atinge 4-5 cm.

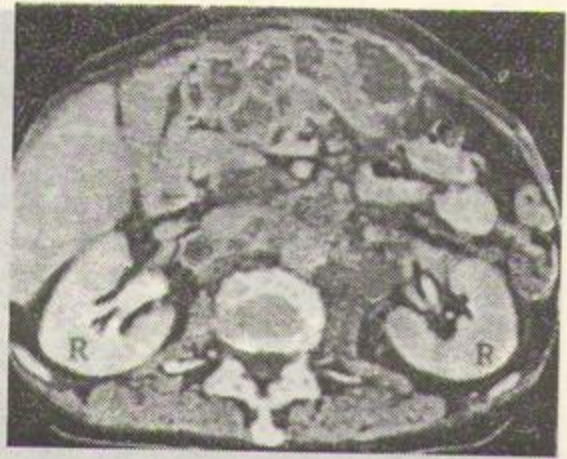


Fig.308. Secțiune CT în planul vertebrei L1. Rinichi (R) de aspect normal.

Pe secțiunile CT, efectuate în planuri cuprinse între T12 și L2 sînt bine evidențiate contururile, structurile parenchimotoase, formațiunile hilurilor și capsulele grăsoase perirenale (fig. 308). Injectarea unei substanțe de contrast organo-iodate cu eliminare renală produce o "întărire" a opacității parenchimului, ca și apariția în imagine a emonctoriilor.

Scintigrama renală, în particular cea obținută cu tehneciul 99m-DMSA (fig. 309), oferă, în condițiile unei stări funcționale normale, o bună reprezentare a dimensiunilor, poziției și omogenității structurale a rinichilor.

Pe imaginile ecografice aspectul rinichilor se caracterizează prin diferența evidentă de reprezentare a corticalei, foarte slab echogenă în raport cu medulara și formațiunile hilurilor; capsula renală, intens reflectantă în regiunile în care este perpendiculară pe direcția fasciculului, este foarte bine reprezentată, marcînd cu precizie contururile organului (fig.310).

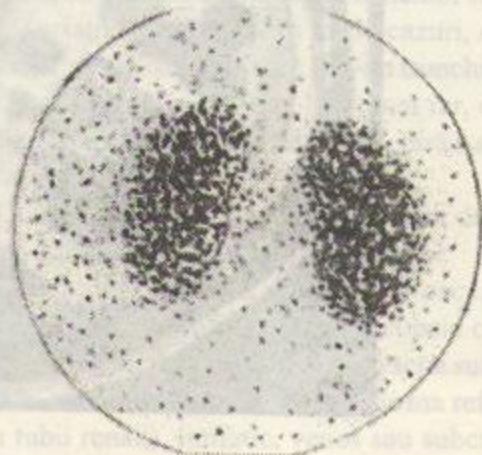


Fig.309. Scintigramă renală cu tehneciul 99m-DMSA. Rinichi de aspect funcțional și morfologic normal.





Fig.310. Imagini ecografice ale rinichilor în plan longitudinal (a) și transversal (b). Aspect normal.

Secțiunile IRM aduc, în raport cu cele CT un surplus de informație constând în principal din reprezentarea diferențiată a structurilor parenchimoase (corticala și medulara), ca și a formațiunilor vasculare ce deservesc rinichii (fig.311).

#### 9.2.2. Căile de excreție

În cursul urografiei, substanța de contrast injectată intravenos este eliminată prin urină, opacifiind treptat și punând astfel în evidență diferitele segmente ale căii de excreție (fig.312).

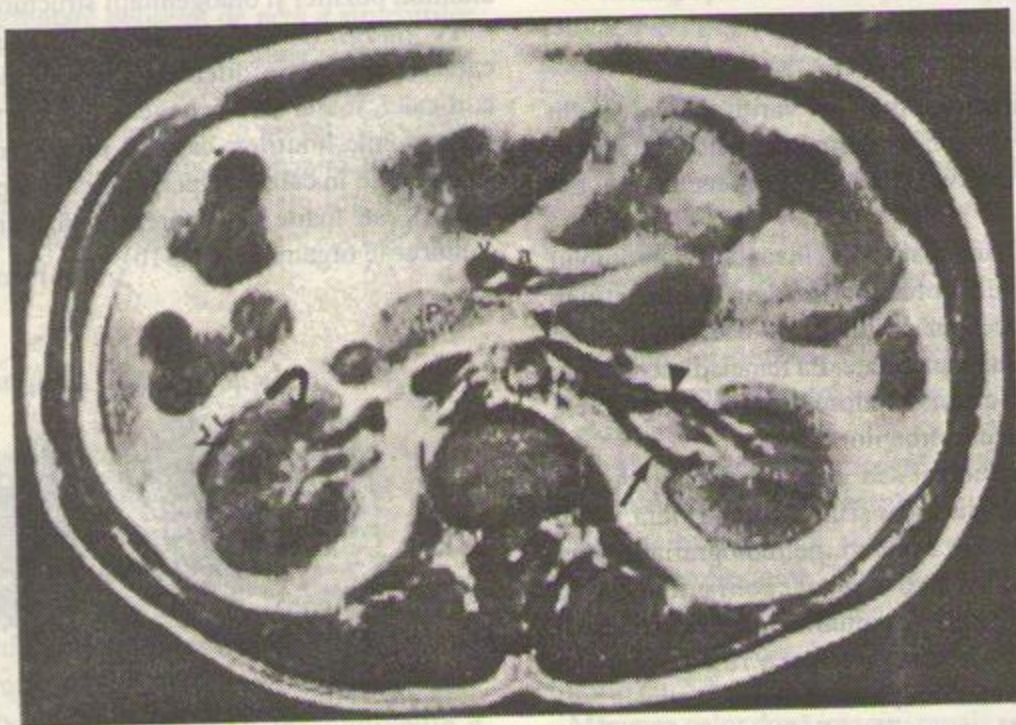


Fig.311. Secțiune transversală RM a abdomenului în planul rinichilor (ecou de spin. TR=500, TE=30ms). Săgeata albă: corticala renală; săgeata curbă: medulara; săgeata neagră: artera renală stângă; vîrfuri de săgeți negre: vena renală stîngă; a: artera mezenterică superioară; v: vena mezenterică superioară; P: pancreas.



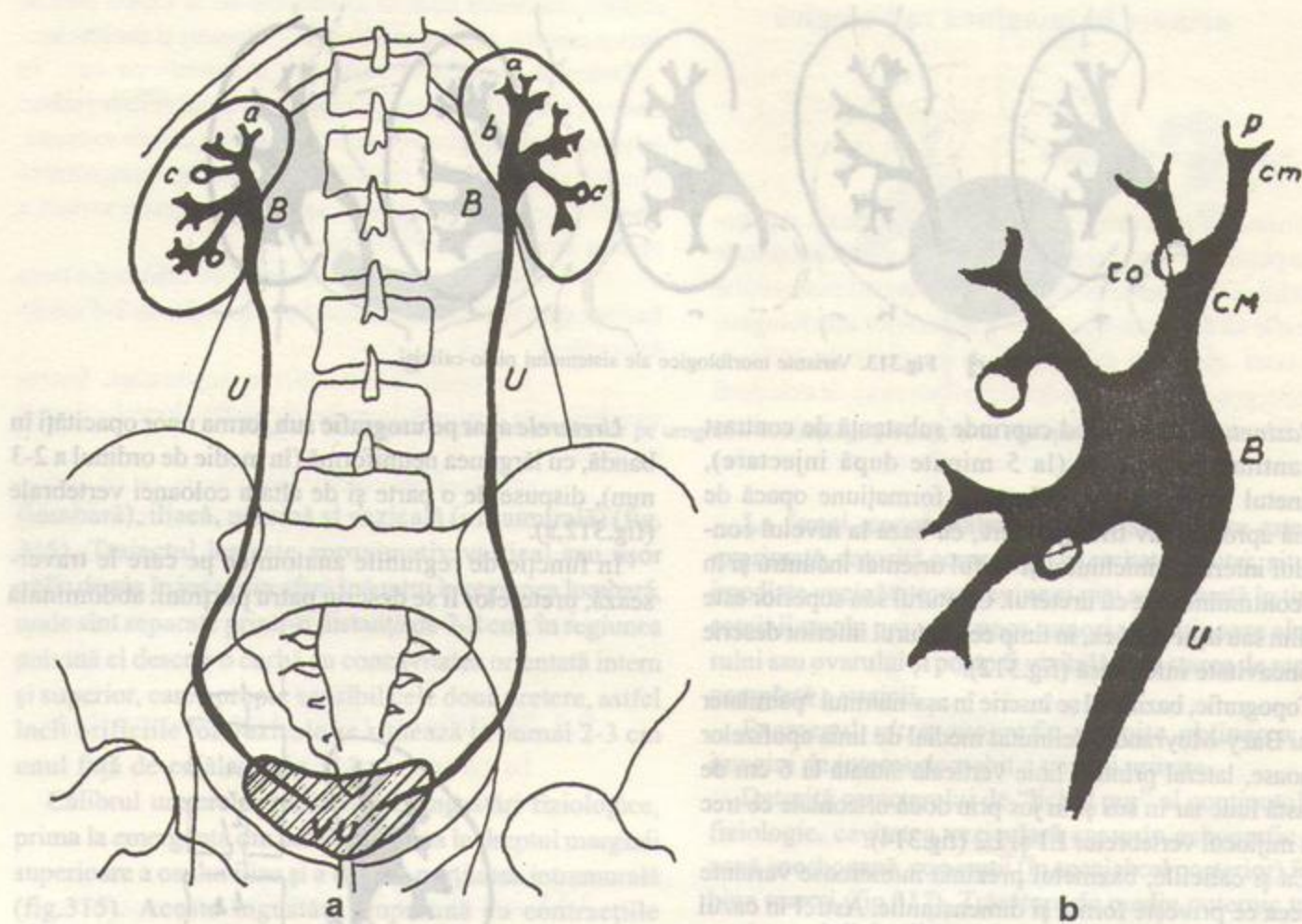


Fig.312. Urografie intravenoasă. a: imagine urografică de ansamblu. a: calicii mici; b: tije caliciale majore; c: cupe caliciale văzute ortograd; B: bazinete; U: uretere; VU: vezica urinară. b: detalii structurale ale arborelui pielocalical. p: papilă; cm: calicii minore; CM: calicii majore; co: cupe caliciale văzute ortograd; B: bazinet; U: ureter.

**Caliciile.** În condiții normale, caliciile încep să devină aparente la 2-3 minute de la injectarea produsului radioopac și sînt complet și net reprezentate după 5 minute de la începerea injectării. Ele se traduc prin imagini liniare opace, *tijele* caliciale, care se îndreaptă medial spre hilul renal iar lateral se termină în mici formațiuni opace semilunare, în care proemină papilele, *cupele* caliciale. Acestea pot ajunge la o distanță de 2-3 cm de conturul renal. Văzute ortograd, cupele caliciale apar ca opacități rotunde, mai intense la periferie sau ca imagini inelare (fig.312, c și co).

**Caliciile mici,** formate din cupe și tijele care le continuă nemijlocit, formează, prin unirea lor trunchiuri de dimensiuni mai mari, *caliciile* sau *trunchiurile caliciale majore* (fig.312,b,CM), care se termină în bazinet (B). La majoritatea subiecților examinați se evidențiază trei calicii majore, superior, mijlociu și inferior, de fiecare parte;

acestea au un traiect oblic descendent, orizontal, respectiv oblic ascendent (fig.312).

Numărul, dimensiunile și orientarea caliciilor recunosc apreciable variații individuale. În unele cazuri, caliciile majore inferior și mijlociu se unesc într-un trunchi comun înainte de deschiderea în bazinet. Mult mai rar, caliciile mici par să se continue direct cu bazinetul, fără a se uni în trunchiuri comune.

În fig.313 sînt schematizate cîteva variante de formă, dispoziție și dimensiuni ale sistemului calical.

Pe imaginea obținută prin pielografia ascendentă, caliciile apar cu un calibru mai mare iar cupele caliciale sînt destinse. În unele cazuri, se observă efracția substanței de contrast în afara căii de excreție, sub forma refluxului tubular (în tubii renali), limfatic, venos sau subcapsular. Extravazarea substanței de contrast este excepțională în cursul urografiei intravenoase.





Fig.313. Variante morfologice ale sistemului pielo-calicial.

**Bazinetul.** Atunci cînd cuprinde substanță de contrast în cantitate suficientă (la 5 minute după injectare), bazinetul apare pe urografie ca o formațiune opacă de formă aproximativ triunghiulară, cu baza la nivelul conturului intern al rinichiului și vârful orientat înăuntru și în jos, continuîndu-se cu ureterul. Conturul său superior este rectilin sau ușor convex, în timp ce conturul inferior descrie o concavitate inferioară (fig.312).

Topografic, bazinetul se înscrie în așa-numitul "patrulater al lui Bazy-Moyrand", delimitat medial de linia apofizelor spinose, lateral printr-o linie verticală situată la 6 cm de această linie iar în sus și în jos prin două horizontale ce trec prin mijlocul vertebrelor L1 și L2 (fig.314).

Ca și caliciile, bazinetul prezintă numeroase variante în ceea ce privește forma și dimensiunile. Astfel în cazul formei ramificate, caliciile majore se unesc în imediata apropiere a emergenței ureterului, bazinetul apărînd de dimensiuni foarte mici (fig.313,b); dimpotrivă, în forma ampulară, bazinetul se dezvoltă mult în interiorul rinichiului, caliciile majore fiind scurtate sau absente (fig.313,e). Intre aceste aspecte extreme se situează numeroase variante intermediare (fig.313).

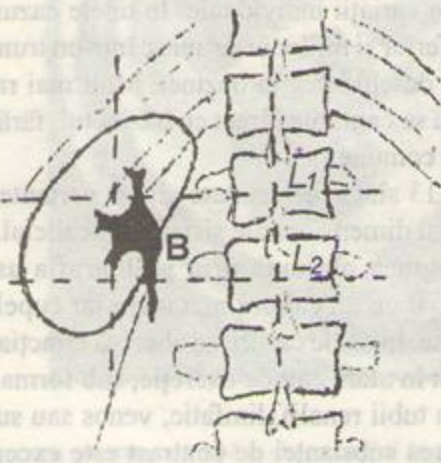


Fig.314. Patrulaterul Bazy-Moyrand.

**Ureterele** apar pe urografie sub forma unor opacități în bandă, cu lărgimea neuniformă (în medie de ordinul a 2-3 mm), dispuse de o parte și de alta a coloanei vertebrale (fig.312,a).

În funcție de regiunile anatomice pe care le traversează, ureterelor li se descriu patru porțiuni: abdominală

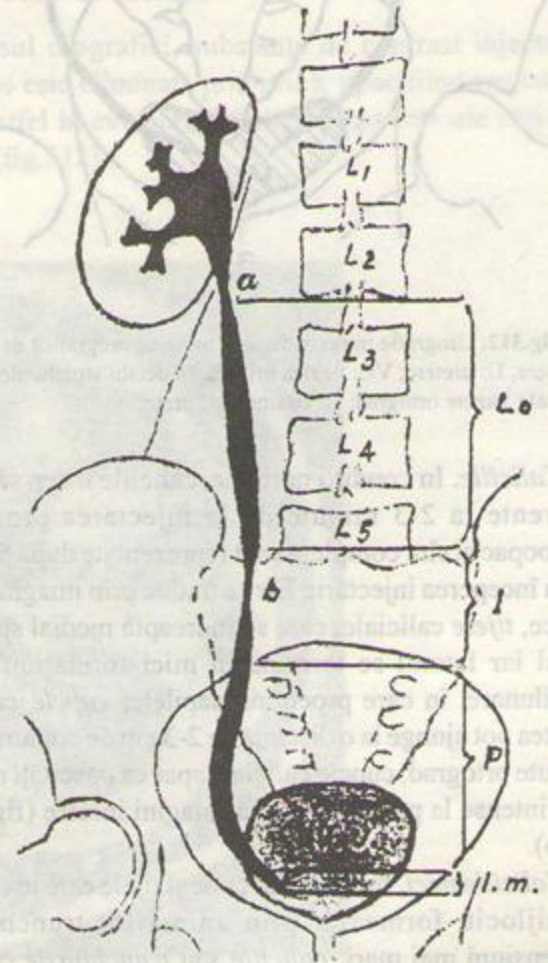


Fig.315. Porțiunile și îngustările fiziologice ureterale. Lo: porțiunea lombară; I: porțiunea iliacă; P: porțiunea pelvină; I.m.: porțiunea intramurală; a: strîmtoarea superioară; b: strîmtoarea mijlocie; c: strîmtoarea inferioară.



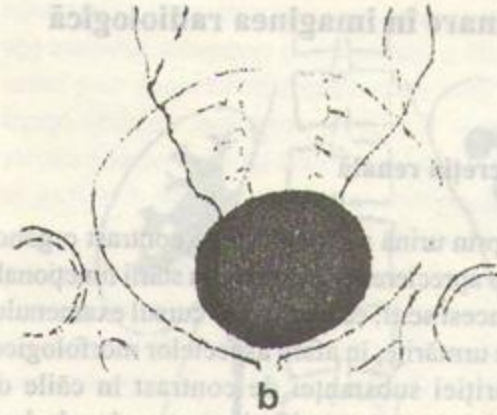
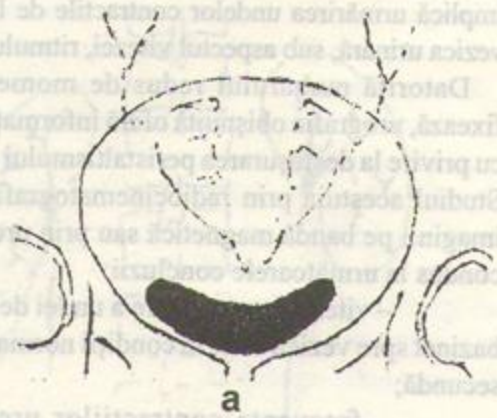


Fig.316. Imaginea vezicii urinare normale pe urografie. a: în repleție parțială; b: în repleție completă.

(lombară), iliacă, pelvină și vezicală (intramurală) (fig. 315). Traiectul lor este aproximativ vertical sau ușor oblic de sus în jos și din afară înăuntru în regiunea lombară, unde sînt separate printr-o distanță de 7-8 cm; în regiunea pelvină el descrie o curbă cu concavitatea orientată intern și superior, care apropie sensibil cele două uretere, astfel încît orificiile lor vezicale se situează la numai 2-3 cm unul față de celălalt (fig.312,a).

Calibrul ureterelor prezintă trei îngustări fiziologice, prima la emergența din bazinet, a doua în dreptul marginii superioare a osului iliac și a treia în porțiunea intramurală (fig.315). Aceste îngustări, împreună cu contracțiile peristaltice, care tind să fragmenteze lumenul ureteral în segmente fuziforme, explică lărgimea neuniformă a ureterului pe imaginea urografică. Desfășurarea peristaltismului face ca, pe de o parte, imaginea ureterului să fie în mod normal fragmentată, pe de alta, ca pe radiografiile succesive să apară reprezentate regiuni diferite ale organului.

În realitate, un ureter opacifiat în întregime pe urografie sau care prezintă porțiuni nemodificate de la o expunere la alta este de regulă patologic; el și-a pierdut pe toată întinderea sau pe un anumit segment funcția contractilă.

**Veziica urinară.** Imaginea vezicii urinare pe urografie (sau pe cistografie) depinde substanțial de gradul ei de umplere cu urină opacifiată. În stare de repleție completă, vezica apare sub aspectul unei opacități rotunde sau ovalare, omogene, cu contururi nete și regulate, dispusă în regiunea suprapubiană a pelvisului; în repleție incompletă, forma opacității este aproximativ triunghiulară, cu conturul superior ușor concav și vîrfurile laterale rotunjite (fig.316, a și b).

La femei, concavitatea marginii superioare este mai exprimată, datorită compresiei exercitate de uter, situat în imediata vecinătate; ea devine și mai accentuată în timpul sarcinii sau în prezența unor tumori voluminoase ale uterului sau ovarului și poate fi vizibilă și în starea de repleție completă a vezicii.

Examenul *ultrasonografic* permite obținerea unei imagini de interes deosebit a vezicii urinare.

Datorită caracterului de "lichid pur" al conținutului ei fiziologic, cavitatea veziculară apare în ecografie ca o zonă anechogenă, cu pereții (în special cel posterior) foarte bine marțați (fig.317). Trăsătura de mediu puternic transonic a urinei facilitează în același timp reprezentarea în imagine a formațiunilor anatomice situate mai profund în raport cu sursa, îndeosebi a uterului (fig.317).

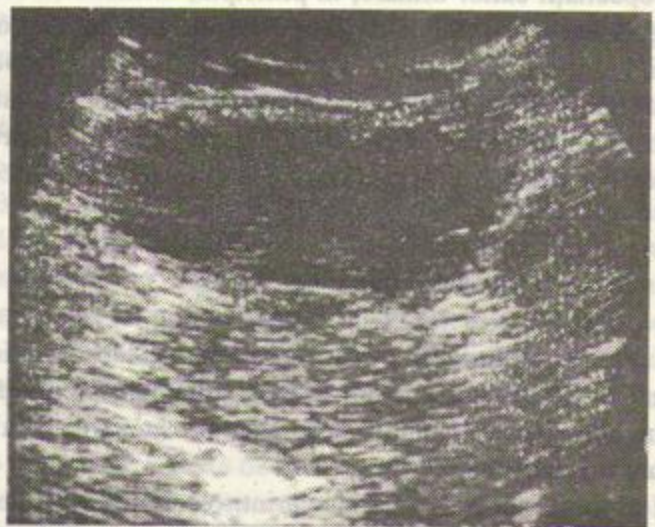


Fig.317. Imagine ecografică a vezicii urinare. Sub vezica în repleție sînt aparente structuri ale corpului uterin, a căror reprezentare este "facilitată" de lipsa de echogenitate a urinei.



### 9.3. Fiziologia secreției și excreției urinare în imaginea radiologică

#### 9.3.1. Secreția renală

Eliminarea prin urină a substanței de contrast organoiodate permite o apreciere aproximativă a stării funcționale a rinichilor. În acest sens, este util ca în cursul examenului urografic să fie urmărite, în afara aspectelor morfologice, momentul apariției substanței de contrast în căile de excreție, *gradul și simetria* opacifierii acestora de cele două părți. Pe această cale se pot obține relații asupra capacității celor doi rinichi de a elabora, concentra și elimina urina secretată.

În mod normal, substanța de contrast poate fi evidențiată în calea de excreție în primele 5-6 minute de la injectare; opacifierea este maximă la 12-15 minute, apoi descrește la nivelul formațiunilor pielo-caliciale, astfel că la 20-30 de minute devine slab perceptibilă.

La majoritatea persoanelor normale, opacifierea caliciilor începe la 50-60 secunde iar a vezicii urinare la 2-3 minute de la injectare. Momentul apariției substanței de contrast în căile de excreție (semnul Ravassini) rămâne însă un test fiziologic destul de nesigur; de asemenea, rămâne incertă semnificația unui ușor decalaj în timp între cele două căi de excreție în ceea ce privește acest moment.

Capacitatea de concentrare a substanței de contrast de către cei doi rinichi creează un anumit grad de intensitate a opacității căilor urinare; în principiu, intensitatea este egală sau comparabilă de cele două părți ("semnul von Lichtenberg"). Datorită numeroșilor factori care pot concura la o aparentă inegalitate a intensităților, aceasta nu are o semnificație patologică decât dacă este foarte exprimată sau se asociază cu alte modificări radiologice.

#### 9.3.2. Excreția urinară

Examenul urografic permite evaluarea stării funcționale a căilor de excreție sub aspectul celor două proprietăți fundamentale ce asigură progresia și evacuarea urinei, *tonusul și contractilitatea*.

*Tonusul* normal se traduce printr-o anumită lărgime a cavităților opacificate, comparabilă de cele două părți, care exprimă un volum corespunzător al acestora, dependent în mare măsură de starea de contracție permanentă a musculaturii parietale, adică de tonus.

Aprecierea *contractilității* (peristalticii) căii de excreție implică urmărirea undelor contractile de la calicii până la vezica urinară, sub aspectul vitezei, ritmului și duratei lor.

Datorită numărului redus de momente pe care le fixează, urografia obișnuită oferă informații relativ reduse cu privire la desfășurarea peristaltismului căii de excreție. Studiul acestuia prin radiocinematografie, înregistrarea imaginii pe bandă magnetică sau prin urografia seriată a condus la următoarele concluzii:

- viteza de propagare a unei de contracție de la bazinet spre vezică este, în condiții normale, de 2-5 cm pe secundă;

- frecvența contracțiilor ureterului, foarte variabilă, este cuprinsă, în aceleași condiții, între 1-10 unde pe minut;

- amplitudinea contracțiilor crește, cu cât undele se apropie de vezică. Faza de sistolă a unei realizează obstrucția completă a lumenului ureteral, ceea ce explică faptul că pe o expunere urografică ureterul apare fragmentat în 2-3 segmente fuziforme.

### 9.4. Modificări radiologice elementare în condiții patologice

#### 9.4.1. Modificări funcționale

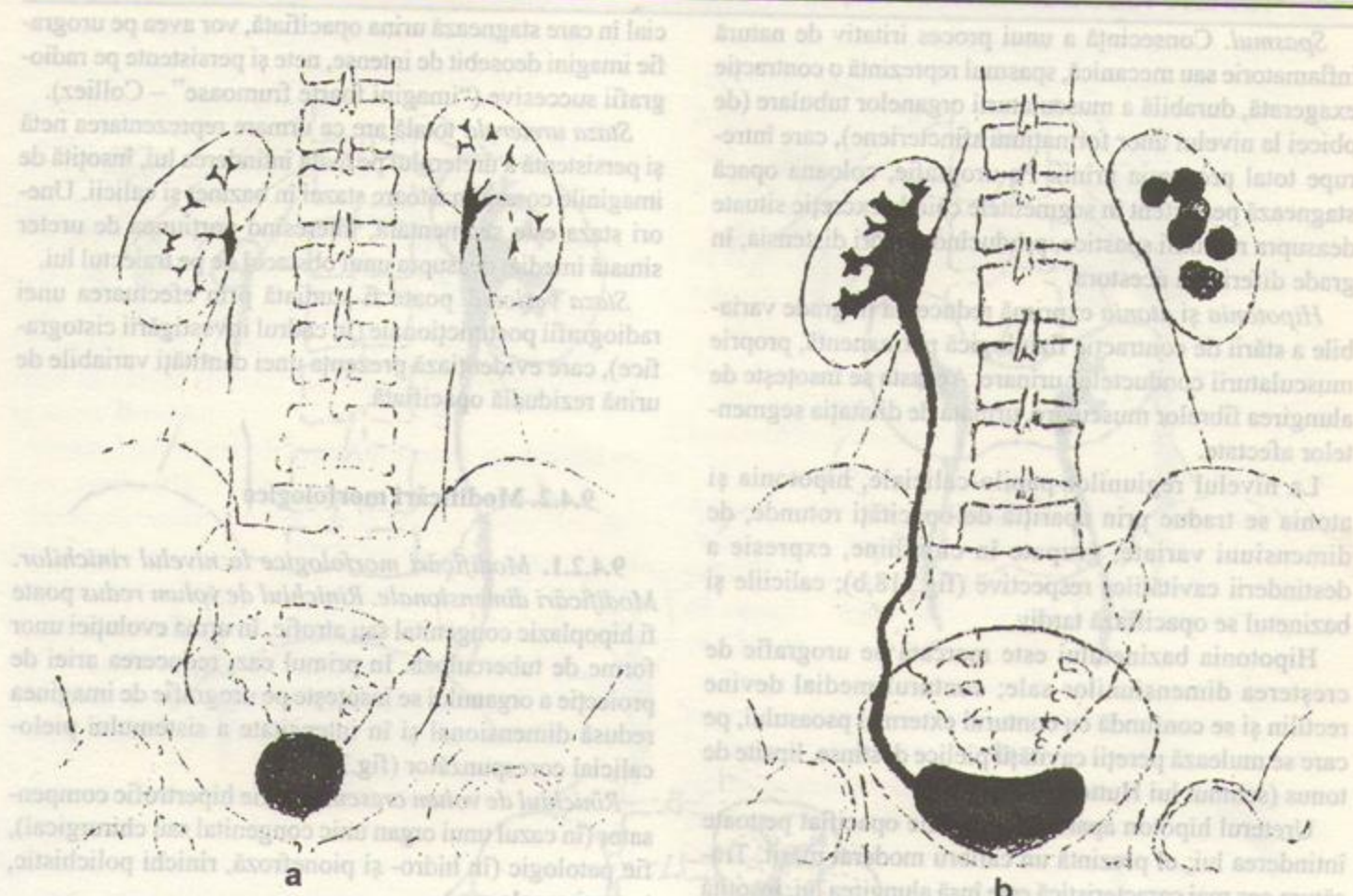
**9.4.1.1. Tulburările secreției renale.** În funcție de intensitatea lor, tulburările funcției secretorii a rinichilor au o reprezentare urografică diferită.

*Intârzierea secreției* se traduce prin absența imaginii pielo-caliciale în primele 5-6 minute de la injectare; precizarea momentului de apariție a substanței de contrast implică în asemenea situații expunerii repetate în primele 10-20 de minute.

Intârzierea secreției poate fi un fenomen reflex, tranzitoriu, în cazul unei colici nefretice sau abdominale; ea devine constantă în insuficiența renală.

*Absența secreției* este marcată radiologic prin lipsa de opacifiere a căii de excreție după 30 de minute de la injectarea substanței de contrast; ea poate traduce absența congenitală sau chirurgicală a unui rinichi sau un rinichi exclus funcțional. Cu excepția stărilor reflexe, consecutive colicilor foarte recente, acest aspect se datorează de regulă alterării întinse și definitive a parenchimului renal prin procese infecțioase (tuberculoză, pionefroză), traumatiche, tumorale, ca și prin persistența durabilă a unui obstacol în calea de excreție.





**Fig.318.** Aspecte radiologice produse de hipertonia (a) și hipotonia (b) organelor căii de excreție (imagini urografice). a: hipertonie. Calicii și tije caliciale înguste, bazinet de dimensiuni mici, uretere de calibru redus, hiperfragmentate; vezică de volum redus, globuloasă. b: de partea dreaptă, hipotonie a bazinețului (dilatată, cu conturul intern placat pe psoas) și ureterului (alungit, sinuos, opacifiat pe toată întinderea); de partea stângă, atonie papilo-calicială (regiunile papilo-caliciale apar sub formă de opacități rotunde, grupate în ciorchine).

**Modificarea concentrației.** Reducerea capacității parenchimului renal de a concentra substanța de contrast conduce la apariția unor imagini pielo-caliciale de intensitate slabă, cu netitate diminuată. Acest aspect este ușor de evidențiat când este unilateral și se întâlnește mai ales în tuberculoza renală.

Intensitatea bilateral redusă a opacității căilor de excreție poate fi consecința pregătirii insuficiente a pacientului sau condițiilor tehnice necorespunzătoare.

Inegalitatea gradului de opacifiere a cavităților pielo-caliciale este uneori urmarea unei secreții mai intense a unuia din rinichi, așa cum se întâmplă în unele cazuri de tuberculoză renală incipientă, sau, mai frecvent, stazei în una din căile de excreție, produsă de un obstacol ureteral, care mărește intensitatea opacității segmentelor suprajacente.

**9.4.1.2. Tulburările excreției urinare** sînt de obicei consecința unui obstacol care împiedică scurgerea normală a urinei și antrenează un efort neobișnuit din

partea musculaturii netede a organelor tubulare (calicii, bazineț, ureter), cu consecințe variate asupra lumenului acestor organe.

**Hipertonia** se traduce la nivelul caliciilor prin imagini de dimensiuni reduse ale regiunilor papilo-caliciale; tijele caliciale apar înguste, întrerupte pe anumite porțiuni. Bazinețul își reduce, de asemenea, aria de proiecție și este de obicei slab opacifiat, datorită evacuării rapide. La nivelul ureterului, segmentația fiziologică apare exagerată, imaginea lui putînd dispărea pe întinderi mari sau uneori chiar în totalitate. Vezica hipertona produce o imagine opacă de formă rotundă și de dimensiuni mici (fig.318,a).

**Hiperkinezia** însoțește deseori hipertonia și reprezintă o modalitate reflexă de învingere a unui obstacol instalat recent în calea de excreție. Exagerarea peristaltismului organelor tubulare este mai greu de apreciat pe urografia obișnuită; ea poate fi surprinsă uneori la nivelul ureterelor, care prezintă o creștere a numărului și amplitudinii undelor contractile.



*Spasmul.* Consecință a unui proces iritativ de natură inflamatorie sau mecanică, spasmul reprezintă o contracție exagerată, durabilă a musculaturii organelor tubulare (de obicei la nivelul unor formațiuni sfincteriene), care întreprinde total progresia urinei. Pe urografie, coloana opacă stagnează persistent în segmentele căii de excreție situate deasupra regiunii spastice, producând uneori distensia, în grade diferite, a acestora.

*Hipotonia și atonia* exprimă reducerea în grade variabile a stării de contracție fiziologică permanentă, proprie musculaturii conductelor urinare. Aceasta se însoțește de alungirea fibrelor musculare, urmată de dilatația segmentelor afectate.

La nivelul regiunilor papilo-calicială, hipotonia și atonia se traduc prin apariția de opacități rotunde, de dimensiuni variate, grupate în ciorchine, expresie a destinderii cavităților respective (fig.318,b); caliciile și bazinetul se opacifiază tardiv.

Hipotonia bazinetului este marcată pe urografie de creșterea dimensiunilor sale; conturul medial devine rectilin și se confundă cu conturul extern al psoasului, pe care se mulează pereții cavității pielice destinse, lipsite de tonus (semnul lui Hutter).

Ureterul hipoton apare pe urografie opacifiat pe toată întinderea lui; el prezintă un calibru moderat mărit. Trăsătura cea mai caracteristică este însă alungirea lui, însoțită de curbură care îi conferă un traiect sinuos (fig.318).

*Staza.* Incetinirea sau oprirea tranzitului la nivelul unui segment al aparatului urinar, urmate de stagnarea urinei opacifiate, produce pe urografie imagini caracteristice.

*Staza renală* poate fi determinată de orice obstacol de natură organică sau funcțională situat în calea de excreție. Dacă obstacolul realizează o creștere bruscă a presiunii intrapielice, la valori de peste 60-65 mm Hg, rezultatul este reținerea produselor de secreție în parenchimul și tubii renali și absența substanței de contrast în căile de excreție.

Radiologic, se creează aspectul de stază renală totală, caracterizat prin intensificarea pronunțată a opacității imaginilor renale ("nefrografie"), cu absența reprezentării arborelui pielo-calicial și ureterului de partea respectivă. Acest aspect, caracteristic stazei renale totale, este etichetat și ca *nefrografie fără pielografie*.

Staza renală parțială se traduce urografic prin creșterea opacității imaginii renale (nefrografie), însoțită de opacifierea căii de excreție corespunzătoare, care prezintă un aspect normal sau este ușor dilatată. Aspectul este cunoscut ca *nefrografie cu pielografie* și este determinat de un obstacol incomplet la nivelul căii de excreție.

*Staza pielo-calicială.* În funcție de sediul obstacolului, un caliciu, un grup calicial sau întregul sistem pielo-calicial

în care stagnează urina opacifiată, vor avea pe urografie imagini deosebit de intense, nete și persistente pe radiografii succesive ("imagini foarte frumoase" – Colliez).

*Staza ureterală totală* are ca urmare reprezentarea netă și persistentă a ureterului pe toată întinderea lui, însoțită de imaginile corespunzătoare stazei în bazinet și calicii. Uneori staza este segmentară, interesând porțiunea de ureter situată imediat deasupra unui obstacol de pe traiectul lui.

*Staza vezicală* poate fi studiată prin efectuarea unei radiografii postmictionale (în cadrul investigării cistografice), care evidențiază prezența unei cantități variabile de urină reziduală opacifiată.

## 9.4.2. Modificări morfologice

**9.4.2.1. Modificări morfologice la nivelul rinichilor.**  
*Modificări dimensionale.* Rinichiul de volum redus poate fi hipoplazic congenital sau atrofic, în urma evoluției unor forme de tuberculoză. În primul caz, reducerea ariei de proiecție a organului se însoțește pe urografie de imaginea redusă dimensional și în intensitate a sistemului pielo-calicial corespunzător (fig.319,a).

*Rinichiul de volum crescut* este fie hipertrofic compensator (în cazul unui organ unic congenital sau chirurgical), fie patologic (în hidro- și pionefroză, rinichi polichistic, tumori renale etc.).

În afara modificării dimensionale a rinichiului, urografia și pielografia pun în evidență modificări corespunzătoare de dimensiuni și formă ale sistemului pielo-calicial (fig.319).

*Modificările de formă* sînt prezente în cazul unor anomalii congenitale (rinichiul în potcoavă, rinichiul sigmoid) sau al unor procese tumorale care produc o creștere parțială a volumului renal (fig.319, b și c).

*Modificările conturilor.* Formațiunile chistice, tumorale și pseudotumorale de dimensiuni mari creează denivelări ale conturilor renale, sub formă de boselări unice sau multiple; în cazul rinichiului polichistic, conturile devin polichistice (fig.319,c). Căile de excreție superioare prezintă în asemenea situații modificări corespunzătoare procesului patologic prezent.

*Modificările de poziție.* Deplasările rinichiului se pot produce în toate direcțiile, ca urmare a împingerii lui prin procese expansive din vecinătate. Mai frecvent este însă consemnată coborîrea, consecință a ectopiei sau ptozei renale.

Identificarea imaginii renale într-o poziție neobișnuită (mai ales la nivelul pelvisului, în cazul rinichiului mult coborît) este uneori foarte dificilă; ea trebuie să fie întotdeauna controlată prin practicarea unei urografii.



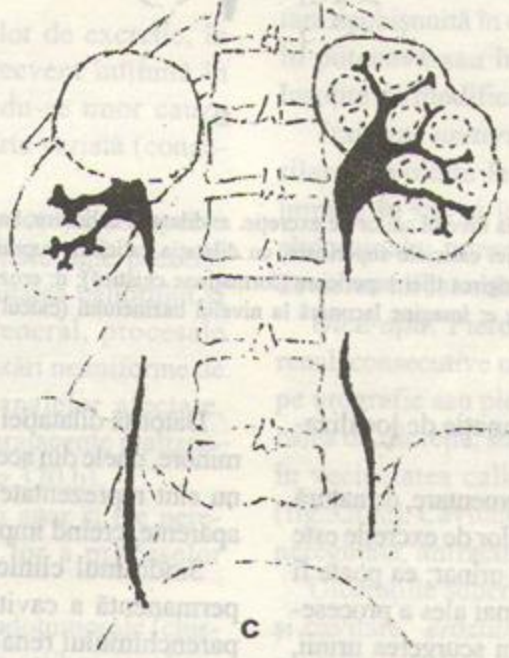
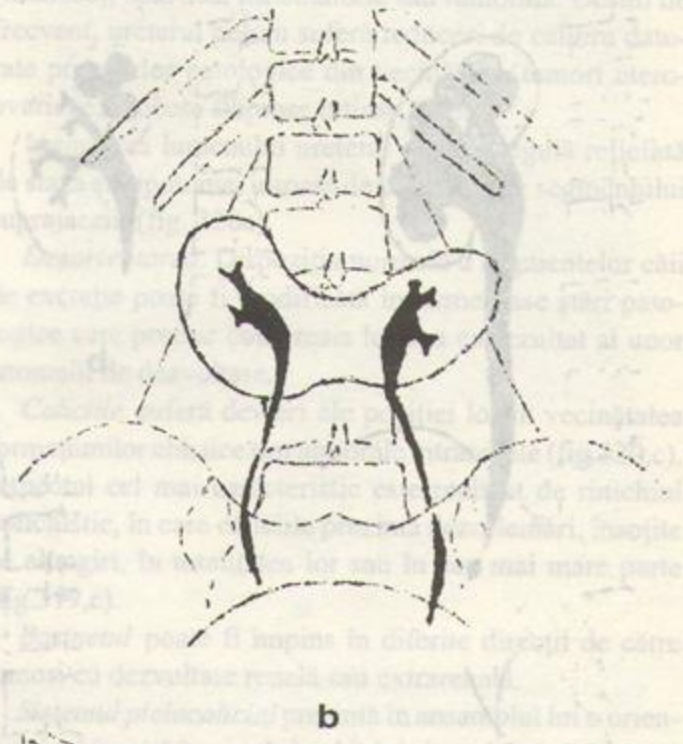
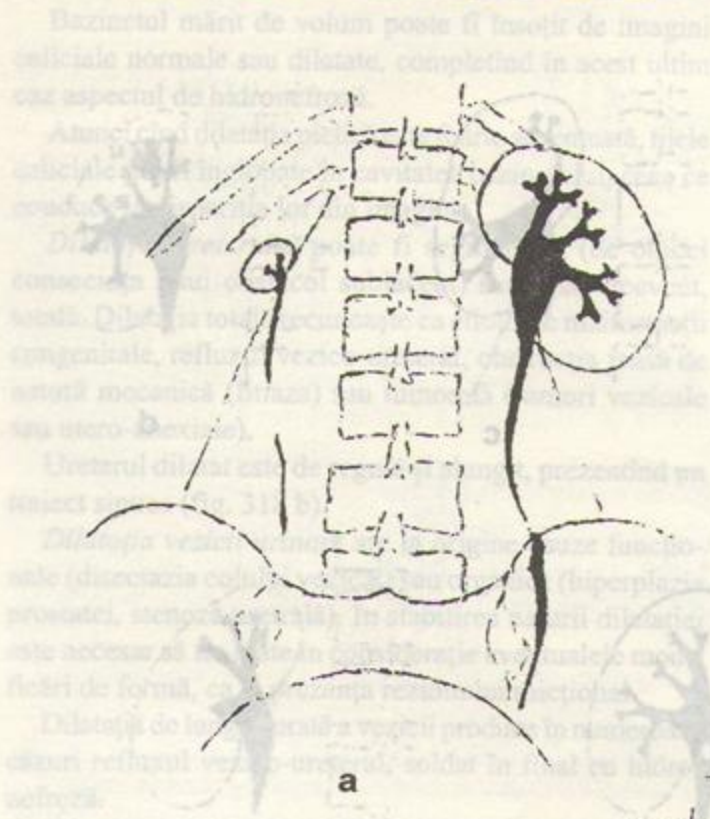


Fig.319. Modificări de dimensiuni, formă și contururi ale rinichiului. a: rinichi hipoplazic congenital (dreapta), rinichi hipertrofic compensator (stînga); b: rinichi în potcoavă; c: tumoră malignă de pol superior (dreapta), rinichi polichistic (stînga).

**Modificări de ax.** Rotația rinichiului în jurul axului său longitudinal (constituțională, mai rar dobîndită) îl poate aduce într-un plan mai mult sau mai puțin sagital ("rinichi sagitalizat"). Consecința este reducerea în imagine a diametrului transversal, ca și a dimensiunilor bazinetului pe urografie. Tijele caliciale și regiunile papilo-caliciale

sînt parțial acoperite de bazinet, a cărui extremitate distală se proiectează, împreună cu ureterul superior, peste imaginea rinichiului.

**9.4.2.2 Modificări morfologice la nivelul căilor de excreție. Dilatația.** Consecință a pierderii tonusului muscular și relaxării consecutive a pereților, dilatația cavităților



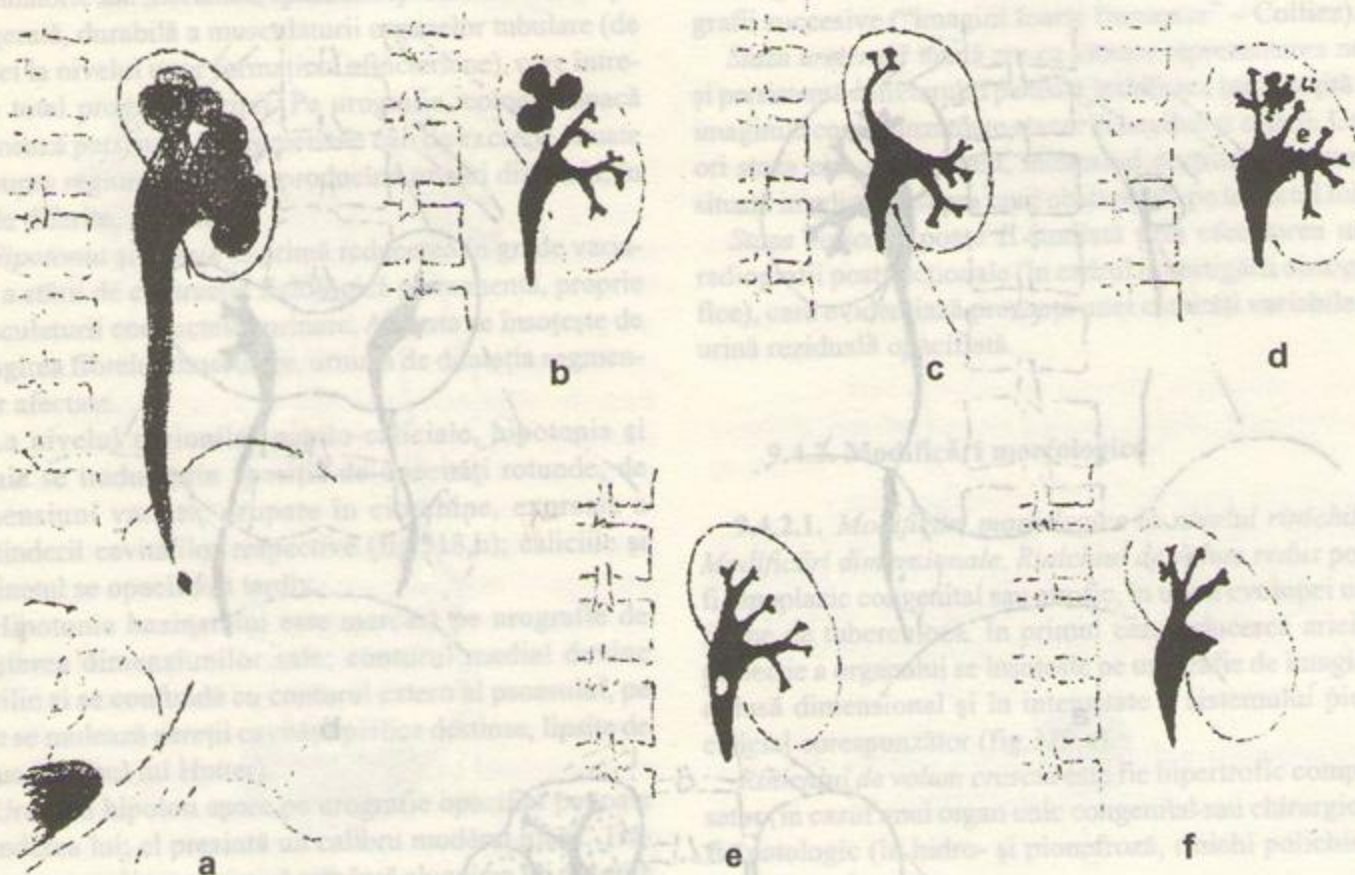


Fig.320. Modificări elementare morfologice la nivelul căilor de excreție. a: dilatația caliciilor, bazinetului și ureterului proximal (hidronefroză prin calcul al ureterului pelvin); b: stenoză a tijeii caliciale superioare, cu dilatația caliciilor suprajacente (tuberculoză); c: deorientarea tijeii caliciale superioară și mijlocie, îngustarea și alungirea tijeii superioare (formațiune chistică); d: eroziuni la nivelul pereților tijeii caliciale mijlocii (e), ulceratie parenchimatoadă (u) (tuberculoză); e: imagine lacunară la nivelul bazinetului (calcul radiotransparent); f: amputația tijeii caliciale inferioare (cancer al polului inferior renal).

excretorii produce imagini variate, în funcție de localizarea și importanța ei.

Însoțită de obicei de alte modificări elementare, de natură funcțională sau morfologică, dilatația căilor de excreție este frecvent întâlnită în patologia aparatului urinar; ea poate fi urmarea unor procese inflamatorii, dar mai ales a proceselor stenozante, care creează obstacole în scurgerea urinei, determinând în ultimă instanță epuizarea funcțională a fibrelor musculare din pereții segmentelor suprajacente.

**Dilatația caliciilor.** Mărirea de volum a cavităților papilo-caliciale duce la apariția pe urografie a unor imagini opace rotunde, de dimensiuni variabile, cu intensitate redusă. Imaginile corespund distensiei unui singur calicieu minor, unui grup calicieu sau caliciilor în totalitate (fig.320,a), realizând aspectul de hidronefroză. În acest ultim caz, ele pot apărea, mai ales pe expunerile urografice inițiale, în absența imaginii bazinetului (fig. 318,b, stînga) sau însoțesc un bazinet foarte slab opacifiat.

Datorită dilatației cavităților papilo-caliciale și caliciilor minore, unele din aceste formațiuni de dimensiuni mici, care nu sînt reprezentate în mod obișnuit pe urografie, devin aparente, creînd impresia unei "multiplicări" de calicii.

Sindromul clinico-radiologic reprezentat de dilatația permanentă a cavităților intrarenale, însoțită de atrofia parenchimului renal, este denumit *hidronefroză*.

Gradul de atrofie a parenchimului poate fi apreciat măsurînd distanța dintre marginea externă a caliciilor și conturul renal; această distanță se reduce considerabil în cazul unei atrofii parenchimatoadă pronunțate (pînă la mai puțin de 1 cm).

**Dilatația bazinetului** poate fi de natură congenitală; mai frecvent ea este însă consecința unor procese obstructive ureterale, care conduc la stază pielică prelungită. Imaginea bazinetului dilatat prezintă contururi convexe; ea poate depăși medial opacitatea mușchiului psoas (fig.320,a).



Bazinetul mărit de volum poate fi însoțit de imagini caliciale normale sau dilatate, completând în acest ultim caz aspectul de hidronefroză.

Atunci când dilatația pielică este foarte accentuată, tijele caliciale pot fi înglobate în cavitatea bazinetului, ceea ce conduce la dispariția lor din imagine.

*Dilatația ureterului* poate fi segmentară (de obicei consecința unui obstacol subjacent) sau, mai frecvent, totală. Dilatația totală recunoaște ca etiologie malformații congenitale, refluxul vezico-ureteral, obstrucția joasă de natură mecanică (litiaza) sau tumorală (tumori vezicale sau utero-anexiale).

Ureterul dilatat este de regulă și alungit, prezentând un traiect sinuos (fig. 318 b).

*Dilatația vezicii urinare* are la origine cauze funcționale (disectazia colului vezical) sau organice (hiperplazia prostatei, stenoză uretrală). În stabilirea naturii dilatației este necesar să fie luate în considerație eventualele modificări de formă, ca și prezența rezidului micțional.

Dilatația de lungă durată a vezicii produce în numeroase cazuri refluxul vezico-ureteral, soldat în final cu hidronefroză.

*Stenoza.* Reducerea calibrului căilor de excreție, în grade și pe întinderi diferite, este frecvent întâlnită în patologia aparatului urinar, datorându-se unor cauze intrinseci sau extrinseci de natură foarte variată (congenitale, inflamatorii, tumorale etc.).

La nivelul *caliciilor*, îngustarea se însoțește de aspecte revelatoare pentru natura procesului patologic prezent, aspecte care privesc mai ales uniformitatea calibrului și contururile regiunii stenozate. În general, procesele inflamatorii (tuberculoza) produc îngustări neuniforme de lumen și contururi neregulate ale canalelor afectate. Dilatația regiunilor papilo-caliciale suprajacente realizează aspecte urografice caracteristice (fig.320,b).

Deseori, contururile acestor regiuni apar și ele neregulate, marcând evoluția la nivelul lor a proceselor distructive de natură inflamatorie.

Procesele tumorale benigne sau pseudotumorale (chisturile) realizează reduceri uniforme de calibrul canaliculilor; caliciile îngustate păstrează contururi regulate și sînt uneori alungite și deviate (fig.320,c).

*Stenoza bazinetului* poate fi consecința proceselor scleroase constituite în evoluția tuberculozei sau a invaziei tumorale a organului. În aceste cazuri, calibrul este redus neuniform iar contururile sînt neregulate (parțial șterse în cazul tumorilor pielice infiltrative). Compresia extrinsecă, prin procese expansive de vecinătate, produce, de asemenea, îngustări de calibrul, sub forma de amprente mai mult sau mai puțin exprimate, cu contururi regulate.

*Stenoza ureterului* este de natură congenitală, mecanică (litiatică), spastică, inflamatorie sau tumorală. Destul de frecvent, ureterul pelvin suferă reduceri de calibrul datorate proceselor patologice din vecinătate (tumori utero-ovariene, procese fibroase întinse etc.).

Îngustarea lumenului ureteral este de regulă reliefată de staza și hipotonia, urmate de dilatație, ale segmentului suprajacent (fig. 320a).

*Dezorientarea.* Dispoziția normală a segmentelor căii de excreție poate fi modificată în numeroase stări patologice care produc compresia lor sau ca rezultat al unor anomalii de dezvoltare.

*Caliciile* suferă devieri ale poziției lor în vecinătatea formațiunilor chistice sau tumorale intrarenale (fig.320,c). Aspectul cel mai caracteristic este realizat de rinichiul polichistic, în care caliciile prezintă dezorientări, însoțite de alungiri, în totalitatea lor sau în cea mai mare parte (fig.319,c).

*Bazinetul* poate fi împins în diferite direcții de către tumori cu dezvoltare renală sau extrarenală.

*Sistemul pielocaliciale* prezintă în ansamblul lui o orientare neobișnuită în cazul rinichiului sigmoid, al rinichiului în potcoavă sau în cel al ectopiilor și ptozelor renale însoțite de modificări de ax.

Traiectul *ureterului* este modificat în prezența tumorilor dezvoltate la polul inferior al rinichiului, care îl împing în sus și înăuntru, sau al proceselor expansive abdominale, tumorale și pseudotumorale, care produc devierea lui laterală.

*Ulcerarea.* Pierderile de substanță ale parenchimului renal, consecutive necrozei inflamatorii sau tumorale, apar pe urografie sau pielografie în cazul în care comunică cu calea de excreție, sub forma de opacități adiționale, situate în vecinătatea caliciilor, de care sînt de obicei atașate (fig.320,d). Cavitățile produse prin ulcerare sînt de formă neregulată, anfractuasă, și prezintă contururi șterse.

Ulcerările superficiale ale pereților organelor tubulare și cavitare, *eroziunile*, produc pe imaginea urografică neregularități de contur și mici creșteri de calibrul, asimetrice, circumscrise, pe întinderi reduse (fig.320,d).

Eroziunile și ulcerările sînt frecvent întâlnite în tuberculoza renală, însoțind alte modificări elementare; ele pot apare, de asemenea, în evoluția unor tumori maligne sau procese inflamatorii nespecifice (pionefroze).

*Lacunele* sînt expresia radiologică a proceselor expansive dezvoltate în cavitățile căii de excreție, unde, pe urografie sau pielografie, creează zone transparente (neopacificate de substanța de contrast), dispuse central sau marginal. În afara tumorilor benigne sau maligne, pot



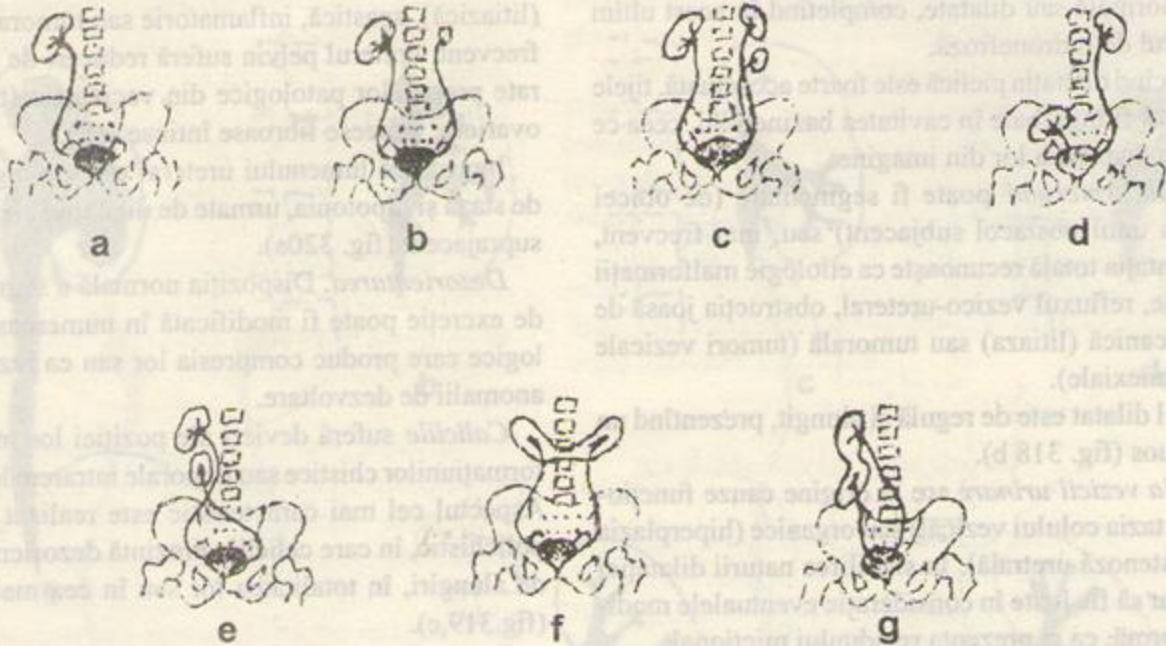


Fig. 321. Anomalii congenitale de număr, poziție și formă ale rinichiului. a: agenezie a rinichiului stâng; b: rinichi stâng hipoplazic; c: rinichi supranumerar (de partea stângă); d: rinichi ectopic (în poziție pelvină); e: ectopie încrucișată; f: rinichi în potcoavă; g: rinichi sigmoid.

produce imagini lacunare unii calculi radiotransparenți (fig. 320, e) și cheagurile sangvine de dimensiuni mari.

Pentru identificarea substratului unei imagini lacunare, trebuie să fie luate în considerare situația, dimensiunile, omogenitatea și contururile acesteia. Tumorile benigne, calculii și cheagurile produc lacune cu imagini nete, de formă regulată, în timp ce lacunele create de tumorile maligne vegetante apar neomogene, cu contururi neregulate, șterse.

**Amputația** reprezintă dispariția parțială sau totală din imaginea urografică sau pielografică a unui segment al căii de excreție (de regulă o formațiune calicială minoră sau majoră). Amputațiile pot fi consecința tuberculozei renale, în care se datorează mai ales progresiei leziunilor stenozante, și în special proceselor tumorale care invadează caliciile (fig. 320, f).

## 9.5. Anomaliile congenitale ale aparatului urinar

Anomaliile și malformațiile congenitale ale organelor aparatului urinar sînt relativ frecvente; ele îmbracă o mare varietate de forme. Aceasta se datorează, pe de o parte, dezvoltării embrionare complexe a acestor organe, pe de altă parte, migrării în timpul vieții intrauterine a rinichilor din abdomen în regiunea lombară. Fiecare din momentele

acestor procese se poate situa la originea unei stări anormale, pe care investigația radiologică și imagistică trebuie să o descopere și să o definească.

### 9.5.1. Anomaliile ale rinichilor.

**9.5.1.1. Anomaliile de număr** sînt reprezentate de agenezia renală, rinichi supranumerari și rinichiul dedublat.

În cazul ageneziei unui rinichi, organul unic prezent este de regulă mărit de volum, datorită hipertrofiei funcționale compensatorii; el poate fi situat într-o poziție normală (fig. 321 a) sau una ectopică. Examenul pielografic evidențiază de partea pe care imaginea renală lipsește, fie absența totală a căilor de excreție, fie rudimente ale acestora.

Rinichiul supranumerar, rar înfîlțit, este un organ complet, de dimensiuni reduse, posedînd o cale de excreție și un pedicul vascular propriu (fig. 321, c). Se poate situa în imediata apropiere a unuia din rinichi sau într-o poziție ectopică.

Rinichiul dedublat provine din separarea incompletă, inegală, a parenchimului unui rinichi. Examenul urografic evidențiază căi de excreție parțial sau total individualizate.

**9.5.1.2. Anomaliile de volum** sînt reprezentate de rinichiul hiperplazic și cel hipoplazic congenital (fig. 319, a și fig. 321, b).



**9.5.1.3. Anomaliile de formă** recunosc numeroase variante ce reprezintă devieri, în grade diferite, de la aspectul obișnuit (rinichi alungit, globulos, lobulat etc.)

**9.5.1.4. Anomaliile de poziție.** *Ectopia* renală, adică situația aberantă a rinichiului, poate fi întâlnită în mai multe variante: organul poate avea o poziție pelvină (cea mai frecventă) (fig. 321 d), iliacă, lombară joasă sau înaltă, foarte rar intratoracală. Această poziție, care este permanentă, se însoțește deseori de rotația vicioasă, incompletă sau exagerată a rinichiului respectiv.

Asemenea stări anormale sînt consecința ascensiunii incomplete (foarte rar excesive) a rinichiului în cursul dezvoltării aparatului urinar.

Rinichiul ectopic poate fi situat de aceeași parte a coloanei vertebrale în care se găsește în mod obișnuit sau de partea opusă (ectopie încrucișată) (fig.321,e); poate prezenta dimensiuni normale sau este hipoplazic în grade diferite.

Identificarea lui este deseori dificilă pe radiografia simplă, de aceea investigarea radiologică implică întotdeauna urografia sau pielografia ascendentă. Precizarea poziției rinichiului ectopic este necesară datorită rapoartelor anormale cu organele din vecinătate, pe care le poate comprima, sugerînd prezența unei tumori.

Căile de excreție ale rinichiului ectopic sînt de regulă adaptate în dimensiuni, orientare și formă poziției neobișnuite. În cazul ectopiilor joase, de exemplu, ureterul este mai scurt, păstrîndu-și traiectul rectilin; aceasta permite diferențierea de rinichiul ptizat (mobil), al cărui ureter, de lungime normală, prezintă curvuri.

**9.5.1.5. Rinichiul în potcoavă și rinichiul sigmoid** sînt forme de anomalii care reunesec poziția aberantă cu o arhitectonică neobișnuită.

În cazul rinichiului în potcoavă, polii omologi sînt sudați între ei printr-o formațiune intermediară, cu structură parenchimatoasă sau fibroasă, istmul. Rezultă un organ unic, dispus peste coloana vertebrală (fig.321,f), care prezintă o concavitate superioară (în cazul în care sînt sudați polii inferiori) sau inferioară (în cazul în care sînt sudați polii superiori, ceea ce se întîmplă mult mai rar).

Rinichiul în potcoavă posedă în marea majoritate a cazurilor două căi de excreție independente și complete (fig. 319,b); caliciile și bazinetul prezintă modificări de orientare iar ureterele sînt de obicei scurtate.

Arteriografia pune în evidență numeroase anomalii vasculare, în special artere supranumerare, cu originea în aortă sau în ramurile abdominale ale acesteia.

Examenul scintigrafic permite să se precizeze structura istmului, respectiv natura lui parenchimatoasă, funcțională, sau fibroasă (fig.322).

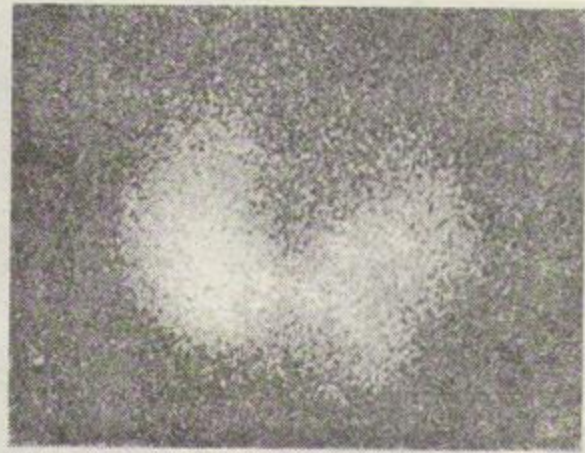


Fig.322. Scintigramă renală cu Te 99-m-DMSA. Rinichi în potcoavă; regiunea istmică cu structură parenchimatoasă (fixantă).

Rinichiul *sigmoid* rezultă din sudarea, prin intermediul unui istm, a polului superior al unui rinichi cu polul inferior al celuilalt.

El este situat de regulă lateral față de coloana vertebrală; unul din organele sudate, împreună cu calea sa de excreție, are o poziție joasă. Concavitățile corespunzătoare marginii interne a celor două componente, ca și arborii pielicicali, sînt orientate în sens opus. Ureterele au lungimi inegale și se deschid în vezică prin orificii situate la locul obișnuit (fig.321,g).

**9.5.1.6. Anomaliile de structură.** Evoluția anormală a unor structuri embrionare se poate solda cu apariția de formațiuni chistice, unice sau multiple, care înlocuiesc un volum variabil din parenchimul renal.

*Chistul renal solitar* este constituit dintr-o cavitate cu pereți netezi, de formă rotundă sau lobată, cu conținut lichidian clar (rar hemoragic); dezvoltat în plin parenchim renal, se situează mai frecvent la polul inferior al rinichiului și poate atinge dimensiuni gigantice (1000-1200 cmc).

Proveniența chistului solitar este atribuită unor rudimente ale canalului lui Wolf sau retenției de produs secretat în corticala renală.

Potrivit dimensiunilor sale, chistul renal unic poate produce modificări de volum, formă și contururi ale imaginii rinichiului (mărire segmentară, boselură). Urografia evidențiază alungirea și devierea caliciilor, îngustarea și uneori deplasarea bazinetului sau prezența unei amprente la nivelul acesteia (fig.324,a).

Conținutul lichidian omogen al chistului crează condiții pentru evidențierea lui facilă prin examenul ultrasonografic; pe ecografie, el apare ca o zonă anechogenă, de formă rotundă, cu dimensiuni variabile, situată în plin parenchim renal (fig.323).



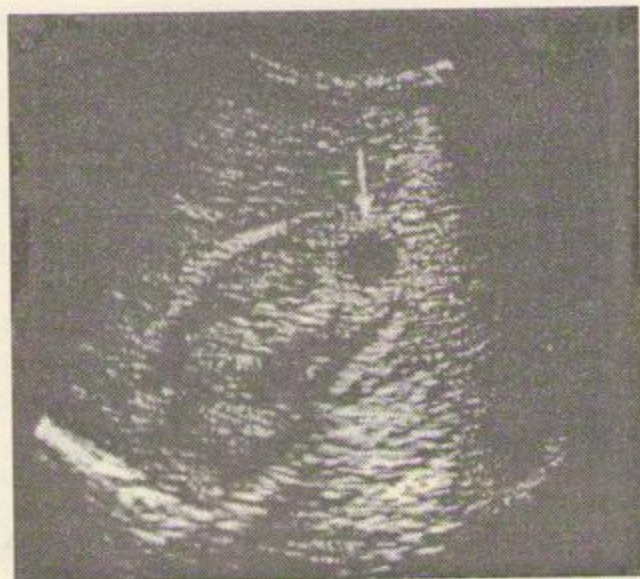


Fig.323. Imagine echografică a unui chist renal unic "parenchimos".

*Rinichiul polichistic se caracterizează prin prezența a numeroase formațiuni chistice, cu conținut clar sau hemoragic, de mărimi variate, care substituie un volum important din parenchim, crescând în același timp dimensiunile organului. Afecțiunea este mai frecvent bilaterală.*

La originea anomaliei se situează probabil lipsa de legătură a segmentelor de proveniență diferită din care se constituie formațiunile tubulare ale parenchimului renal. Produsul de secreție stagnant, la care se adaugă hemoragii repetate, crează cavități care cresc treptat datorită tensiunii lichidului pe care îl conțin.

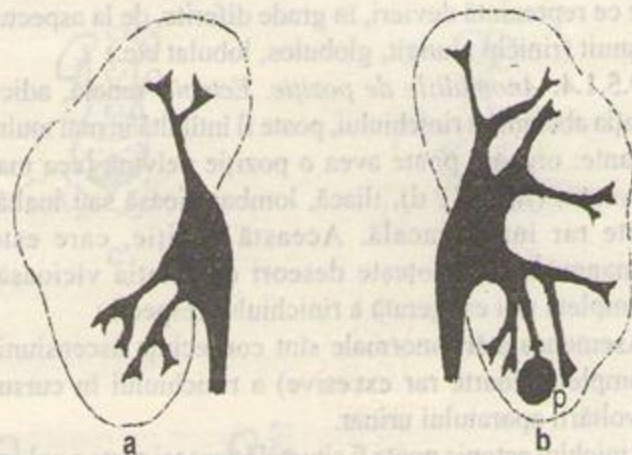


Fig.324. Aspecte urografice produse de chisturile renale. a: chist solitar; b: rinichi polichistic (p: chist pielogen).

Radiologic, rinichiul polichistic apare de obicei cu dimensiuni mărite, în unele cazuri în măsură considerabilă; contururile sînt policiclice în formele tipice.

Pe urografie sau pielografia ascendentă, arborii pelocaliciale prezintă modificări complexe și caracteristice, produse de compresia exercitată de formațiunile chistice: alungirea, îngustarea și dezorientarea caliciilor și bazinetului, dilatația unor regiuni papilo-caliciale, mai rar amputația unor calicii. Chisturile care comunică cu calea de excreție se traduc prin opacități rotunde, cu contururi nete (fig.324,b); cele infectate și supurate, deschise în calicii, creează imagini cavitare, proiectate pe aria renală.

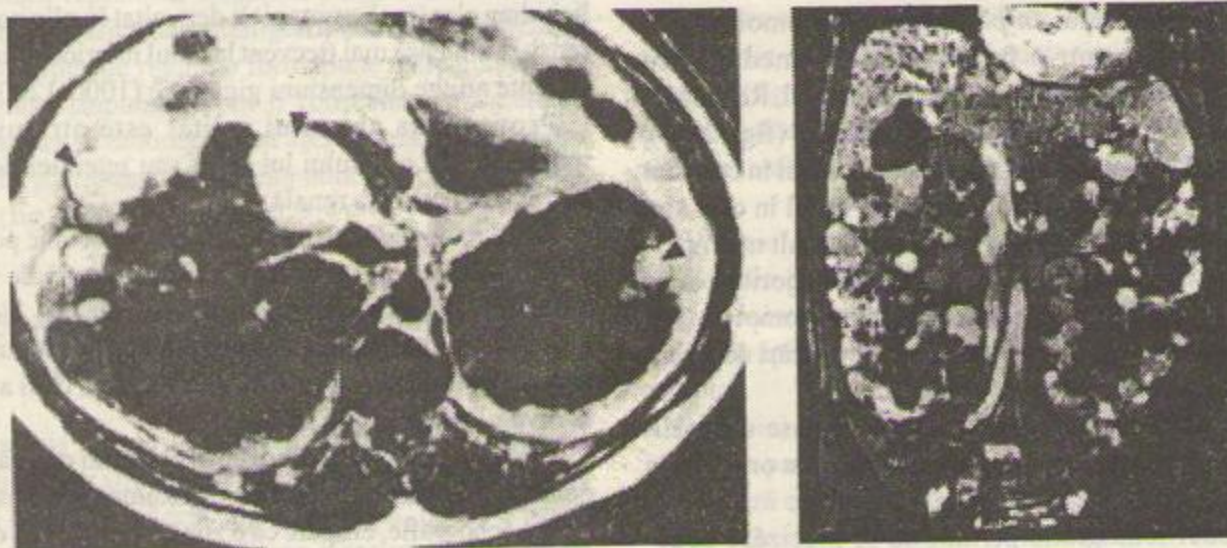


Fig.325. Rinichi polichistic bilateral: secțiune IRM transversală (a) și coronală (b). Ambii rinichi apar mult măriți de volum. Formațiunile chistice clare (cu semnal intens) traduc un conținut hemoragic recent constituit, în timp ce cele cu nuanțe intermediare corespund unor faze diferite de rezoluție a hemoragiei intrachistice.



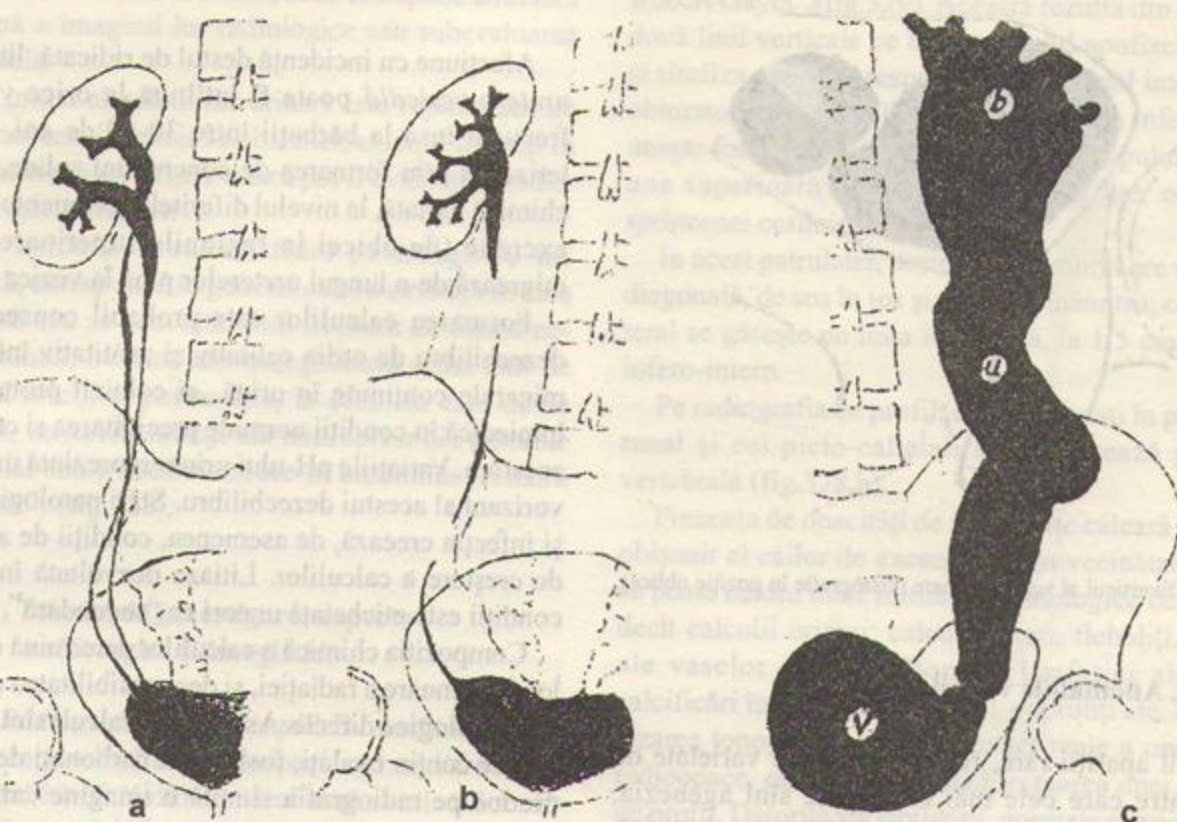


Fig.326. Anomalii congenitale ale bazinetului și ureterului. a: dedublare de bazinet și ureter; b: ureterocel; c: megaureter idiopatic.

În cursul unei evoluții îndelungate, se poate produce atrofia parenchimului renal, relevată urografic prin reducerea funcției de secreție.

*Chisturile pielogene* (diverticuli caliciali) sînt formațiuni cavitare dezvoltate în parenchimul renal din rudimente ale unor calicii primitive de grad inferior, care în mod normal involuează și dispar pînă la vîrsta adultă; comunică cu o cavitate calicială sau cu bazinetul și apar pe urografie ca opacități rotunde adiționale, cu contururi regulate, atașate emonctoriilor (fig.324,b).

Formațiunile chistice ale rinichiului și ansamblul structural ce caracterizează rinichiul polichistic crează imagini deosebit de expresive în investigarea CT și mai ales IRM; aceasta din urmă permite identificarea parenchimului renal nealterat, ca și a conținutului formațiunilor chistice (fig.325).

Anomaliile arterelor rinichiului privesc originea, numărul, traiectul și locul de intrare a acestora în organ. Prezența unor vase aberante, care încrucișează ureterul, poate conduce la îngustarea lui, urmată de stază pielică și hidronefroza.

## 9.5.2. Anomaliile bazinetului și ureterului

**9.5.2.1. Dedublarea bazinetului și ureterului**, însoțită frecvent de cea a rinichiului, constă din prezența de aceeași parte a două uretere, care conțin bazinete independente, de regulă de dimensiuni inegale, și care se deschid în vezică prin orificii separate, situate normal sau aberant (fig.326,a).

Interesul clinic al unei asemenea stări constă în faptul că, de obicei, tranzitul sistemului pielo-calicial superior este stînjenit, ceea ce poate duce la dilatația lui și la hidronefroza porțiunii de organ sau organului independent pe care o deservește.

**9.5.2.2. Megaureterul congenital (idiopatic)** reprezintă dilatația pînă la dimensiuni uneori gigantice a ureterului, la care se adaugă, ca o consecință inevitabilă, cea a bazinetului și a caliciilor; dilatația este însoțită de alungire și formare de caturi (fig.326,c).

La originea megaureterului se situează probabil tulburări ale inervației parasimpatice a sfîncterului uretero-vezical, urmate de reflux permanent de urină din vezică în ureter. Dilatația ampulară, pseudochistică, a extremității inferioare a ureterului, consecință a stenozei orificiului lui inferior, este denumită *ureterocel* (fig.326,b).



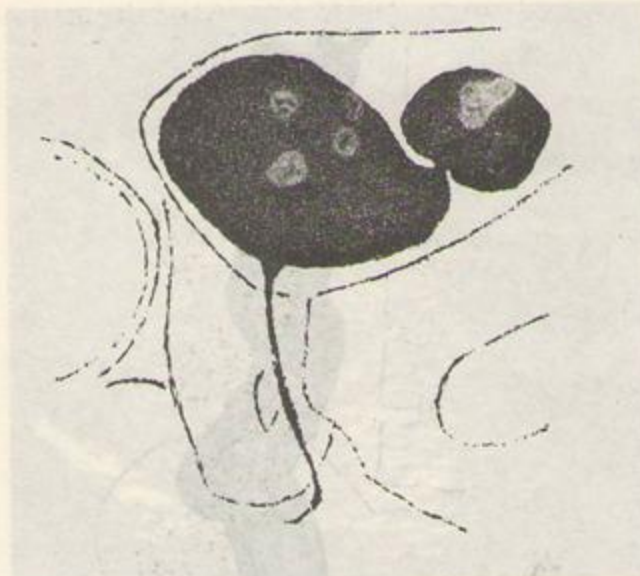


Fig.327. Diverticul al vezicii urinare (cistografie în poziție oblică).

9.5.3. Anomaliile vezicii urinare.

Deși sînt apariții rare, recunosc o mare varietate de forme, dintre care cele mai cunoscute sînt agenezia, megavezica idiopatică, vezica biloculată (în ceas de nisip), vezica dublă sau septată, fistula vezico-ombilicală, diverticuli congenitali (fig.327).

9.6. Litiiza renală (urinară)

Afecțiune cu incidență destul de ridicată, litiiza *reno-uretero-vezicală* poate fi întilnită la orice vîrstă, mai frecvent însă la bărbații între 30-50 de ani. Se caracterizează prin formarea de concrețiuni solide, de natură chimică variată, la nivelul diferitelor segmente ale căii de excreție (de obicei în regiunile superioare, de unde migrează de-a lungul ureterelor pînă la vezica urinară).

Formarea calculilor este probabil consecința unui dezechilibru de ordin calitativ și cantitativ între sărurile minerale conținute în urină și coloizii protectori, care împiedică în condiții normale precipitarea și cristalizarea acestora. Variațiile pH-ului urinar reprezintă un factor favorizant al acestui dezechilibru. Stări patologice ca staza și infecția creează, de asemenea, condiții de apariție sau de creștere a calculilor. Litiiza dezvoltată în asemenea condiții este etichetată uneori ca "secundară".

Compoziția chimică a calculilor determină capacitatea lor de atenuare a radiației, și deci posibilitatea evidențierii lor radiologice directe. Astfel, unii calculi sînt radioopaci (cei ce conțin oxalați, fosfați sau carbonați de calciu); ei produc pe radiografia simplă o imagine caracteristică. Calculii formați din acid uric, cistină sau xantină sînt, dimpotrivă, radiotransparenți și pot fi puși în evidență numai indirect, pe urografie sau pielografie. Deseori,

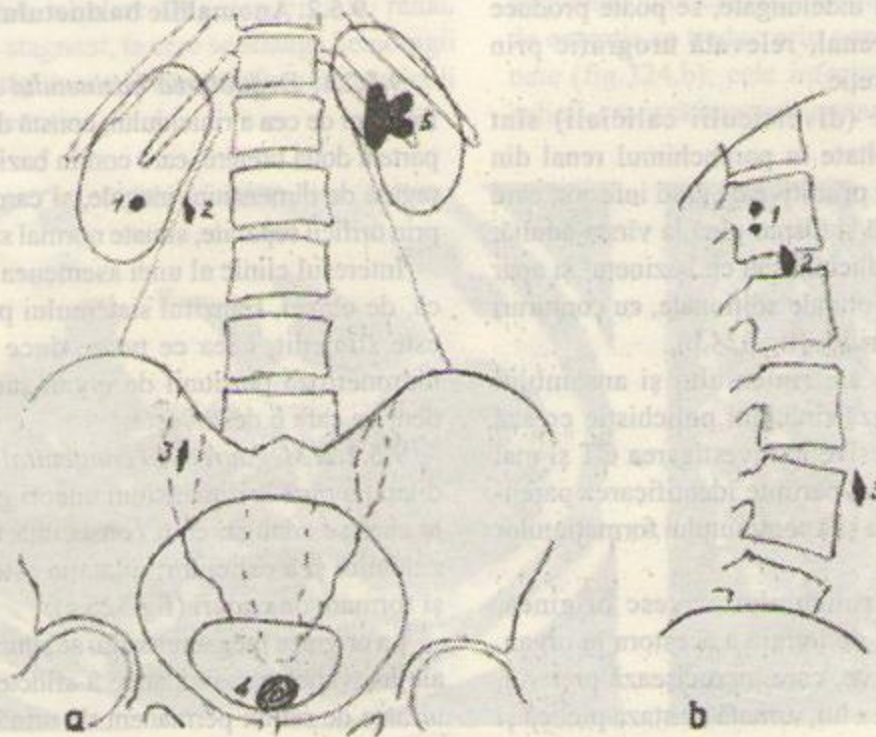


Fig.328. Aspecte radiologice produse de calculii radioopaci. a: radiografie renală simplă. 1: calcul renal; 2: calcul al joncțiunii pielo-ureterale; 3: calcul al ureterului pelvin; 4: calcul vezical; 5: calcul coraliiform. b: proiecția de profil a calculilor renali (1), pielici (2), ureterali (3).



compoziția calculilor este mixtă, ceea ce explică structura neomogenă a imaginii lor radiologice sau subevaluarea dimensională.

Sediul inițial al calculilor urinari este reprezentat de parenchimul renal, calicii sau bazinet; calculii migrați în cursul colicilor în ureter sau vezică pot fi evidențiați radiologic la nivelele respective.

Forma calculilor, redată fidel pe imaginea lor radiologică, corespunde în general celei a cavității în care se formează sau se dezvoltă. Mai frecvent de formă neregulată rotundă, ovalară sau triunghiulară (cînd sînt de dimensiuni mici), ei pot realiza, în cazul în care devin foarte mari, veritabile mulaje ale unui sector din arborele pielo-calicial sau a acestui arbore în ansamblu (calculii "coraliformi") (fig.328).

#### 9.6.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice și imagistice

**9.6.1.1. Radiografia renală simplă.** Evidențiază în mod direct prezența calculilor radioopaci, cei mai frecvenți (reprezentînd 80-90 % din numărul total al calculilor urinari), sub forma de opacități intense, net conturate, de formă și dimensiuni variate, dispuse pe aria de proiecție a rinichilor sau pe traiectul probabil al căilor de excreție (fig.328,a).

În afara identificării poziției bazinetului, care, așa cum am văzut, se înscrie în mod normal în patrulaterul Bazy-Moyrand, este deseori necesar să fie reprezentat traiectul probabil al ureterului pelvin în porțiunea lui juxtavezicală și intramurală, în care se pot opri calculi migratori. În acest sens este utilizată o altă construcție grafică, "patrulaterul

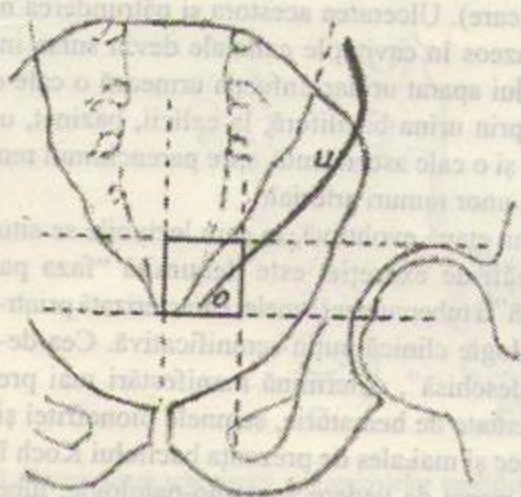


Fig.329. Patrulaterul Robert Gayet: u: ureterul; o: orificiul vezical al ureterului.

Robert Gayet" (fig.329). Aceasta rezultă din intersecția a două linii verticale ce trec prin axul apofizelor spinose și simfiza pubiană, respectiv prin unghiul intern al găurii obturatoare, și două linii orizontale, una inferioară (care unește fosetele ligamentului rotund al capului femural) și una superioară (ce trece prin marginea superioară a sprîncenei cotiloide).

În acest patrulater, ureterul intramural are un traiect în diagonală, de sus în jos și dinafară înăuntru; orificiul ureteral se găsește pe linia inferioară, la 1,5 cm de unghiul infero-intern.

Pe radiografia de profil, calculii situați în parenchimul renal și cei pielo-caliciali se proiectează pe coloana vertebrală (fig.328,b).

Prezența de opacități de intensitate calcară pe traiectul obișnuit al căilor de excreție sau în vecinătatea acestuia se poate datora unor formațiuni patologice de altă natură decît calculii urinari: calculi biliari, fleboliți, calcificări ale vaselor sau ganglionilor limfatici abdominali, calcificări în parenchimul renal, coproliți etc. Pentru precizarea topografiei și apartenenței reale a unei structuri radioopace, este deseori utilă efectuarea unei radiografii de profil. Datorită variabilității, normale sau patologice, a poziției rinichiului și diferitelor segmente ale căii de excreție, prezența unui calcul urinar trebuie să fie însă confirmată prin practicarea urografiei, singura care poate stabili cu certitudine poziția opacității în raport cu organele aparatului urinar.

Calculii radioopaci ai vezicii urinare sînt de obicei, în momentul în care se solicită examenul, de dimensiuni mari, de formă neregulată, rotundă sau ovalară, și prezintă o structură stratificată (fig.328,a,4).

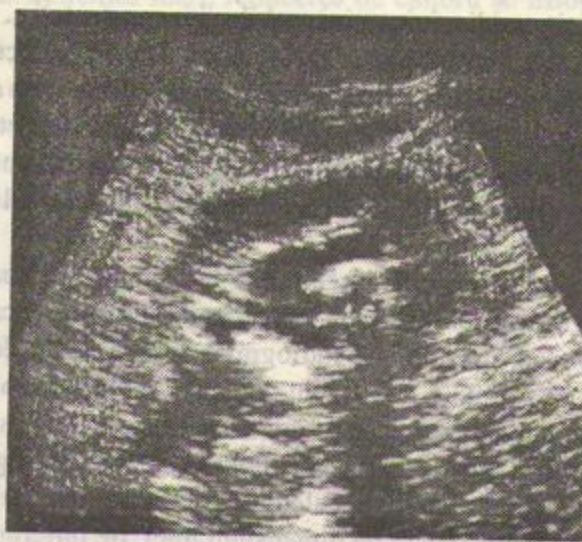


Fig.330. Imagine echografică a unui calcul bazinetal cu diametrul de 16 mm.





Fig.331. Stază pielo-calicială și ureterală superioară (dreapta) produsă de un calcul al ureterului pelvin. Urografie efectuată la 45 minute de la injectare).

În anumite cazuri ei pun problema diferențierii de calculii sau calcificările prostatei (proiectate pe o zonă restrânsă, vecină cu linia mediană, a regiunii suprapubiene, de calcificările din fibromioamele uterine (de formă neregulată și cu structură neomogenă) sau de coproliți recto-sigmoidieni, imagini mobile și inconstante).

**9.6.1.2. Ultrasonografia.** Structura densă și caracterul puternic reflectant permit o reprezentare foarte netă a lor pe imaginile ecografice abdominale. Instalațiile actuale permit și măsurarea dimensiunilor, de regulă evaluate în mod real numai în direcția perpendiculară pe fascicul (fig. 330).

**9.6.1.3. Urografia** precizează în primul rând apartenența la organele urinare a unei imagini suspecte de calcul radiopac, prezente pe radiografia simplă. În al doilea rând, poate pune în evidență calculii radiotransparenți pielo-caliciali, sub forma unor imagini lacunare, dispuse la periferia sau în centrul caliciilor sau bazinețului (fig. 320 e); la nivelul ureterelor, calculii radiotransparenți produc fie imagini lacunare de dimensiuni mici, fie întreruperea constantă a coloanei de urină opacifiată (în cazul în care obstruează conductul).

Urografia poate evidenția, de asemenea, modificările de ordin morfologic și funcțional produse de prezența calculilor asupra parenchimului renal și căilor de excreție. Acestea constau în esență din stază (fig. 331), urmată de hipotonie și dilatarea porțiunii suprajacente a căii de excreție, care, în funcție de vechimea afecțiunii, se poate dezvolta în grade diferite, realizând în final aspectul hidronefrozei (fig. 320, a). Suprainfecția urinei stagnante produce pionefrita sau pionefroza, traduse prin aspecte radiologice corespunzătoare.

Alterarea stării funcționale a parenchimului renal este reprezentată pe urografie prin semnele reducerii capacității de secreție și concentrație.

Practicată în timpul colicii, urografia evidențiază uneori absența secreției de partea corespunzătoare calculului (așa-numitul "rinichi mut funcțional"). În alte cazuri, creșterea bruscă a presiunii în arborele pielo-calicial se soldează cu staza renală totală, tradusă radiologic prin nefrografie.

## 9.7. Tuberculoza aparatului urinar

Localizarea renală este una dintre consecințele diseminării hematogene apărute în evoluția tuberculozei primare. Bacilemia specifică produce inițial la nivelul parenchimului renal leziuni predominant productive, de obicei bilaterale, ale corticalei, cu tendință spontană la scleroză spontană și vindecare aparentă.

În condiții create de factori favorizanți de ordin general sau local (traumatisme, anomalii congenitale, stază urinară sau vasculară etc.), infecția se extinde la nivelul medularei și apoi, prin tubii uriniferi, la regiunile papilo-calicial, unde produce leziuni cu caracter de necroză specifică (cazeificare). Ulcerarea acestora și pătrunderea materialului cazeos în cavitățile calicial devin sursa infectării întregului aparat urinar. Infecția urmează o cale descendentă, prin urina baciliferă, la calicii, bazineț, ureter și vezică, și o cale ascendentă, spre parenchimul renal, prin invazia unor ramuri arteriale.

Prima etapă evolutivă, în care leziunile se situează în afara căii de excreție, este denumită "faza parenchimatosa" a tuberculozei renale, caracterizată printr-o simptomatologie clinică puțin semnificativă. Cea de-a doua, "faza deschisă", determină manifestări mai pregnante, reprezentate de hematurie, semnele pionefritei și cistitei specifice și mai ales de prezența bacilului Koch în urină.

Din punct de vedere anatomo-patologic, tuberculoza aparatului urinar se caracterizează, ca și celelalte localizări, printr-un exprimat polimorfism lezional. La nivelul



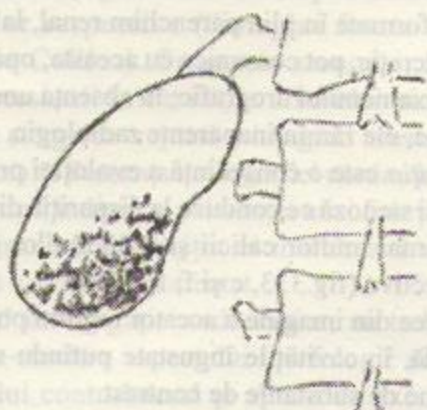


Fig.332. Calcificări de natură tuberculoasă în parenchimul renal.

rinichilor, în afara modificărilor productive și fibroase, apărute în majoritate în faza de evoluție parnchimatoasă, se dezvoltă mai ales procese cazeificante, ce se soldează cu ulcerării de întindere variabilă, de formă neregulată, anfractuoză; în unele cazuri, în masa cazeoasă se produc calcificări.

Regiunile papilo-caliciile sînt sediul eroziunilor, soldate uneori cu amputarea papilelor. Caliciile și bazinetul, ca și ureterul, suferă mai ales procese stenozante, responsabile, în formele cu evoluție prelungită, de dezvoltarea hidro- și pionefrozei, urmată de alterarea totală a parenchimului renal.

9.7.1. Tehnici de investigare; aspecte

Diagnosticul tuberculozei aparatului urinar, care se bazează în principal pe evidențierea bacilului Koch în

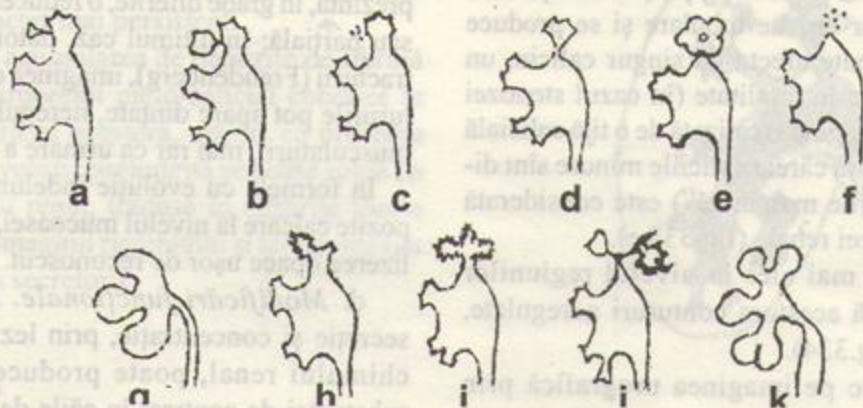


Fig.333. Reprezentare schematică a principalelor modificări produse de tuberculoză la nivelul rinichiului și arborelui pielo-calicial. a: îngustare a bazei unui caliciu minor; b: îngustare a unui caliciu minor, cu dilatația regiunii papilo-caliciiale suprajacente; c: amputația unui caliciu minor; d: îngustarea unei tije caliciiale majore; e: îngustarea unei tije majore, cu dilatația caliciilor suprajacente ("floare de margaretă"); f: amputația unui caliciu mare; g: stenoză a bazinetului, cu dilatația caliciilor; h: eroziuni la nivelul unui caliciu minor; i: eroziuni ale caliciilor mici superioare; j: cavernă în parenchimul renal; k: dilatația ureterului, stenoza bazinetului, dilatația caliciilor.

urină, beneficiază larg de datele urografiei intravenoase, care oferă informații de valoare deosebită de ordin morfologic și funcțional; în unele cazuri este recomandabilă și utilizarea urotomografiei și examenului CT. Alterarea pronunțată a funcțiilor de secreție și concentrație a parenchimului renal, obligă, pentru evidențierea leziunilor morfologice, la practicarea urografiei cu compresie sau a pielografiei ascendente.

9.7.1.1. Radiografia renală simplă poate evidenția imagini de dimensiuni normale sau crescute în grade diferite ale rinichiului afectat. De asemenea, prezența de structuri calcare, reprezentate de opacități intense, de aspect neregulat, nodulare sau realizînd plaje ce acoperă întinderi variabile din aria renală (fig.332).

Un rinichi impregnat cu calcificări dispuse neregulat pe întreaga lui suprafață (mai frecvent de dimensiuni mici) este etichetat cu termenul de "rinichi mastic". În realitate rinichiul mastic prezintă leziuni extinse cu caracter ulcero-cazeos, însoțite de necroza parenchimului; dimensiunile lui, sensibil influențate de starea cavităților excretorii intrarenale, pot varia de la cele ale unui organ atrofice pînă la mărimi considerabile.

9.7.1.2. Urografia traduce radiologic cu deosebită expresivitate polimorfismul lezional specific tuberculozei, sub forma unui grup larg de modificări elementare, de ordin morfologic și funcțional, ale rinichilor și căilor de excreție.

a. Modificări ale rinichiului, caliciilor și bazinetului.

Îngustarea este unul dintre cele mai caracteristice semne radiologice și se datorează procesului de sclero-lipomatoză specifică. Îngustarea, uneori pînă la dispariția din imagine, a unui caliciu minor este dificil de evidențiat. La nivelul caliciilor mari, reducerea de calibru se însoțește



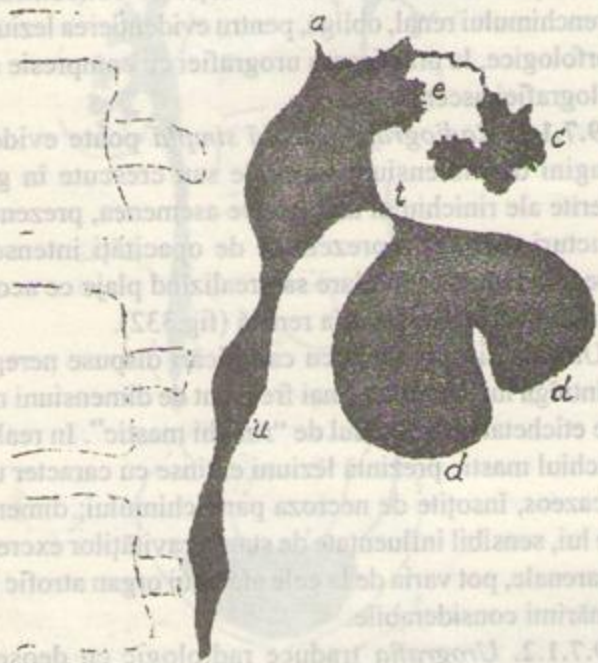


Fig.334. Tuberculoză avansată reno-piело-ureterală. a: amputarea caliciului superior; e: eroziuni ale țigii caliciale mijlocii; c: cavernă parenchimatoasă; t: țigă caliciale îngustată; d: regiuni papilo-caliciale dilatate; u: ureter cu calibrul neuniform.

de contururi neregulate, dantelate. În multe cazuri, îngustările și stenozele caliciale sînt relevate de modificările însoțitoare, mai ales de dilatația suprajacentă (fig. 333 și 334).

Îngustarea bazinetului conferă lumenului acestuia un aspect tubular sau filiform (fig.333, g și k). Dilatația este consecința stenozei unor organe tubulare și se produce deasupra acesteia; ea poate afecta un singur caliciu, un grup caliciale sau caliciile în totalitate (în cazul stenozei bazinetului) (fig.333). Imaginea realizată de o țigă caliciale majoră îngustată, deasupra căreia caliciile minore sînt dilatate (aspect în "floare de margaretă") este considerată caracteristică tuberculozei renale (fig.333,e).

Eroziunile, vizibile mai ales la nivelul regiunilor papilo-caliciale, conferă acestora contururi neregulate, șterse (fig.333, h și i; fig.334).

Ulceratiile se traduc pe imaginea urografică prin opacități adiționale de formă neregulată, de dimensiuni variabile, unice sau multiple proiectate pe aria renală (fig. 333,j; fig.334).

Unele dintre cavernele tuberculoase se pot suprapune peste regiunile papilo-caliciale și pot fi diferențiate de cali-

ciile dilatate numai prin contururile lor șterse, neregulate. Cavitațile formate în plin parenchim renal, la distanță de calea de excreție, pot comunica cu aceasta, opacifiindu-se în timpul examenului urografic; în absența unui traiect de comunicare, ele rămîn inaparente radiologic.

Amputația este o consecință a evoluției procesului de îngustare și stenoză ce conduce la dispariția din imagine a unui sau mai multor calicii și a regiunilor papilo-caliciale respective (fig.333, c și f; fig.334).

Ștergerea din imagine a acestor regiuni poate fi totală sau parțială, în cavitațile îngustate putîndu-se evidenția uneori urme de substanțe de contrast.

Prezența unor mase de produs patologic (mai ales cazeum) în cavitațile căii superioare de excreție poate realiza *imagini lacunare*, de obicei de dimensiuni reduse.

b. *Modificări ale ureterelor.* Modificările produse la nivelul ureterelor sînt reprezentate în principal de îngustări de calibrul și stenoze, localizate de predilecție la nivelul joncțiunii pielo-ureterale și regiunii pelvine. În formele foarte avansate și extinse, îngustarea poate afecta, în mod neuniform, întregul traiect al ureterului, care prezintă în același timp contururi șterse, neregulate.

Îngustările și stenozele sînt urmate de dilatația segmentelor suprajacente, care se poate propaga pînă la nivelul cavitaților superioare, realizînd aspectul de hidronefroză.

Triada "ureter dilatat, bazinet îngustat, calicii dilatate" (fig.333,k) este considerată patognomonică pentru tuberculoza aparatului urinar, chiar în absența altor modificări radiologice elementare.

c. *Modificări ale vezicii urinare.* În majoritatea cazurilor de tuberculoză a aparatului urinar urografia evidențiază modificări ale vezicii, care au ca substrat reducerea capacității de expansiune a organului, datorată contracției spastice sau sclerozei parietale. Vezica tuberculoasă prezintă, în grade diferite, o reducere dimensională globală sau parțială; în ultimul caz, datorat de regulă hemicontracturii (Freudenberg), imaginea devine asimetrică. Contururile pot apare dințate, neregulate, datorită spasmelor musculaturii, mai rar ca urmare a leziunilor superficiale.

În formele cu evoluție îndelungată, se pot forma depozite calcare la nivelul mucoasei, traduse radiologic prin lizerece opace ușor de recunoscut.

d. *Modificări funcționale.* Afectarea funcției de secreție și concentrație, prin leziuni extinse ale parenchimului renal, poate produce întîrzierea apariției substanței de contrast în căile de excreție sau reducerea intensității opacității acestora.

Tulburările excreției se manifestă pe imaginea urografică în mod diferit, în funcție de natura și gravitatea leziunilor constituite. În cazul unei îngustări moderate a



lumenului ureteral, staza suprajacentă consecutivă se traduce prin imagini foarte nete, intens opace, ale segmentelor respective ("imagini foarte frumoase" descrise de Colliez). Progresia stenozei, însoțită de creșterea presiunii în cavitățile arborelui pielo-calicial, conduce la ștergerea treptată a imaginii acestora, pînă la dispariția totală. Prezența nefrografiei rămîne în asemenea cazuri singurul indiciu al existenței unei funcții secretorii a parenchimului; dispariția ei marchează excluderea funcțională a rinichiului afectat.

În cursul investigației radiologice, nu trebuie omisă examinarea atentă a aspectului morfologic și funcțional al rinichiului controlateral și al căii de excreție corespunzătoare, prezumptiv normale. La nivelul acestora se pot descoperi modificări minime, dar care marchează localizarea bilaterală a infecției tuberculoase și capătă prin aceasta o semnificație deosebită din punct de vedere al prognosticului și conduitei terapeutice.

## 9.8. Procese inflamatorii nespecifice

### 9.8.1. Pielonefrita

Inflamația simultană a parenchimului renal și căilor superioare de excreție (calicii și bazinet), produsă de infecția cu germeni nespecifici, este în general favorizată de staza produsă de obstacole în scurgerea normală a urinei (litiază, sarcină etc.). Aspectul radiologic este dominat în formele acute de manifestări spastice la nivelul caliciilor și bazinetului, traduse pe urografie prin îngustări – uneori pînă la dispariție – ale calibrului cavităților respective; imaginea este reversibilă și de scurtă durată. Edemul supraadăugat în unele cazuri accentuează acest aspect, conferindu-i și un caracter mai persistent.

În formele cronice, acumularea de depozite de fibrină și puroi în cavitățile arborelui pielo-calicial conduce la neomogenitatea opacifierii acestora, uneori cu prezența de imagini lacunare. Evoluția prelungită se poate solda cu scleroza parenchimului renal, tradusă în cazurile foarte grave prin micșorarea imaginii rinichiului și reducerea sau suprimarea funcției lui secretorii.

### 9.8.2. Pionefrita

Supurația parenchimului renal este de obicei consecința unei infecții ascendente cu floră microbiană piogenă; mai rar, infecția poate fi produsă pe cale hematogenă.

*Forma difuză* este marcată radiologic inițial prin aspecte ce traduc spasmul și edemul cavităților pielo-calicial. Acestea li se adaugă treptat imagini cavitare formate în urma abcedării și eliminării zonelor necrotice, ca și imagini lacunare produse de masele intracavitare de fibrină și puroi. În final, procesul de scleroză, consecutiv unei evoluții îndelungate, conduce la deformarea arborelui pielo-calicial, prin alterări ale calibrului și poziției; în același timp, rinichiul afectat poate apare redus de volum.

*Forma izolată* (abcesul renal). În funcție de dimensiunile atinse, o colecție purulentă unică, dezvoltată în plin parenchim renal, produce compresia caliciilor vecine, pe care le deplasează sau le amputează. După evacuarea în calea de excreție, poate fi evidențiată o cavitate cu pereți neregulați.

### 9.8.3. Pionefroza

Procese supurative simultane ale rinichiului și căii superioare de excreție se traduc radiologic prin mărirea imaginii renale, care poate prezenta contururi neregulate, datorită dezvoltării de abcese în corticală; după evacuarea acestora, este posibilă evidențierea de cavități intraparenchimatose. Caliciile și bazinetul apar dilatate în grade diferite, neomogen opacificate, cu imagini lacunare, în timp ce ureterul prezintă îngustări ale lumenului, alternînd cu porțiuni dilatate.

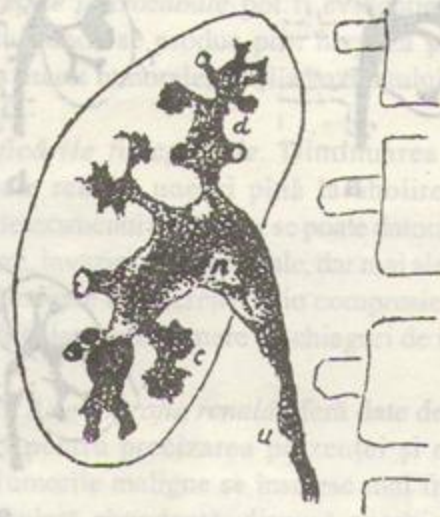


Fig.335. Pionefroză. d: deformare și deorientare calicială; n: opacifiere neomogenă a bazinetului; c: cavitate intraparenchimatasă; u: ureter cu calibr neuniform.



Evoluția prelungită conduce de regulă la suprimarea funcției renale, prin alterarea întinsă a parenchimului.

### 9.9. Tumorile renale

Potrivit originii lor în diferitele structuri tisulare ale rinichilor și căilor de excreție, la care se adaugă și resturi de țesuturi embrionare, tumorile aparatului urinar recunosc o mare varietate histologică.

Principalele forme de tumori *benigne* ale parenchimului renal sînt reprezentate de adenoame, fibroame, lipoame, angioame, leiomiome, hemangioame; unele dintre aceste forme pot proveni și din capsula rinichiului și din țesuturile perirenale. La nivelul bazinetului, tumorile benigne sînt reprezentate mai ales de papiloame.

Tumorile *maligne* mai frecvent dezvoltate în rinichi sînt cele de origine epitelială (adenocarcinoamele sau hipernefroamele); nefroblastomul embrional (tumoarea Wilms) este o tumoare specifică copilăriei; ea apare în primii ani de viață. Sarcoamele, în diverse variante posibile, sînt rare; în schimb, tumorile secundare (metastazele) sînt relativ frecvente.

Epiteliul căilor de excreție superioare este sediul de dezvoltare a unor carcinoame cu celule de tip pavimentos sau tranzițional. În fine, din țesuturile capsulare și pararenale provin variate forme histologice de sarcoame.

Tumorile maligne renale, dintre care cea mai frecventă este adenocarcinomul (tumoarea Gravit), afectează în special bărbații în a 5-a și a 6-a decadă de viață; nefroblastomul este descoperit pînă la vîrsta de 10 ani. Forma obișnuită macroscopică este cea nodulară, localizată la polul superior al rinichiului, rar la polul inferior sau în regiunea lui centrală. În cursul dezvoltării, se produce mărirea circumscrișă de volum a organului, cu deformarea acestuia și alterarea dispoziției sistemului calicial. Forma infiltrativă, rară, conduce la mărirea globală de volum, la invazia capsulei și țesuturilor perirenale. Apariția de ulceratii, consecutivă necrozei maselor tumorale și evacuării acestora, este posibilă. Formele vegetante sînt specifice tumorilor dezvoltate în cavitățile căii superioare de excreție.

#### 9.9.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice și imagistice

Diagnosticul radiologic și imagistic al tumorilor renale și ale căilor de excreție solicită un mare număr de proceduri tehnice, mai ales în formele incipiente, de mici dimensiuni.

9.9.1.1. *Radiografia renală simplă* (completată la nevoie, în cazuri rare, de retroperitoneografie) evidențiază dimensiunile reale ale rinichiului, de regulă

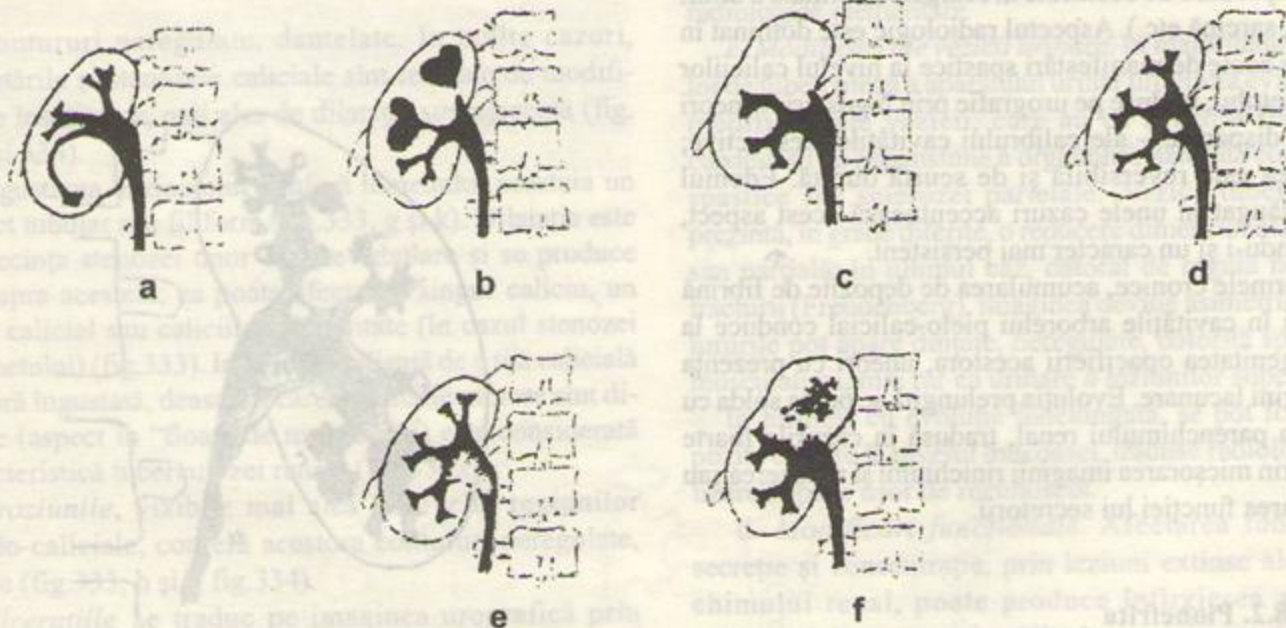


Fig.336. Modificări radiologice elementare produse de tumorile renale. a: deviere, îngustare și alungire a caliciului inferior, amprentă pe conturul inferior al bazinetului (cancer nodular de pol inferior); b: dilatația regiunilor papilo-caliciale superioare și mijlocii prin compresia tijelor caliciale (cancer al regiunii mijlocii a rinichiului); c: amputație totală a caliciului superior și parțială a bazinetului (cancer de pol superior); d: imagine lacunară benignă (polip bazinetal); e: imagine lacunară malignă (cancer al bazinetului); f: cavitate intrarenală, eroziuni ale conturului superior al caliciului mijlociu și bazinetului (cancer necrozat de pol superior renal).



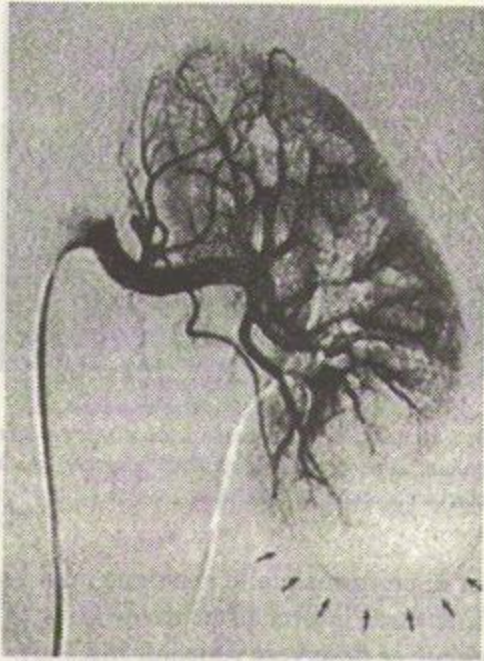


Fig.337. Arteriografie renală selectivă. Zonă avasculară la nivelul polului renal inferior, neregulat delimitată de parenchimul normal (carcinom cu celule renale).

mărite global sau parțial. Tumorile de dimensiuni mari, dezvoltate polar sau în vecinătatea hilului, produc și deplasarea prin împingere a organului. Forma și contururile renale sînt modificate corespunzător mărimii și poziției tumorii; ștergerea conturilor psoasului marchează prezența unui proces infiltrativ.

Pe aria rinichiului afectat se proiectează uneori calcificări (în unele sarcoame sau tumori ale capsulei) sau imagini neobișnuite, aparținînd unor formațiuni osoase rudimentare aberante (în nefroblastom).

În fine, radiografia simplă mai poate pune în evidență, în anumite cazuri, deplasarea organelor vecine (colon, diafragm).

**9.9.1.2. Urografia, urografia cu compresie și pielografia ascendentă** pun în evidență modificările căii superioare de excreție, consecutive compresiei, invaziei sau obstrucției produse de tumoare.

**Deplasarea și alungirea.** Tumorile benigne, ca și formele nodulare ale tumorilor maligne, produc devierea traiectului normal al caliciilor, însoțită uneori de alungirea acestora și reducerea simultană a lumenului lor (fig.336 a). Tumorile de dimensiuni mari modifică poziția și orientarea bazinetului și regiunii superioare a ureterului, în funcție de sediul dezvoltării lor.

**Îngustarea caliciilor și bazinetului** însoțește de obicei deplasările produse de împingerea lor prin formațiunile proliferative. În cazul tumorilor benigne, îngustările

conservă contururile nete ale canalelor; în cel al tumorilor maligne (mai ales infiltrative), contururile devin neregulate, șterse.

**Dilatația** este consecința obstrucției realizate prin compresia externă exercitată de tumoare sau prin proliferarea intracanaliculară a acesteia. Poate interesa o regiune papilo-calicială, un grup calicial (fig.336,b) sau bazinetul (în cazul obstrucției orificiului superior al ureterului).

**Amputația** reprezintă cel mai caracteristic semn radiologic al tumorilor maligne renale și este produsă prin invazia și distrucția unor porțiuni ale căilor de excreție, urmată de înlocuirea acestora prin țesut tumoral. Potrivit întinderii și localizării, amputația poate interesa diferite componente ale arborelui pielo-calicial (fig.336,c; fig.320 f), uneori pînă la dispariția totală din imagine a acestuia. Contururile segmentului amputat sînt de regulă neregulate, șterse.

**Lacunele** exprimă radiologic prezența în căile de excreție (calicii, bazinet, ureter) a proceselor tumorale vegetante. Imaginile lacunare tumorale pot fi situate periferic sau central în raport cu cavitatea în care se dezvoltă.

Tumorile benigne, așa cum este, de exemplu, papilomul bazinetal, produc lacune cu contururi nete, omogene, de formă regulată (fig.336,d).

Imagini similare pot realiza, în afara calculilor radiotransparenți, și cheagurile sanguine de mari dimensiuni, formate în căile de excreție; acestea sînt consecința hemoragiilor produse de diferite afecțiuni, inclusiv tumorale.

Lacunele maligne sînt de obicei de formă neregulată, imprecis conturate, neomogene (cu "semitonuri") (fig.336,e).

**Ulcerațiile și eroziunile** pot fi evidențiate la nivelul rinichiului, unde se produc prin necroza și eliminarea parțială a masei tumorale, ca și a bazinetului și caliciilor (fig.336,f).

**Modificările funcționale.** Diminuarea capacității funcționale renale, uneori pînă la abolirea secreției, relevată de examenul urografic, se poate datora, în evoluția unei tumori, invaziei vaselor renale, dar mai ales obstrucției căilor superioare de excreție, prin compresie, proliferare intracanaliculară sau formare de chiaguri de mari dimensiuni.

**9.9.1.3. Arteriografia renală** oferă date de importanță deosebită pentru precizarea prezenței și naturii unei tumori. Tumorile maligne se însoțesc mai frecvent de o rețea vasculară abundentă, dispusă anarhic, pe fondul căreia se pot proiecta arii avasculare, corespunzînd teritoriilor necrotice (fig.337). Tumorile benigne sînt lipsite de vascularizație; ele pot deforma rețeaua vasculară din vecinătate prin împingere.



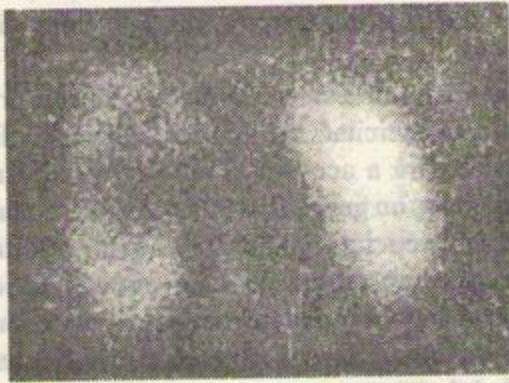


Fig.338. Scintigramă renală cu tehnétiu 99m-DMSA. Cancer renal drept de mari dimensiuni, cu reducere importantă a fixării pe întreaga arie de proiecție a organului.

Cavografia evidențiază în unele cazuri prezența de conglomerate celulare tumorale, care invadează marile vene, precedând metastazarea pe cale circulatorie.

9.9.1.4. Examenul scintigrafic poate contribui la stabilirea dimensiunilor și localizării tumorii, ca și la studiul vascularizației acesteia; el oferă, de asemenea, relații cu privire la starea funcțională a rinichiului afectat (fig.338).

9.9.1.5. Investigarea CT crează posibilitatea reprezentării directe a tumorii și a relațiilor ei cu vecinătatea, evidențiind eventuala invazie a vaselor mari (mai ales cava inferioară) și prezența de adenopatii metastatice (fig.339 și 340).

9.9.1.6. Examenul ultrasonografic permite evidențierea formațiunilor tumorale, de obicei sub forma unor zone hipoechogene, reliefând în același timp unele detalii structurale (în special prezența de calcificări) (fig. 341 și 342).

9.9.1.7. Investigarea IRM permite, ca și examenul computer-tomografic, reprezentarea directă a tumorii și a

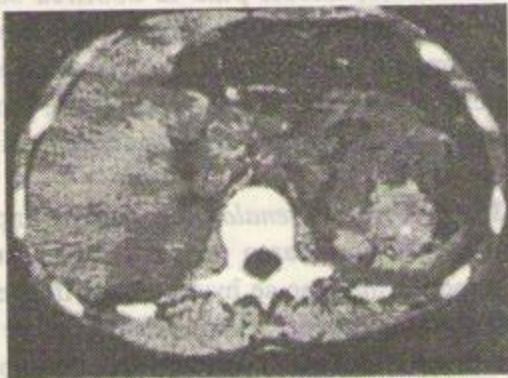


Fig.339. Secțiune transversală CT în planul rinichilor (examen "nativ"). Formațiune expansivă hiperdensă la nivelul rinichiului stâng (angio-mio-lipom).

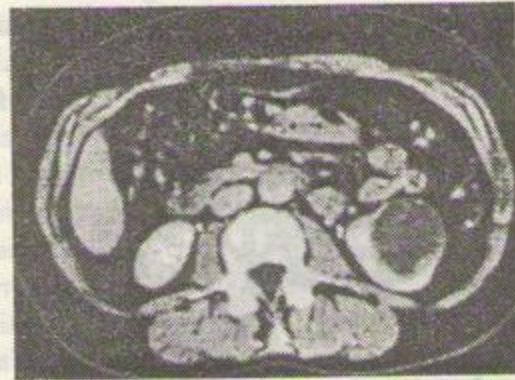


Fig.340. Examen CT cu substanță de contrast al rinichilor. Formațiune tumorală neopacifiată dezvoltată la nivelul rinichiului stâng (carcinom chistic cu celule renale).

rapoartelor ei cu formațiunile anatomice din vecinătate; oferă, de asemenea, informații cu privire la starea segmentelor vasculare ce deservesc rinichiul (fig.343).

## 9.10. Sindromul pseudotumoral

Numeroase formațiuni expansive dezvoltate la nivelul parenchimului renal (chistul solitar, chistul hidatic, tuberculomul, abcesul) pot realiza radiologic și imagistic așa-numitul *sindrom pseudo-tumoral*. Acesta reunește un grup de modificări elementare reprezentate mai frecvent de alterarea formei și conturilor rinichiului, alungirea și devierea caliciilor, îngustarea bazinetului, mai rar de imagini lacunare, amprente și dilatații parțiale ale căii de excreție (prin compresie și stază suprajacentă). Asemenea formațiuni patologice sînt de regulă unilaterale; în mod particular, rinichiul polichistic afectează ambele organe.



Fig.341. Echografie abdominală transrenală (în plan axial). Formațiune cu caracter hipoechogen foarte exprimat (carcinom chistic cu celule renale).



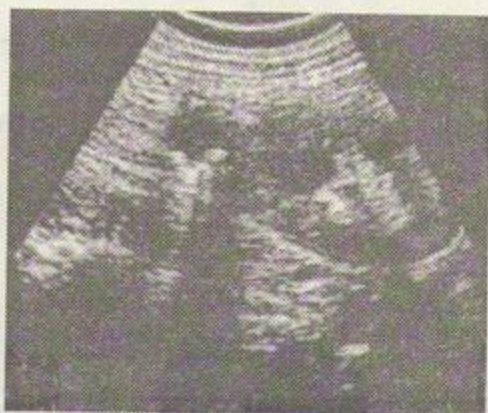


Fig.342. Echografie abdominală transrenală (în plan axial). Formațiune tumorală renală hipoechogenă cu calcificări (carcinom cu celule renale).

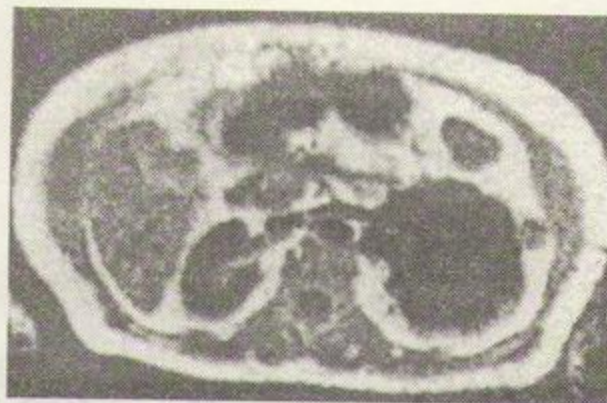


Fig.343. Secțiune RMN transversală în planul rinichilor (regenerare prin inversie). Adenocarcinom de mari dimensiuni al rinichiului stâng.

### 9.10.1. Chistul solitar și rinichiul polichistic

Au fost descrise într-un capitol anterior (vezi cap. 9.5.1.6.).

### 9.10.2. Chistul hidatic

Chistul hidatic cu localizare renală poate atinge uneori dimensiuni considerabile, deformând conturul rinichiului pe radiografia simplă; prezintă în unele cazuri calcificări, dispuse sub forma unui lizereu opac de aspect circular sau semicircular.

Examenul urografic evidențiază, în funcție de dimensiunile și localizarea chistului, devierea și îngustarea caliciilor, îngustarea bazinetului sau deplasarea ureterului proximal. După evacuare, substanța de contrast poate pătrunde în cavitatea restantă, pe care o opacifică total sau parțial.

### 9.10.3. Tuberculomul

Este o masă cazeoasă încapsulată, dezvoltată în plin parenchim, care nu comunică cu calea de excreție. Se însoțește frecvent de semne ale tuberculozei renale, fie de vecinătate (mici eroziuni, stenoze sau ulceratii ale caliciilor), fie la distanță (modificări specifice ale bazinetului sau ureterului).

### 9.11. Traumatismele renale

Lezarea traumatică a rinichilor se produce mai frecvent prin contuzii sau plăgi și are consecințe de gravitate variabilă, de la sufuziuni sangvine (sub- sau extracapsu-

lare) și fisuri ale parenchimului, pînă la ruptura totală sau zdrobirea unuia sau ambelor organe.

Diagnosticul radiologic și imagistic al leziunilor traumatiche, care are în vedere în esență evidențierea întreruperii continuității organului, a revărsatelor sanguine, hematoamelor și, ulterior, a sechelelor, nu întîmpină dificultăți, dacă diferite proceduri de investigare sînt disponibile.

Radiografia simplă poate evidenția ștergerea conturului rinichiului și psoasului, determinată de revărsatul sanguin sau de prezența unui hematom, ca și fracturi ale oaselor vecine. Urografia practică în primele zile relevă deformări sau devieri ale căilor superioare de excreție produse de hematoame, uneori imagini lacunare ce traduc chiaguri intracaniculare. Reducerea sau absența totală a secreției, frecvente în cazul traumatismelor intense, pot avea semnificația unei stări funcționale trecătoare.

Reprezentarea directă a stării parenchimului, întinderii hemoragiei și evoluției hematomului necesită explorarea echografică, scintigrafică și, în unele cazuri, date suplimentare ce rezultă din investigarea CT și IRM.

### 9.12. Afecțiunile vezicii urinare

În afara litiarei și tuberculozei urinare, ale căror localizări vezicale au fost descrise, la nivelul vezicii urinare pot fi întîlnite unele manifestări patologice particulare, traduse prin aspecte caracteristice.

#### 9.12.1. Modificările de formă

Cele produse prin compresie externă sînt mai ales consecința hiperplaziei uterine, produsă de dezvoltarea



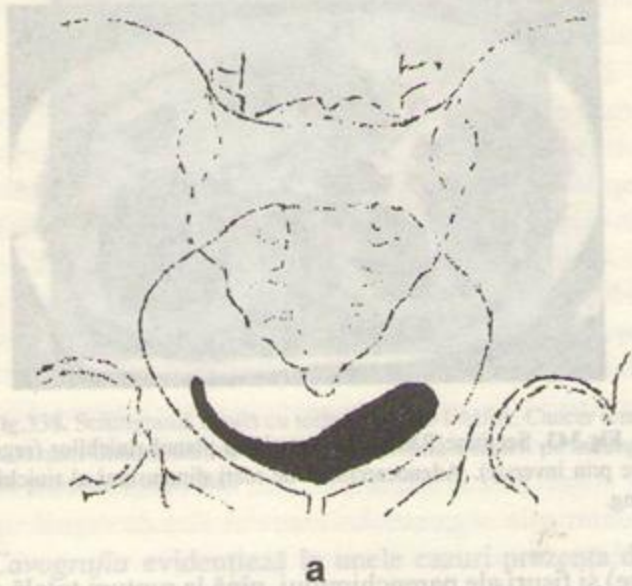


Fig.344. Amprentă pe conturul superior al vezicii (sarcină în luna VI-a) (a) și pe conturul inferior (adenom de prostată) (b).

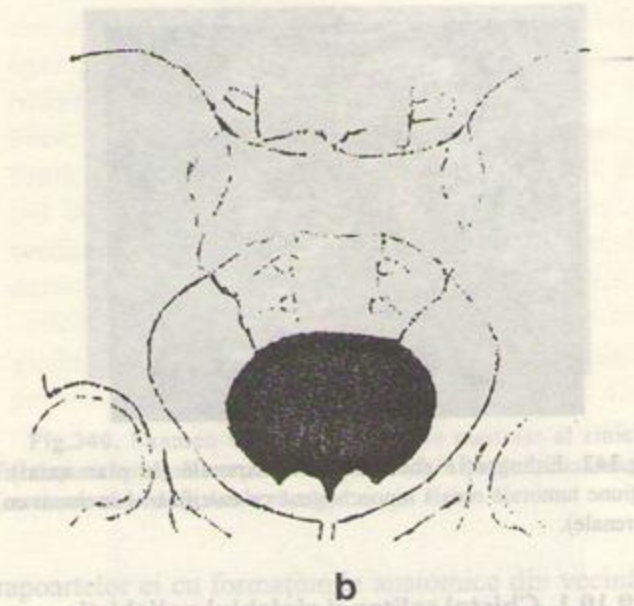
tumorilor benigne sau maligne ale uterului, dar mai ales de sarcina înaintată. Aceasta crează pe conturul superior o amprentă largă, caracteristică (fig.344,a). Hiperplazia prostatei, prin adenoame sau tumori maligne, duce la apariția de amprente, de obicei bilobate, pe conturul inferior, în regiunea suprapubiană (fig.344,b).

**9.12.2. Diverticuli vezicali** pot fi congenitali, în care caz prezintă o structură anatomică similară pereților vezicali normali, sau dobândiți, când se constituie în urma hernierii mucoasei vezicale prin punctele slabe ale musculaturii.

Pe urografie sau cistografie, diverticuli apar ca opacități adiționale, dispuse în vecinătatea conturilor vezicii, unice sau multiple, de formă rotundă sau ovalară, cu contururi de obicei regulate, atingând uneori dimensiuni gigantice (fig.327). Cavitatea diverticulară comunică cu cea a vezicii printr-un colet îngust; mai rar, baza de implantare poate fi largă. Uneori în interiorul diverticuliilor pot fi evidențiate imagini de calculi. Prezența complicațiilor inflamatorii se traduce prin ștergerea conturilor sau neregularități ale acestora.

### 9.12.3. Disectazia colului vezical

Este o afecțiune specifică sfincterului neted al colului vezicii urinare, care devine rigid și inextensibil, împiedicând desfășurarea normală a micțiunii. La originea acestei stări anormale se situează procese inflamatorii, infiltrații neoplazice sau tulburări vasomotorii; sînt descrise și forme congenitale, manifestate din copilărie.



Cistografia micțională, examen de elecție pentru studiul disectaziei, evidențiază lipsa de destindere a colului și scurgerea urinii opace printr-un canal filiform; la sfîrșitul micțiunii persistă în imagine o cantitate importantă de urină reziduală.

În cazurile incipiente, pereții vezicii prezintă contururi neregulate, cu mici proeminențe, datorate hipertrofiei coloanelor musculare, traducînd efortul neobișnuit de contracție al detrusorului. Epuizarea acestuia conduce în final la destinderea pasivă a vezicii, la forțarea orificiilor ureterale, care se soldează cu reflux vezico-ureteral. Staza consecutivă în căile superioare de excreție poate conduce la alterarea funcției de secreție și concentrație renale, relevantă de examenul urografic.

### 9.12.4. Tumorile vezicale

Formațiunile tumorale *benigne*, în majoritate papiloame, produc pe urografie sau cistografie imagini lacunare centrale sau periferice omogene, cu formă și contururi regulate.

Tumorile *maligne* vegetante creează lacune de dimensiuni variabile, ocupînd uneori cea mai mare parte a cavității vezicale, cu contururi neregulate, șterse, cu tonalitate neuniformă a opacității (fig.345). Procesele tumorale infiltrative produc rigiditatea peretelui vezical, cu lipsa lui de destindere și reducerea parțială a volumului organului; la nivelul porțiunii infiltrate contururile devin neregulate.



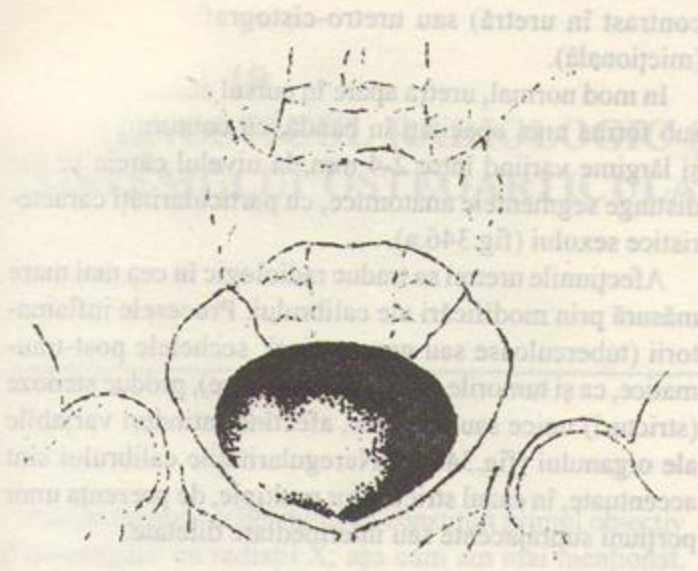


Fig.345. Cancer vegetant al vezicii urinare (cistografie).

În formele incipiente, rigiditatea segmentară a peretelui vezical, cu eventuala fixare la vecinătate, poate fi evidențiată mai ales de policistografie.

Alte proceduri imagistice (în special ecografia și IRM) pot contribui la descoperirea și la evaluarea dimensiunilor reale ale tumorilor vezicale.

Infiltrarea orificiului și porțiunii distale a ureterului crează treptat stază ureterală, cu răsunet morfologic și funcțional asupra căii superioare de excreție și rinichiului, evidențiat de examenul urografic.

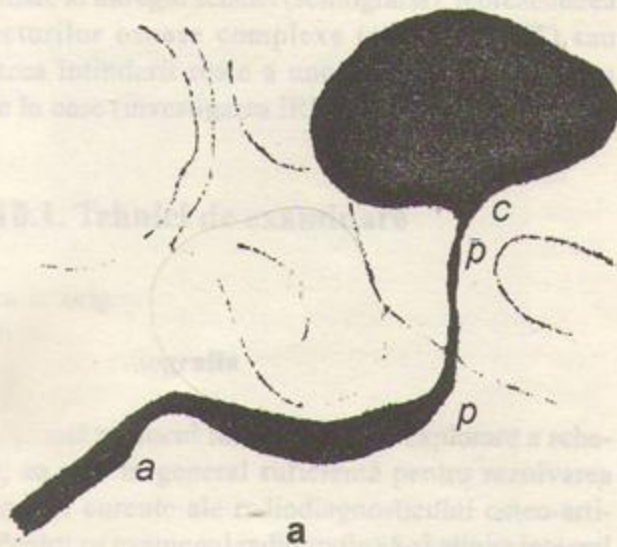


Fig.346. a: aspectul radiologic normal al uretrei masculine pe uretro-cistografie (C: colul vezical; P: uretra prostatică; p: uretra posterioară; a: uretra anterioară). b: tuberculoză ureterală și prostatică (uretro-cistografie).

### 9.13. Afecțiunile prostatei

#### 9.13.1. Calculii și calcificările

Apar sub forma de opacități intense, de mici dimensiuni și formă neregulată, dispuse în mod caracteristic în regiunea suprapubiană, în vecinătatea liniei mediane.

#### 9.13.2. Tuberculoza prostatei

Se manifestă radiologic prin eroziuni ale uretrei prostatice sau prin prezența de cavități anfractuoase dispuse în parenchimul glandular (fig.346,b). Tehnica de investigare cea mai adecvată pentru evidențierea acestora este uretrografia.

#### 9.13.3. Tumorile prostatei

Capătă expresie radiologică în măsura în care modifică imaginea vezicii urinare și uretrei.

Adenomul de mari dimensiuni proemină pe conturul inferior al vezicii, realizând o amprență caracteristică, biarcuată, cu convexitatea superioară, cu contururi nete, regulate, care poate reduce în măsură variabilă aria de proiecție a vezicii (fig.344,b).







## Capitolul 10

# DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ȘI IMAGISTIC AL AFECȚIUNILOR SISTEMULUI OSTEOARTICULAR

Componentele scheletului au constituit primul obiectiv al investigării cu radiații X; așa cum am mai menționat, prima radiografie, efectuată de către Röntgen în 1895, a fost o radiografie a oaselor mîinii. Pe măsura perfecționării instalațiilor de radiodiagnostic, radiografiile diferitelor segmente ale scheletului au cîștigat în finețe și bogăție de detalii; au fost concepute numeroase incidente particulare, apropiate examinării structurii și arhitecturii unor oase sau regiuni cu organizare complexă ale sistemului osteo-articular (cum este, de exemplu, craniul).

În prezent, investigarea radiologică a formațiunilor osoase și articulare a devenit un instrument de neînlocuit în practica unor discipline medicale ca ortopedia și traumatologia, oto-rino-laringologia, neurologia, reumatologia, oncologia etc.

Celelalte proceduri imagistice aduc un aport substanțial în evidențierea unor modificări structurale discrete sau diseminate în întregul schelet (scintigrafia), reprezentarea arhitecturilor osoase complexe (examenul CT) sau reliefarea întinderii reale a unor procese invazive cu origine în oase (investigarea IRM).

### 10.1. Tehnici de examinare

#### 10.1.1. Radiografia

Reprezintă mijlocul fundamental de explorare a scheletului; ea este în general suficientă pentru rezolvarea problemelor curente ale radiodiagnosticului osteo-articular. Pentru ca examenul radiografic să-și atingă integral obiectivul propus, acela de a furniza date cît mai complete și precise, se impune ca el să respecte anumite reguli și cerințe.

Este necesară, în primul rînd, alegerea de parametri electrici apropriați, care să permită reliefaarea netă a detaliilor structurale ale oaselor examinate. Investigarea unei piese scheletice, unei regiuni a scheletului sau unei articulații obligă la efectuarea a cel puțin două radiografii, în incidente perpendiculare una pe cealaltă. În fine, regiunile simetrice vor fi examinate întotdeauna bilateral, pentru a se crea posibilitatea comparației.

*Radiografia fără ecrane întăritoare* (folii) reprezintă o variantă cu aplicabilitate limitată la explorarea unor regiuni puțin voluminoase (membrulele copilului mic, falangele adultului, unele oase mici ale feței). Prin această tehnică se elimină scăderea netității conturilor creată de granulația foliilor, creîndu-se posibilitatea evidențierii de detalii extrem de fine (de ordinul fracțiunilor de milimetru); ea obligă însă la creșterea considerabilă a timpului de expunere.

*Radiografia direct mărită* este rezultatul unei expuneri cu distanță sursă-film redusă (40-50 cm). Obținerea de detalii suplimentare pe această cale este însă iluzorie.

#### 10.1.2. Tomografia

Este deosebit de utilă pentru evidențierea unor detalii structurale și a unor leziuni distructive de mici dimensiuni, acoperite de structurile adiacente.

#### 10.1.3. Artrografia

Folosind ca medii de contrast aerul sau substanțe radioopace introduse în cavitatea articulară, permite studiul spațiului și suprafețelor articulare, al capsulei și meniscurilor.



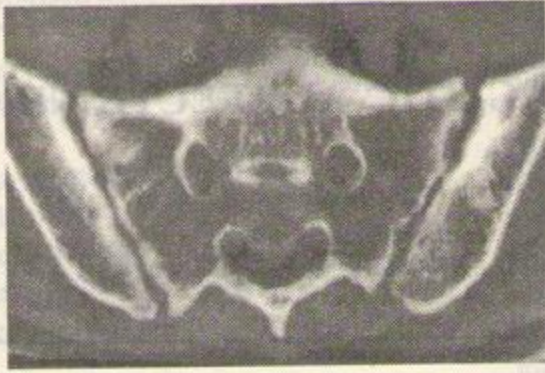


Fig.347. Secțiune computer-tomografică la nivelul regiunii sacroiliace. Reprezentare netă a articulațiilor respective.

#### 10.1.4. Arteriografia

Este folosită mai ales în cazul tumorilor osoase, pentru evidențierea tipului de vascularizație, important în stabilirea caracterului tumorii.

O vascularizație normală, săracă sau absentă este proprie tumorilor benigne, în timp ce una bogată, hiperemică sau anarhică, este apanajul tumorilor maligne. Gradul anomaliilor vasculare poate fi considerat în anumite cazuri proporțional cu cel al malignității tumorii.

#### 10.1.5. Fistulografia

Este efectuată de regulă cu o substanță de contrast iodată (lipiodol); ea pune în evidență o cale de comunicare patologică, deschisă la piele, creată de evoluția unui focar supurativ intraosos.

#### 10.1.6. Tomografia computerizată

Permite o foarte bună reprezentare a elementelor structurale ale osului, a stării spațiilor articulare, a rapoartelor formațiunilor scheletului cu structurile anatomice vecine. Este deosebit de utilă în examinarea regiunilor scheletice cu arhitectură complexă, cum este craniul sau bazinul (fig.347).

Prin prelucrarea și integrarea de către calculator a informației obținute din planuri succesive de secțiune, se pot obține "imagini reconstructive", care permit reprezentarea tridimensională a unei formațiuni osoase sau regiuni scheletice.



Fig.348. Scintigrafie a ansamblului scheletic (tehniciu 99m MDP). Aspect normal.

#### 10.1.7. Scintigrafia osoasă

Oferă date uneori extrem de valoroase cu privire la prezența și întinderea unor procese tumorale și distrofice; poate evidenția, de asemenea, teritorii ischemice (necrotice) și mai ales metastaze inaparente clinic și radiologic (în deosebi prin tehnica de investigare a întregului schelet, fig.348).

Investigarea radioizotopică a oaselor utilizează de regulă produse radiofarmaceutice osteotrope, marcate cu Tc-99m, Sr-85 și 87, mai rar cu F-18.

Radionuclidul cel mai des folosit, tehniciu 99m, este legat de molecule de polifosfați, pirofosfați și mai ales difosfați de tipul metilendifosfonatului (MDP) sau hidrometilendifosfonatului (HMDFP).

Captarea, care depinde esențial de vascularizația osului, este, în condiții normale, mai intensă la nivelul masivului facial, sternului, arcurilor costale, bazinului și extremităților epifizare ale oaselor lungi (fig.348). În cazul oaselor în creștere, cartilajele de conjugare se remarcă, de asemenea, printr-un grad ridicat de fixare.

Intrucât eliminarea traserului se realizează prin filtrare renală, pe scintigramă este întotdeauna prezentă imaginea vezicii urinare.





Fig.349. Scintigrafie cu redare digitală a oaselor bazinului (tehnologie 99m MDP).

### 10.1.8. Investigarea IRM

Oferă posibilitatea reprezentării simultane, pe aceeași imagine, a formațiunilor osoase, structurilor articulare (cartilaje, capsulă) și elementelor musculare și ligamentare adiacente (fig.350).

Tehnica permite evidențierea deosebit de clară a focarelor distructive și a zonelor ischemice intraosoase, ca și invazia vecinătății prin procesele tumorale cu originea în structurile osului.

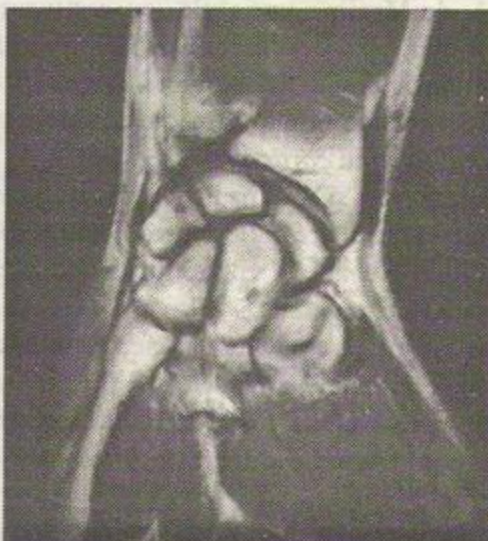


Fig.350. Secțiune coronală RM a regiunii pumnului (a); secțiune sagitală (de profil) RM a regiunii genunchiului (b).

## 10.2. Imaginea normală a scheletului

Imaginea radiologică a oricărui segment scheletic se datorează prezenței componente minerale, fosfo-calcice, a osului; în consecință, radiografia va reda forma și structura macroscopică proprii acelor elemente ale sale care posedă această componentă.

Indiferent de forma și dimensiunile sale, o piesă scheletică este constituită la periferie din țesut osos compact, iar în interior cuprinde țesut osos spongios și țesuturi moi (țesut conjunctiv, măduvă, vase, nervi). Radiologic se evidențiază numai țesuturile osoase, compact și spongios, pe măsura conținutului lor mineral radioopac; măduva, țesutul conjunctiv, vasele și nervii nu au o reprezentare directă iar periostul devine vizibil numai în condiții patologice.

*Țesutul osos compact*, care intră în componența compactei și corticalei, este un țesut dens și dur, constituit din lamele concentrice formând sisteme tubulare care înconjoară canalele Havers. Aceste canale, cu rol principal nutritiv, sînt legate în cadrul unei rețele care asigură distribuția vasculară și continuitatea țesutului conjunctiv intraosos.

Țesutul osos compact se traduce radiologic printr-o imagine intens opacă, lipsită de structură (fig.351).

*Țesutul osos spongios*, prezent în epifizele oaselor lungi și în oasele scurte și plate, este format din lamele de os haversian ce se leagă între ele, constituind o rețea cu arhitectură complexă și variată. Spațiile conjunctive,



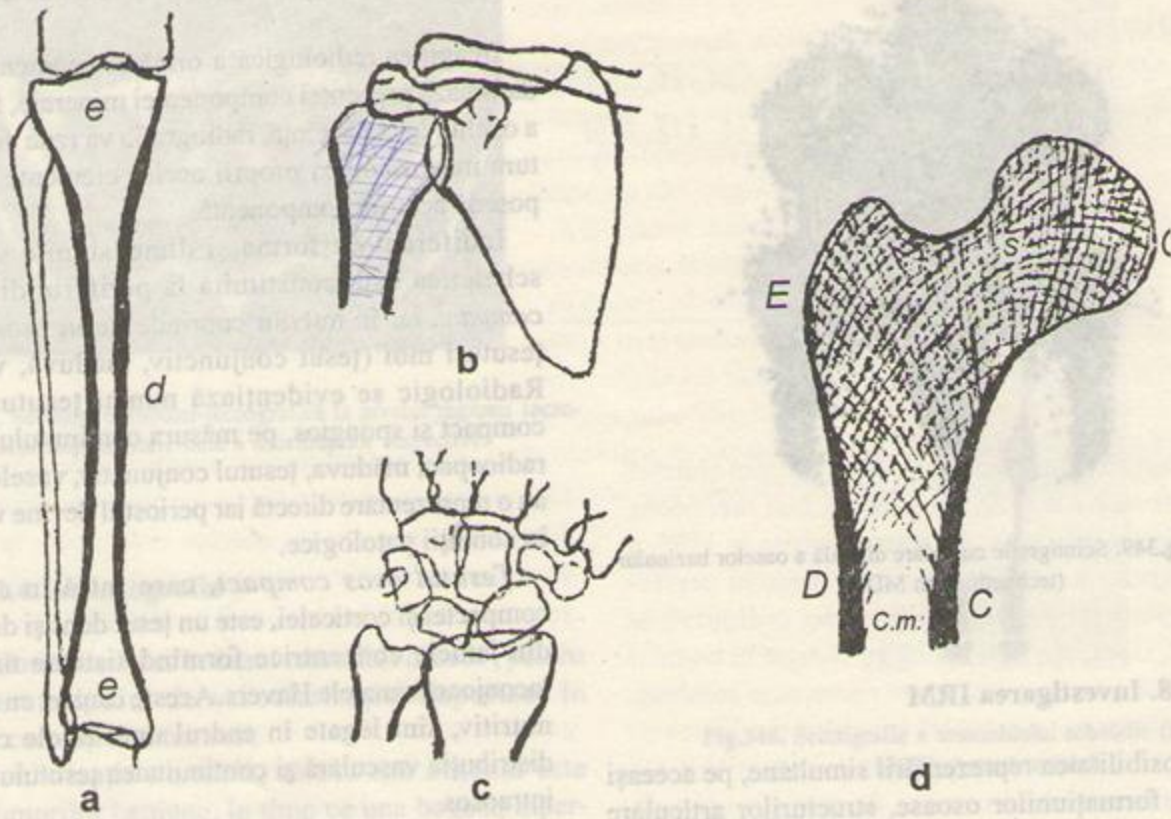


Fig.351. Imaginea radiologică normală a segmentelor scheletice adulte. a-c: variante morfologice. a: os lung (tibia) (e: epifize, d: diafiză); b: os plat (omoplatul); c: oase scurte (oasele carpiene). d: variante structural arhitectonice (treimea superioară a femurului). E: epifiză; D: diafiză; S: spongioasă; C: compactă; c.m.: canal medular.

similare structural celor din țesutul compact, sînt mult mai largi și au un conținut în structuri moi mult mai abundent. Grosimea și orientarea traveelor osoase este în cea mai mare măsură condiționată de acțiunea mecanică a forțelor la care sînt supuse.

Imaginea radiologică a țesutului osos spongios este reprezentată de opacități liniare fine, care constituie o rețea cu ochiuri transparente, de lărgime variabilă, sau se dispun după linii de forță (fig.351).

Țesutul osos embrionar (tînăr) este a treia variantă structurală, întîlnită de obicei la scheletul embrionului și fătului; la adult poate fi prezent în faza inițială a calusului sau în unele osificări heterotopice.

### 10.2.1. Imaginea radiologică a segmentelor scheletului.

Morfologia radiologică a unui os considerat ca organ îmbracă aspecte diferite, în funcție de tipul lui anatomic (os lung, plat sau scurt) și de vîrsta subiectului examinat.

**10.2.1.1. Oasele adultului.** Osul lung prezintă la nivelul diafizei o *compactă*, tradusă radiologic prin două benzi opace marginale omogene, de intensitate mare, lipsite de structură, de lărgime variabilă, cu contururi nete și regulate în afară și mai puțin precise înăuntru, spre canalul medular (fig.351, a și d). La extremitățile osului, compacta diafizară își reduce treptat grosimea, continuîndu-se la nivelul epifizelor cu *corticala* (fig.351,d).

Canalele Havers și Volkmann, de dimensiuni microscopice, nu au reprezentare radiologică. Locul de pătrundere a vaselor în os este uneori vizibil sub forma unei transparențe liniare fine, regulate.

*Canalul medular*, situat în regiunea centrală a diafizei, între benzile opace ale compactei, se prezintă sub forma unei benzi transparente omogene sau ușor striate, prin prezența unor travee osoase care circumscriu canalul (fig.351,d).

La nivelul epifizelor, *corticala* apare ca o linie opacă fină, netă și regulată, care delimitează osul la exterior; în porțiunile intraarticulare ale epifizelor, ea se situează sub cel mai profund strat al cartilajului articular.



*Spongioasa* epifizară realizează o rețea formată din opacități liniare fine, intense, orientate potrivit direcțiilor solicitării mecanice la care este supus osul (fig.351,d). Aceste opacități delimitează între ele numeroase spații clare, corespunzătoare ochiurilor în care se situează țesuturile conjunctiv și hematopoetic.

Arhitectura funcțională a spongioasei este deosebit de exprimată la nivelul epifizei proximale a femurului, unde dispoziția lamelor osoase traduce direcția liniilor de forță ca într-o reprezentare grafică a acestora. (fig.351,d).

*Oasele plate* sînt delimitate la exterior de o corticală de grosime variabilă, cu caracterile radiologice descrise; pe restul ariei de proiecție se evidențiază o structură de os spongios.

Aspectul spongioaselor oaselor plate este diferit în funcție de segmentul examinat. Astfel, la nivelul omoplatului traveele osoase au o direcție radiară; la nivelul coxalului structura spongioasei este similară celei a epifizelor oaselor lungi, în timp ce la oasele cutiei craniene ea este poroasă, areolară, cu ochiuri fine (diploia oaselor craniene).

Oasele scurte sînt alcătuite dintr-o corticală periferică subțire și o spongioasă internă, cu structura similară celei a epifizelor.

Spongioasa calcaneului, os supus unor solicitări mecanice intense, prezintă o orientare funcțională a traveelor foarte exprimată, amintind pe cea evidențiată la nivelul epifizei proximale a femurului.

**10.2.1.2. Oasele copilului** prezintă, în funcție de vîrsta la care se practică examinarea, particularități notabile. Acestea sînt explicabile ținînd seama de procesul de genază și dezvoltare pe care îl parcurg.

Formarea *oaselor lungi* implică apariția și dezvoltarea unor puncte sau *nuclee de osificare primară*, din care rezultă diafiza, și a unor *nuclee de osificare secundară*, situate la extremitățile osului, din care vor rezulta epifizele și apofizele.

Nucleele de osificare primară ale tuturor oaselor lungi apar în viața intrauterină, astfel încît ele pot fi evidențiate chiar de la naștere. Nucleele (punctele) de osificare secundară, care întregesc formarea diverselor piese scheletice, apar la vîrste diferite; unele sînt prezente la naștere, altele (de exemplu, cel al epicondilului humeral) pot fi evidențiate numai aproape de pubertate.

Din prima categorie trebuie menționat în primul rînd nucleul de osificare al epifizei superioare a tibiei. Apariția nucleului de osificare secundară al epifizei inferioare a femurului (nucleul lui Béclard) precede întotdeauna cu cîteva zile nașterea la fete și aproape întotdeauna la băieți. Prezența lui în imagine poate căpăta importanță medicală, ca expresie a nașterii la termen.

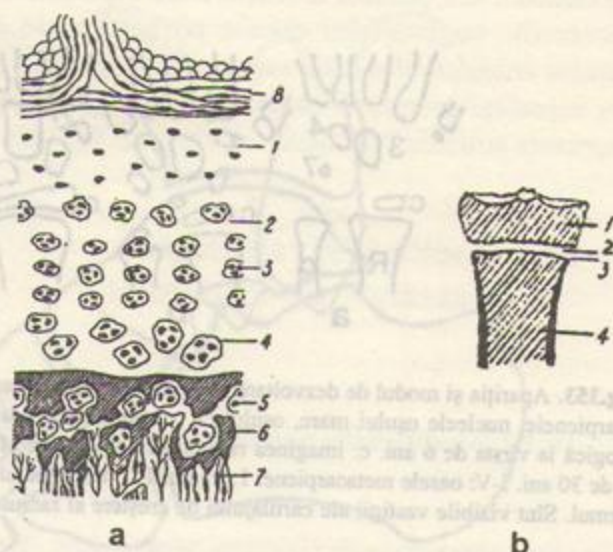


Fig. 352. a: structura microscopică a cartilajului de creștere. 1: cartilaj hialin; 2: zona grupelor coronale; 3: cartilajul seriat; 4: cartilajul hipertrofic; 5: celulele zonei cartilajului calcificat; 6: substanța fundamentală calcificată în aceeași zonă; 7: zona de invazie și osificare provizorie; 8: lamelă osoasă epifizară. b: aspectul anatomo-radiologic al osului lung în creștere. 1: epifiza; 2: cartilajul de conjugare; 3: zona cartilajului calcificat (metafiza); 4: diafiza.

În cursul dezvoltării oaselor lungi, nucleele primare diafizare rămîn separate de cele secundare, epifizare, prin cartilajele diafizo-epifizare (de creștere sau de conjugare), care asigură creșterea osului în lungime.

Dezvoltarea în grosime este realizată de stratul intern al periostului, care produce apoziții succesive, concentrice, de țesut osos compact.

*Cartilajul de creștere* apare radiologic sub forma unei linii transparente, de lărgime ce variază de la o piesă scheletică la alta (în medie, 2-3 mm), care străbate osul de la o margine la cealaltă (fig.352,b,2). Contururile, ușor ondulate, sînt întotdeauna nete iar la oasele pereche aspectul este simetric.

Structura histologică a cartilajului de creștere, care reflectă în mare măsură procesul de formare a osului dintr-un tipar sau "model" cartilagos preexistent, este complexă (fig.352). Cunoașterea ei permite înțelegerea aspectelor anatomo-radiologice în numeroase afecțiuni ale scheletului, mai ales în cele apărute la vîrsta copilăriei.

În porțiunea lui vecină cu epifiza, cartilajul are o structură de tip hialin (celule fără capsulă, fibrile colagene orientate transversal); dedesubt se situează o zonă cu celule dispuse în grupe "coronale", formînd așa-numiții "corpuseculi cartilaginoși". În stratul imediat următor, celulele se dispun în serii paralele (cartilajul "seriat"); sub acesta, urmează o zonă în care atît celulele, de dimensiuni





**Fig.353.** Apariția și modul de dezvoltare ale nucleelor de osificare ale oaselor mîinii. a: imaginea radiologică la vîrsta de 3 ani. Se evidențiază metacarpienele, nucleele osului mare, osului cu cîrlig și piramidalului, diafizele radiusului și cubitusului, nucleul epifizar radial. b: imaginea radiologică la vîrsta de 6 ani. c: imaginea radiologică la vîrsta de 10 ani. d: imaginea radiologică la vîrsta de 16 ani. e: imaginea radiologică la vîrsta de 30 ani. I-V: oasele metacarpiene. 1. trapezul; 2. trapezoidul; 3. osul mare; 4. osul cu cîrlig; 5. scafoidul; 6. semilunarul; 7. piramidalul; 8. pisiformul. Sînt vizibile vestigiile ale cartilajului de creștere al radiusului. R: radius; C: cubitus; c: cartilaj de creștere.

mult crescute, cît și substanța fundamentală, prezintă semne evidente de degenerare (zona cartilajului hipertrofic). În regiunea subjacentă, cartilajul se impregnează cu săruri calcice, formînd o rețea în jurul elementelor celulare (cartilajul calcificat); cavitățile create în acest cartilaj sînt invadate de vase și țesut conjunctiv tînăr, provenind din țesutul osos diafizar, care va realiza prin metaplazie o zonă de osteogeneză adevărată, *osificarea primitivă* (fig.352,a), responsabilă de creșterea în lungime a osului.

Zona cartilajului calcificat este tradusă radiologic printr-o linie opacă netă și regulată, care delimitează spre diafiză transparența celorlalte straturi ale cartilajului de creștere (fig.352,b); ea marchează astfel regiunea de tranziție diafizo-epifizară, așa-numita *metafiză*.

Cartilajul diafizo-epifizar dispăre odată cu terminarea creșterii dar vestigiile sale, sub forma unor opacități liniare discrete ce traduc zone de calcificare, pot fi observate uneori pînă la vîrsta de 30 de ani.

Regiunea din osul lung situată între extremitatea canalului medular și cartilajul de creștere, *metafiza*, are o structură spongioasă. Ea este o regiune bogat vascularizată, cu rol important în dezvoltarea osului în lungime; ea este sediul a numeroase procese patologice.

*Oasele scurte* se formează din nucleee de osificare ce pot fi echivalate ca moment de apariție, aspect radiologic și mod de dezvoltare cu nucleeele de osificare secundară ale oaselor lungi. La naștere sînt prezente numai nucleeele astragalului, calcaneului și uneori cuboidului.

Apariția nucleelor de osificare primară și secundară, dezvoltarea lor și momentul sudurii diafizo-epifizare (în ceea ce privește oasele lungi), ca și apariția și dezvoltarea nucleelor de osificare ale oaselor scurte și plate, sînt supuse la numeroase variații individuale. În general,

nucleeele de osificare apar la fete cu 1-2 ani mai timpuriu decît la băieți, iar sudarea lor la diafiză se produce cu 3-4 ani mai devreme. Statistic, se apreciază că apariția și dezvoltarea nucleelor respective este mai rapidă în jumătatea stîngă a corpului decît în cea dreaptă.

Aprecierea stării de dezvoltare a scheletului după aceste criterii rămîne însă destul de relativă.

### 10.2.2. Imaginea radiologică a articulațiilor.

Articulațiile sînt formațiuni anatomice complexe, care realizează legătura dintre oase, asigurîndu-le un anumit grad de mobilitate.

Articulațiile pot fi încadrate din punct de vedere morfo-funcțional în mai multe tipuri:

- *diartrozele* se caracterizează prin prezența unei cavități în care extremitățile oaselor, acoperite de cartilaje și legate prin capsulă și ligamente, pot efectua mișcări de amplitudine și sensuri variabile (fig.354,a). Ele asigură în general un grad ridicat de mobilitate segmentelor scheletice pe care le unesc;

- *amfiartrozele* leagă segmente osoase învecinate prin intermediul unor structuri fibro-cartilaginoase. Mișcările pe care le permit sînt limitate și se pot produce într-un singur sens (fig.354,b);

- *sinartrozele* leagă piese scheletice prin intermediul unor formațiuni cartilaginoase (sincondroza, fig.354,c), fibroconjunctivale sau osteo-fibroase (sinostoza, fig.354,d).

Radiologic, starea unei articulații poate fi apreciată numai după aspectul conturilor extremităților osoase, corespunzătoare *suprafețelor articulare* și ale acestora, și cel al *spațiului articular*. Capsula articulară, cartilajele,



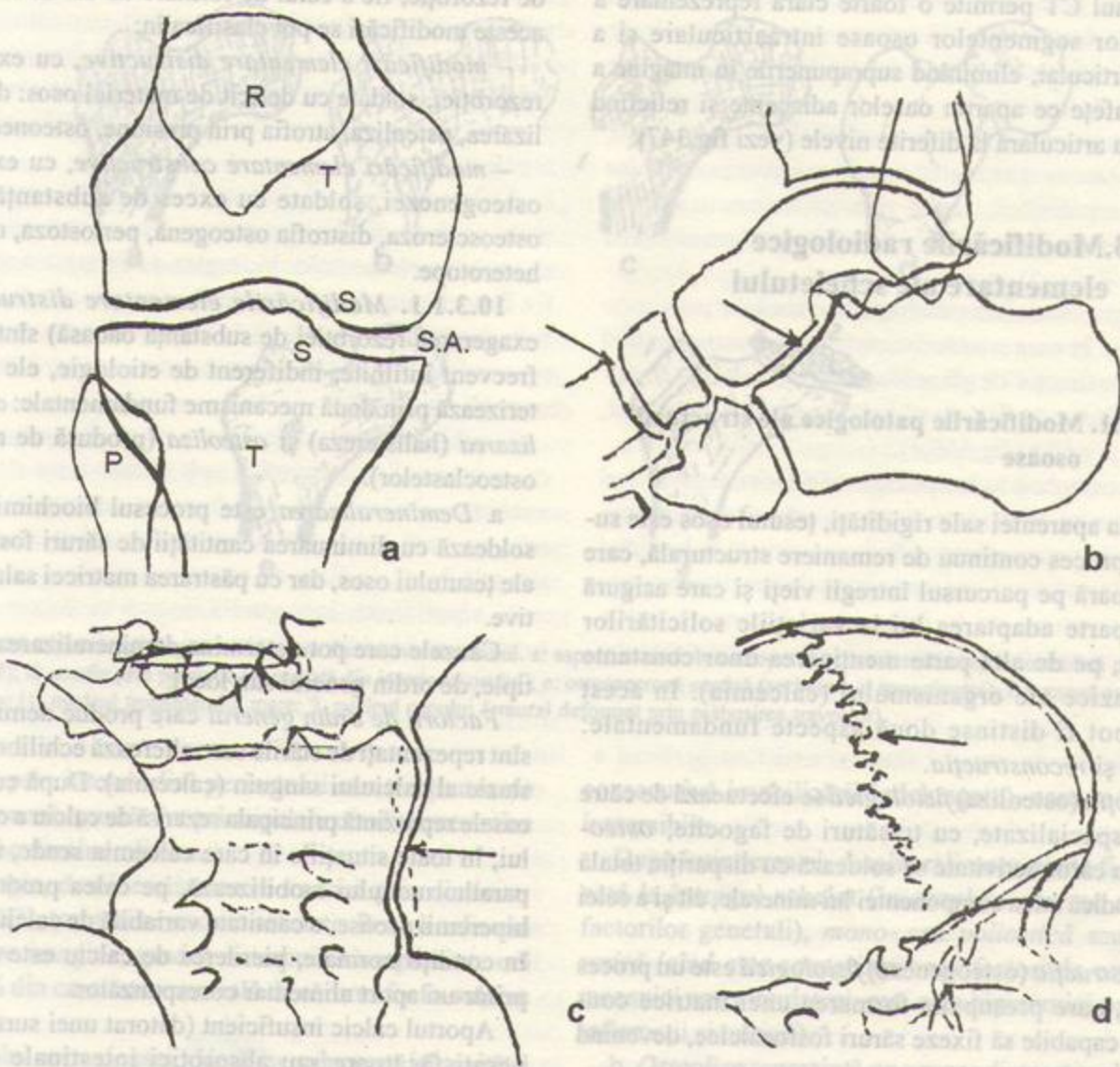


Fig.354. Aspecte radiologice ale diferitelor tipuri de articulații. a: diartroză (articulația genunchiului). R: rotula; F: femurul; T: tibia; P: peroneul; S.A.: spațiul articular; s: suprafețe articulare. b: amfiartroze (articulațiile intertarsiene); c: sinartroză cartilaginoasă (articulația sacroiliacă); d: sinostoză (sutura fronto-parietală).

ligamentele și celelalte țesuturi moi periarticulare nu au expresie radiologică proprie în condiții normale.

Ele sînt însă foarte net reprezentate pe imaginile obținute prin examinare RM (vezi fig.350).

Contururile segmentelor osoase intraarticulare sînt reprezentate de linii opace fine, regulate, formate de corticala subcondrală a epifizelor (fig.354). Ele se caracterizează printr-un paralelism perfect, care asigură uniformitatea în înălțime a spațiului articular și care traduce în același timp congruența suprafețelor osoase, necesară unor mișcări normale.

Spațiul articular apare pe radiografie ca o bandă transparentă omogenă, cu lărgime sensibil egală pe toată

întinderea ei (în medie, de ordinul citorva milimetri), cu traiect variabil în funcție de articulația examinată (fig.354).

În realitate, spațiul articular este un spațiu virtual; imaginea radiologică transparentă traduce proiecția cartilajelor de acoperire (între care se intercalează uneori meniscuri) a suprafețelor osoase articulare, care vin în contact prin intermediul unui strat capilar de lichid sinovial. Lărgimea "spațiului" articular corespunde grosimii formațiunilor cartilaginoase.

Interpretarea corectă a stării spațiului articular obligă la efectuarea de radiografii bilaterale comparative (în cazul articulațiilor perechi).



Examenul CT permite o foarte clară reprezentare a conturilor segmentelor osoase intraarticulare și a spațiului articular, eliminând suprapunerile în imagine a unor suprafețe ce aparțin oaselor adiacente și reliefind congruența articulară la diferite nivele (vezi fig.347).

### 10.3. Modificările radiologice elementare ale scheletului

#### 10.3.1. Modificările patologice ale structurii osoase

În ciuda aparentei sale rigidități, țesutul osos este supus unui proces continuu de remanierare structurală, care se desfășoară pe parcursul întregii vieți și care asigură pe de o parte adaptarea lui la variațiile solicitărilor mecanice, pe de altă parte menținerea unor constante homeostazice ale organismului (calcemia). În acest proces, pot fi distinse două aspecte fundamentale: *rezorbția și reconstrucția*.

*Rezorbția (osteoliza) fiziologică* se efectuează de către celulele specializate, cu trăsături de fagocite, *osteoclastele*, a căror activitate se soldează cu dispariția totală a osului, adică ațit a componentei lui minerale, cât și a celei organice.

*Reconstrucția (osteogeneza) fiziologică* este un proces complex, care presupune formarea unei matrice conjunctive, capabile să fixeze săruri fosfocalcice, devenind astfel țesut osos.

Matricea organică este constituită din țesut conjunctiv tânăr, care provine din metaplazia țesutului conjunctiv diferențiat aflat în cavitățile osului. Metaplazia se datorează unor condiții circulatorii particulare, în care se succed hiperemia și staza, producând edemul țesutului conjunctiv matur și dediferențierea acestuia. Pregătirea viitoarei matrice în vederea fixării sărurilor fosfocalcice este realizată prin activitatea enzimatică a *osteoblastelor*. Aceste celule sînt componente normale, specifice țesutului osos. În osul adult, ele se găsesc într-o stare caracterizată printr-un nivel metabolic extrem de scăzut și prin absența totală a mitozelor ("osteocite"). În anumite condiții, dictate de factori circulatori, neuro-endocrini, umorali sau mecanici, ele își reiau activitatea, participînd la edificarea țesutului osos.

Modificările structurii osoase produse de procesele patologice au ca substrat desfășurarea într-un grad excesiv, neadecuat echilibrului morfo-funcțional, fie a procesului

de rezorbție, fie a celui de formare de os. În consecință, aceste modificări se pot clasifica în:

- *modificări elementare distructive*, cu exagerarea rezorbției, soldate cu deficit de material osos: demineralizarea, osteoliza, atrofia prin presiune, osteonecroza;
- *modificări elementare constructive*, cu exagerarea osteogenezei, soldate cu exces de substanță osoasă: osteoscleroza, distrofia osteogenă, periostoza, osificările heterotopice.

**10.3.1.1. Modificările elementare distructive** (cu exagerarea rezorbției de substanță osoasă) sînt cele mai frecvent întîlnite; indiferent de etiologie, ele se caracterizează prin două mecanisme fundamentale: *demineralizarea (halistereza)* și *osteoliza* (produsă de activitatea osteoclastelor).

a. *Demineralizarea* este procesul biochimic care se soldează cu diminuarea cantității de săruri fosfo-calcice ale țesutului osos, dar cu păstrarea matricei sala conjunctive.

Cauzele care pot determina demineralizarea sînt multiple, de ordin general sau local.

*Factorii de ordin general* care produc demineralizare sînt reprezentați de stările care alterează echilibrul homeostazic al calciului sanguin (calcemia). După cum se știe, oasele reprezintă principala rezervă de calciu a organismului; în toate situațiile în care calcemia scade, intervenția parathormonului mobilizează, pe calea producerii unei hiperemii osoase, o cantitate variabilă de calciu scheletic. În condiții normale, pierderea de calciu este echilibrată printr-un aport alimentar corespunzător.

Aportul calcic insuficient (datorat unei surse exogene nesatisfăcătoare sau absorbției intestinale deficitare, produsă, de exemplu, de enterocolitele cronice grave), pierderea exagerată de calciu (prin drenaj biliar extern prelungit) sau hiperfuncția paratiroidiană (în boala Recklinghausen) sînt principalii factori de ordin general care pot produce demineralizarea.

Dintre *factorii de ordin local*, cel mai important este accentuarea circulației în sectorul ei arterial, adică hiperemia. Prin creșterea acidozei locale, hiperemia favorizează mobilizarea calciului din structurile osoase și transportul lui la distanță pe calea circulației.

Calitatea țesutului conjunctiv, alterată în hipo- sau avitaminozele C și D, hipotiroidism sau stări carentiale complexe (la cașectici și senili) constituie un alt factor local implicat în anumite forme de demineralizare.

Factorii mecanici, al căror rol în păstrarea structurii normale a osului este bine cunoscut, pot deveni în condiții particulare cauze ale demineralizării. Suprimarea sarcinilor mecanice (în cursul imobilizărilor), presiunea



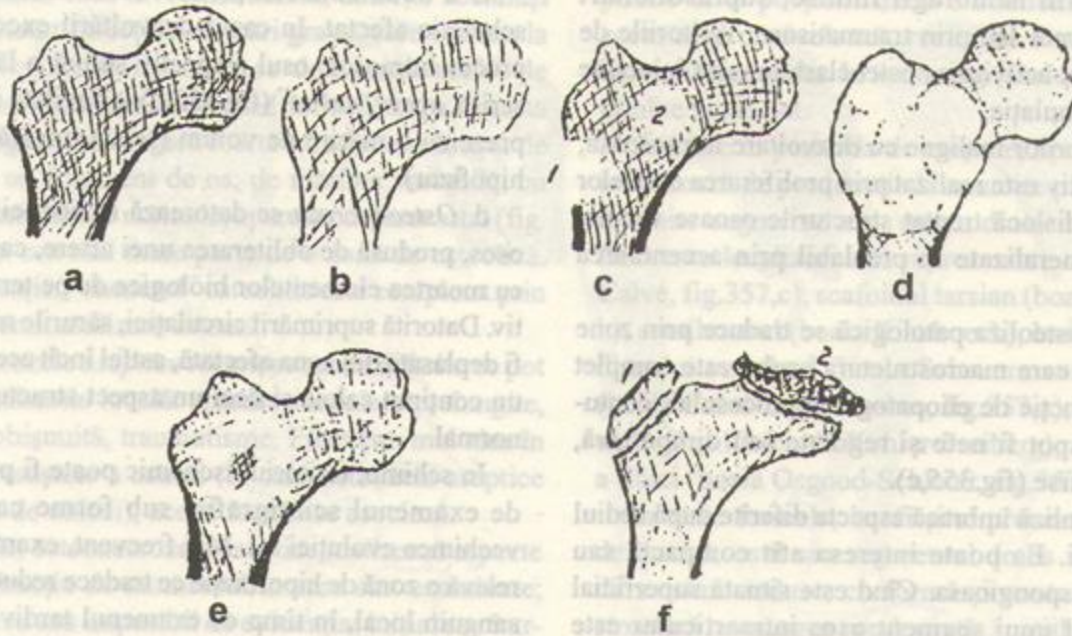


Fig. 355. Modificări radiologice elementare distructive ale osului. a: aspect normal; b: osteoporoză (demineralizare); c: osteoliză periferică (1 și centrală (2)); d: atrofie prin presiune (exercitată din interiorul osului); e: osteonecroză septică (sechestrul al spongioasei); f: necroză aseptică pe un os în creștere (1. nucleul trohanterului mare; 2. nucleul capului femural deformat prin prăbușirea traveelor).

exercitată prin intermediul periostului sau tracțiunea de intensitate neobișnuită sînt principalele condiții mecanice care produc demineralizare.

Radiologic, demineralizarea se traduce prin diminuarea opacității structurilor osoase afectate. Pentru a deveni aparentă pe imagine, gradul ei trebuie să reprezinte cel puțin 30 % din cantitatea normală de săruri fosfo-calcice ale osului.

La nivelul spongioasei, odată cu reducerea intensității lor, traveele osoase apar mai subțiri și mai rare, întrucît unele dintre ele dispar din imagine; ochiurile spongioasei sînt aparent lărgite. Acest aspect radiologic capătă denumirea de *osteoporoză* (fig. 335, b). Într-un stadiu avansat, demineralizarea afectează și corticala și compacta, care își reduc intensitatea, se subțiază și capătă uneori un aspect fasciculat ("spongiozarea" țesutului osos compact).

Deși osul afectat prezintă în ansamblu o creștere, uneori foarte pronunțată, a transparenței sale, macrostructura lui nu par întreruptă.

În realitate, un grad foarte accentuat de demineralizare, ducînd în unele situații la spolierea totală sau cvasi-totală de săruri minerale a matricei, se însoțește aproape întotdeauna și de modificări ale acesteia; mai frecvent, ea suferă o diferențiere fibroasă sau adipoasă sau este fagocitată. Astfel se explică aspectul deosebit de pregnant al unor osteoporoze (așa cum este osteoporoză "pătată",

consecutivă imobilizării îndelungate), care se vădesc și ireversibile.

După întinderea ei, demineralizarea poate fi *generalizată* la întregul schelet (în cazul în care se datorează factorilor generali), *mono-* sau *poliostică* sau *circumscrișă* (cînd este consecința unor factori de ordin local, mecanici sau circulatori, mai ales hiperemiei produse de inflamații și tumori).

b. *Osteoliza* reprezintă un proces distructiv al țesutului osos, în care atît componenta minerală, cît și cea organică, dispar în totalitate. Spre deosebire de demineralizare, care se desfășoară într-un interval de timp relativ scurt, pe calea modificărilor de circulație, osteoliza, avînd ca substrat activitatea fagocitară a osteoclastelor, are o desfășurare mai lentă.

Procesul de osteoclație intervine de regulă atunci cînd țesutul osos își pierde motivația funcțională sau de calitățile biologice necesare îndeplinirii funcțiilor sale.

În condiții fiziologice, osteoclația apare în micro-regiunile care încetează să mai fie solicitate mecanic, datorită variațiilor apărute pe traiectul liniilor de forță (osteoliza fiziologică); ea contribuie astfel la remanierea continuă a osului, ce asigură permanent un maximum de rezistență cu un minimum de material.

În condiții patologice, fagocitarea unei structuri osoase este determinată de alterarea gravă, ireversibilă, a trăsăturilor biologice ale acesteia, prin procese inflama-



torii, toxice, prin hemoragii întinse, suprasolicitări mecanice de durată sau prin traumatisme. Teritoriile de os "asane" prin activitatea osteoclastelor sînt înlocuite prin țesut de granulație.

În cazul tumorilor maligne cu dezvoltare intraosoasă, procesul distructiv este realizat prin proliferarea celulelor tumorale, care dislocă treptat structurile osoase vecine, de obicei demineralizate în prealabil prin accentuarea circulației.

Radiologic, osteoliza patologică se traduce prin zone transparente, în care macrostructura osului este complet dispărută. În funcție de etiopatogenia procesului, contururile imaginii pot fi nete și regulate sau dimpotrivă, neregulate și șterse (fig.355,c).

Zona de osteoliză îmbracă aspecte diferite după sediul și întinderea ei. Ea poate interesa atât compacta sau corticala, cât și spongioasa. Cînd este situată superficial sau pe conturul unui segment osos intraarticular este denumită *eroziune* iar la dimensiuni mai mari *carie*. Zonele de osteoliză situate în regiunea centrală a osului crează, din punct de vedere radiologic, *imagini cavitare, geode sau formațiuni chistice*; acestea din urmă se caracterizează prin regularitatea și netitatea perfectă a conturilor.

Prezența pe aria de proiecție a unei cavități intraosoase a imaginii unui fragment de os cu structură mai mult sau mai puțin normală (fig.355,e) are semnificația unui sechestr și este o manifestare a osteomielitei.

c. *Atrofia prin presiune*. Presiunea exercitată cu un anumit grad de intensitate asupra structurilor osoase prin intermediul periostului produce inițial demineralizarea acestora. Matricea osoasă eliberată de sărurile fosfo-calcice este treptat deprimată de procesul patologic care crează presiunea și care înlocuiește treptat un teritoriu circumscris al osului. Radiologic, rezultă o zonă transparentă, total lipsită de structură, situată, în funcție de localizarea factorului ce produce presiunea, la periferia sau în centrul osului. În primul caz, rezultă o deformare a conturului, prin apariția unei amprente de întindere și adîncime variabile, în cel de-al doilea o imagine chistică (fig.355,d).

La periferia teritoriului afectat se crează condiții de osteogeneză, care permit o remaniere structurală.

O primă consecință a acesteia este faptul că periferia zonei de lipsă de substanță păstrează contururi nete și neîntrerupte; ea apare în imagine sub forma unui lizereu opac fin. În cazul unei creșteri bruște de presiune, cînd aceasta se exercită dinăuntru osului, pot apare soluții de continuitate ale structurii înconjurătoare, datorate fracturii acesteia.

O a doua consecință este deformarea segmentului scheletic afectat. În cazul dezvoltării excentrice a unui proces intraosos, osul respectiv suferă o lărgire circumscrisă, apare "suflat" (fig.355,d); o cavitate intraosoasă va prezenta o mărire de volum (șeaua turcică în adenomul hipofizar).

d. *Osteonecroza* se datorează ischemiei unui teritoriu osos, produsă de obliterarea unei artere, care se soldează cu moartea elementelor biologice de pe teritoriul respectiv. Datorită suprimării circulației, sărurile minerale nu pot fi deplasate din zona afectată, astfel încît aceasta păstrează un conținut calcic și deci un aspect structural radiologic normal.

În schimb, teritoriul ischemic poate fi pus în evidență de examenul scintigrafic, sub forme care depind de vechimea evoluției lui. Mai frecvent, examenul timpuriu relevă o zonă de hipofixație ce traduce reducerea debitului sanguin local, în timp ce examenul tardiv evidențiază o zonă hipofixantă, înconjurată de una cu fixare crescută, mărturie a hipervascularizației reactive din vecinătate (fig.356).

În realitate, imaginea radiologică a regiunii din os în care apare un proces de necroză depinde substanțial de etiopatogenia acestuia.

Osteonecrozele *septice* sînt consecințe ale unor procese inflamatorii de natură infecțioasă (osteomielita stafilococică, tuberculoasă sau luetică); ele se instalează prin obliterarea vaselor datorată emboliilor și trombozelor cu material infectat. Ceea ce le caracterizează este



Fig.356. Necroză a capului femural stîng. Examenul scintigrafic (Tc 99m MDP) evidențiază o zonă de hipofixație (săgeata), înconjurată de una ușor hipofixantă.



faptul că țesutul osos învecinat suferă, datorită aceluiași factor inflamator-infecțios, alterări grave, care conduc la osteoliză. Teritoriul necrotic se detașează astfel de regiunea înconjurătoare, devenind un *sechestr*. Acesta crează o imagine radiologică foarte caracteristică, ușor de recunoscut: un fragment de os, de mărime variabilă, cu structură și intensitate normale, apare înconjurat total (fig. 355,e) sau în cea mai mare parte de o zonă de osteoliză. În a doua situație, "chenarul" osteolitic este completat prin regiuni de demineralizare intensă.

Osteonecrozele *aseptice* recunosc cauze diferite ce pot determina ischemie locală: spasme vasculare prelungite, presiune neobișnuită, traumatisme. Frecvent, mai ales în perioada de creștere a osului (în care necrozele aseptice se instalează de obicei), acești factori se asociază.

Radiologic, osteonecrozele aseptice realizează aspecte diferite, în funcție de momentul în care sînt examinate; sînt foarte greu sau imposibil de evidențiat inițial sau într-o fază evolutivă timpurie, întrucît teritoriul osos afectat păstrează o structură aparent normală iar vecinătatea lui poate să nu prezinte modificări vizibile. Uneori, în jurul zonei de necroză se produce un grad variabil de demineralizare, pe fondul căreia zona respectivă apare mai intens opacă.

Intr-un asemenea stadiu, teritoriul ischemic sau necrotic poate fi reliefat prin examenul scintigrafic (vezi fig.356) sau prin investigare IRM.

În evoluție, datorită pierderii calităților mecanice ale osului necrotic, intervine, ca o consecință a solicitării continue, prăbușirea lui. Pe imaginea radiologică se evidențiază reducerea dimensională a regiunii afectate, care capătă forme și contururi neregulate și o opacitate ușor crescută (fig.355,f,2). Dacă teritoriul necrotic este întins, se va produce deformarea osului; dacă el cores-

punde unei porțiuni dintr-o corticală intraarticulară, aceasta se denivelează, realizînd o ușoară înfundare a conturului articular. În toate situațiile însă, spațiul articular rămîne neafectat.

Apărute în perioada de creștere, necrozele aseptice se localizează de predilecție la anumite piese scheletice sau anumite segmente ale unora dintre acestea. Cele mai frecvente localizări sînt reprezentate de vertebre (boala Calvé, fig.357,c), scafoïdul tarsian (boala Kohler, fig.357 b), semilunarul (boala Kienboeck), lamele de acoperire a discului vertebral (boala Scheuermann), capul femural (boala Calvé-Legg-Perthes, fig.357,a), capul metatarsienelor II și III (boala Kohler-Freiberg), apofiza anterioară a tibiei (boala Osgood-Schlater, fig.357,d).

În toate formele, la sfîrșitul procesului de remanieră definitivă, osul sau segmentul de os interesat apare de dimensiuni reduse, cu formă și contururi neregulate și structură neomogen condensată; spațiile articulare vecine rămîn nemodificate.

**10.3.1.2. Modificări elementare constructive** (cu exagerarea producției de substanță osoasă).

a. **Osteoscleroza** sau condensarea osoasă este un proces patologic caracterizat prin hiperproducția de țesut osos, care tinde să înlocuiască spațiile conjunctive și medulare, ca și canalele Havers. Cantitatea de țesut osos crește astfel în raport cu cea a țesuturilor moi cuprinse în osul-organ.

Apariția osteosclerozei implică crearea condițiilor obișnuite ale osteogenezei, adică formarea unei matrice organice capabile de osificare și prezența de săruri fosfocalcice.

Matricea organică provine din țesutul conjunctiv intraosos, care suferă un proces de metaplazie prin edemul produs de tulburările circulației locale. Aportul de săruri

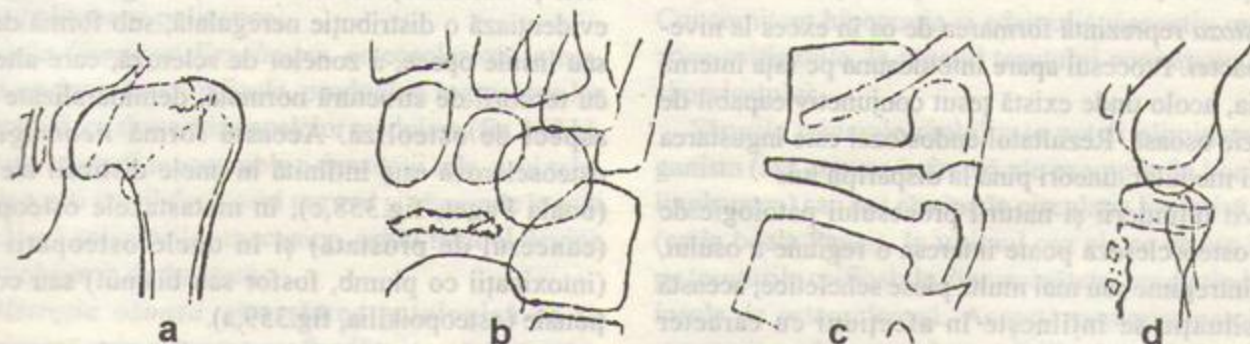


Fig.357. Aspecte radiologice tardive ale unor forme de osteonecroză aseptică. a: necroza capului femural (boala Calvé-Legg-Perthes) în faza de remanieră definitivă; b: necroza scafoïdului tarsian (boala Kohler); c: necroza corpului vertebral ("vertebra plana" Calvé); d: necroza apofizei anterioare a tibiei (boala Osgood-Schlater).



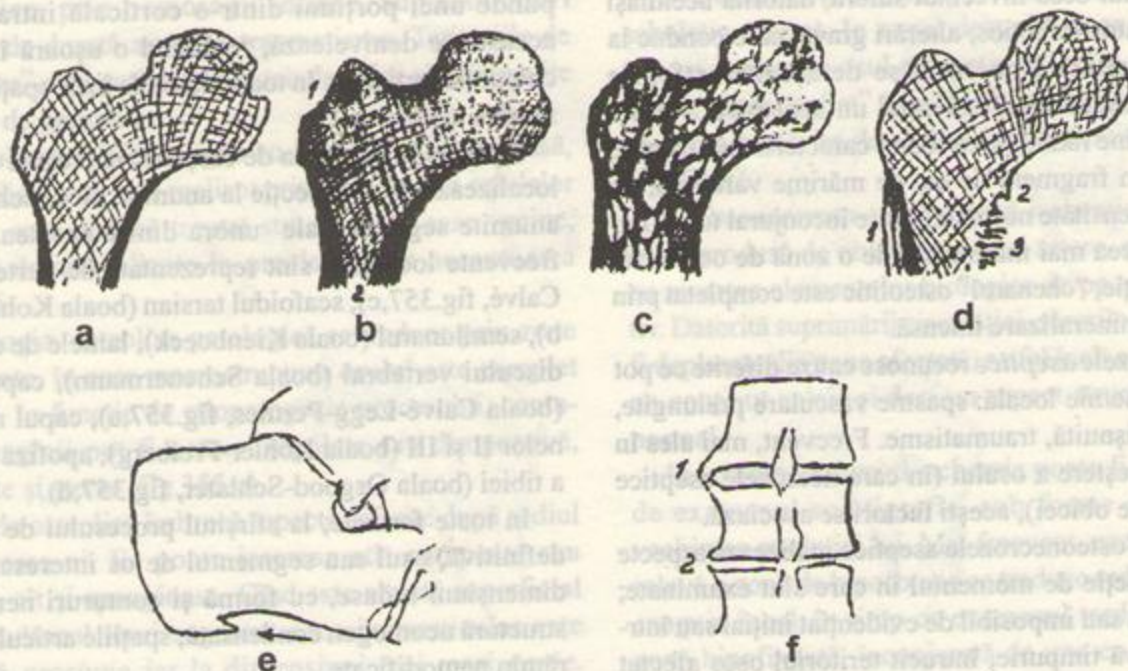


Fig.358. Modificări radiologice elementare constructive ale osului. a: aspect normal; b: osteoscleroză (în afara aspectului difuz, insulă de "compactizare" a spongioasei (1) și îngustarea canalului medular (2) prin endostoza); c: structură distrofică (boală Paget); d: periostoză inflamatorie lamelară (1), pintene periostal malign (2), periostoză "spiculară" malignă (3); e: osteofit calcanean; f: sindesmofit (1) și osteofite vertebrale (2).

minerale își are originea în staza limfatică, consecutivă unora din momentele patogenice ale afecțiunii prezente.

Potrivit structurii regiunilor din os pe care le interesează, osteoscleroza recunoaște două forme de manifestare: spongioscleroza și endostoza.

*Spongioscleroza*, adică scleroza unui teritoriu de os spongios, se traduce prin îngroșarea travelelor preexistente, datorită apozității de os nou format, și prin apariția de noi travee în spațiile medulare ale spongioasei. Astfel, aceste spații se reduc, uneori pînă la dispariție, iar teritoriul afectat capătă o structură similară celei a osului compact.

*Endostoza* reprezintă formarea de os în exces la nivelul compactei. Procesul apare întotdeauna pe fața internă a acesteia, acolo unde există țesut conjunctiv capabil de metaplazie osoasă. Rezultatul endostozei este îngustarea canalului medular, uneori pînă la dispariția lui.

Potrivit întinderii și naturii procesului patologic de origine, osteoscleroza poate interesa o regiune a osului, un os în întregime sau mai multe piese scheletice; această ultimă situație se întâlnește în afecțiuni cu caracter sistematizat sau generalizat ale scheletului.

Radiologic, osteoscleroza se traduce la nivelul spongioasei prin îngroșarea imaginii travelelor și prin reducerea dimensională a ochiurilor transparente, uneori pînă la dispariția acestora (fig.358,b). Regiunea respectivă își

crește considerabil opacitatea și poate deveni lipsită de structură, la fel ca osul compact (aspect de os "de fildeș" sau "de marmură").

La nivelul compactei și corticalei, osteoscleroza produce îngroșarea acestora în imagine; la oasele lungi, banda transparentă corespunzătoare canalului medular își reduce lărgimea (fig.358,b), uneori pînă la dispariție.

Modificările produse de osteoscleroză pot fi repartizate *omogen* pe teritoriul afectat, cu o creștere în intensitate a opacității osului corespunzătoare, așa cum apare în majoritatea proceselor patologice sclerozante (inflamatorii și tumorale). În alte cazuri, imaginea radiologică evidențiază o distribuție neregulată, sub formă de benzi sau insule opace, a zonelor de scleroză, care alternează cu teritorii de structură normală, demineralizate sau cu aspect de osteoliză. Această formă *neomogenă* de osteoscleroză este întâlnită în unele distrofii ale osului (boala Paget, fig.358,c), în metastazele osteoplastice (cancerul de prostată) și în unele osteopatii toxice (intoxicații cu plumb, fosfor sau bismut) sau constituționale (osteopoikilia, fig.359,a).

Forme sistematizate sau generalizate de osteoscleroză sînt apanajul unui număr de afecțiuni cu caracter constituțional ale scheletului.

*Osteopoikilia* (osteopatia condensantă diseminată Albers-Schonberg) se caracterizează prin prezența de



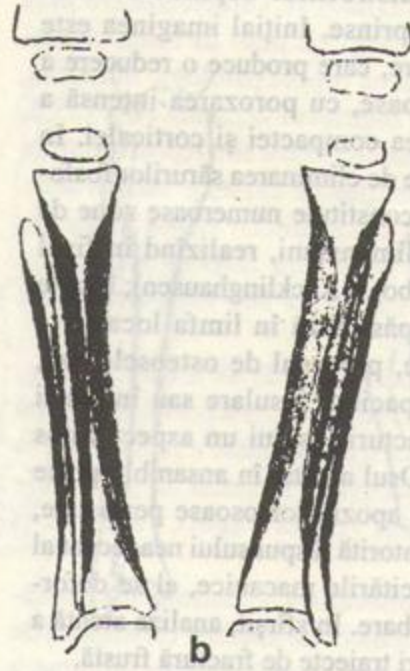


Fig.359. a. Osteopoikilie; insule descleroză diseminate în spongioasa oaselor mîinii (subiect în vîrstă de 15 ani). b: Boală Camurati-Engelmann; scleroză masivă a diafizelor oaselor gambei, care apar ușor încurbate.

insule de osteoscleroză diseminate neregulat în spongioasa oaselor mîinii și piciorului, ca și în epifizele oaselor lungi, realizînd un aspect "pătat" al acestora (fig.359,a).

*Osteopetroza* ("boala oaselor de marmură") afectează de obicei toate piesele scheletului și se traduce prin condensarea structurii spongioasei, care capătă caractere radiologice de os compact, și prin îngroșarea considerabilă a compactei diafizare, pînă la dispariția canalului medular.

*Meloreostoza* (Léri) se caracterizează prin zone de endostoză localizată, traduse radiologic prin opacități de bandă situate de-a lungul marginii interne a compactei diafizare a oaselor membrelor. Manifestările sînt mai frecvent politope și poliostice.

În *boala Camurati-Engelmann* osteoscleroza interesează în exclusivitate diafizele, producînd îngroșarea lor considerabilă, cu dispariția canalelor medulare (fig.359,b).

În ciuda creșterii în ansamblu a densității sale, osul scleros devine mai fragil decît osul normal și răspunde în mai mică măsură solicitărilor mecanice, astfel încît el devine un sediu obișnuit de fractură.

b. *Distrofia osoasă* este starea patologică ce se caracterizează prin alterarea profundă a structurii țesutului osos, datorată prezenței simultane de teritorii intens demineralizate, de zone de osteoliză și de osteoscleroză neregulată. Macrostructura osului devine nu numai neomogenă, dar și total neadecuată funcțional, orientarea

traveelor ne mai corespunzînd direcțiilor de solicitare mecanică. Acest aspect îndreptățește termenul de "structură anarhică" ce i se atribuie; el este vizibil atît la nivelul spongioasei, cît și al compactei și corticalei.

Inițial, evoluția unei distrofii osoase este marcată de demineralizarea intensă a unei regiuni a osului afectat, a osului în întregime sau a mai multor piese scheletice. Indiferent de factorii etiologici, demineralizarea se realizează pe cale neuro-umorală, prin intermediul hiperemiei.

Matricea osoasă eliberată evoluează în mod diferit: în unele regiuni poate degenera pînă la lichefiere, cu formarea de veritabile chisturi, în altele se fibrozează, în fine, în altele poate păstra calitatea de țesut osificabil. Concomitent hiperemia și edemul consecutiv crează noi zone osificabile, la nivelul țesutului conjunctiv endostal și periostului.

Sărurile minerale mobilizate pot fi eliminate din organism (așa cum se întîmplă, de exemplu, în boala Recklinghausen) sau pot rămîne în circulația limfatică a osului (ca în boala Paget). În ultimul caz ele se depun în exces pe țesuturile osificabile din vecinătate, producînd benzi și insule de osteoscleroză. Această remanire patologică a structurii osului apare în condițiile dereglării controlului nervos al transmiterii forțelor mecanice, astfel încît structura rezultată este neadaptată funcțional, "anarhică". Una dintre urmări este producerea cu relativă ușurință a fracturilor, uneori în urma unor solicitări minore.



Radiologic, aspectul distrofiilor depinde de faza evolutivă în care sînt surprinse. Inițial imaginea este dominată de demineralizare, care produce o reducere a opacității structurilor osoase, cu porozarea intensă a spongioasei și fascicularea compactei și corticalei. În formele de distrofii însoțite de eliminarea sărurilor fosfo-calcice, pe acest fond se constituie numeroase zone de osteoliză, care cresc în dimensiuni, realizînd în final multiple imagini chistice (boala Recklinghausen); în cele în care aceste săruri se păstrează în limfa locală, se desfășoară, în continuare, procesul de osteoscleroză, tradus prin apariția de opacități insulare sau în benzi neregulate, care dau structurii osului un aspect vătós (boala Paget, fig.358,c). Osul afectat în ansamblu poate fi îngroșat, ca rezultat al apozitiilor osoase periostale, dezvoltate concomitent; datorită răspunsului neadecuat al arhitectonicii sale la solicitările mecanice, el se deformează frecvent prin încurbare. În sfîrșit, analiza atentă a imaginii descoperă deseori traiecte de fractură frustă.

c. *Periostoza* reprezintă formarea de os la nivelul periostului.

Procesul de osteogeneză periostală este explicabil prin legăturile circulatorii foarte strînse existente între periost și osul subjacent. Orice manifestare patologică ce se desfășoară în os producînd tulburări circulatorii se poate răsfrînge asupra periostului vecin sub forma congestiei și edemului, condiții ale metaplaziei lui în țesut osificabil. Aportul de săruri minerale este asigurat tot de vecinătatea osului iar mobilizarea și transportul lor se realizează datorită acelorași tulburări ale circulației locale.

Etiologia periostozei este variabilă (inflamatorie, tumorală, dismetabolică, circulatorie).

Radiologic, periostoza crează aspecte diferite, în funcție de etiopatogenia procesului care o determină și de faza evolutivă în care este examinată.

În special în formele inflamatorii, periostoza se traduce inițial printr-o opacitate liniară fină, care dublează conturul osului afectat pe o întindere variabilă, rămînînd separată de acesta printr-o linie transparentă îngustă (fig.358,d). Ulterior, lama osoasă periostozică se sudează la compacta osului vecin, producînd îngroșarea acesteia.

Mai rar, procesul de periostoză produce lamele osoase multiple, concentrice, care apar sub forma de linii opace paralele, separate prin zone transparente liniare înguste. Această imagine este întîlnită mai frecvent în reticulosarcomul Ewing.

În formele de etiologie tumorală (mai rar în cele inflamatorii), periostoza poate apare sub forma de mici opacități triunghiulare, dispuse perpendicular pe axul

osului ("spiculi" osoși, fig.358,d) sau pinteni opaci cu dispoziție oblică, situați la limita cu osul normal (fig.358,d,2).

Periostoza poate interesa un segment al osului, întreaga porțiune acoperită de periost a unui os sau mai multe piese scheletice (în sifilisul congenital "precoce", rahitism, acromegalie etc.).

În marea majoritate a cazurilor, odată cu sudarea formațiunii periostozice la osul vecin, imaginea radiologică devine ireversibilă. În situații rare, ea se normalizează uneori spontan, după o evoluție lungă (hiperostoza corticală infantilă (Caffey-Smith) sau odată cu dispariția cauzei care a produs-o.

Această ultimă posibilitate este ilustrată de osteoartropatia hipertrofiantă pneumatică (boala Pierre Marie), care însoțește unele afecțiuni pulmonare cronice sau cancerul bronhopulmonar și se caracterizează prin îngroșarea falangelor mîinii prin "manșoane" periostozice. Îndepărtarea tumorii pulmonare poate conduce la dispariția acestora.

d. *Osificările heterotopice*. Formarea de țesut osos în regiuni în care el nu există în condiții normale este posibilă în principiu ori de cîte ori sînt realizate premisele fundamentale ale osteogenezei: prezența unei structuri osificabile, care poate constitui matricea, și o sursă învecinată de săruri fosfo-calcice. Cel mai frecvent, aceste condiții se asociază în cazul formării *osteofitului* și *sindesmofitului*, care capătă denumirea generică de *producțiuni osoase marginale*.

Aceste formațiuni iau naștere la locul de inserție pe periost al ligamentelor, capsulei articulare sau altor formațiuni fibroase (inelul fibros al discului intervertebral). *Osteofitul* este consecința unor acțiuni mecanice puternice sau prelungite, care se soldează cu rupturi de fibre ligamentare, însoțite de mici hemoragii și congestie locală. În aceste condiții circulatorii, se produce edemațierea țesuturilor conjunctive care delimitează osul și transformarea lor în țesut osificabil. Sursa de săruri calcice este reprezentată de osul vecin iar conduțiile de vehiculare sînt creată prin solidaritatea circulatorie cu acesta (hiperemia la care este supus se soldează cu demineralizare). Tendința spontană a osteofitului este spre rezorbție, dar persistența factorilor mecanici cauzali contribuie la menținerea sau chiar la creșterea lui dimensională. Osteofitul este de regulă apanajul proceselor degenerative articulare.

Radiologic, osteofitul se prezintă ca o formațiune opacă cu structură de os, de dimensiuni mici, triunghiulară, situată la locul de inserție a unui ligament, în vecinătatea imediată a unei articulații sau a unui disc intervertebral,



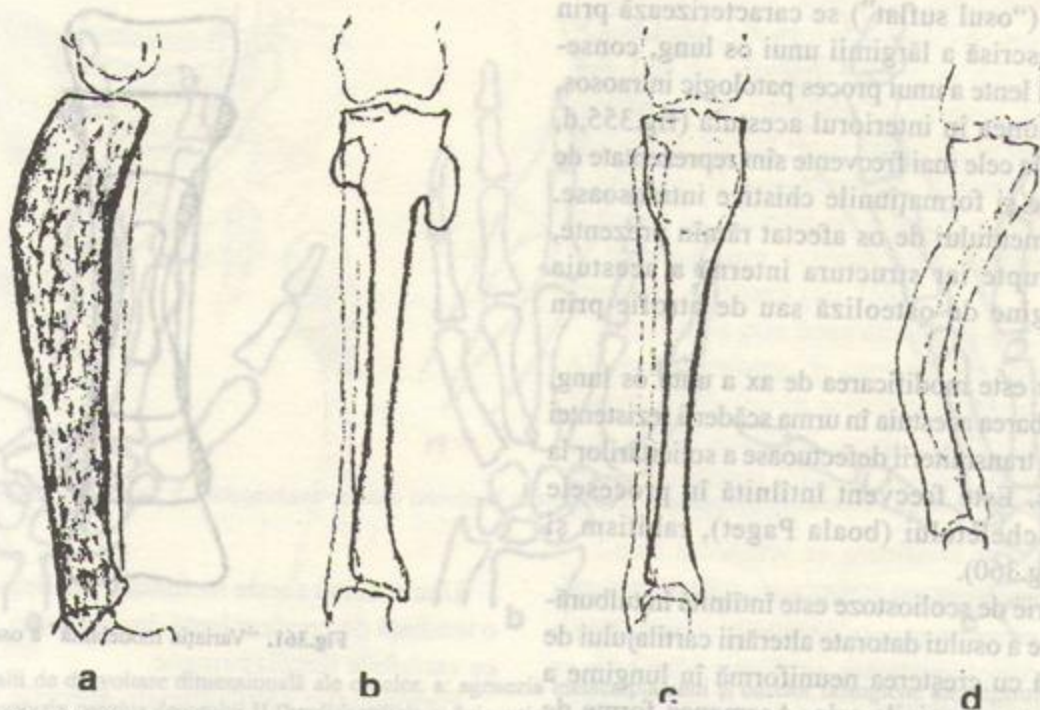


Fig.360. Modificări de formă ale osului. a: hiperostoza (boala Paget); b: exostoza (osteochondrom); c: oedostoza (chist osos solitar); d: scoliozoza (osteomalacie).

ce prelungeste în afara imaginea osului de care aderă (fig. 358, e și f). La nivelul coloanei vertebrale, osteofitele cu dezvoltare posterioară proemină în găurile de conjugare, producând îngustarea acestora și compresii asupra elementelor vasculare și nervoase.

*Sindesmofitele* sînt osificări ale ligamentelor vertebrale și ale inelelor fibroase discale, care crează punți osoase între vertebrele adiacente. Originea lor este inflamatorie; prezența lor pe o mare întindere a coloanei sau pe toată întinderea acesteia este caracteristică spondilartritei anchilopoetice.

Alte osificări heterotopice, de natură inflamatorie sau traumatică, se pot produce în oricare regiune anatomică în care se crează condiții de osteogeneză. Mai frecvent, ele sînt evidențiate în evoluția hematoamelor mari post-traumatice sau a unor fibro-colagenoze sistematizate (miozita osificantă progresivă).

### 10.3.2. Modificările de formă și dimensiuni ale osului

Această categorie de modificări patologice se referă la o anumită piesă scheletică privită în ansamblul ei, ca organ. În multe cazuri, modificările de formă și dimensiuni se însoțesc de modificări structurale, din categoria celor descrise în secțiunea precedentă.

**10.3.2.1. Modificările de formă** pot fi consecința evoluției unor afecțiuni dobîndite ale osului, care interesează o regiune întinsă a acestuia, sau a unor tulburări de dezvoltare.

a: *Hiperostoza* este îngroșarea parțială sau globală a unui os, care conduce la modificarea formei acestuia (fig. 360,a). Este în mod obișnuit consecința unei periostoze masive, de natură inflamatorie sau distrofică (boala Paget) sau a dezvoltării importante a unor procese tumorale benigne intraosoase (osteom, meningiom, hemangiom); originea hiperostozei poate fi stabilită prin analiza structurii osului interesat, întotdeauna modificată.

*Hiperostoza frontală internă* (sindromul Morgagni-Morel) este o afecțiune constituțională, întâlnită mai ales la femei. Se caracterizează prin îngroșarea, pe seama tablei interne, a osului frontal, care poate depăși 2 cm; regiunea hiperostotică are o structură de os compact.

Clinic, se poate însoți de semne ale unei compresii cerebrale.

b. *Exostoza* reprezintă o formațiune cu structură de os normal, atașată unei piese scheletice, căreia îi modifică forma și conturul (fig.360,b.). Elementele structurale ale formațiunii (spongioasa și corticala) continuă fără întrerupere sau demarcație pe cele ale osului de care se leagă.

Mai frecvent, exostozele sînt multiple și constituie apanajul unor boli constituționale (boala Ombredanne); sînt considerate de unii ca tumori benigne ale osului (osteochondroame).



c. *Oedostoza* ("osul suflat") se caracterizează prin creșterea circumscrisă a lărgimii unui os lung, consecutivă dezvoltării lente a unui proces patologic intraosos, care crește presiunea în interiorul acestuia (fig.355,d, fig.360,c). Cauzele cele mai frecvente sînt reprezentate de tumorile benigne și formațiunile chistice intraosoase. Contururile segmentului de os afectat rămîn prezente, nete și neîntrerupte iar structura internă a acestuia prezintă o imagine de osteoliză sau de atrofie prin presiune.

d. *Scoliostoza* este modificarea de ax a unui os lung, produsă de încurbarea acestuia în urma scăderii rezistenței lui mecanice sau transmiterii defectuoase a solicitărilor la care este supus. Este frecvent întilnită în procesele distrofice ale scheletului (boala Paget), rahitism și osteomalacie (fig.360).

O alta categorie de scoliostoze este întilnită în tulburările de dezvoltare a osului datorate alterării cartilajului de creștere, soldată cu creșterea neuniformă în lungime a osului în raport cu marginile sale. Asemenea forme de scoliostoza sînt apanajul unor afecțiuni constituționale (boala Lobstein, boala Ombrédanne).

Mai rar scoliostozele sînt sechele ale unor procese patologice dobîndite, care alterează parțial cartilajul de conjugare (osteomielitele copilului).

10.3.2.2. *Modificările dimensionale* ale oaselor sînt urmarea tulburării procesului lor de dezvoltare, manifestată în perioada de formare și creștere.

Formarea pieselor scheletice are loc prin apariția și progresia procesului de osificare într-un "tipar" membranos, format din țesut conjunctiv (prin mecanismul de dezvoltare conjunctivă, propriu, de exemplu, oaselor bolții craniene) sau cartilaginos (prin mecanismul de dezvoltare encondrală). Odată constituit în forma lui definitivă, osul continuă să crească dimensional pînă la maturitate. Acest proces este asigurat prin activitatea cartilajului de conjugare și prin osificarea stratului intern al periostului tînăr (mecanismul de dezvoltare periostală).

În cazul *oaselor lungi*, creșterea în lungime a diafizei se realizează, pînă la sfîrșitul pubertății, prin activitatea cartilajelor de conjugare diafizo-epifizare. Substratul acestui proces a fost descris într-o secțiune precedentă.

La nivelul *epifizelor* și al *oaselor scurte*, creșterea are același substrat dar se desfășoară centrifugal, în jurul nucleelor de osificare.

Creșterea în grosime a oaselor lungi se realizează prin apozitii succesive, concentrice, de lame de os compact, care iau naștere din stratul extern al periostului. La copil, acesta este format din țesut conjunctiv tînăr, capabil de metaplazie osoasă.

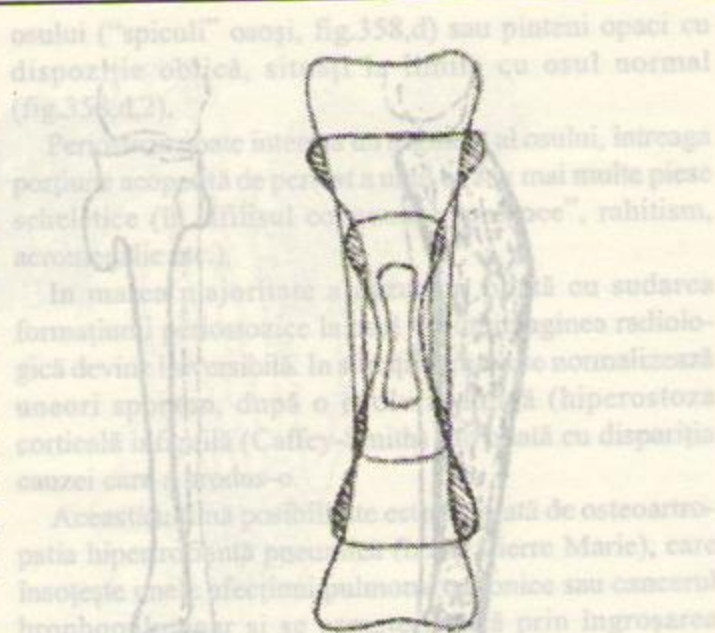


Fig.361. "Variația modelantă" a osului lung.

Paralel cu creșterea lui în lungime și grosime, osul este supus unui continuu proces de modelare și tubulație, care corespunde principiului asigurării maximum de rezistență cu minimum de material. În cursul acestui proces, regiunile extreme ale diafizei, care într-un moment anterior de creștere au aparținut epifizelor, se îngustează prin rezorbția porțiunii marginale a osului, menținînd uniformă lărgimea diafizei. În același timp și prin același proces de rezorbție, canalul medular se alungește către epifize și se lărgeste în mod treptat, menținînd o grosime optimă din punct de vedere mecanic a compactei diafizare.

Desfășurarea în etape succesive a acestui proces este schematizată în fig.361.

a. *Aplazia* sau *agenesia* unui os este consecința lipsei de apariție a nucleului sau nucleelor de osificare sau absenței modelului său membranos sau cartilaginos. Se traduce radiologic prin absența din imagine a piesei scheletice respective (fig.362,a); afectează mai frecvent oasele falangiene.

b. *Hipoplazia* se caracterizează prin dimensiuni reduse ale unor elemente scheletice cu creșterea terminată, realizînd aspectul de "nanism" al oaselor respective (fig.362,b); forma și structura acestora se păstrează în limite normale.

c. *Hiperplazia* este urmarea dezvoltării exagerate a unora, mai rar a uneia dintre piesele scheletice sau a unor segmente ale oaselor, realizînd "gigantismul" formațiunii osoase respective (fig.362,c). Și în cazul hiperplaziei, structura și forma oaselor interesate sînt de obicei normale.



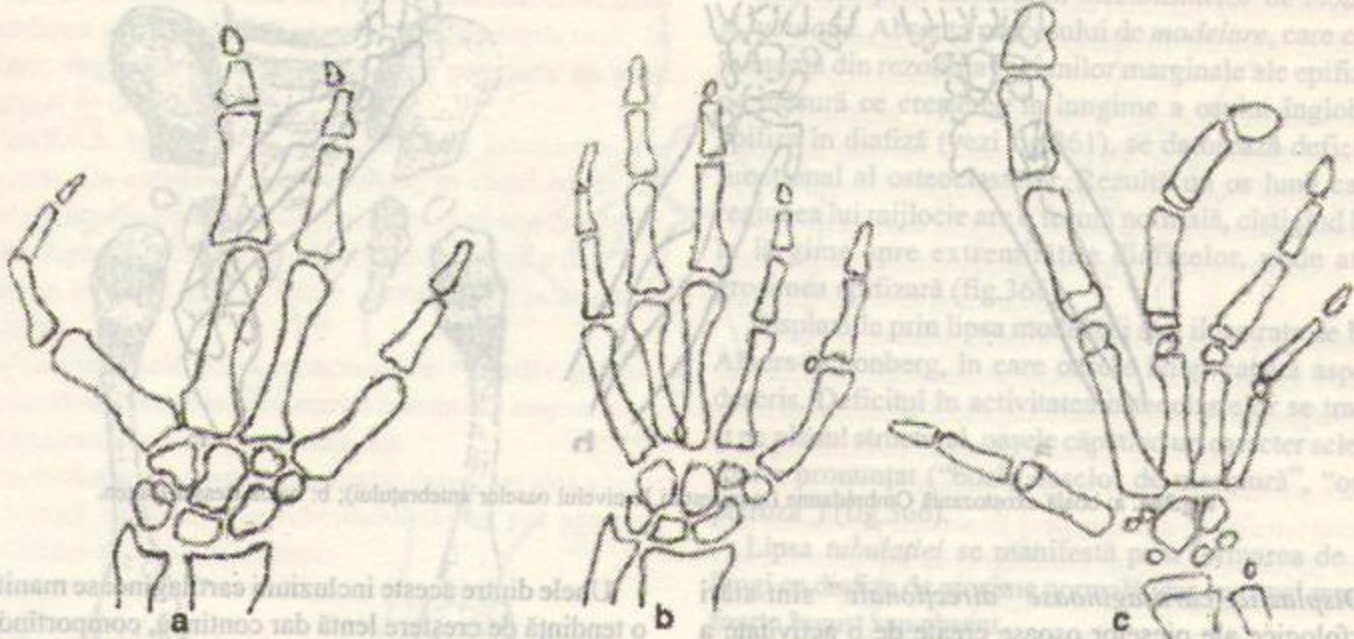


Fig.362. Anomalii de dezvoltare dimensională ale oaselor. a: agenezia metacarpianului și oaselor falangiene ale degetului IV (tetradactilie); b: hipoplazia oaselor degetului II (bradidactilie); c: "gigantism" al oaselor falangiene ale degetelor II și III ale mîinii.

În afara hipo- și hiperplaziilor poliostice sistematizate sau generalizate, care se datorează unor factori constituționali (genetici) sau endocrini, unele forme monostice (afectînd de regulă oasele lungi) pot fi urmarea iritării sau alterării cartilajelor de creștere prin procese inflamatorii sau traumatice, survenite în perioada de activitate a acestora. Hipo- sau hiperplazia de această origine interesează în special lungimea osului.

d. *Displaziile* sînt stări morfologice ale oaselor ce rezultă din desfășurarea defectuoasă a osificării encondrale sau periostale, soldată cu modificări de dimensiuni, dar mai ales de formă ale pieselor scheletice. Modificările de formă pot fi deosebit de exprimate în cazul oaselor lungi, la care se crează un dezechilibru între creșterea encondrală și cea periostală. Alterarea proceselor de tubulație și modelare ale osului în creștere poate produce, de asemenea, modificări de formă, însoțite frecvent de alterări ale macrostructurii.

*Displaziile prin tulburarea mecanismului de creștere encondrală* (condrodisplaziile) au ca substrat activitatea deficitară a cartilajelor de creștere sau hipoplazia tiparelor cartilaginoase din care se dezvoltă epifizele și oasele scurte; osificarea periostală se desfășoară normal. În afara anomaliilor dimensionale, epifizele prezintă de obicei și modificări ale calității structurilor osoase, manifestate prin scăderea rezistenței mecanice și tendința la deformare.

Rezultă oase lungi subdezvoltate în lungime, cu epifize turtite ce au o structură neomogenă; deformarea prin

lărgire a epifizelor conduce la incongruențe articulare, soldate cu subluxații și artroze (fig.363). Oasele scurte, mai ales corpurile vertebrale, apar deformate prin lățire și diminuarea înălțimii (fig.363).

*Sindromul Morquio* se caracterizează prin deformări epifizare multiple și platispondilie (aplatizarea corpurilor vertebrale) generalizată (fig.363).

*Acondroplazia* conduce la un nanism disproporționat, de natură scheletică, ce reflectă dezvoltarea deficitară a segmentelor de os cu origine cartilaginoasă: craniul (format din tipare membranoase) are dimensiuni relativ mari, cutia toracică este de lărgime normală, vertebrele apar turtite, determinînd cifoză sau cifoscolioză, bazinul îngust. Oasele membrelor sînt scurtate, cu grosimea normală, deformate prin lățirea epifizelor.



Fig.363. Sindrom Morquio. a: aspect al corpurilor vertebrale; b: aspect al articulației coxo-femorale.



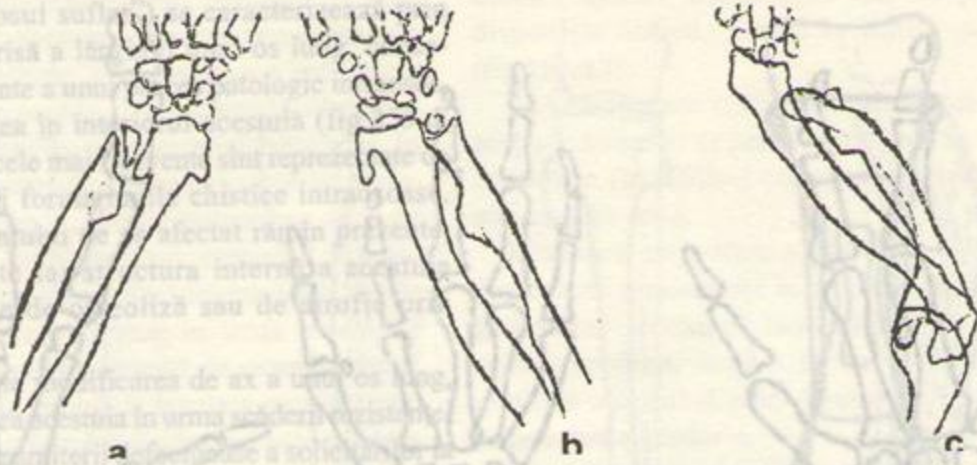


Fig.364. a: boală exostozantă Ombrédanne (manifestări la nivelul oaselor antebrăului); b: boală Bessel-Hagen.

*Displaziile cartilajinoase "direcționale"* sînt stări morfologice ale pieselor osoase create de o activitate a cartilajelor de creștere normală cantitativ, dar care se desfășoară în direcții aberante.

În unele forme, cartilajul de creștere migrează parțial sub periost, determinînd apariția de excrescențe cartilajinoase, care ulterior sînt supuse unui proces de osificare normală. Rezultă exostoze unice sau multiple, caracterizate radiologic printr-o structură obișnuită de os spongios și o delimitare externă netă, realizat de un strat subțire de corticală, în continuitate cu conturul diafizar (fig.360,b).

*Boala exostozantă* (boala Ombrédanne) este o afecțiune constituțională cu caracter ereditar, caracterizată prin existența de exostoze multiple, de formă și dimensiuni variate, interesînd oasele lungi ale membrului și unele oase plate (în special cele ale bazinului).

Oasele afectate au o lungime redusă, unele dintre extremitățile diafizare apar hipoplazice; datorită dezvoltării neuniforme în lungime, diafizele unor oase suferă modificări de ax (scolioză) (fig.364,a).

Exostozele prezintă din punct de vedere radiologic o structură de os spongios și o corticală periferică de aspect normal.

Prezența de exostoze la nivelul oaselor antebrăului, însoțită de încurbarea radiusului și hipoplazia extremității distale a cubitusului, crează o triadă de anomalii denumită boala *Bessel-Hagen*, care include frecvent și luxația congenitală a radiusului (fig.364,b).

În alte cazuri, fragmente ale cartilajului de creștere migrează în interiorul diafizei, producînd insule cartilajinoase situate central (encondroame) sau periferic (eccondroame), de obicei multiple, realizînd aspectul anatomoradiologic al *condromatozei osoase* (fig.365).

Unele dintre aceste incluziuni cartilajinoase manifestă o tendință de creștere lentă dar continuă, comportîndu-se ca veritabile tumori benigne.

Formațiunile cartilajinoase aberante se traduc radiologic prin imagini transparente în raport cu structura osului normal vecin, de care se delimitează prin contururi nete. Dezvoltarea la periferia osului crează excrescențe circumscrie, rezultate din atrofia prin presiune a compactei sau corticalei și împingerea acesteia spre exterior, sau un aspect de "os suflat". Pe aria de proiecție a acestor formațiuni pot fi puse în evidență calcificări neregulate, de dimensiuni mici (fig.365).



Fig.365. Condromatoză a oaselor mîinii. 1. eccondroame; 2. encondroame; c: calcificări.



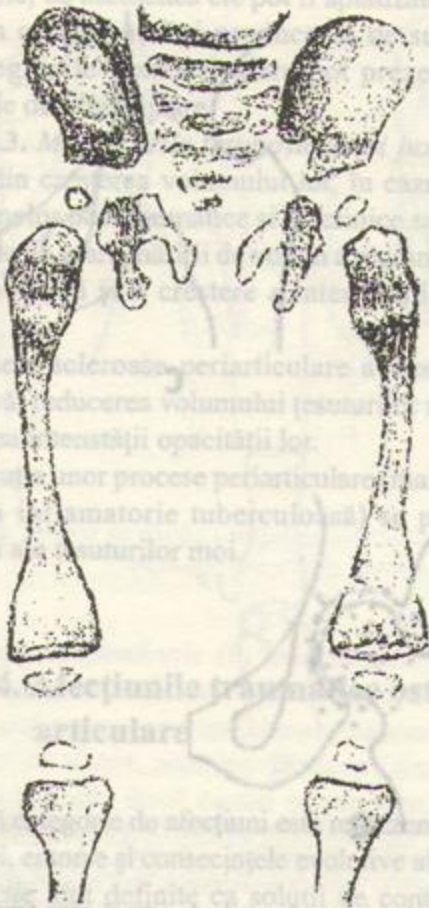


Fig.366. Boală Albers-Schonberg (subiect în vîrstă de 8 luni).

*Boala Ollier* este o formă de condromatoză care interesează oasele unei jumătăți a scheletului (dreaptă sau stîngă); acestea rămîn subdezvoltate în lungime, puțin prezenta încurbări sau fracturi.

În alte forme, piesele scheletice sînt afectate cu predominanță în una din jumătățile corpului; în fine, în altele se asociază formațiuni exostozice multiple.

*Displaziile periostale* (prin tulburarea mecanismului de creștere periostală) se manifestă, în cazul în care creșterea encondrală nu este modificată, prin formarea unor oase de lungime normală dar mai subțiri și mai puțin mineralizate la nivelul diafizei; radiologic, compacta apare îngustată, de opacitate redusă. Deficitul de adaptare la solicitările mecanice se traduce prin scolioză și apariția de fracturi multiple.

*Osteopsatroza* (boala Lobstein) este o afecțiune congenitală, manifestată în copilărie, care involuează de obicei la adolescență. Prezintă toate trăsăturile anatomo-radiologice ale unei displazii periostale tipice, descrise mai înainte. În opoziție cu modificările diafizare, foarte pregnante, epifizele păstrează un aspect aproape normal.

*Displazii prin tulburarea mecanismelor de modelare și tubulație.* Absența procesului de modelare, care constă în esență din rezorbția regiunilor marginale ale epifizelor, pe măsură ce creșterea în lungime a osului înglobează epifiza în diafiză (vezi fig.361), se datorează deficitului funcțional al osteoclastelor. Rezultă un os lung care în regiunea lui mijlocie are o formă normală, cîștigînd brusc în lărgime spre extremitățile diafizelor, unde atinge grosimea epifizară (fig.366).

Displaziile prin lipsa modelării sînt ilustrate de boala Albers-Schonberg, în care oasele lungi capătă aspectul descris. Deficitul în activitatea osteoclastelor se traduce și pe planul structural, oasele căpătînd un caracter sclerotic foarte pronunțat ("boala oaselor de marmură", "osteopetroza") (fig.366).

Lipsa tubulației se manifestă prin formarea de oase lungi cu diafize de grosime normală, dar cu canal medular foarte îngust sau absent.

În boala Camurati-Engelman (fig.359,b), în afara absenței tubulației, se produce și o osteogeneză periostală anarhică, exuberantă, conducînd la îngroșarea diafizelor. Lipsa canalelor medulare conferă oaselor o structură densă, omogenă.

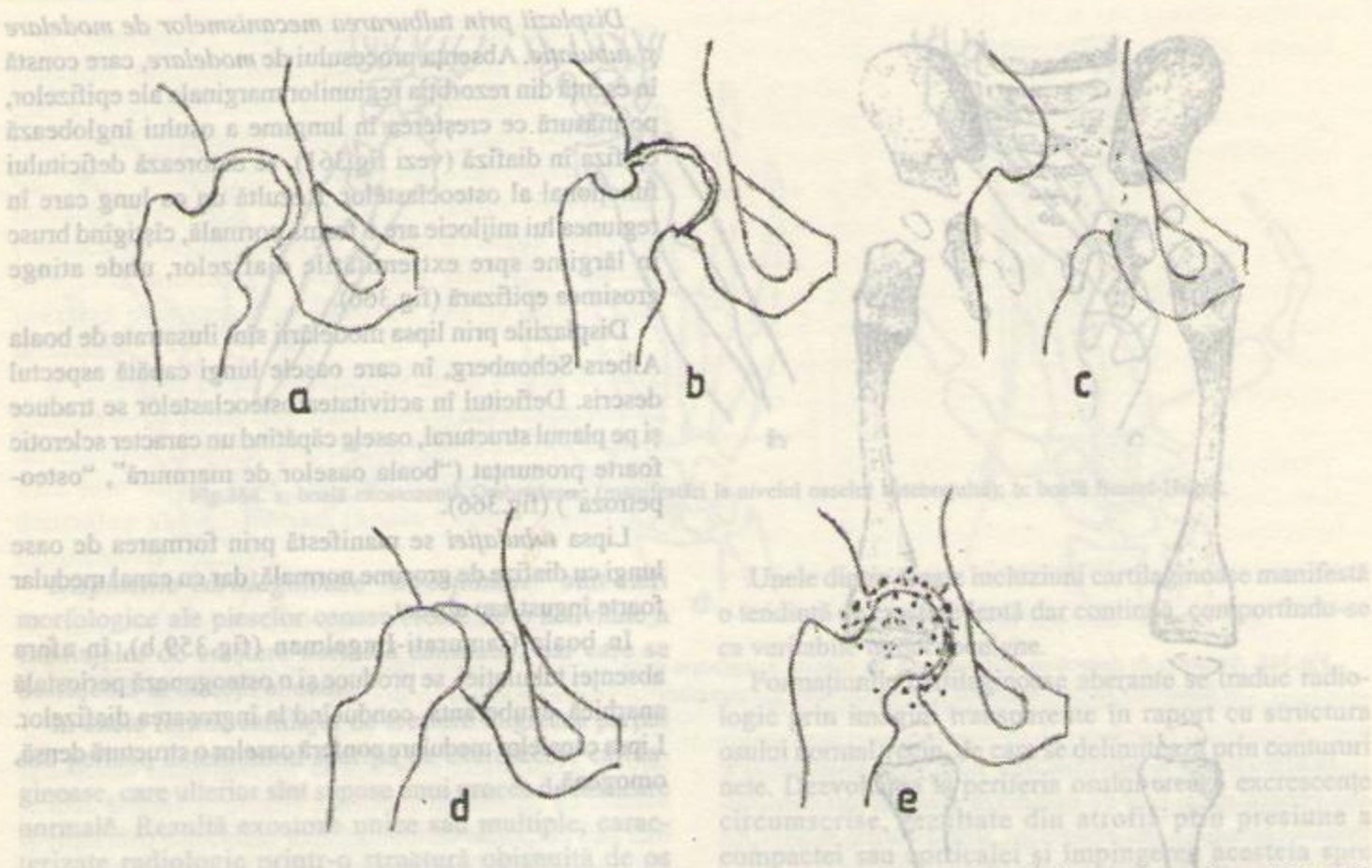
#### 10.3.4. Modificările patologice elementare ale articulațiilor.

La nivelul articulațiilor, diferitele procese patologice pot determina modificări care interesează separat sau concomitent spațiul articular, suprafețele osoase articulare și țesuturile moi vecine.

**10.3.4.1. Modificările spațiului articular** privesc înălțimea și forma acestuia, ca și intensitatea și omogenitatea transparenței sale.

Spațiul articular poate apare mărit în înălțime, în speță lărgit, uniform sau neuniform, în cazul edemului sinovialei, însoțit de revărsat lichidian intraarticular. *Diminuarea în înălțime* (îngustarea) spațiului, uniformă pe întreaga lui întindere sau neuniformă, este apanajul proceselor artrozice, caracterizate prin distrugerea parțială a cartilajelor de acoperire; ea poate fi întîlnită și în unele procese traumatice care afectează porțiunea juxtaarticulară a pieselor scheletice. *Dispariția* completă a spațiului articular traduce prezența anchilozei osoase; după constituirea acesteia se pot evidenția pe imaginea radiologică travee osoase care trec de la o extremitate articulară a unui os la cealaltă, înlocuind fostul spațiu articular. *Defomarea* spațiului articular se datorează, în majoritatea cazurilor, luxațiilor; ea poate fi observată și





**Fig.367.** Modificări radiologice elementare ale articulațiilor. a: aspect normal al articulației coxo-femorale; b: artroză coxo-femurală (spațiu articular neuniform îngustat, suprafețele osoase articulare neregulate, formațiuni osteofitice); c: anchiloză coxo-femurală; d: modificarea formei spațiului articular prin luxația traumatică a capului femural; e: opacități de intensitate calcară pe aria de proiecție a articulației (condromatoză).

în fracturile prin zdrobire ale segmentelor osoase articulare. Odată cu modificarea formei spațiului, se produce și pierderea parțială sau totală a congruenței suprafețelor osoase intraarticulare.

**Modificarea transparenței spațiului articular** recunoaște aspecte diferite. *Creșterea* ei poate fi observată după unele procese traumatiche care produc tracțiunea intensă a unuia dintre oasele articulate ("efect de vid"). Prezența intraarticulară a aerului (după anumite traumatisme sau în cursul artrografiei gazoase) se traduce, de asemenea, prin creșterea transparenței spațiului articular. *Diminuarea* transparenței (de regulă în grade moderate) traduce uneori prezența unui revărsat lichidian (inflamator sau hemoragic).

La nivelul spațiului articular se pot proiecta în unele cazuri opacități de intensitate mare (calcară), apanaj al condromatozei sau osteomalaciei articulare.

Datorită unor iritații mecanice intense, anumite porțiuni ale sinovialei suferă o metaplazie cartilajinoasă. Iau naștere pe această cale noduli cartilajinoși, care, atingând dimensiuni mari, degenerază și se calcifică.

Unele dintre aceste noduli cartilajinoși manifestă o tendință de a se desprinde dar conținutul, comporându-se ca vasele, se resorb. Formațiunile reziduale se traduc radiologic prin opacități de intensitate medie în raport cu structura osului. Unele dintre ele se delimitază prin contururi acie. Devoiesc pericula osului și excreșcențe circumscrie, delimitate din afara prin presiunea compactei sau calciciei și împingerea acestora sub

În imaginea radiologică apar multiple formațiuni intens opace, dispuse pe aria de proiecție a sinovialei (fig.367 e), realizând aspectul condromatozei. Unii dintre nodulii calcificați se pot desprinde, devenind mobili în cavitatea articulară.

**10.3.4.2. Modificările suprafețelor osoase articulare.**

Procesele patologice profunde (mai ales cele de natură septică) ale articulațiilor produc alterarea totală a cartilajului și afectează în ultimă instanță corticala oaselor articulare. În funcție de stadiul evolutiv și de gravitate, conturul suprafețelor apare, datorită leziunilor distructive pe care acestea le suferă, șters sau neregulat (fig.367,b); în formele cronice se produce și o scleroză subcondrală, tradusă prin îngroșarea neregulată a corticalei. Suprafețele articulare apar deseori prelungite în afara prin prezența producțiilor osoase marginale, unele net individualizate



ca osteofite; de asemenea ele pot fi aplatizate, favorizând pierderea congruenței și producerea de subluxații. În sfârșit, regiunile juxtaarticulare pot prezenta un grad variabil de demineralizare.

**10.3.4.3. Modificările țesuturilor moi juxtaarticulare** constau din creșterea volumului lor, în cazul edemelor, hematoamelor posttraumatice și discrinice sau tumorilor. Radiologic, în afara măririi de volum a regiunii periarticulare, se observă și o creștere a intensității acestora în imagine.

Procesele scleroase periarticulare avansate produc, dimpotrivă, reducerea volumului țesuturilor respective și diminuarea intensității opacității lor.

În evoluția unor procese periarticulare (mai ales a celor de natură inflamatorie tuberculoasă) se pot produce calcificări ale țesuturilor moi.

## 10.4. Afecțiunile traumatice osteo-articulare

Această categorie de afecțiuni este reprezentată de fracturi, luxații, entorse și consecințele evolutive ale acestora.

*Fracturile* sînt definite ca soluții de continuitate ale oaselor sau cartilajelor.

*Luxațiile* constau din pierderea contactului normal dintre extremitățile osoase ce intră în compunerea unei articulații. Unele din ele presupun de regulă și smulgerea unui fragment dintr-un os articular; în alte cazuri se pot asocia fracturi de oase vecine.

*Entorsele* sînt rezultatul unor acțiuni mecanice mai puțin intense, soldate cu torsiunea, alungirea sau ruperea structurilor capsulei articulare sau ligamentelor juxtaarticulare. Dacă nu sînt însoțite de luxații sau fracturi nu au expresie radiologică.

### 10.4.1. Fracturile

În cazul unui traumatism osteo-articular de o anumită intensitate, examenul radiologic devine întotdeauna obligator, în vederea stabilirii diagnosticului de fractură și orientării conduitei terapeutice. Radiografia este, de asemenea, necesară pentru controlul corectitudinii manevrelor de reducere și imobilizare, ca și pentru urmărirea evoluției procesului de vindecare.

Pentru ca examenul radiologic să-și poată atinge integral obiectivele propuse, el trebuie să respecte anumite cerințe.

În primul rînd se va efectua pe filme suficient de mari ca să cuprindă, în afara focarului de fractură, articulația cea mai apropiată.

În al doilea rînd, segmentul scheletic supus traumatismului trebuie examinat în cel puțin două incidente perpendiculare între ele. Pe lângă faptul că unele traiecte de fractură pot să nu fie evidente decît pe unul din acestea, sensul și amploarea deplasării fragmentelor nu pot fi exact evaluate decît în acest mod.

În sfârșit, în cazul oaselor perechi, îndeosebi la pacienții cu creșterea neterminată, examenul va fi efectuat bilateral, comparativ, întrucît imaginea cartilajului de conjugare poate fi confundată cu cea a unui traiect de fractură.

După un traumatism al unei regiuni scheletice, examenul radiologic trebuie să confirme sau să infirme prezența unei fracturi și să precizeze, în prima situație, *sediul* focarului de fractură, *aspectul* acestuia, (direcția liniilor de fractură, numărul fragmentelor osoase și poziția acestora), *rapoartele* fracturii cu formațiunile anatomice vecine. Radiografia precizează, de asemenea, *structura* osului fracturat (normală sau patologică), *starea articulațiilor* implicate în procesul traumatic.

După instituirea tratamentului ortopedic sau chirurgical, examenul radiologic are rolul de a verifica eficiența acestuia și de a evidenția eventuale complicații post-terapeutice; el permite, în sfârșit, urmărirea procesului de vindecare.

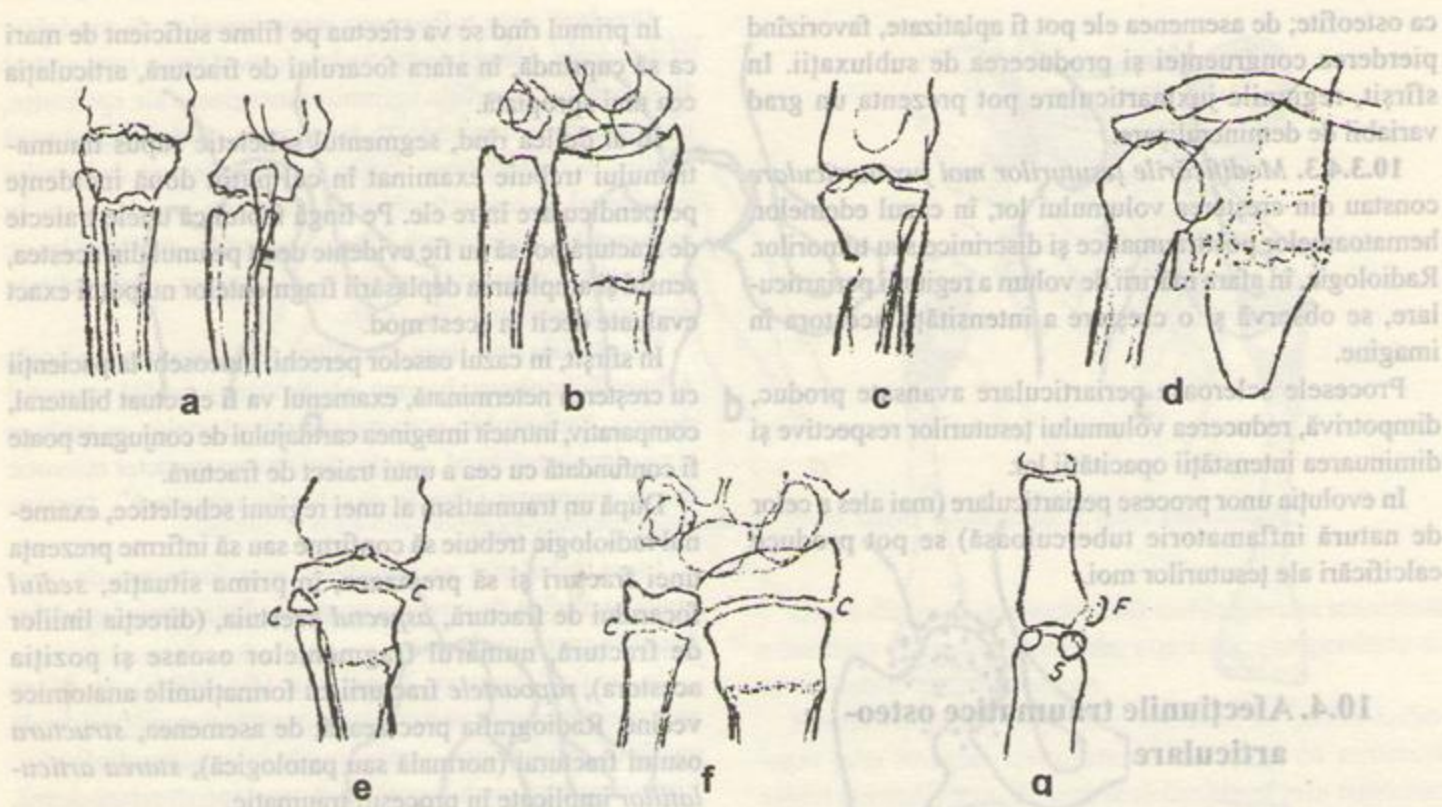
**10.4.1.1. Sediul fracturii.** Fracturile pot interesa în principiu orice segment scheletic; ele se produc mai frecvent la nivelul oaselor lungi ale membrului. Pot afecta oase de toate tipurile (lungi, scurte sau plate) iar în cazul oaselor lungi epifiza, diafiza sau mai multe regiuni ale osului respectiv.

**10.4.1.2. Aspectul fracturii.** O fractură se traduce radiologic de regulă prin una sau mai multe *imagini transparente*, care întrerup continuitatea structurilor osului (fig.368).

Mai frecvent, fractura apare sub forma unei transparente liniare, fine sau grosolane, care întrerupe total (fig.368 a) sau parțial (fig.368,b) structurile segmentului scheletic afectat. Alteori, discontinuitatea se limitează la conturul osului (fig.368,c); dimpotrivă, în alte cazuri, imaginile transparente liniare sînt multiple și complexe, separînd mai multe fragmente (fracturile cominutive, fig.368,d). În fine, fractura poate apare sub forma unui mic fragment de os, situat în vecinătatea unei piese scheletice (fig.368,g)

Fragmentul dislocat poate fi confundat cu un os suplimentar (sesamoid); acesta din urma este însă delimitat de corticală pe tot conturul său, în timp ce fragmentul de os are corticală numai pe una din margini (fig.368,g).





**Fig.368.** Variante de aspect al fracturilor. a: fractură totală (completă) a oaselor gambei; b: fractură incompletă ("în lemn verde") a radiusului; c: fractură limitată la întreruperea conturului intern a diafizei tibiale; d: fractură cominutivă a omoplatului; e: fractură subperiostală a diafizei tibiale; f: fractură prin tasare a radiusului la un pacient în creștere (c: cartilaje de conjugare); g: fractură cu detașarea unui mic fragment de os (F) din epifiza proximală a unei falange (de comparat cu sesamoidul S).

În cazuri rare, fractura se poate manifesta sub forma unei ușoare denivelări marginale a compactei, care proemină într-o regiune limitată din contur (cazul traumatismelor prin flexiune ce nu produc întreruperea periostului, fig.368,e) sau sub forma unei benzi opace transversale, expresia a întrepătrunderii fragmentelor (fracturile prin tasare, fig.368,f).

Din punct de vedere clinic este utilă distincția între fracturile complete și cele incomplete. Fracturile incomplete recunosc mai multe variante de formă.

Fractura "în lemn verde" (fig.368,b) se produce de obicei la copil, prin îndoirea unui os lung și afectează unilateral compacta, care devine convexă pe partea fracturată.

Fractura subperiostală este în realitate o fractură completă, în care însă fragmentele osoase rămân în poziție normală, menținute de periostul rămas indemn (fig.368 e). Se produc mai ales la nivelul joncțiunii metafizodiazifizare a oaselor lungi ale copilului.

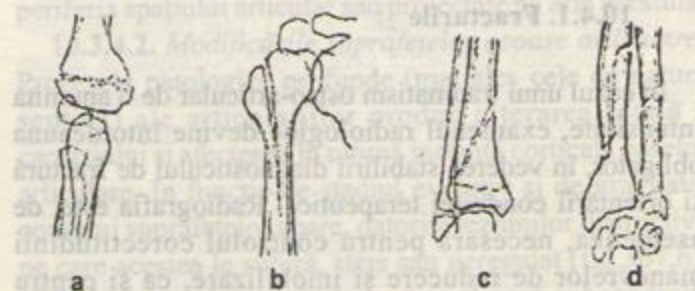
Turtirea (tasarea) se produce în special în epifizele oaselor lungi și în oasele scurte și se soldează cu reducerea volumului osului sau segmentului de os interesat.

Fisurile sînt traiecte scurte de fractură, dispuse în interiorul unei piese scheletice, a cărei formă nu se modifică.

Infundarea este o formă de fractură proprie oaselor plate (în special a oaselor craniene) și se caracterizează prin crearea unei depresiuni în una dintre tablele de compactă.

Direcția liniei de fractură se apreciază în raport cu axul osului și poate fi transversală, longitudinală, oblică sau spiroidă (fig.369).

Poziția fragmentelor. În funcție de mecanismul de producere, fragmentele osului fracturat pot suferi deplasări, care sînt apreciate și definite tot în raport cu axul acestuia (în cazul oaselor lungi).



**Fig.369.** Variante de traiect (direcție) a fracturilor. a: fractură transversală interepicondiliană a humerusului; b: fractură longitudinală a humerusului; c: fractură oblică a tibiei (os în creștere); d: fractură spiroidă a radiusului.



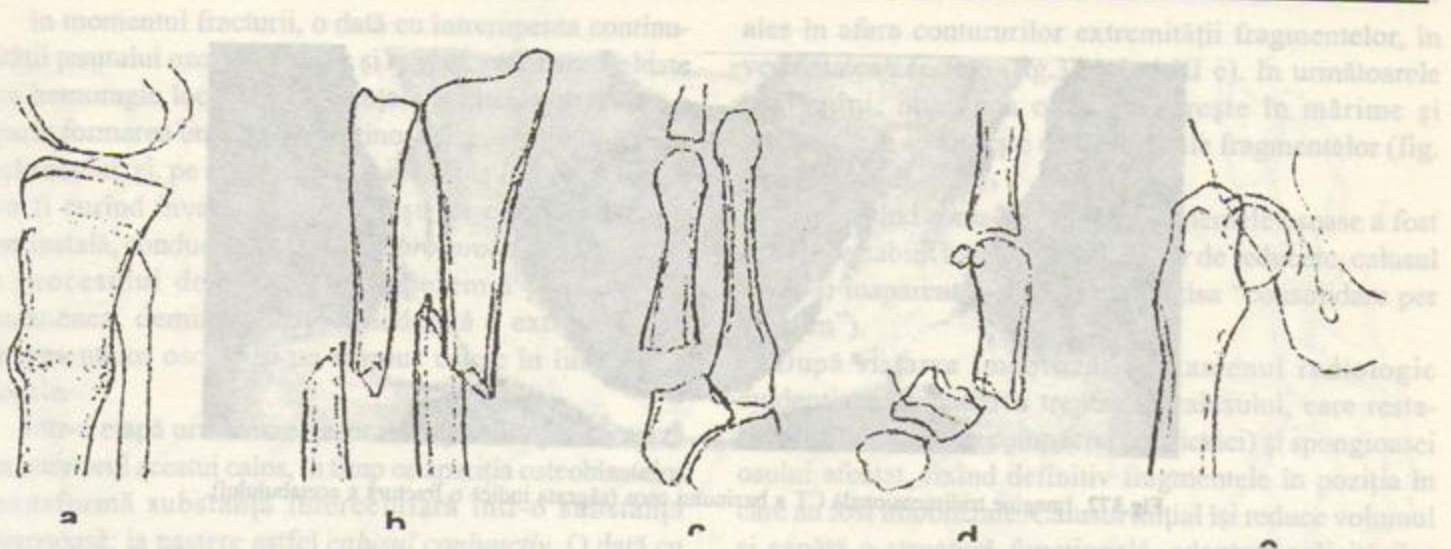


Fig.370. Variante de poziție a fragmentelor. Deplasări longitudinale prin împăntrundere (a), prin încălecarea (b) și prin îndepărtare (c); deplasare laterală (d); deplasare prin rotație internă a diafizei (fractură de col femural) (e).

Deplasările *longitudinale* (în axul lung al osului) se produc fie prin penetrația (împăntrunderea) fragmentelor, fie prin încălecarea acestora (alunecarea unuia pe lângă celălalt), fie, în sfârșit, prin îndepărtarea (diastaza) lor (fig.370). În primele două cazuri se produce scurtarea osului afectat, în cel de-al treilea alungirea lui.

Deplasările *laterale* se crează prin translația fragmentelor, în cazul fracturilor transversale (fig.370,d).

Deplasările prin *rotația* fragmentelor se realizează fie în jurul axului longitudinal (fig.370,e), producând decalarea lor, fie în jurul axului transversal, soldându-se cu angulația osului.

Analiza atentă a unor caractere radiologice ale fracturilor permite în majoritatea cazurilor reconstituirea

mecanismului prin care aceasta a fost produsă. Principalele mecanisme (care, de altfel, se pot asocia), sînt reprezentate de flexiune ((fig.368, a și b), compresie longitudinală, mai frecvent verticală (fig.368,f; fig.370,a), tracțiune (fig.370, c și d) și zdrobire (fig.368,d).

**10.4.1.3. Structura oaselor fracturate.** Procesul traumatic soldat cu o fractură poate afecta un os cu structură normală sau, dimpotrivă, un os modificat patologic prin afecțiuni care îi scad rezistența mecanică (inflamații de natură septică, distrofii, tumori, etc.). *Fracturile pe os patologic* pot fi consecința unor solicitări mecanice de intensitate redusă, creînd uneori impresia unei apariții spontane ("fracturi spontane") (fig.371,a).

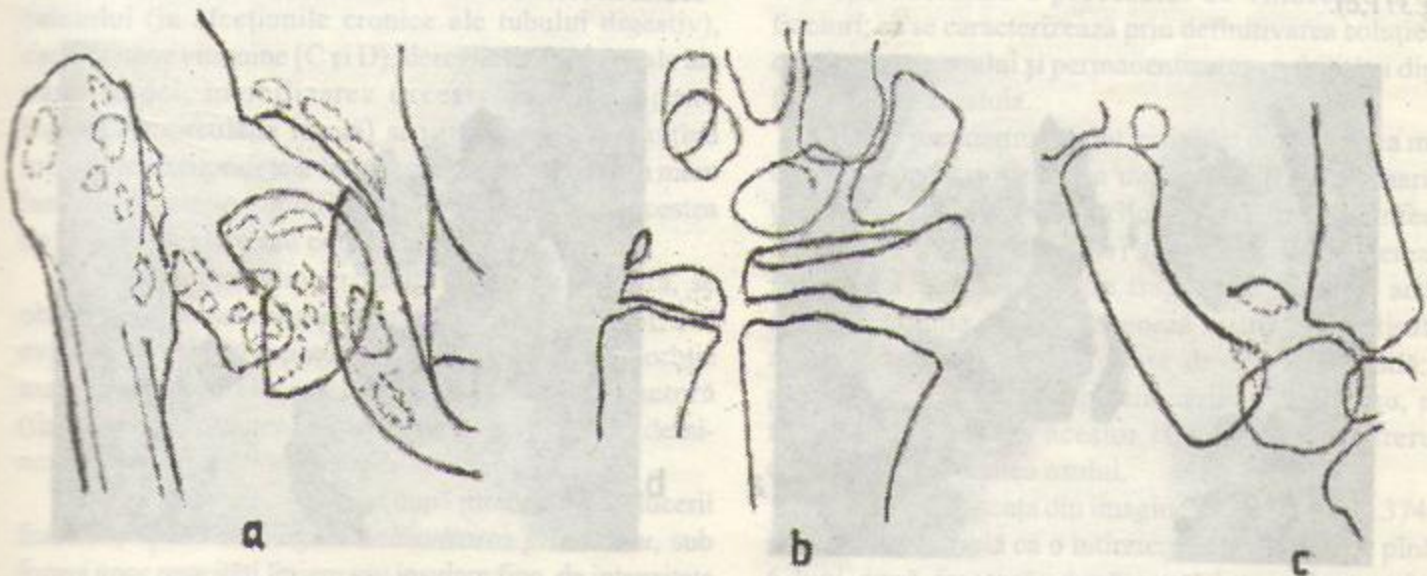


Fig.371. a: fractură "spontană" a colului femural (os modificat patologic prin metastaze osteolitice multiple); b: decolarea epifizei radiusului, simultană cu fractura stiloidei cubitale (pacient de 16 ani); c: fractură Bennett.



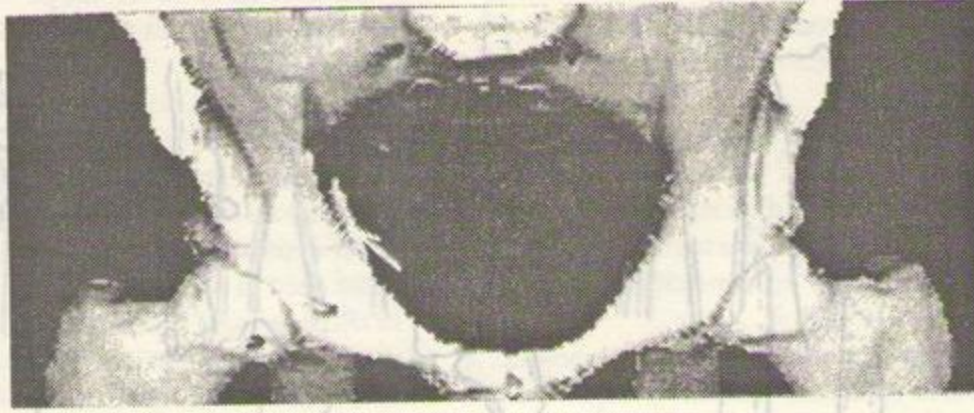


Fig.372. Imagine tridimensională CT a bazinului osos (săgeata indică o fractură a acetabulului).

**10.4.1.4. Forme particulare de fracturi.** Fracturile *fruste* nu pot fi evidențiate radiologic imediat după traumatism, datorită întinderii lor reduse și absenței deplasărilor. După 2-3 săptămâni, diagnosticul devine însă posibil, o dată cu apariția în imagine a elementelor calusului reparator. Se produc mai ales la nivelul extremității dorsale a metatarsienelor (boala Deuschländer).

Fracturile "*de oboseală*" apar după solicitări mecanice de mică intensitate dar repetate sau durabile, care conduc la un moment dat la întreruperea continuității osului, aparent spontană (fracturi Küntscher).

*Decolarea epifizară* constă din separarea epifizei de diafiză la nivelul cartilajului de conjugare (fig.371,b), cu producerea unui diastazis sau a unei deplasări laterale.

*Fractura-luxație* este o fractură parțială ce interesează de obicei extremitatea proximală a primului metacarpian, însoțind luxația laterală a acestuia (fractura Bennett, fig.371,c).

Utilizarea altor metode imagistice în diagnosticul leziunilor traumatiche osteo-articulară este mai rară (deși, de exemplu, examenul IRM poate pune în evidență cu deosebită claritate soluții de continuitate ale cartilajelor articulare și meniscurilor). În schimb, obținerea de imagini tridimensionale prin sumarea digitală a unui număr de secțiuni adiacente CT permite o reprezentare foarte plastică a unor regiuni complexe ale scheletului (craniu, bazin), supuse traumatismelor sau (situație ce crează similitudini incontestabile) intervențiilor chirurgicale largi (fig.372 și 373).

**10.4.1.5. Vindecarea fracturilor.** Reconstituirea continuității osului prin formarea *calusului* reparator este un proces de osteogeneză care se desfășoară între extremitățile fragmentelor produse de fractură. La acest proces participă țesuturile conjunctive endostale și periostale, care, după metaplazia lor, vor constitui matricea osului neformat.

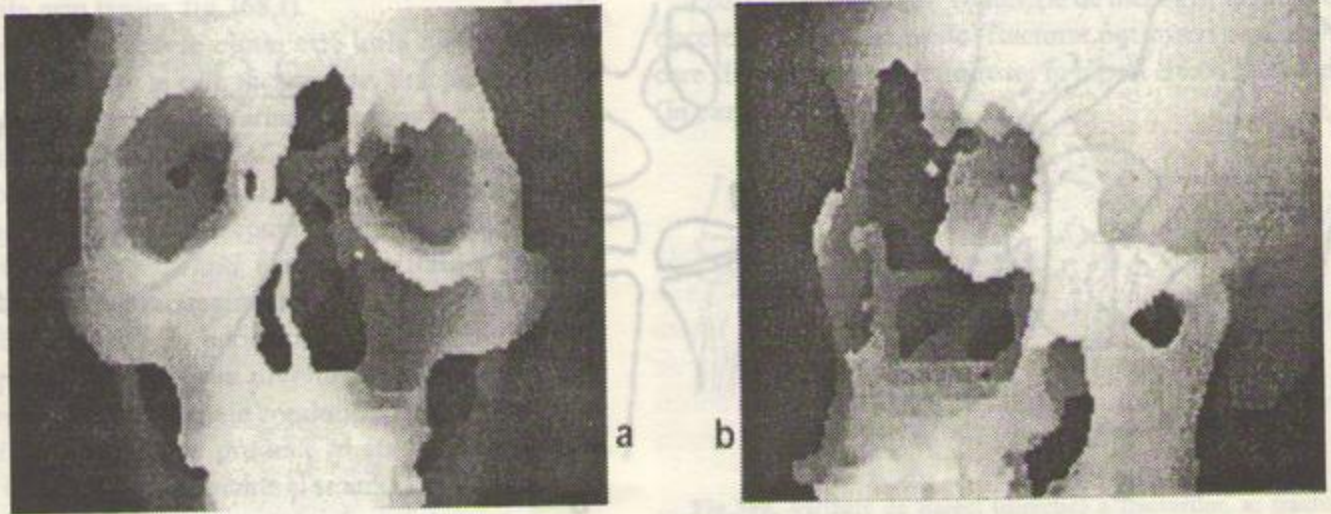


Fig.373. Reprezentare tridimensională CT a scheletului facial, după o intervenție chirurgicală largă (tumoră malignă etmoido-maxilară). Regiunea osoasă respectivă este "privită" din față (a) și din profil (b).



În momentul fracturii, o dată cu întreruperea continuității țesutului osos, se produc și rupturi vasculare, soldate cu hemoragie locală. Consecințele acesteia sînt, pe de o parte formarea unui cheag fibrinos, dispus între fragmentele osului, și, pe de altă parte, hiperemia locală. Cheagul va fi curînd invadat de fibroblaști de origine endo- și periostală, conducînd la *calusul fibro-proteic*, prima etapă a procesului de vindecare; hiperemia produce, de asemenea, demineralizarea moderată a extremităților fragmentelor osoase și un surplus calcic în limfaticile locale.

Intr-o etapă următoare, țesutul conjunctiv proliferază în interiorul acestui calus, în timp ce apariția osteoblastelor transformă substanța intercelulară într-o substanță preosoasă; ia naștere astfel *calusul conjunctiv*. O dată cu formarea acestuia, hiperemia încetează și se instalează staza limfatică locală, care favorizează depunerea sărurilor de calciu, aflate în exces, pe matricea formată. Astfel, la aproximativ 3 săptămîni după fractură, apar primele elemente ale *calusului osos provizoriu*, format din țesut tînăr, embrionar, cu lamele subțiri, neregulate, sărace în conținut calcic, a cărui constituire este încheiată, în mod obișnuit, după alte 2-3 săptămîni.

Odată cu suprimarea imobilizării, datorită forțelor mecanice la care este supus, calusul provizoriu suferă un proces de remaniere, care tinde să reconstituie structura funcțională inițială a osului. Sudura definitivă a fragmentelor prin *calusul osos definitiv* necesită un interval de 6-12 luni de la fractură.

Procesul de vindecare a fracturii evoluează mai rapid la copil, în timp ce o serie de factori homeostazici, circulatori sau mecanici îl pot întîrzia uneori considerabil. În acest sens, trebuie menționate tulburările de absorbție a calciului (în afecțiunile cronice ale tubului digestiv), carența unor vitamine (C și D), dereglările funcționale ale paratiroidiei, imobilizarea excesiv de strînsă (care îngreuiază circulația locală) sau incompletă (permițînd mișcări între suprafețele fragmentelor), distanța prea mare între fragmentele imobilizate, interpunerea între acestea de fibre musculare sau corpi străini.

Radiologic, în primele 10-15 zile după fractură, se observă o *demineralizare* a extremității fragmentelor, mai evidentă la nivelul spongioasei, însoțită de o resorbție marginală discretă, care lărgiște linia de fractură (fig.374,b). La acestea se adaugă un grad variabil de demineralizare loco-regională produsă de imobilizare.

La aproximativ 3 săptămîni după momentul producerii fracturii, apare în imagine *calusul osos provizoriu*, sub forma unor opacități liniare sau insulare fine, de intensitate slabă, cu contururi șterse și traiect neregulat, vizibile mai

ales în afara contururilor extremității fragmentelor, în vecinătatea acestora (fig.374, I și III c). În următoarele săptămîni, imaginea calusului crește în mărime și intensitate și se alipește de contururile fragmentelor (fig. 374, I și III d).

Atunci cînd contactul dintre fragmentele osoase a fost perfect restabilit în cursul manevrelor de reducere, calusul poate fi inaparent în imagine (așa-zisa "consolidare per primam").

După sistarea imobilizării, examenul radiologic evidențiază remanierea treptată a calusului, care restabilește continuitatea compactei (corticalei) și spongioasei osului afectat, fixînd definitiv fragmentele în poziția în care au fost imobilizate. Calusul inițial își reduce volumul și capătă o structură funcțională, adaptată solicitărilor mecanice. Contururile osului devin continue și nete; de obicei ele sînt deformate în grade diferite (fig. 374 I și III e).

Situația caracterizată prin acest aspect radiologic necesită, așa cum am mai spus, o jumătate de an pînă la doi ani a procesului de vindecare a fracturii.

*Evoluția patologică* a procesului de vindecare se poate manifesta, în formele ușoare, prin *întîrzierea* apariției sau definitivării calusului, datorată unuia dintre factorii care au fost menționați mai înainte.

*Calusul vicios* este un calus definitiv care fixează fragmentele într-o poziție nefuncțională; cel *exuberant* este rezultatul unei imobilizări incomplete sau imobilizării unor fragmente foarte mult deplasate (fig.374 III). Dezvoltat în vecinătatea unei articulații, un asemenea calus poate produce o limitare importantă a mișcărilor.

*Pseudartroza* este starea cea mai gravă rezultată din evoluția anormală a procesului de vindecare a unei fracturi; ea se caracterizează prin definitivarea soluției de continuitate a osului și permanentizarea mobilității dintre fragmentele acestuia.

Cauzele pseudartrozei sînt multiple: distanța prea mare dintre fragmente, pierderea unei cantități foarte mari de țesut osos (în cazul fracturilor prin zdrobire), infecția locală (în fracturile deschise) și mai ales interpunerea de formațiuni musculare între fragmente. În toate aceste situații, evoluția spre osteogeneză a structurilor tisulare aflate între fragmentele osoase devine imposibilă; se produce în schimb metaplazia cartilaginoasă sau, mai frecvent, fibroasă, a acestor structuri, care întrerupe definitiv continuitatea osului.

Radiologic, absența din imagine a calusului (fig.374 II) poate fi interpretată ca o întîrziere în formarea lui pînă la 6 luni după fractură; după acest interval ea trebuie considerată pseudartroză. În realitate, pe lîngă persistența



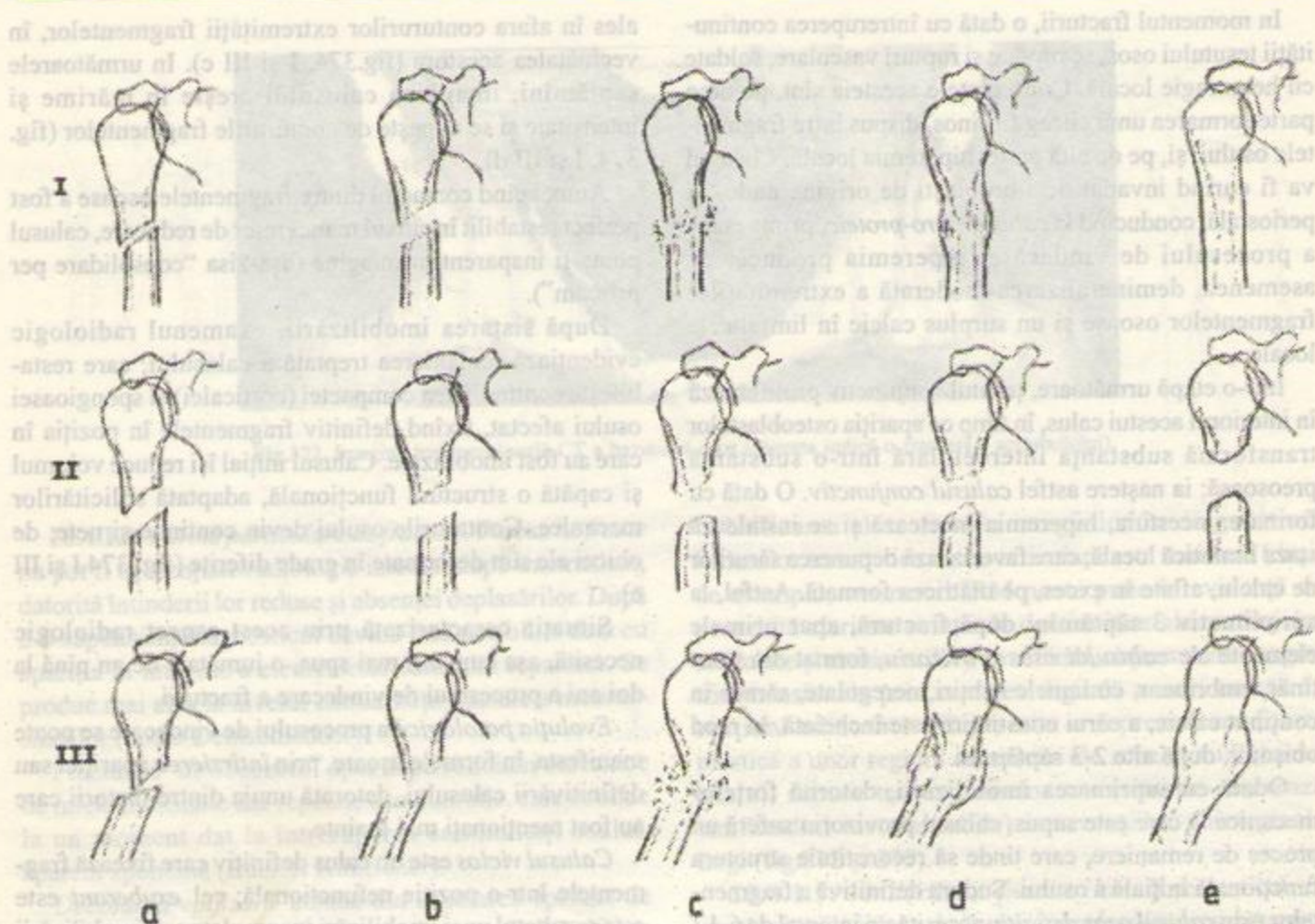


Fig.374. Evoluția procesului de vindecare a fracturii în condiții normale și patologice. I: evoluție normală; II: evoluție spre pseudartroză; III: evoluție spre calus vicios exuberant. Aspecte radiologice după imobilizare (a), la 7 zile de la fractură (b), la 3 săptămâni (c), la 6 săptămâni (d), respectiv la un an (e) de la fractură și imobilizare.

liniei de fractură, imaginea radiologică prezintă și semne de certitudine pentru constituirea unei pseudartroze: extremitățile fragmentelor se remineralizează, capătă o densitate normală și contururi nete și regulate care simulează suprafețele articulare (fig.374, II e).

**10.4.1.6. Complicațiile fracturilor.** Osteoporoza posttraumatică este declanșată de fenomenele vasomotorii produse de traumatism și întreținută și amplificată de imobilizare. Odată cu transformarea adiposă a țesutului conjunctiv intraosos, trece într-un stadiu cronic ireversibil; în acest stadiu, se însoțește de obicei de dureri intense, persistente (forma algică). Interesează mai frecvent oasele minii.

**Necrozele osoase posttraumatice** sînt forme de necroze aseptice, instalate în condițiile în care, în urma traumatismului, s-a produs suprimarea circulației într-un teritoriu al osului. Se observă mai ales la nivelul capului femural și la oasele mici ale membrilor.

**Infecția osului** este o complicație obișnuită a fracturilor deschise; evoluează cu semne radio-clinice de osteomielită. Procesul de vindecare a fracturii este mult întârziat și se desfășoară defectuos (conduce deseori la un calus exuberant sau la pseudartroză).

**Anchiloza** poate apare în evoluția fracturilor intra-articulare, mai ales dacă fragmentele se infectează.

În cazuri mai rare, anchiloza se poate produce prin imobilizarea îndelungată; de asemenea în fracturile-luxații.

**Osificările musculare, ligamentare și tendinoase** sînt consecințe tardive ale traumatismelor de natură variată, care produc hematoame întinse. Se traduc radiologic prin imagini opace cu structură osoasă, de mărimi diferite, dispuse în vecinătatea pieselor scheletice.

#### 10.4.2. Luxațiile

Constau din pierderea totală sau parțială a contactului dintre suprafețele osoase care intră în compunerea unei



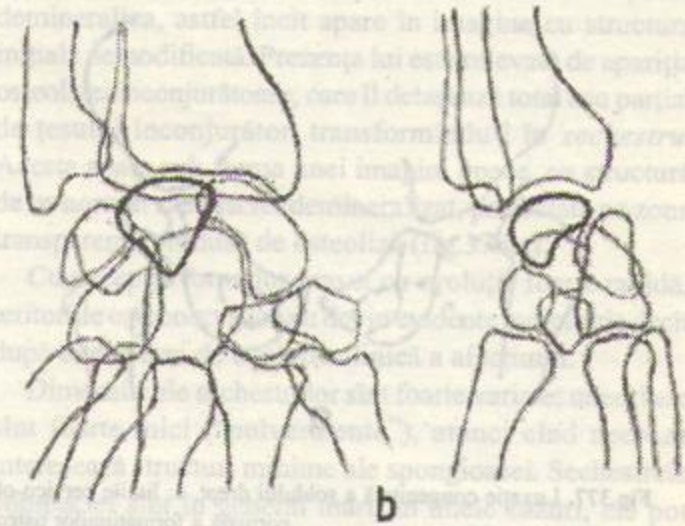


Fig.375. Aspecte radiologice produse de luxații. a: luxație a șoldului, cu smulgerea unui mic fragment din sprinceană cotiloidă (săgeata); b: luxația semilunarului (pe imaginea de față, proiecția osului capătă o formă triunghiulară; de profil, poziție caracteristică pentru o luxație anterioară.

articulații (fig.375). Mult mai puțin frecvente decât fracturile, luxațiile sînt de obicei ușor de evidențiat clinic, mai ales dacă afectează articulațiile mari; în cazul articulațiilor mici, rolul examenului radiologic devine decisiv în diagnostic. El poate evidenția și prezența unor mici fragmente de os, smulse în timpul traumatismului.

Luxațiile copiilor mici – de altfel foarte rare – pot crea dificultăți serioase de diagnostic radiologic, datorită faptului că nucleul epifizar este incomplet osificat, ceea ce face ca poziția epifizei față de cavitatea articulară să fie greu de apreciat.

**Luxația congenitală a șoldului.** Spre deosebire de luxațiile traumatice, luxația congenitală este o tulburare apărută în cursul dezvoltării intrauterine a scheletului, tradusă prin hipoplazia segmentelor osoase articulare și a dispozitivului musculo-ligamentar al articulației coxo-femorale. Apare mai frecvent la fete și într-o treime din cazuri este bilaterală.

Aspectul radiologic al acestei luxații depinde esențial de momentul examinării (înainte sau după ce copilul a început să meargă).

La copilul care nu a mers încă, semnele radiologice sînt discrete, iar diagnosticul destul de dificil; femurul de partea afectată este ușor hipoplazic; nucleul epifizar al capului femural apare cu întârziere sau are dimensiuni reduse în raport cu normalul, în timp ce cavitatea cotiloidă este mai puțin adîncă.

În practică, se folosește uneori măsurarea unghiului de înclinație a acetabulului: linia tangentă la conturul superior al cavității cotiloidice formează cu orizontala ce trece prin cartilajul în Y un unghi care măsoară în mod normal, în

jurul vârstei de un an, aproximativ  $25^\circ$ ; în prezența unei luxații congenitale, unghiul respectiv depășește  $30^\circ$  (fig.376).

În cazul copilului care a început să meargă, modificările radiologice devin caracteristice; segmentele scheletice juxtaarticulare (femur, hemibazin) apar hipoplazice iar nucleul capului femural, mai puțin dezvoltat, se situează în cadranel superior al lui Ombrédanne (fig.377,b).

Cadranele lui Ombrédanne rezultă din trasarea a două linii perpendiculare între ele, una orizontală ce trece prin cartilajele în Y și una verticală, prin sprinceană cotiloidă.

În mod normal, nucleul epifizar al femurului se situează în cadranel infero-intern. La copilul care nu a

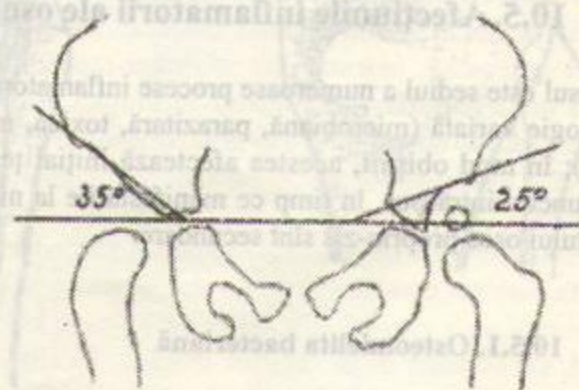


Fig.376. Măsurarea unghiului de înclinația acetabulului (după Hilgenreiner). De partea stîngă, unghiul măsoară  $25^\circ$  (valoare normală); în dreapta, mărimea lui este de  $35^\circ$  (luxație congenitală). Se remarcă ușoara hipoplazie a femurului și lipsa nucleului epifizar de aceeași parte.



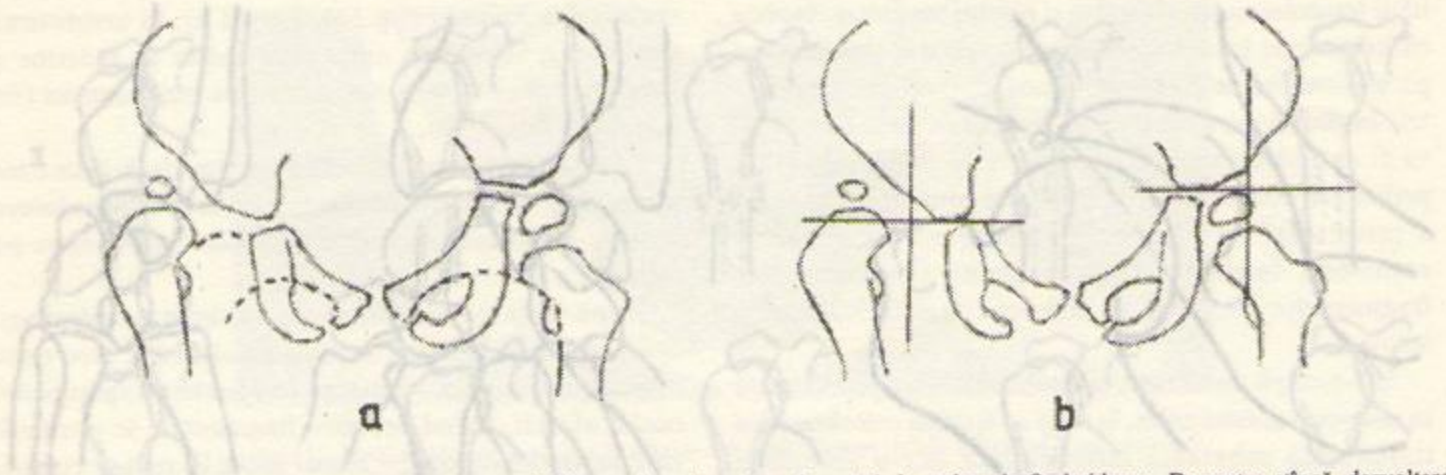


Fig.377. Luxație congenitală a șoldului drept. a: liniile cervico-obturatoare (punctat); b: cadranele Ombrédanne. De partea stîngă, dezvoltare normală a formațiunilor osteo-articulare (copil în vîrstă de 2 ani).

mers, el poate fi găsit, în prezența unei luxații congenitale, în cadranul infero-extern iar la cel care a început să meargă, în cadranul supero-extern (fig.377,b).

Linia cervico-obturatoare (Ménard-Shenton), formată de conturul superior al găurii obturatoare și conturul inferior al colului femural, continuă în mod normal, este întreruptă (fig.377,a). Nucleii de osificare ai ischionului și pubisului de partea afectată apar mai puțin dezvoltați (aparent mai îndepărtați) iar sincondroza ischio-pubiană mai largă.

În cazurile netratate, capul femural migrează treptat în sus, situîndu-se pe conturul extern al osului iliac, unde formează o neoarticulație (neocotil); el se turtește, căpătînd o formă și contururi neregulate. Concomitent, cavitatea cotiloidă originală se aplatizează, uneori pînă la dispariție.

## 10.5. Afecțiunile inflamatorii ale osului

Osul este sediul a numeroase procese inflamatorii, de etiologie variată (microbiană, parazitară, toxică, mecanică); în mod obișuit, acestea afectează inițial țesutul conjunctiv intraos, în timp ce manifestările la nivelul țesutului osos propriu-zis sînt secundare.

### 10.5.1. Osteomielița bacteriană

Este inflamația septică a țesutului conjunctiv intraos, cu evoluție spre supurație și necroză. Afectează de predilecție copii și tineri între 5-20 ani; se poate localiza în principiu la oricare os și regiune a osului. Mai frecvent, sediul inițial este reprezentat de metafiza unui os lung

(tibia, femurul, humerusul, radiusul, cubitusul, etc.), aflată în plină activitate de creștere. De aici, procesul infecțios se poate extinde spre canalul medular și diafiza osului, spre epifiză (traversînd cartilajul de creștere) și articulația vecină, ca și spre țesuturile moi periosoase.

În marea majoritate a cazurilor, factorul etiologic este reprezentat de stafilococul auriu, mai rar și îndeosebi la copil, de streptococ și pneumococ sau de bacilul tific. Sursa de infecție o constituie de obicei o stafilococie cutanată (furuncul, piodermie), o supurație subcutană (panarițiu, plaga ombilicală) sau submucoasă (amigdalita, în cazul osteomielițelor streptococice ale copilului). De aici, emboliile septice sînt vehiculate pe cale circulatorie și se fixează în structurile cele mai vascularizate ale osului.

10.5.1.1. *Forma acută* (inițială) a osteomieliței evoluează radiologic în mai multe etape, marcate de apariția succesivă a unei serii de modificări elementare.

Clinic, forma acută sau de debut a osteomieliței se manifestă de regulă zgomotos, cu febră, frisoane, tumefacție roșie a regiunii și durere locală intensă.

În primele două săptămîni de la debutul clinic, examenul radiologic nu evidențiază nici o modificare patologică a structurii osului; infiltrația inflamatorie a țesuturilor moi periosoase poate produce intensificarea opacității acestora, sugerînd diagnosticul.

Prima modificare elementară ce apare pe imagine este *demineralizarea*, care devine vizibilă după 2-3 săptămîni de evoluție; ea se datorează hiperemiei produse de inflamație și afectează atît spongioasa (la nivelul căreia este mai evidentă), cît și compacta și corticala vecine. Demineralizarea poate avea un aspect omogen, pe o arie de întindere variabilă, sau unul insular, pătat, în care caz zone osteoporotice alternează cu altele, de structură normală.



Pe fondul demineralizării apar curînd (după 3-4 săptămîni de la debutul clinic) zone de *osteoliză*, cu contururi și formă neregulate, reprezentînd teritorii de os grav alterate, fagocitate de osteoclaste (fig.378,a).

*Periostoza* poate fi evidențiată radiologic aproape simultan cu demineralizarea, care, de altfel, crează sursa de săruri calcice ce se depun pe structurile periostale, edemațiate prin procesul inflamator. De obicei, periostoza se traduce prin apariția de opacități liniare, inițial fine, dispuse paralel cu conturul osului, de care rămîn separate prin benzi transparente înguste (fig.378,a). În cursul evoluției, aceste linii se îngroașă; acest aspect este întîlnit mai ales în formele cronice, cu evoluție lungă, ale osteomielitei (fig.378,b).

În cazul localizării periferice a focarului infecțios, unele regiuni ale periostului pot fi grav afectate și distruse într-o etapă timpurie a evoluției; în acest caz, periostoza se desfășoară neregulat, producînd lamele de os scurte, dispuse perpendicular pe conturul osului vecin ("spiculi" osoși). Destul de rar întîlnit în osteomielită, acest aspect al periostozei este caracteristic în schimb tumorilor maligne osoase.

*Osteonecroza* este urmarea suprimării circulației unui teritoriu din os aparținînd spongioasei sau compactei, produsă de emboliile microbiene, sau după distrugerea vaselor prin dezvoltarea colecțiilor purulente intraosoase.

În absența circulației, teritoriul de os necrozat nu se poate demineraliza, astfel încît apare în imagine cu structura inițială nemodificată. Prezența lui este relevantă de apariția osteolizei înconjurătoare, care îl detașează total sau parțial de țesutul înconjurător, transformîndu-l în *sechestr*. Acesta apare sub forma unei imagini opace, cu structură de os normal sau discret demineralizat, proiectată pe zona transparentă produsă de osteoliză (fig.378,a).

Cu excepția formelor grave, cu evoluție foarte rapidă, teritoriile osteonecrotice nu devin evidente radiologic decît după cîteva luni de evoluție clinică a afecțiunii.

Dimensiunile sechestrului sînt foarte variate; uneori ele sînt foarte mici ("pulverulente"), atunci cînd necroza interesează structuri minime ale spongioasei. Sechestrul compact este în general mare; în unele cazuri, el poate cuprinde o mare porțiune a diafizei sau chiar diafiza în totalitate (la sugari și copii mici).

După detașarea lui completă, sechestrul se elimină de obicei printr-o fistulă; în unele cazuri, eliminarea lui necesită intervenție chirurgicală.

Persistența sechestrului se soldează cu prelungirea evoluției, cu cronicizarea procesului inflamator; prezența lui întreține, pe cale neuro-circulatorie, congestia și staza locală, creînd condiții de dezvoltare a osteosclerozei și periostozei.

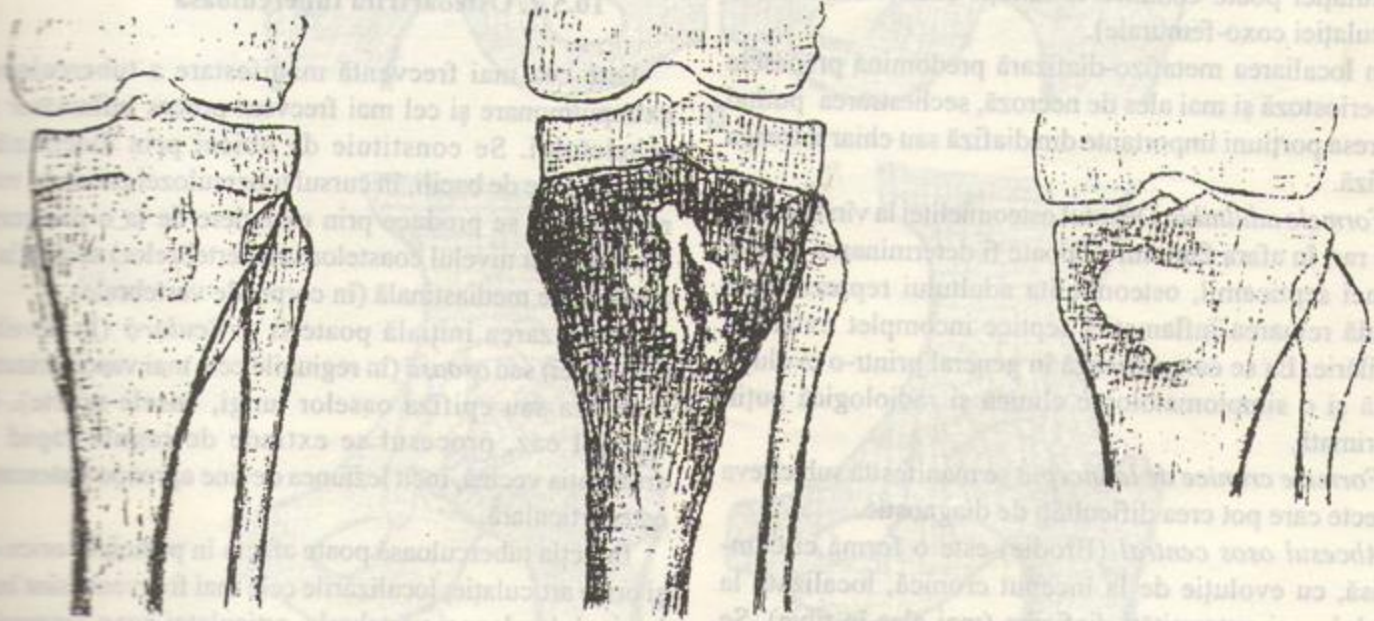


Fig.378. Aspecte radiologice create de osteomielită. a: osteomielită acută (demineralizare, zonă de osteoliză neregulată, periostoza, sechestr); b: osteomielită cronică (scleroză intensă diafizo-metafizară, zone de osteoliză net conturate, sechestr incomplet detașat, periostoza cu îngroșări); c: abces osos central (Brodie) (zonă de osteoliză cu contururi regulate, înconjurată de osteoscleroză).



**10.5.1.2. Forma cronică (prelungită)** a osteomielitei este dominată de procesele osteoformatoare, *osteoscleroza* și *periostoza*. Acestea se datorează circulației locale lente, soldată cu stază limfatică și depunere de calciu pe traveele și lamelele preexistente sau pe structuri conjunctive edemațiate.

Osteoscleroza se manifestă radiologic după mai multe luni de evoluție a afecțiunii; la nivelul spongioasei, ea produce "compactizarea", mai mult sau mai puțin uniformă a acesteia iar la cel al compactei diafizare o îngroșare care poate îngusta, uneori pînă la dispariție, canalul medular. Pe fondul osteosclerotic se evidențiază deseori zone de osteoliză (de obicei bine delimitate) și imagini de sechestre (fig.378,b).

Periostoza progresivă conduce la îngroșarea, uneori foarte marcată, a diafizei, care deformează osul (fig.378,b).

*Complicațiile* mai frecvente ale osteomielitei stafilococice sînt reprezentate de *fractura* pe osul patologic și de *artrita supurată*. Iritația cartilajului de creștere se poate solda cu tulburarea creșterii în lungime a osului (dezvoltare excesivă, deficitară sau neuniformă).

**10.5.1.3. Forme particulare.** *Osteomielita sugarului* apare mai frecvent la prematuri sau în condiții de infecție intraspitalicească; prezintă deseori determinări politope. Localizarea leziunilor poate fi metafizo-diafizară sau metafizo-epifizară. În acest ultim caz se produc modificări predominant distructive, care interesează și articulația vecină, procesul evoluind ca o osteoartrită. Distrucția articulației poate conduce la luxație (mai ales în cazul articulației coxo-femorale).

În localizarea metafizo-diafizară predomină procesele de periostoză și mai ales de necroză, sechestrarea putînd interesa porțiuni importante din diafiză sau chiar întreaga diafiză.

*Formele adultului.* Debutul osteomielitei la vîrsta adultă este rar; în afara faptului că poate fi determinarea osoasă a unei septicemii, osteomielita adultului reprezintă de regulă reluarea inflamației septice incomplet tratate în copilărie. Ea se caracterizează în general printr-o evoluție lentă și o simptomatologie clinică și radiologică puțin exprimată.

*Formele cronice de la început* se manifestă sub cîteva aspecte care pot crea dificultăți de diagnostic.

*Abcesul osos central* (Brodie) este o formă circumscrișă, cu evoluție de la început cronică, localizată la nivelul unei extremități diafizare (mai ales în tibie). Se traduce radiologic printr-o zonă unică de osteoliză, fără sechestre, înconjurată de un inel de scleroză de grosime variabilă (fig.378,c). Atunci cînd este prezentă, periostoza rămîne discretă.



Fig.379. Panarițiu osos.

*Forma condensantă* se caracterizează prin dezvoltarea osteosclerozei și periostozei, în absența altor modificări elementare; afectează în special tibia.

*Forma pseudotumorală* produce osteoscleroză și periostoză exuberantă, similare celor create în mod obișnuit de sarcomul osteogenic.

*Osteomielita oaselor scurte și plate* se caracterizează prin formarea de sechestre mici și mai ales prin absența firească a periostozei. Aspectul radiologic se poate confunda cu cel al osteitei tuberculoase.

*Panarițiu osos* este osteomielita falangelor distale, instalată prin propagarea unei infecții din vecinătate; se manifestă mai ales ca o zonă de osteoliză, localizată la extremitatea liberă a falangei, care poate fi definitiv distrusă pe o întindere variabilă (fig.379).

*Osteomielita bontului de amputație* se traduce prin leziuni osteolitice, urmate de apariția unui sechestr marginal de formă inelară.

## 10.5.2. Osteoartrita tuberculoasă

Este cea mai frecventă manifestare a tuberculozei extrapulmonare și cel mai frecvent proces inflamator al scheletului. Se constituie de obicei prin diseminări hematogene de bacili, în cursul tuberculozei primare; mai rar, infecția se produce prin extindere de la o pleurezie specifică (la nivelul coastelor sau vertebrelor) sau de la o adenopatie mediastinală (în corpurile vertebrale).

Localizarea inițială poate fi *articulară* (la nivelul sinovialei) sau *osoasă* (în regiunile cele mai vascularizate, metafiza sau epifiza oaselor lungi, oasele scurte). În ultimul caz, procesul se extinde de regulă rapid la articulația vecină, încît leziunea devine aproape sistematic osteoarticulară.

Infecția tuberculoasă poate afecta în principiu orice os și orice articulație; localizările cele mai frecvente sînt însă la nivelul coloanei vertebrale, articulației coxo-femorale, articulației genunchiului, articulației tibio-tarsiene, articulației umărului, ca și la nivelul coastelor și sternului. Mai frecvent, este interesată o articulație împreună cu cele două extremități osoase adiacente.



Din punct de vedere anatomo- și histopatologic, tuberculoza osteo-articulară se caracterizează prin două tipuri de leziuni: *focare proliferative granulare* (foliculi specifici) și *leziuni exudativ-necrotice*, cu evoluție spre cazeificare (urmată uneori, în faza de vindecare, de *calcificări*).

Clinic, simptomatologia este discretă, constând din subfebrilitate, adinamie, pierdere ponderală. Instalarea fenomenelor articulare (durere, tumefacția regiunii) se produce relativ târziu.

Radiologic, modificările apar la un interval de mai multe luni după debutul real al afecțiunii; ele constau din alterări ale structurii osoase, ale spațiului articular, ale formei și poziției porțiunilor articulare ale oaselor și din modificări ale țesuturilor periarticulare.

Prima modificare de structură evidențiată este *demineralizarea*, care de altfel poate rămâne singura manifestare radiologică pentru o lungă perioadă de evoluție; în afara

porțiunii juxtaarticulare a osului, ea se poate extinde pe teritorii mari ale acestuia, afectând spongioasa, corticala și compacta (fig.380,a) și atingând grade ridicate de intensitate. Trebuie reținut faptul că tuberculoza este afecțiunea cea mai demineralizantă a oaselor, ca manifestare locală și regională.

*Osteoliza* este, în ordinea apariției, următoarea leziune osoasă ce poate fi evidențiată radiologic. Osteoliza se dezvoltă *marginal*, producând eroziuni superficiale, care întrerup continuitatea corticalei articulare sau creează neregularități ale acesteia (fig.380,a), sau distrucții mai profunde, *carii osoase*; dezvoltarea *centrală* a osteolizei produce *caverne*, în care pot fi evidențiate *sechestre* de dimensiuni mici, demineralizate.

Demineralizarea se produce, evident, înainte de suprimarea circulației, în cursul perioadei inițiale de evoluție.

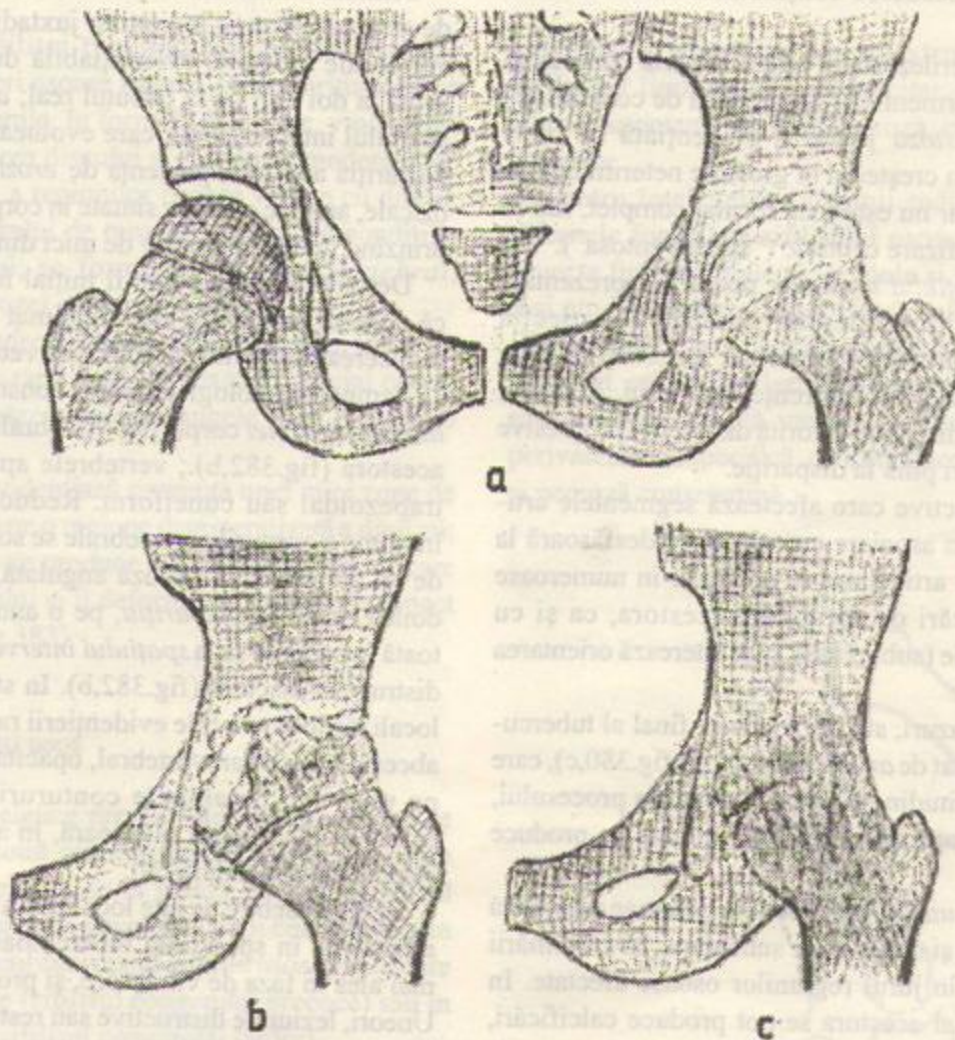


Fig.380. Tuberculoză a articulației coxo-femorale stîngi. a: faza evolutivă incipientă (demineralizare a regiunilor osoase periarticulare, diminuare în înălțime a spațiului articular, neregularități de contur ale capului femural și cotilului); b: fază de evoluție dominată de leziuni cu caracter distructiv; vindecare prin anchiloză (c).





Fig.381. Tuberculoza oaselor plantei. Calcificări în țesuturile moi.

Procesele osteogenice, osteoscleroza și periostoza, sînt foarte slab reprezentate, datorită persistenței îndelungate a condițiilor circulatorii ce întretin demineralizarea, soldate cu degenerescența grăsoasă a țesutului conjunctiv intraosos și cu scăderea conținutului de calciu al vecinătății.

*Osteoscleroza* perilezională este de regulă consecința suprainfecției cu germeni banali, produsă de constituirea unei fistule. *Periostoza* poate fi evidențiată în unele localizări pe oase cu creșterea în grosime neterminată, la care canalul medular nu este încă format complet, sau în rarele localizări diafizare centrale ("spina ventosa").

Modificarea spațiului articular poate fi reprezentată inițial de lărgirea lui moderată, produsă de colecția lichidiană, inflamatorie; concomitent se poate observa reducerea moderată a transparenței spațiului. Ulterior, înălțimea spațiului diminuează, datorită distrucției progresive a cartilajelor, uneori pînă la dispariție.

Procesele distructive care afectează segmentele articulare ale oaselor, în asociere cu cele ce se desfășoară la nivelul structurilor articulare, se soldează în numeroase cazuri cu modificări de formă ale acestora, ca și cu modificări de poziție (subluxații), care alterează orientarea pieselor scheletice.

În numeroase cazuri, stadiul evolutiv final al tuberculozei este reprezentat de *anchiloză osoasă* (fig.380,c), care nu exprimă cu certitudine o vindecare reală a procesului, ci mai curînd o etapă de stabilizare, în care se produce reparația osoasă.

Modificările țesuturilor moi periarticulare se datorează îngroșării capsulei și structurilor subcutane, ca și formării de "abcese reci", în jurul regiunilor osoase afectate. În conținutul cazeos al acestora se pot produce calcificări, care apar radiologic sub formă de opacități intense, de mici dimensiuni, vizibile pe aria de proiecție a regiunii scheletice afectate (fig.381).

**10.5.2.1. Tuberculoza vertebrală** (boala Pott) sau spondilita tuberculoasă este localizarea cea mai frecventă a tuberculozei osteo-articulare. Poate afecta oricare regiune a coloanei vertebrale, sediul de predilecție pare însă să fie reprezentat de regiunea de tranziție toraco-lombară. În mod obișnuit, este afectat un cuplu de vertebre învecinate, împreună cu discul care le unește; localizările pe trei sau mai multe vertebre sînt rare și se întîlnesc aproape numai la copil.

Porțiunea cea mai des afectată este corpul vertebral, bogat în țesut spongios bine vascularizat, în timp ce arcurile și apofizele sînt excepțional sediul infecției.

*Semnele radiologice* ale spondilitei tuberculoase sînt cele comune oricărei localizări a osteoartritei specifice (dacă se consideră discul intervertebral ca fiind o formațiune articulară); ele pot apare la intervale foarte mari de debutul clinic (la fel de anodin ca și cel din alte localizări) și se manifestă diferit, în funcție de etapa evolutivă.

Primele semne sînt reprezentate, în ordinea apariției, de *demineralizarea* regiunilor juxtadiscale ale corpurilor vertebrale afectate, evidențiable după mai multe luni (pînă la doi ani) de la debutul real; *diminuarea înălțimii* spațiului intervertebral, care evoluează progresiv pînă la dispariția acestuia, prezența de *eroziuni* ale suprafețelor discale, apoi de *caverne* situate în corpurile vertebrale, cuprinzînd uneori *sechestre* de mici dimensiuni (fig.382,a).

Demineralizarea poate fi inițial foarte discretă, astfel că debutul radiologic este exprimat în unele cazuri prin reducerea înălțimii spațiului intervertebral.

Semnele radiologice tardive constau în primul rînd din *alterarea formei* corpurilor vertebrale, datorată prăbușirii acestora (fig.382,b); vertebrele apar turtite, de aspect trapezoidal sau cuneiform. Reducerea neuniformă în înălțime a corpurilor vertebrale se soldează cu modificări de ax ale coloanei (cifoză angulată, cifoscolioză). În al doilea rînd, din *dispariția*, pe o anumită regiune sau pe toată întinderea sa, a *spațiului intervertebral*, consecutivă distrugerii discului (fig.382,b). În sfîrșit, din apariția, în localizările favorabile evidențierii radiologice, a imaginii abcesului rece paravertebral, opacitate fuziformă dispusă pe unul sau pe ambele contururi ale coloanei (vezi fig.149). În evoluția ulterioară, în abcesul paravertebral se pot produce calcificări.

Spre deosebire de alte localizări ale tuberculozei osteo-articulare, în spondilita tuberculoasă pot fi evidențiate, mai ales în faza de vindecare, și procese de *osteogeneză*. Uneori, leziunile distructive sau restul unui corp vertebral pot fi delimitate de o zonă de *scleroză*, iar la nivelul conturului anterior al coloanei pot apare punți intervertebrale, prin osificări ligamentare.



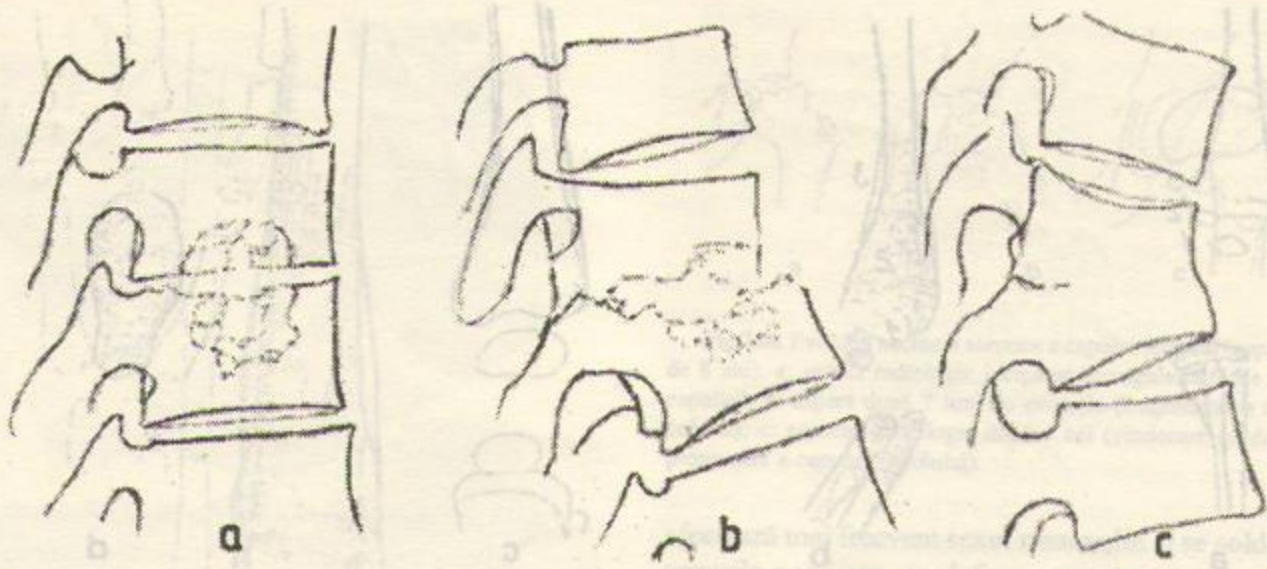


Fig.382. Aspecte radiologice în evoluția spondilitei tuberculoase. a: caverne în corpurile vertebrale, cu prezența de sechestre; b: prăbușirea corpurilor vertebrale, cu dispariția spațiului intervertebral și angulația coloanei; c: bloc intervertebral.

Evoluția spondilitei tuberculoase netratate poate conduce la distrugeri osoase întinse, cu dispariția totală a unor corpuri vertebrale. În formele obișnuite, vindecarea survine după alterarea discului și eroziunea moderată, de obicei neuniformă, a regiunilor osoase vecine cu discul. Ca urmare a procesului de reparare osoasă, în condițiile dispariției discului, se formează un *bloc vertebral*, echivalentul anchilozei osoase (fig.382,c).

**10.5.2.2. Tuberculoza osoasă diafizară (spina ventosa)** este o formă relativ rară, care afectează în special oasele metacarpiene, metatarsiene și falangele (mai rar oasele lungi) ale copilului.

Radiologic, se evidențiază prezența unei mici zone de osteoliză, proiectată pe o regiune demineralizată a diafizei; la periferia acesteia se produce o periostoză intensă, care crește grosimea osului și îl deformează, creînd un aspect fals de os suflat (fig.383).

### 10.5.3. Sifilisul osos

Modificările scheletice produse de infecția luetică se pot manifesta în două circumstanțe diferite: în urma trimiterii transplacentare de la mamă la copil (sifilisul "congenital") și ca urmare a evoluției bolii constituite prin contaminare. În primul caz, manifestările osoase pot apare imediat după naștere (sifilisul congenital precoce) sau în primii ani de viață (sifilisul congenital tardiv).

Leziunile elementare histopatologice sînt reprezentate de *foliculul luetic*, formațiune cu caracter proliferativ,

cu efecte distructive asupra structurilor vecine, și infiltratul limfo-mono-plasmocitar, cu evoluție fie spre fibroză spontană, fie spre necroză, cu formarea de *gome* specifice.

Pentru înțelegerea imaginii radiologice produse de diferitele forme ale sifilisului osos, trebuie reținute trei aspecte fundamentale: 1. gomele și foliculii granulomatoși produc leziuni distructive; 2. infiltratul limfo-mono-plasmocitar crează condiții de osteogeneză și se soldează frecvent cu osteoscleroză și periostoză; 3. infiltratul afectează de regulă vasele, producînd vascularita și perivascularita specifică, care conduce deseori la tromboză și necroză consecutivă.



Fig.383. Spina ventosa a metacarpianului II.



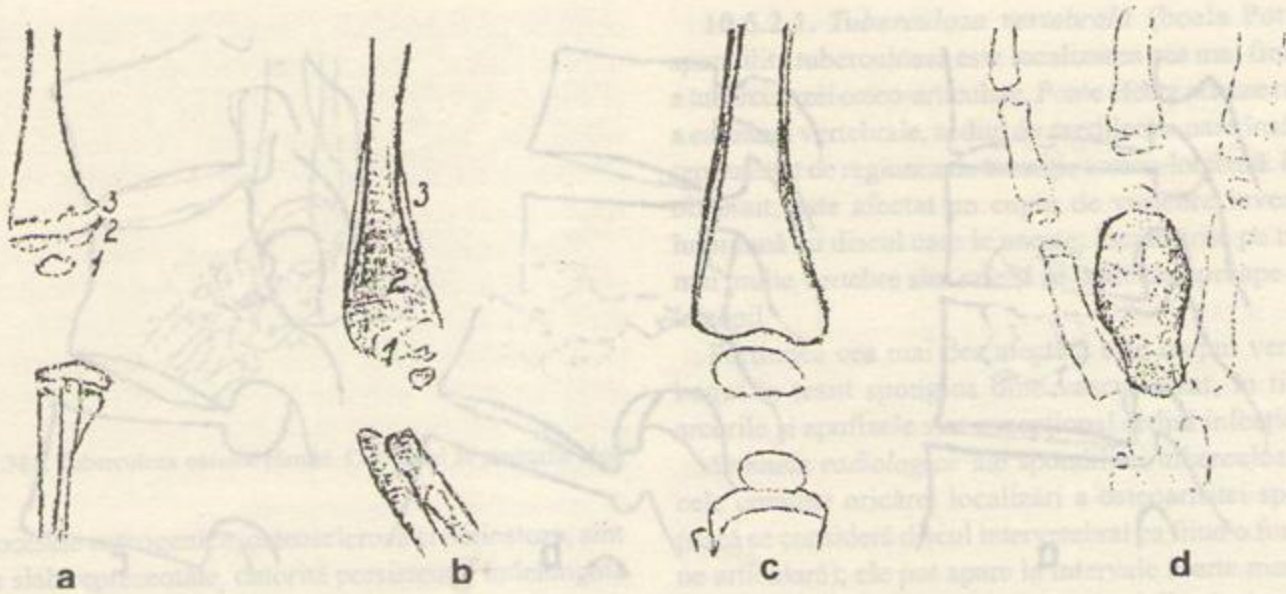


Fig.384. Manifestări radiologice în sifilisul congenital precoce a: osteocondrită sifilitică (1. nucleu epifizar; 2: zona de calcificare provizorie; 3: țesut de granulație)(nou născut); b: osteomieliță sifilitică (1. zone de osteoliză; 2: scleroza metafizei; 3: periostoză); c: periostită sifilitică; d: dactilită sifilitică a metacarpianului IV.

**10.5.3.1. Sifilisul osos congenital precoce.** În urma infecției transplacentare, leziunile osoase încep să se constituie din a 5-a lună de viață intrauterină și devin manifeste în primele 5 luni după naștere. Ele sînt în esență reprezentate de:

**Osteocondrita sifilitică**, tradusă radiologic printr-o imagine particulară a cartilajelor de creștere: acestea prezintă o bandă opacă îngustă, expresie a zonei de calcificare provizorie, care, datorită vascularitei, nu se poate resorbi; sub această bandă opacă, se evidențiază o linie transparentă produsă de țesutul de granulație (foliculi), care înlocuiește zona de osificare primitivă.

**Osteomielița sifilitică**, ce produce două tipuri principale de leziuni: *osteolitice*, cu localizare marginală (de regulă la nivelul metafizei), datorate proliferării țesutului de granulație, și *osteosclerotice*, afectînd mai ales metafiza (fig.384,b).

**Periostita sifilitică**, manifestare relativ tardivă, afectează mai ales oasele lungi ale membrilor și se traduce radiologic prin opacități liniare care dublează conturul compactei diafizare pe toată lungimea lui.

**Dactilita (falangita) sifilitică** interesează metacarpienele, metatarsienele și falangele, la nivelul cărora produce osteoporoză și osteoliză centrală, concomitent cu osteogeneză și periostoză periferică, realizînd deformarea prin lărgire a osului (fals aspect de os suflat) (fig.384,d).

**10.5.3.2. Sifilisul osos congenital tardiv** se manifestă radiologic mai frecvent între 5-15 ani și afectează de predilecție oasele lungi ale membrilor (în particular

tibia), oasele craniene și sternul. Leziunile produse (osteoliză, osteoscleroză, periostoză) sînt de regulă asociate și afectează simetric oasele. Zonele de osteoliză sînt deseori greu de evidențiat, fiind acoperite de modificările osteoprodutive înconjurătoare.

Afectarea tibiei, considerată tipică, realizează îngroșarea și încurbarea ("în iatagan") a osului, care este intens sclerotic, cu canalul medular deseori dispărut.

Tabloul clinic este completat de "triada Hutchinson" (surditate, displazii dentare, cheratită interstițială).

**10.5.3.3. Leziunile osoase în sifilisul prin contaminare** devin aparente radiologic în cursul perioadei terțiare, creînd aspecte de osteoliză, osteoscleroză și periostoză.

În plină perioadă evolutivă, diseminarea de spirochete pe cale vasculară în țesutul conjunctiv realizează multiple focare gomoase în măduvă și periost. Acestea pot interesa toate oasele, dar au predilecție particulară pentru oasele lungi ale membrilor și se pot manifesta sub aspecte variate: lărgirea canalelor haversiene, cu realizarea unei structuri osteoporotice (la nivelul metafizelor), apariția de zone de osteoliză de dimensiuni mici, dispersate difuz pe arii întinse, sau de dimensiuni mari (de obicei unice), localizate mai ales în metafiză.

Foarte curînd, se instalează procesele osteogenice: osteoscleroza difuză sau perigomoasă, periostoza lamelară (uneori spiculară). Acestea progrediază rapid, dominînd tabloul anatomo-radiologic.

În momentul descoperirii lor, modificările radiologice (localizate în special la oasele lungi ale membrilor infe-



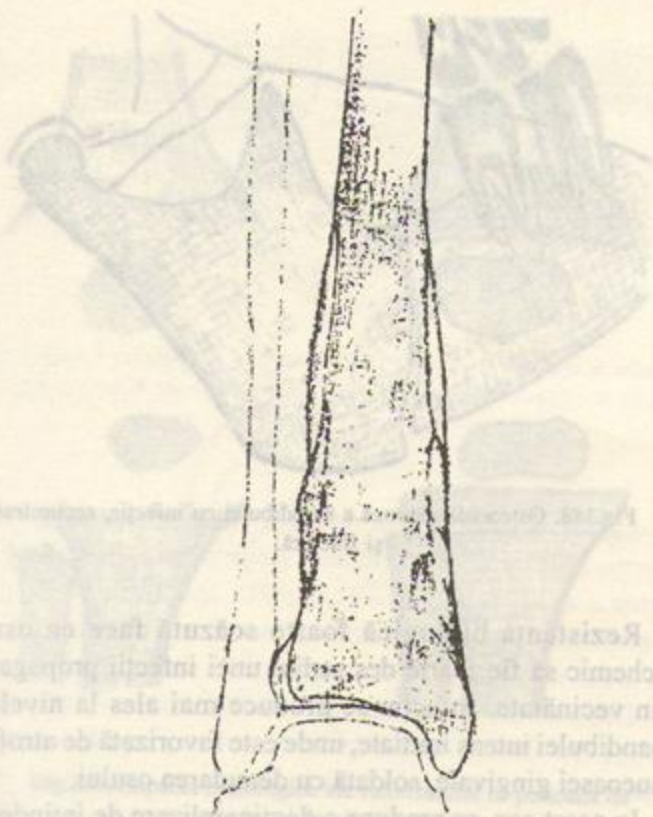


Fig.385. Sifilis osos prin contaminare.

rioare) realizează un aspect complex (fig.385): zone de osteoliza (expresie a gomelor mari), dispuse mai ales în regiunea marginală a metafizei, înconjurate de osteoscleroză întinsă; structura osului devine neomogenă, pătată. Formarea de sechestre, de obicei de mici dimensiuni, este posibilă. La periferia osului, periostoza progresează treptat, se sudează la compactă, îngroșându-l și deformându-l.

Intr-o etapă avansată, aspectul este net dominat de procesele osteogenice, care realizează un os intens sclerotic, cu diafiza și metafiza îngroșate.

## 10.6. Osteonecrozele aseptice

Etiopatogenia necrozelor aseptice ale osului a fost prezentată în capitolul consacrat modificărilor elementare osoase; în cele ce urmează, vor fi descrise câteva aspecte mai frecvent întâlnite în practică.

### 10.6.1. Necroza aseptică a capului femural

Necroza aseptică a capului femural (boala Calvé-Legg-Perthes) se instalează de obicei la vârsta de 6-12 ani,



Fig.386. Evoluția necrozei aseptice a capului femural (copil în vîrstă de 8 ani). a: aspect radiologic incipient (neregularități ale corticalei capului); b: aspect după 7 luni de evoluție (fragmentarea capului și colului); c: aspectul radiologic după 5 ani (vindecare cu deformarea pronunțată a capului și colului).

afectează mai frecvent sexul masculin și se soldează, în cazurile neglijate, cu deformarea accentuată a capului femural prin turtire, însoțită de evaziunea lui din articulație, ca și de scurtarea și de îngroșarea colului. Spațiul articular este întotdeauna păstrat, dar frecvent se instalează modificări artrozice, însoțite de modificarea axului femural (coxa vara) (vezi fig.357,a).

Urmărirea radiologică a evoluției nu evidențiază în primele 5-6 săptămîni nici o modificare.

Așa cum am mai arătat, în perioada incipientă, examenul scintigrafic (uneori și IRM) pot furniza date relevante pentru diagnostic.

Ulterior, corticala capului și colului prezintă mici denivelări (prin înfundarea de fragmente); într-o etapă următoare, se produce turtirea colului, care se lățește și se fragmentează, în structura lui putînd fi evidențiate geode și sechestre, de obicei de dimensiuni reduse.

După aproximativ doi ani de evoluție, începe procesul de reconstrucție, care reface o structură normală sau apropiată de normal; regiunea capului și colului femural rămîne însă deformată (fig.386).

### 10.6.2. Necrozele aseptice ale vertebrelor.

10.6.2.1. Boala Scheuermann este consecința necrozei nucleilor de osificare ai plăcilor osoase discale ale vertebrelor, însoțită de degenerarea discurilor.

Suprafețele discale ale vertebrelor devin neregulate, prezintă numeroase amprente create de hernierea intraspongioasă de țesut discal, iar spațiile intervertebrale diminuează în înălțime (fig.387).

În formele grave, corpurile vertebrale se turtesc anterior, rezultînd o cifoză în grade diferite a coloanei toracale, la care afecțiunea se localizează de predilecție (cifoza "juvenilă").





Fig.387. Boală Scheuermann.

**10.6.2.2. Boala Kümmel-Verneuil** este osteonecroza spongioasei corpurilor vertebrale toraco-lombare (de regulă consecutivă unor traumatisme), soldată cu prăbușiri și deformări ale acestora. Prin întrepătrunderea traveelor, structura devine neomogenă, condensată în grade diferite.

**10.6.2.3. "Vertebra plana"** (Calvé) este aspectul patologic creat de turtirea accentuată, uniformă, a unui corp vertebral, care se reduce la o bandă opacă îngustă, ce depășește contururile anterioare ale vertebrelor vecine și prezintă o structură mai densă (vezi fig.356,c). Discurile adiacente rămân nemodificate, astfel încât înălțimea spațiilor intervertebrale respective apare normală.

In afara necrozei aseptice, vertebra plana poate fi consecința altor procese patologice, de natură variată, ca granulomul eozinofil, tumori maligne etc.

### 10.6.3. Osteoradionecroza

Administrarea dozelor mari de radiații în scop terapeutic poate produce scleroza și obliterarea vaselor intraosoase și necroza consecutivă a teritoriului respectiv din os. Instalarea ischemiei și necrozei are loc la un interval de mai multe luni până la 2-3 ani de la efectuarea iradierii.

Necroza radiogenă rămâne mult timp asimptomatică clinic și fără expresie radiologică. Teritoriul necrotic își pierde însă calitățile mecanice și se prăbușește treptat sub acțiunea factorilor sollicitanți; regiunea respectivă se deformează prin tasare și capătă o structură neomogen condensată. Destul de frecvent se produc fracturi pe os patologic.

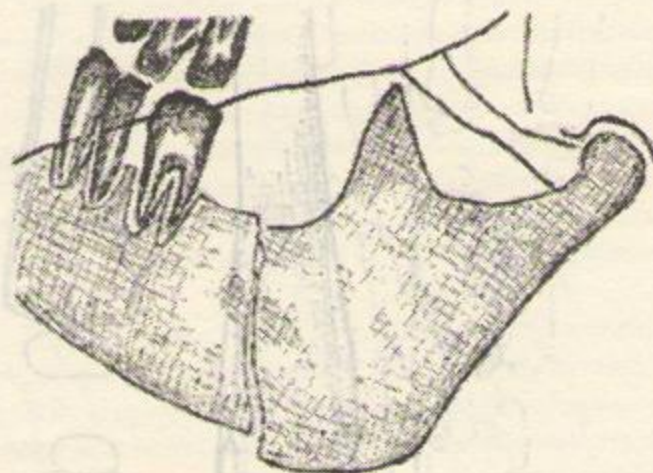


Fig.388. Osteoradionecroză a mandibulei cu infecție, sechestrare și fractură.

Rezistența biologică foarte scăzută face ca osul ischemic să fie foarte des sediul unei infecții propagate din vecinătate. Infecția se produce mai ales la nivelul mandibulei intens iradiată, unde este favorizată de atrofia mucoasei gingivale, soldată cu denudarea osului.

In acest caz, se produce o demineralizare de întindere variabilă la nivelul regiunilor osoase înconjurătoare, pe fondul căreia apar zone de osteoliză ce delimitează treptat teritoriul necrotic, transformându-l în sechestrul (fig.388). Tabloul radiologic devine astfel similar celui al unei osteomielite, cu particularitatea că periostoza și osteoscleroza lipsesc întotdeauna.

Evoluția osteoradionecrozei este de regulă torpidă; vindecarea după eliminarea spontană a sechestrului, ca și consolidarea după fractură, sînt posibile, dar necesită intervale de timp foarte mari (mai mulți ani).

## 10.7. Osteopatiile dismetabolice

Afecțiunile din această categorie sînt consecutive unor carențe vitaminice, soldate cu manifestări clinice complexe, dominate de suferințe ale scheletului.

### 10.7.1. Rahitismul

Afecțiune generală, rahitismul recunoaște factori etiologici multipli, dintre care carența de vitamină D are probabil rolul principal. La nivelul scheletului, rahitismul se manifestă prin tulburarea osteogenezei, lipsa fixării calciului pe matricea conjunctivă și evoluția acesteia spre țesut osteoid.



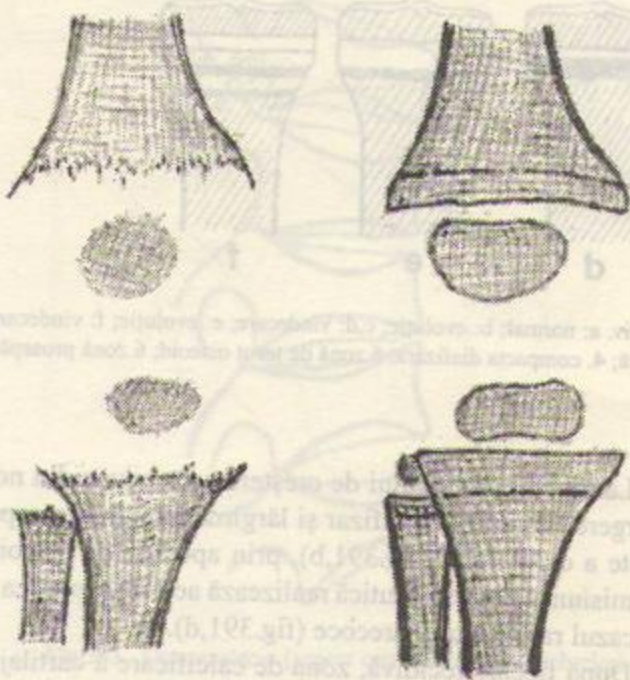


Fig.389. Aspecte radiologice ale rahitismului în perioada de evoluție (a) și de vindecare (b).

Rahitismul se poate instala între lunile 6-24 de la naștere (rahitismul "precoce") sau în preajma pubertății (rahitismul "tardiv").

Sindromul umoral al rahitismului este constituit din hipocalcemie, hipofosforemie și creșterea fosfatazelor sanguine. Absența vitaminei D face imposibilă fixarea sărurilor fosfo-calcice pe matricea conjunctivă a zonelor de osificare; în aceste condiții, osteogeneza este întreruptă iar matricea se transformă în țesut osteoid.

Procesul de rezorbție a osului existent se desfășoară însă normal, astfel că rezultă un deficit important de țesut osos.

10.7.1.1. *Rahitismul "precoce"* se traduce prin modificări de *structură* și prin modificări de *formă* ale oaselor în creștere.

*Modificările de structură* afectează toate componentele osului în dezvoltare (compacta și corticala, spongioasa, cartilajul de creștere, nucleul epifizar); ele sînt mai vizibile la nivelul regiunilor cu cea mai activă creștere. Principala modificare patologică este *demineralizarea*, care interesează toate piesele și segmentele scheletului.

Radiologic, compacta și corticala apar mult subțiate, de opacitate redusă, uneori cu aspect fasciculat. Spongioasa capătă o structură ștearsă, intens porotică, iar nucleii epifizari au o opacitate redusă (fig.389,a).

La nivelul cartilajului de creștere, zona de calcificare provizorie, prezentă în momentul debutului bolii, se rezoarbe treptat, determinînd îngroșarea cartilajului, tradusă prin creșterea distanței dintre nucleul epifizar și diafiză. Zona de osificare primitivă este formată din travee rare, subțiri, foarte slab mineralizate; extremitatea diafizară apare imprecis delimitată, prezentînd mici calcificări neregulate, care îi creează un contur dințat (fig.389,a).

O dată cu apariția mișcărilor active, extremitățile oaselor lungi se deformează în mod caracteristic, căpătînd un aspect în cupă (fig.389,a).

Deși evoluează în condiții precare, osteogeneza se desfășoară totuși mai activ în regiunea marginală a cartilajului de creștere, unde este stimulată de forțele mecanice. În același timp, manșonul periostal, care în mod normal este rigid și se inseră strîns pe conturul cartilajului, limitîndu-i dezvoltarea în afară, se relaxează; el permite astfel o lărgire a zonei de osificare.

Radiologic, extremitatea diafizei se lărgeste și capătă o formă concavă spre nucleul epifizar (în mod normal, ea este ușor convexă spre acesta). Corespondentul clinic al lărgirii diafizare este apariția "brățarilor" rahitice.

*Modificările de formă.* Datorită demineralizării intense, rezistența mecanică a oaselor scade; în consecință, ele vor prezenta deformări prin încurrbare, mai mult sau mai puțin accentuate. În același timp, ele devin sediul a numeroase fracturi subperiostale sau "în lemn verde".

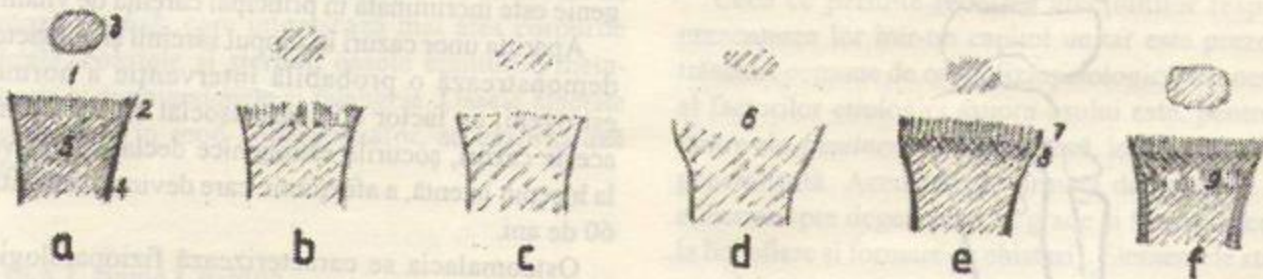


Fig.390. Reprezentare schematică a modificărilor produse de rahitismul precoce. a: normal; b,c,d: evoluție (faza floridă); e: vindecare; f: recidivă. 1. cartilajul de creștere; 2.zona de calcificare provizorie; 3. nucleul epifizar; 4.compacta diafizară; 5. spongioasa metafizei; 6.zonă de țesut osteoid; 7.zonă proaspătă de calcificare provizorie; 8.zona de osificare primitivă; 9.zonă de apariție a recidivei lezionale.



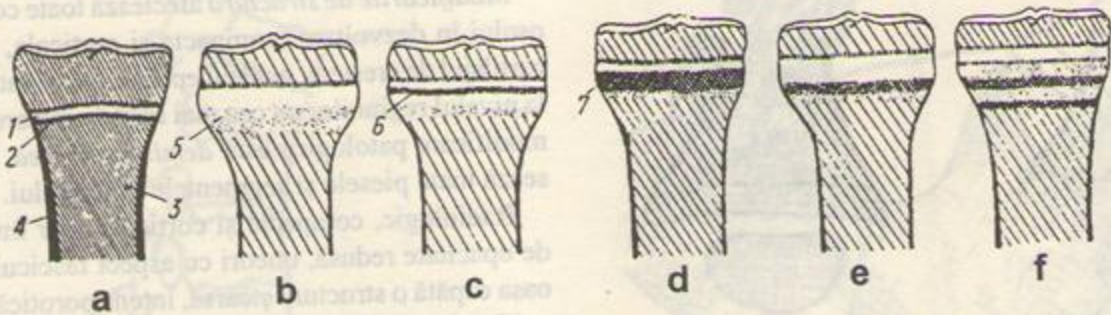


Fig.391. Reprezentare schematică a modificărilor produse de rahitismul tardiv. a: normal; b: evoluție; c,d: vindecare; e: evoluție; f: vindecare. 1. cartilajul de creștere; 2.zona de calcificare provizorie; 3. spongioasa metafizară; 4. compacta diafizară; 5.zonă de țesut osteoid; 6.zonă proaspătă de calcificare provizorie; 7.zonă de osificare primitivă.

În perioada de vindecare (după tratament), oasele se remineralizează relativ rapid, compacta, corticala și nucleii epifizari căpătînd un aspect apropiat de normal (fig.389,b).

Vizibilizarea pe toată întinderea lui reală, datorată remineralizării, a nucleului de osificare epifizar (aparent de dimensiuni foarte mici în perioada floridă a rahitismului) dă impresia unei creșteri foarte rapide.

Zona de osificare primitivă apărută în cursul remisiunii poate rămîne aparentă un interval de timp lung în cursul dezvoltării osului, ca mărturie a evoluției anterioare a rahitismului, sub forma unei linii opace, situată la o oarecare distanță de extremitatea diafizei și paralelă cu cartilajul de creștere (fig.389,b).

10.7.1.2. *Rahitismul tardiv*, cu manifestare la pubertate, este în realitate o recidivă a rahitismului din prima copilărie.

*Modificările de structură* traduc în esență aceeași demineralizare intensă, vizibilă la nivelul spongioasei, corticalei și compactei. Rezistența mecanică a oaselor scade, creînd posibilitatea apariției de fracturi la solicitări minore.



Fig.392. Rahitism tardiv. Schema comportării cartilajului de creștere în modificările de ax. O: benzi opace (vestigii ale osificării în perioadele de remisiune).

La nivelul cartilajului de creștere se produce din nou ștergerea conturului diafizar și lărgirea imaginii transparente a cartilajului (fig.391,b), prin apozitie de osteoid. Remisiunea postterapeutică realizează același aspect ca și în cazul rahitismului precoce (fig.391,d).

După fiecare recidivă, zona de calcificare a cartilajului și cea de osificare primitivă, incomplet rezorbite în cursul evoluției, persistă în imagine, realizînd opacități transversale, paralele cu cartilajul de conjugare (fig.391,f; fig.392).

*Modificările de formă* constau în principal din încurbaarea oaselor lungi și turtirea unor oase plate (stern, oasele bazinului). Atunci cînd deformările prin încurbaare sînt importante, în perioada de vindecare cartilajul de creștere se închide mai repede de partea convexității, mai puțin solicitată mecanic; de partea concavității, cartilajul rămîne deschis, permițînd continuarea creșterii în lungime a osului, în timp ce apariția de apozitii endostale și periostale consolidează mecanic regiunea respectivă (fig.392).

### 10.7.3. Osteomalacia

Este o afecțiune dismetabolică ce evoluează mai ales la femeile care au depășit vîrsta de 60 de ani; în etiopatogenie este incriminată în principal carența de vitamină D.

Apariția unor cazuri în timpul sarcinii și climacteriului demonstrează o probabilă intervenție a hormonilor estrogeni, ca factor etiologic asociat sau chiar unic. În aceste cazuri, șocurile estrogenice declanșează evoluția, la început latentă, a afecțiunii, care devine manifestă după 60 de ani.

Osteomalacia se caracterizează fiziopatologic prin demineralizarea intensă a scheletului, care eliberează matricea osoasă; aceasta evoluează spre țesut osteoid, făcînd imposibilă refacerea unei structuri osoase normale.





Fig.393. Osteomalacie (aspect caracteristic al vertebrelor).

Oasele demineralizate se deformează în grade și aspecte diferite, fiind expuse cu ușurință fracturilor.

Radiologic, modificarea structurală esențială este osteoporoza; modificările de formă afectează oasele lungi ale membrilor inferioare (care se încurbează), bazinul și mai ales corpurile vertebrale, care capătă un aspect biconcav, reducându-și înălțimea (fig.393).

## 10.8. Osteopatii discrinate (de natură endocrină)

### 10.8.1. Acromegalia

Hiperproducția de hormon hipofizar somatotrop, apărută la adult în urma dezvoltării unui adenom eozinofil, se soldează la nivelul pieselor scheletului cu un proces de periostoză intensă, care interesează mai ales corpurile vertebrale, coastele și sternul, oasele craniului, metacarpielele și metatarsienele și falangele. Oasele afectate se îngroașă și, în mod corespunzător, se deformează (fig.394).

### 10.8.2. Boala Cushing

Este determinată de evoluția adenomului bazofil al hipofizei; produce la nivelul scheletului o demineralizare

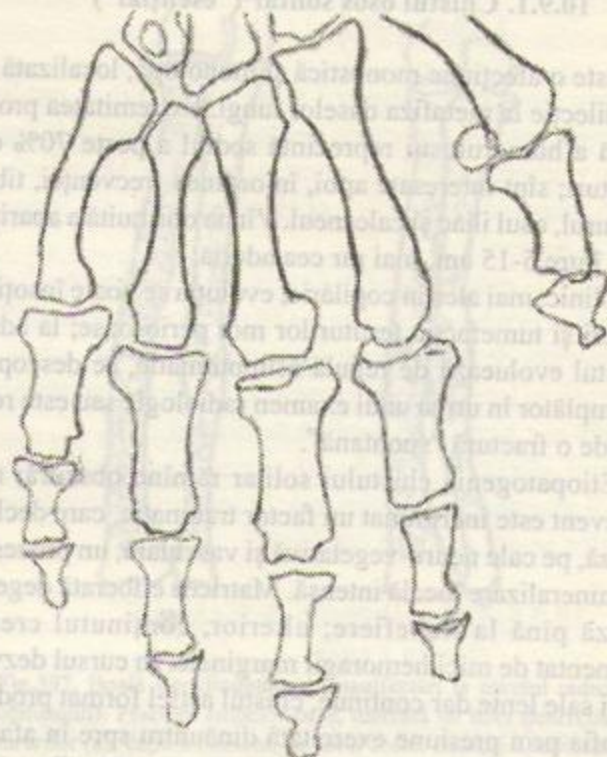


Fig.394. Acromegalie. Ingroșări și deformări caracteristice ale oaselor mîinii, deosebit de exprimate la nivelul ultimelor falange.

diffuză, care afectează mai ales corpurile vertebrale (ce pot suferi deformări prin turtire), coastele și bazinul; oasele demineralizate suferă frecvent fracturi.

## 10.9. Osteodistrofiile

Cadrul nosologic al distrofiilor osoase este, probabil, cel mai discutat și mai contestat din întreaga patologie a scheletului. El include afecțiuni variate ca etiologie (în multe situații insuficient elucidată) și ca manifestare anatomo-radiologică (leziuni unice, multiple sau generalizate; alterări structurale de tipul osteolizei, osteosclerozei sau periostozei).

Ceea ce permite reunirea afecțiunilor respective și prezentarea lor într-un capitol unitar este prezența unei trăsături comune de ordin fiziopatologic: răsunetul inițial al factorilor etiologici asupra osului este, pentru oricare dintre ele, demineralizarea intensă, localizată, extinsă sau generalizată. Aceasta este urmată de evoluția matricei eliberate spre degenerare, în grade și forme diferite (pînă la lichifiere și formare de chisturi). Elementele structurale care își păstrează sau capătă un potențial osteogenic pot deveni, în unele forme, într-o etapă de evoluție următoare, sediul unei hiperproducții de țesut osos, cu localizare endo- sau periostală.



### 10.9.1. Chistul osos solitar ("esențial")

Este o afecțiune monostică și monotopă, localizată de predilecție la metafiza oaselor lungi. Extremitatea proximală a humerului reprezintă sediul a peste 70% din chisturi; sînt interesate apoi, în ordinea frecvenței, tibia, femurul, osul iliac și calcaneul. Vîrsta obișnuită a apariției este între 5-15 ani, mai rar cea adultă.

Clinic, mai ales în copilărie, evoluția se poate însoți de dureri și tumefacția țesuturilor moi periosoase; la adult, chistul evoluează de regulă asimptomatic, se descoperă întîmplător în urma unui examen radiologic sau este relevat de o fractură "spontană".

Etiopatogenia chistului solitar rămîne obscură; mai frecvent este incriminat un factor traumatic, care declanșează, pe cale neuro-vegetativă și vasculară, un proces de demineralizare locală intensă. Matricea eliberată degenează pînă la lichefiere; ulterior, conținutul crește, alimentat de mici hemoragii marginale. În cursul dezvoltării sale lente dar continue, chistul astfel format produce atrofia prin presiune exercitată dinăuntru spre în afară a regiunii metafizare, care se deformează "sufliind" osul. La periferia chistului se observă prezența unui lizereu fin, format din țesut conjunctiv (provenind din matrice demineralizată) și din lamele osoase foarte subțiri, refulate prin presiunea conținutului lichidian.

În absența hiperemiei, periostul vecin nu manifestă nici o reacție.

Radiologic, chistul solitar apare ca o zonă transparentă omogena, de formă rotundă sau, în cazul chisturilor mari, ovalară, cu diametrul mare dispus paralel cu axul osului, sau, mai rar, polilobată. Sediul, la nivelul metafizei și extremității diafizare vecine, poate fi central sau excentric. Dezvoltarea spre epifiză se oprește întotdeauna la nivelul cartilajului de creștere, pe care nu-l depășește, astfel încît epifiza rămîne indemnă.

Extremitatea situată spre diafiză este net delimitată față de canalul medular și celelalte structuri ale osului printr-un lizereu opac fin, cu concavitatea spre chist. La nivelul formațiunilor chistice de mari dimensiuni, corticala și spongioasa de la periferia osului sînt mult subțiate, dar neîntrerupte; osul apare suflat în regiunea respectivă (fig.395). Cu excepția cazurilor în care s-au produs fracturi, nu se constată periostoză de vecinătate.

Chisturile mari apar frecvent septate, datorită prezenței unor lamele osoase de întindere și grosime variabile (chisturi multiloculare) (fig.395). Originea acestor lamele este incertă: structuri inițiale restante, proiecții ale unor neregularități parietale sau neoformațiuni osoase, apărute după organizarea unor cheaguri.



Fig.395. Chist osos multilocular al colului femural.

### 10.9.2 "Tumora" cu celule gigante (cu mieloplaxele, osteoclastomul)

Este o afecțiune monostică și monotopă, întîlnită de obicei la pacienți între 20-30 de ani; sexul feminin este interesat într-o proporție de aproape 75% cazuri. Se localizează de regulă la nivelul epifazelor oaselor lungi (extremitatea proximală a tibiei, peroneului și humerusului), mai rar la oasele craniene, bazin, vertebre și alte oase.

În urma demineralizării localizate, declanșată de cauze necunoscute, țesutul conjunctiv matricial capătă caractere proliferative, apărînd ca o masă moale, burjonantă, bogată în capilare sanguine, sursă a unor hemoragii repetate și abundente. Țesutul de granulație cuprinde numeroase celule gigante multinucleate, similare osteoclastelor sau megacariocitelor, *mieloplaxele*, care își au originea în fibroblaste sau celule endoteliale. Acestea fagocitează structurile devenite necrotice în urma hemoragiilor.

Proliferarea masei granulativă înlocuiește treptat țesutul osos; ea se oprește la nivelul cartilajului articular, care rămîne indemn. Corticala epifizară suferă însă atrofia prin presiune interioară, astfel că epifiza se lărgește, de obicei excentric, pe unul din contururile laterale.

Țesutul de granulație al "tumorii", bogat vascularizat și cuprinzînd numeroase elemente conjunctive, este potențial osificabil, ceea ce explică apariția în interiorul ei a unor travee osoase de grosime variabilă, cu dispoziție neregulată, frecvent reticulară.



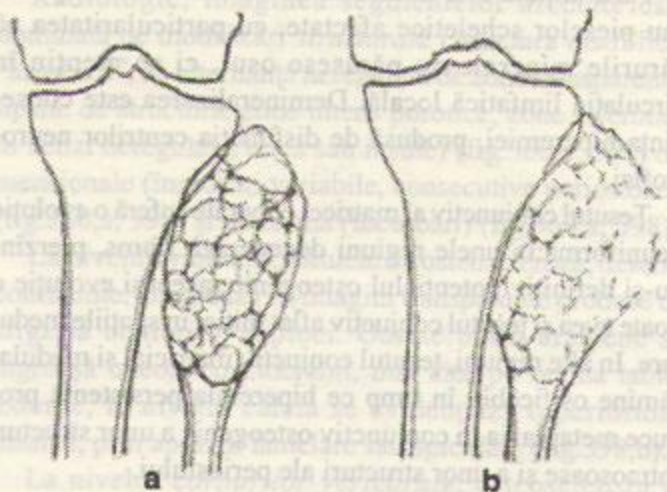


Fig.396. Tumoră cu mieloplaxă a epifizei proximale a peroneului (a), cu evoluție spre malignizare (b).

Radiologic, tumora cu mieloplaxă produce o imagine de osteoliză, frecvent structurată de lamele osoase subțiri, cu dispoziție areolară ("în fagure" sau "în bule de săpun") sau reticulară, care îi dau un aspect multilocular. Epifiza și regiunea învecinată a osului sînt lărgite excentric; corticala și compacta atrofiată își păstrează continuitatea contururilor (fig.396,a). Nu se observă periostoză de vecinătate.

Zona de osteoliză este net delimitată de țesuturile normale osoase metafizare sau diafizare, printr-o linie curbă regulată sau ușor ondulată, în vecinătatea căreia se poate observa o bandă îngustă de scleroză.

În formele tipice, evoluția este în general benignă; fracturile pe regiunea afectată a osului sînt rare. Creșterea dimensională se produce lent; la dimensiuni foarte mari, se pot produce fenomene compresive, care obligă la instituirea unui tratament chirurgical, radiologic sau cu citostatice.

Într-o proporție de cazuri care nu poate fi neglijată, apare la un moment dat o evoluție spre malignizare (transformare într-o tumoră sarcomatoasă); de aceea, tumora cu mieloplaxă este considerată de unii ca "semimalignă". Momentul malignizării este marcat de creșterea dimensională bruscă, dar mai ales de întreruperea contururilor periferice (fig.396,b), care traduce invazia țesuturilor moi sau articulației.

### 10.9.3. Osteodistrofia fibrochistică generalizată (boala Recklinghausen)

Este o afecțiune generală a scheletului, datorată hiperproducției de hormon paratiroidian; aceasta determină o

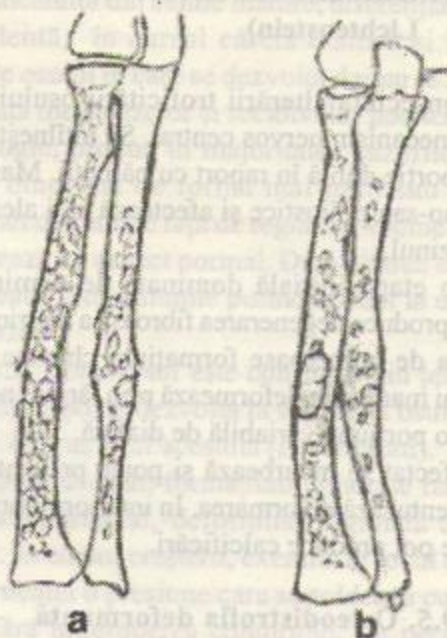


Fig.397. Boală Recklinghausen (manifestări la nivelul radiusului și cubitusului). Fractura ambelor oase, marcată de mici denivelări ale contururilor (a); după tratament, pe locul fostei fracturi a radiusului se evidențiază o formațiune cu caracter chistic de mari dimensiuni, similară unei tumori cu mieloplaxă (b).

hiperemie intensă, urmată de demineralizarea oaselor și eliminarea calciului din organism. Interesează mai frecvent femeile, vîrsta de elecție fiind cuprinsă între 15-40 de ani.

Demineralizarea intensă a pieselor scheletice eliberează o cantitate importantă de țesut matricial, care suferă o degenerescență fibroasă, soldată în unele regiuni cu lichefiere și formare de pseudochisturi; în alte teritorii, osul este invadat de un țesut de granulație similar celui observat în tumoarea cu mieloplaxă. Oasele lungi se deformează prin încurbare și se fracturează cu ușurință.

Radiologic, în perioada inițială se observă o demineralizare difuză a scheletului, cu porozarea intensă a spongioasei, subțierea și fascicularea corticalei și compactei; canalele mădulelor apar lărgite.

Ulterior, pe fondul de demineralizare apar numeroase imagini de osteoliză, expresie a pseudochisturilor și pseudotumorilor cu celule gigante.

Modificările sînt vizibile mai ales la nivelul oaselor lungi ale membrelor (fig.397).

La nivelul membrelor inferioare, oasele lungi se încurbează și pot prezenta multiple traiecte de fractură sau imagini de calus slab mineralizat.

În cursul evoluției (mai ales sub tratament), se observă frecvent dispariția unor imagini de osteoliză de dimensiuni mici, în timp ce apar altele noi; cele de dimensiuni mari nu dispar nici după tratamente îndelungate.



#### 10.9.4. Osteodistrofia fibroasă localizată (Jaffé-Lichtenstein)

Este consecința alterării troficității osului, produsă printr-un mecanism nervos central. Se întâlnește la femei într-o proporție dublă în raport cu bărbații. Manifestările pot fi mono-sau poliostice și afectează mai ales femurul, tibia și bazinul.

După o etapă inițială dominată de demineralizare intensă se produce degenerarea fibroasă a matricei, soldată cu apariția de numeroase formațiuni chistice, unele de dimensiuni mari, care deformează prin lărgire neuniformă epifiza și o porțiune variabilă de diafiză.

Osul afectat se încurbează și poate prezenta fracturi, care îi accentuează deformarea. În interiorul formațiunilor chistice se pot produce calcificări.

#### 10.9.5. Osteodistrofia deformantă (boala Paget)

Afecțiune cu evoluție îndelungată, boala Paget debutează la vârste tinere (uneori înainte de 20 de ani), dar devine manifestă clinic și radiologic de obicei la 40-60 de ani; afectează în special bărbații. Poate fi monostică (interesând mai ales tibia sau un corp vertebral), poliostică (cu localizare la craniu, vertebre și oasele lungi ale membrilor inferioare), sau, mai rar, cvasi-generalizată.

Faza inițială este dominată de demineralizarea piesei sau pieselor scheletice afectate, cu particularitatea că sărurile minerale nu părăsesc osul, ci se mențin în circulația limfatică locală. Demineralizarea este consecința hiperemiei, produsă de disfuncția centrilor neurotrofici.

Țesutul conjunctiv al matricei eliberate suferă o evoluție neuniformă: în unele regiuni degenerază fibros, pierzându-și definitiv potențialul osteogenic; aceeași evoluție o poate avea și țesutul conjunctiv aflat inițial în spațiile medulare. În alte regiuni, țesutul conjunctiv matricial și medular rămâne osificabil, în timp ce hiperemia persistentă produce metaplazia în conjunctiv osteogenic a unor structuri intraosoase și a unor structuri ale periostului.

Într-o etapă evolutivă următoare, structurile rămase sau devenite osificabile, având la dispoziție un surplus calciu local, suferă un proces intens de osificare, deseori excesivă. Rezultă o structură neomogenă, "anarhică", a osului, în care teritorii fibrozate sau intens porotice alternează cu altele, osteosclerotice, cu o dispoziție neregulată, insulară, în benzi sinuoase sau în rețea, realizând un aspect destrămat, vătós. Dispoziția traveelor prezente nu are o orientare funcțională, ci traduce doar posibilitățile de osteogeneză existente în structurile implicate.

Oasele afectate se deformează prin îngroșare (datorată periostozei) și încurbare (prin reducerea rezistenței mecanice); ele se fracturează cu relativă ușurință.

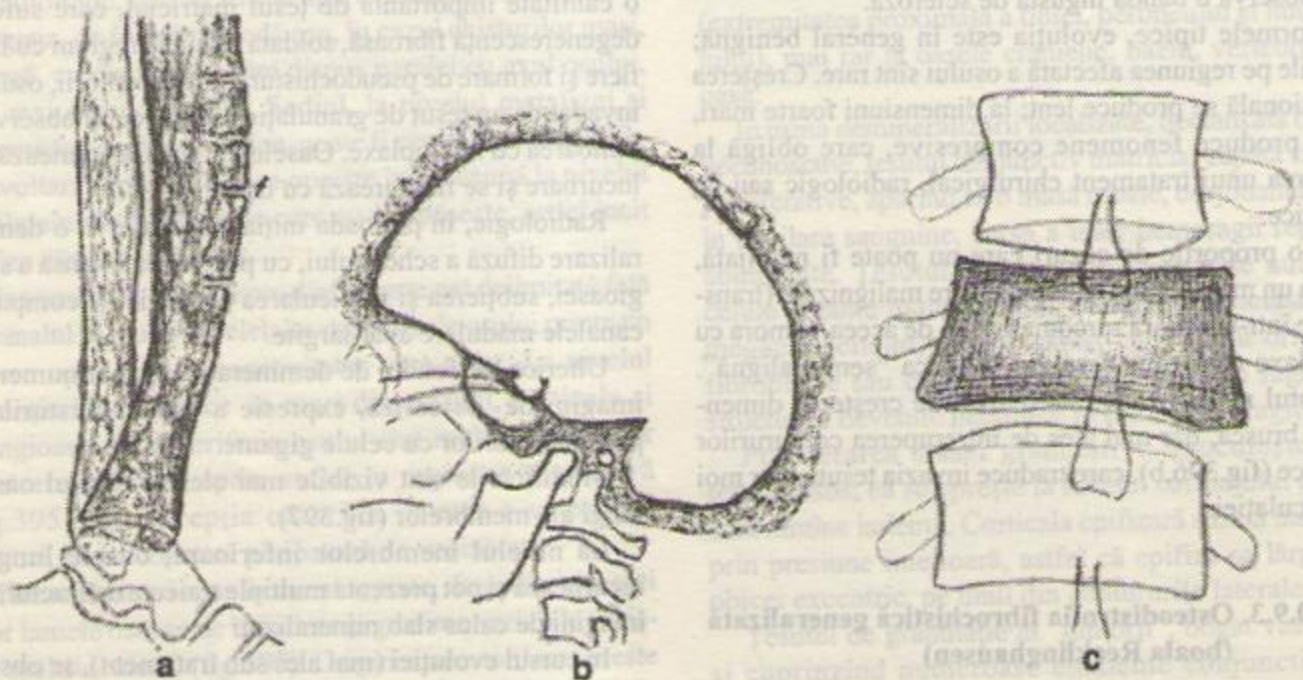


Fig.398. Modificări ale scheletului produse de boala Paget. a: la nivelul oaselor gambei, structură caracteristică, anarhică, încurbarea tibiei, îngroșarea diafizelor, multiple traiecte de fractură (f) ale compactei; b: la nivelul craniului, îngroșarea calotei pe seama tablei externe; structură caracteristică; c: la nivelul unui corp vertebral, aspect structural "în chenar", cu lărgirea vertebrei.



Radiologic, imaginea segmentelor afectate este dominată de modificări *structurale* (structura distrofică, "anarhică", cu alternanță neregulată de zone transparente, lipsite de structură, zone intens porotice, zone sclerotice în benzi neregulate, rețea sau insule) (fig.360,a; 398) dimensionale (îngroșări variabile, consecutive periostozei) (fig.360,a; 398) și de formă (încurbări) (fig.360,a; 398).

La nivelul *craniului*, insulele de osteoscleroză, deseori confluențe, alternează cu imagini transparente produse de lărgirea ochiurilor diploei. Oasele bolții craniene se îngroșă uneori considerabil, mai ales pe seama tablei externe, la nivelul căreia se evidențiază o periostoză masivă, prin apoziii lamelare sau spiculare (fig.398,b).

La nivelul *corpurilor vertebrale*, osteoscleroza și periostoză periferică produc o condensare "în chenar" a structurii acestora. Mai rar, corpul vertebral este uniform sclerotic, căpătînd o structură de os compact. În toate cazurile, corpurile vertebrale afectate apar lărgite (fig.398,c).

*Oasele lungi ale membrelor* (mai ales tibia și femurul) prezintă, pe lângă alterările structurale caracteristice, îngroșări și încurbări.

*Bazinul* suferă aceleași modificări structurale, cu predominanța sclerozei, și se deformează prin îngroșarea neuniformă a segmentelor sale.

Leziunile osoase Pagetice sunt susceptibile de malignizare, cu apariția de tumori sarcomatoase.

### 10.10. Tumorile cu dezvoltare intraosoasă

La nivelul osului, considerat ca organ, se găsesc structuri multiple, alcătuite din elemente celulare și țesuturi de origine și natură extrem de variată: osoase, cartilajinoase, conjunctive, vasculare, reticulo-endoteliale, hematopoitice, nervoase, etc. La acestea se adaugă incluziuni de țesuturi embrionale aberante (epiteliale, odontoplastice, glandulare). Oricare din acestea pot produce, prin proliferare patologică, tumori cu caractere clinico-biologice variate. Osul constituie, de asemenea, sediul a numeroase determinări metastatice, create prin diseminare hematogenă, cu punct de plecare în diferite tumori maligne primare dezvoltate în organism.

#### 10.10.1. Tumorile benigne

Sînt afecțiuni relativ rare (1-3% din totalul afecțiunilor osteo-articulare) și constituie în general apanajul primelor 2-3 decade de viață. Se caracterizează biologic printr-o

structură alcătuită din celule mature, diferențiate, printr-o evoluție lentă, în cursul căreia dislocă și înlocuiesc elementele osului în care se dezvoltă dar nu le infiltrază, prin absența metastazelor și recidivelor postterapeutice.

Radiologic, produc în majoritatea cazurilor zone de osteoliză omogenă de formă mai mult sau mai puțin regulată, net delimitate față de regiunile vecine ale osului, care păstrează un aspect normal. Dezvoltarea este în mod obișnuit lentă, dimensiunile putînd deveni la un moment dat staționare.

**10.10.1.1. Condromul** este constituit din țesut cartilajinos adult; se poate dezvolta la suprafața osului (eccondrom) sau în interiorul acestuia (encondrom).

*Eccondroamele* sînt formațiuni tumorale rare, care se dezvoltă subperiostal, deformînd regiunea anatomică respectivă. În cursul creșterii, exercită la locul de inserție asupra corticalei o presiune care se soldează cu subțierea acesteia, fără întreruperea conturului. La periferie, sînt delimitate față de țesuturile moi vecine printr-un lizereu opac fin, similar unei corticale foarte subțiri (fig.365).

*Encondroamele* (condromele centrale) afectează în peste jumătate din cazuri oasele tubulare mici ale mîinii și piciorului, mai ales falangele, localizîndu-se de predilecție în metafize și porțiunile vecine ale canalului medular. Alte sedii posibile sînt reprezentate de oase tubulare lungi, coaste, clavicule, stern, mandibulă, vertebre, oasele bazinului.

Prezența condroamelor multiple, care afectează variate și numeroase segmente scheletice, uneori cu dispoziție sistematizată, este apanajul *condromatozelor*, afecțiuni constituționale, așa cum este, de exemplu, boala Ollier.

Din punct de vedere clinic, cu excepția formelor voluminoase care pot produce deformarea regiunii, encondroamele rămîn de obicei asimptomatice; prezența lor poate fi relevată ocazional de apariția unei fracturi.

Din punct de vedere radiologic, encondroamele se caracterizează prin imagini transparente, lipsite de structură, de formă rotundă sau ovalară, net delimitate față de țesuturile osoase vecine, dispuse în axul osului, mai rar excentric (fig.365).

După o evoluție mai lungă, pe aria de proiecție a encondromului (ca de altfel și pe cea a eccondroamelor) pot apare opacități intense neregulate, expresie a calcificărilor (fig.365).

Dezvoltarea spre periferia osului produce atrofia prin presiune a corticalei sau compactei, urmată de deformarea lui prin suflare.

Mai ales în localizările pe oasele lungi și bazin (întîlnite în condromatoze) este posibilă evoluția spre malignizare. Aceasta este marcată de apariția durerilor, întreruperea



corticalei sau spongioasei, reacția periostului și invazia țesuturilor moi periosteale. Aspectul radiologic de ansamblu devine similar celui al condrosarcomului.

Evoluția obișnuită este însă lent progresivă, cu stabilizarea creșterii la un moment dat și dezvoltarea procesului de calcificare.

**10.10.1.2. Osteocondromul.** Formele voluminoase ale exostozelor, atunci când sînt unice sau în număr redus, sînt considerate de unii ca formațiuni tumorale și etichetate *osteocondroame*. Impresia de creștere tumorală este creată de faptul că formațiunile exostozante au inițial o structură cartilaginoasă și sînt incomplet vizibil radiologic. În tiparul cartilaginos apare ulterior un proces de osificare normală, a cărui progresiune simulează creșterea formațiunii.

Osteocondroamele solitare sau multiple (ca în cazul bolii Ombrédanne) se prezintă după terminarea procesului de osificare ca excrescențe pediculate sau sesile ale pieselor scheletice, cu structură de os spongios normal, delimitate la periferie de un strat subțire de corticală; conturul acesteia se continuă cu cel al compactei sau corticalei osului interesat (fig.364).

Evoluția osteocondromelor este lentă; ea încetează odată cu perioada de creștere a scheletului. Malignizarea, posibilă mai ales în cazul exostozelor multiple, se traduce radiologic prin ștergerea structurii spongioase interne, întreruperea conturului și, uneori, apariția de calcificări în țesuturile moi vecine.

**10.10.1.3. Fibromul.** Formațiune tumorală benignă de obicei unică, fibromul cu dezvoltare intraosoasă prezintă de obicei o structură mixtă, fibro-muco-condroidă. Sediul obișnuit este reprezentat de osul frontal și de mandibulă, mai rar de metafizele oaselor lungi ale membrilor inferioare și de coaste.

Radiologic, crează zone de osteoliză rotunde sau ovalare, uneori multiloculate, marcate frecvent de un lizereu fin de osteoscleroză, care subliniază netitatea conturilor (fig.399). Dezvoltarea marginală poate produce atrofierea și denivelarea corticalei. În unele cazuri, pe aria lui de proiecție se pot observa mici calcificări. Anumite variante prezintă o tendință pronunțată către osificare (fibromul osificant).

**10.10.1.4. Osteomul.** Tumoare benignă rară, formată din țesut osos matur, osteomul se dezvoltă la tineri între 15-25 de ani și afectează de predilecție oasele masivului facial (regiunea etmoido-frontală, orbita) și cele ale bolții craniene.

Clinic, osteoamele mici sînt asimptomatice; cele de dimensiuni mari pot produce fenomene de compresie, deformînd oasele vecine și deplasînd organele înconjurătoare.



Fig.399. Fibrom neosificant al femurului.

Din punct de vedere anatomo-radiologic, se disting osteoame *compacte* și *spongioase*. Primele produc opacități omogene, lipsite de structură, de formă rotundă sau ovalară, cu contururi nete (fig.400,a). La nivelul oaselor vecine se pot evidenția semne de atrofie prin presiune.

Osteoamele spongioase sînt foarte rare, observîndu-se mai ales la copii; prezintă contururi mai puțin precise și o structură caracteristică de os spongios normal.

**10.10.1.5. Osteomul osteoid (Jaffé)** este o tumoare de obicei solitară, mai rar polipolipă sau poliostică, dezvoltată în marea majoritate a cazurilor pînă la vîrsta de 25-30 de ani, afectînd mai ales sexul masculin. Sediul obișnuit este compacta oaselor lungi ale membrilor inferioare (în vecinătatea genunchiului).

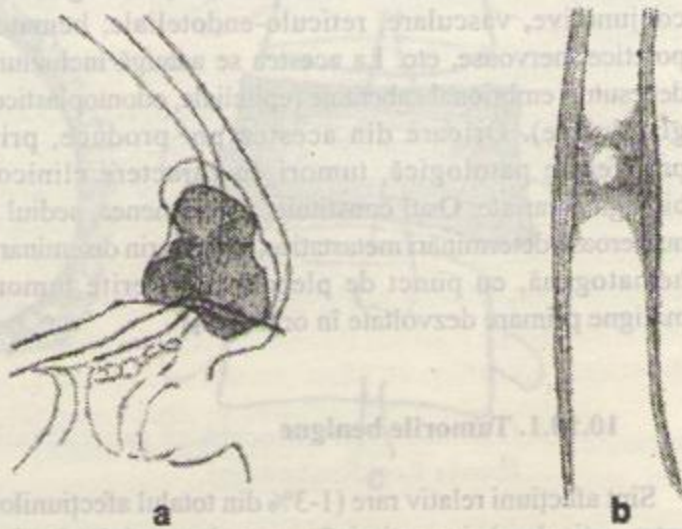


Fig.400. a: osteom compact al sinusului frontal; b: osteom osteoid al diafizei femurului.



Tumora este constituită din țesut conjunctiv tânăr, similar celui al matricei osoase necalcificate; aceasta formează "nidusul" (cuibul) tumorii. Acesta se înconjoară curînd de o zonă de osteoscleroză reactivă și determină, la periferia regiunii diafizare în care este situat, o periostoză circumscrisă lamelară.

Clinic, tumora poate fi total asimptomatică; mai frecvent, produce însă dureri locale cu manifestare nocturnă.

Radiologic, nidusul tumoral se traduce printr-o zonă de osteoliză rotundă sau ovalară, cu diametru de cîțiva milimetri (rar peste 1 cm), dispusă în compacta diafizară sau în țesutul spongios al metafizei. Această zonă este înconjurată de un inel de osteoscleroză, de lărgime variabilă (fig.400,b).

Mai ales în localizările (rare) pe oase scurte și plate, în interiorul zonei de liză se pot observa calcificări.

Periostoză, slab vizibilă inițial, se dezvoltă treptat, devenind, în localizările diafizare, uneori foarte importantă. Ea poate acoperi imaginea nidusului și poate duce la îngroșarea circumscrisă a osului (fig.400,b).

În cazul dezvoltării spre extremitatea unui os lung, suprafața articulată vecină poate fi alterată.

**10.10.1.6. Hemangiomul intraosos** se formează prin proliferarea anormală a capilarelor și arteriolelor din țesutul medular sau din periost, care crează o masă cu structură buretoasă, plină de cavități cu conținut sanguin. Se dezvoltă în prima copilărie, recunoscînd perioade de creștere activă, mai ales la pubertate, ce alternează cu etape de stagnare a evoluției.

Clinic, poate rămîne asimptomatic; în perioadele de evoluție poate produce însă dureri, în parte consecutive fenomenelor compresive create de creșterea dimensională a segmentului osos afectat. Alteori, mai ales la persoane vîrstnice, durerile sînt urmarea unor fracturi.

Localizarea de elecție a hemangioanelor este reprezentată de corpurile vertebrale și unele oase plate (omoplat, oasele boltei craniene).

Radiologic, hemangionul intraosos se traduce prin modificări de structură și de formă ale pieselor scheletice.

Spongiosa capătă un aspect pronunțat porotic, cu ochiuri transparente foarte largi. Traveele care delimitează aceste ochiuri devin rare și subțiri, cu excepția celor care preiau liniile de forță și care se îngroașă considerabil. La nivelul corpurilor vertebrale, aceste travee au o orientare verticală, delimitînd zone transparente dispuse de asemenea vertical (fig.401); la nivelul omoplatului și oaselor craniene orientarea lor este radiară.

Modificările de formă constau mai ales din mărirea de volum a osului interesat, bine vizibilă la nivelul corpurilor

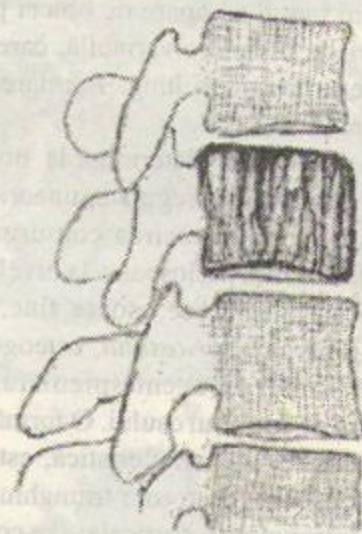


Fig.401. Hemangion de corp vertebral.

vertebrale, care se lărgesc și capătă contururi convexe (fig.401); mai rar, prăbușirea vertebrei se soldează cu reducerea ei în înălțime.

În urma hemoragiilor difuzate în afara corpului vertebral, se poate constitui în țesuturile moi înconjurătoare o imagine opacă fuziformă ("fus paravertebral").

#### 10.10.2. Tumorile maligne primare ale osului.

Tumorile maligne primare ale oaselor sînt mult mai frecvente decît cele benigne, dar mai rare decît cele metastatice.

Clinic, aceste tumori se caracterizează printr-o evoluție rapidă, iar anatomo-patologic prin delimitarea imprecisă față de vecinătate, pe care o infiltrează și o invadează. Structura lor histologică este constituită din țesuturi tinere, cu celule ce prezintă numeroase atipii și mitoze. Dintre trăsăturile biologice, sînt de reținut tendința de metastazare, mai ales pe cale hematogenă, de recidivă postterapeutică și un grad variabil de radiosensibilitate.

Radiologic ele crează un remarcabil polimorfism de manifestări, care, apreciate fiecare în parte, sînt foarte rar caracteristice. De aceea, diagnosticul radiologic se bazează mai ales pe contextul modificărilor prezente și își găsește un sprijin esențial în manifestările clinico-biologice.

Principalele manifestări radiologice elementare create de tumorile maligne primare sînt reprezentate de osteoliză, osteoscleroză și periostoză.

*Osteoliza malignă* se caracterizează prin formă neregulată, contururi șterse, întreruperea corticalei și compactei, cu dislocarea și împingerea în afară a unor



fragmente ale acesteia (în localizările periferice); de asemenea, prin faptul că apare de obicei pe fondul unei demineralizări de întindere variabilă, care o precede cu un interval de timp uneori lung. Formarea de secheste este excepțională.

*Osteogeneza malignă* determină la nivelul țesutului osos insule de scleroză neregulate, uneori confluențe pe întinderi mari. După depășirea contururilor osului și invazia țesuturilor moi periosteale, la nivelul acestora pot apare calcificări sau travee osoase fine, cu dispoziție neregulată. La nivelul *periostului*, osteogeneza este mai rar lamelară și mai frecvent spiculară, cu orientare perpendiculară pe conturul osului. O formă particulară de periostoză, considerată caracteristică, este formarea de mici structuri osoase, de formă triunghiulară, la nivelul punctelor de întrerupere a corticalei sau compactei, acolo unde masa tumorală decolează periostul de pe os (triunghiurile Codman).

În cadrul condițiilor clinico-biologice, un element orientativ important pentru diagnosticul unei leziuni osoase suspecte de tumoare malignă îl reprezintă vârsta pacientului. În primul an de viață se dezvoltă aproape în exclusivitate neuroblastoamele; după 10 ani, pe primul plan se situează reticulosarcomul Ewing și osteosarcomul. În decada 3-a apar mai frecvent reticulosarcomul iar în cea de a 4-a se dezvoltă, în ordinea frecvenței, fibrosarcomul, condrosarcomul, sarcomul parostal. După 45 de ani, majoritatea tumorilor maligne intraosoase sînt metastaze; urmează apoi mielomul și reticulosarcomul.

**10.10.2.1. Osteosarcomul.** Cea mai frecventă tumoare malignă a osului (după mielomul multiplu), osteosarcomul ia naștere prin degenerarea țesutului conjunctiv nediferențiat din cavitățile osului sau din matricea eliberată de conținutul mineral printr-un proces hiperemic local. Cea mai importantă proporție a osteosarcomelor (peste 80%) apare între 10 și 30 de ani; după 40 de ani, tumoarea este consecutivă unei afecțiuni preexistente (mai ales boala Paget). Interesează mai frecvent metafizele vecine cu genunchiul ale femurului și tibiei; urmează, în ordinea frecvenței, humerusul, peroneul, oasele bazinului și piciorului, sternul. Potrivit leziunii elementare predominante, osteosarcomul recunoaște o formă *osteolitică* și una *osteogenică*.

*Sarcomul osteolitic* se manifestă topografic într-o variantă *centrală* și una *periferică*. Această diviziune are în vedere sediul leziunii inițiale, *osteoliza*, care devine aparentă radiologic cînd depășește un diametru de 1 cm; ea poate apare pe un teritoriu al osului cu structura nemodificată sau demineralizată.

În varianta centrală, zona de osteoliză crește treptat în dimensiuni, adesea prin confluarea de focare multiple, de aceeași natură, apărute succesiv. Ea capătă o formă neregulată și contururi șterse; atingînd periferia osului, întrerupe corticala sau compacta, împingînd în afară fragmente din acestea, care ulterior dispar complet (fig.402,b). Extensia spre articulație duce la ștergerea corticalei articulare iar după distrugerea cartilajului, la apariția hidrartrozei.

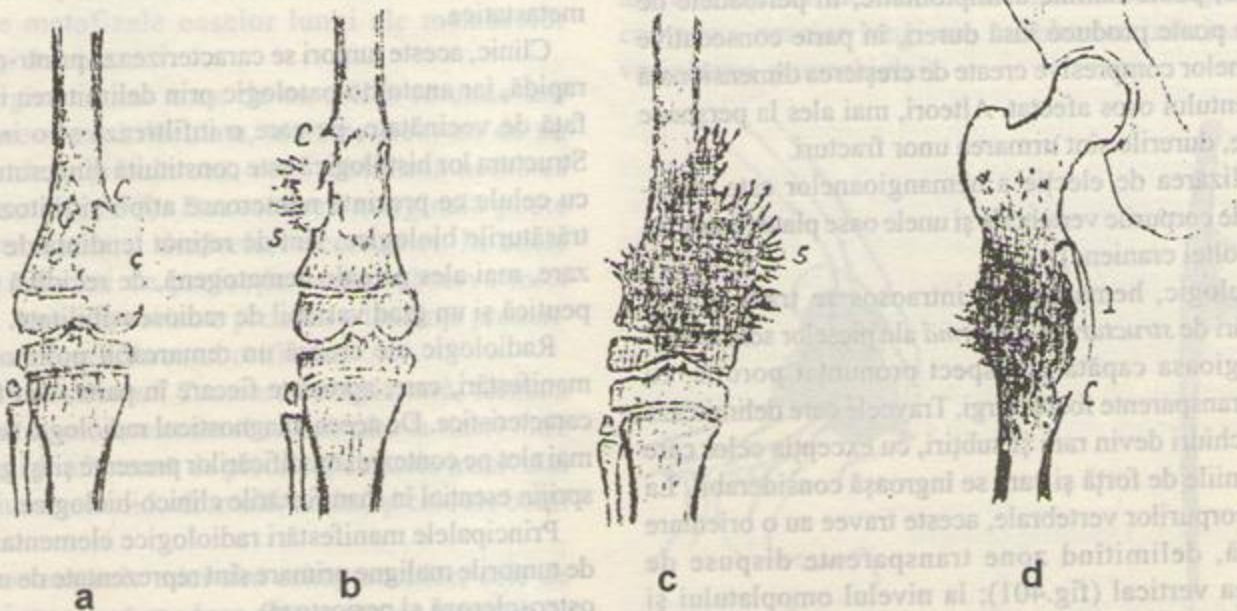
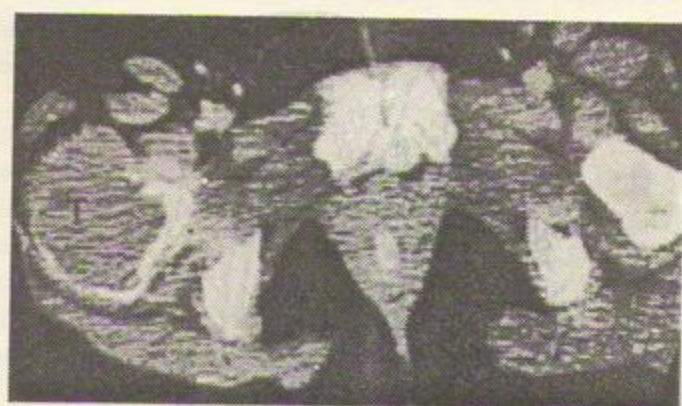
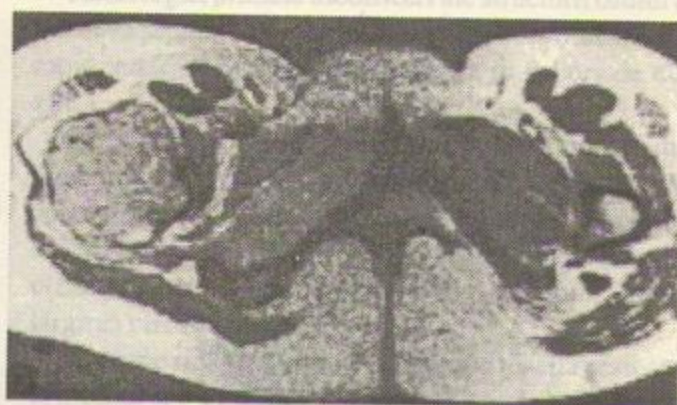


Fig.402. Forme și variante ale osteosarcomului. a: sarcom osteolitic, varianta periferică, b: sarcom osteolitic, varianta centrală, c: sarcom osteogenic, varianta metafizară, d: sarcom osteogenic, varianta diafizară, C: triunghiuri Codman; c: calcificări în țesuturile periosteale; s: periostoză spiculară; l: periostoză lamelară.

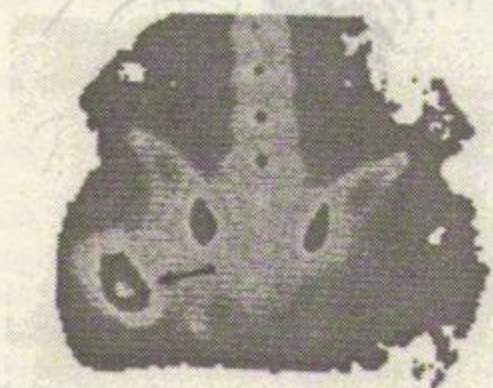




a



b



c



d

**Fig.403.** Osteosarcom osteolitic al trohanterului femurului drept. a: imagine CT (T: masa tumorală care întrerupe conturul osos și invadează țesuturile vecine); b: secțiune transversală RM la același nivel; c și d: imagini scintigrafice, anterioară, respectiv posterioară (tumora indicată prin săgeți).

Periostul vecin reacționează printr-o osteogeneză discontinuă, de tipul spicurilor, iar la locul în care compacta începe să fie întreruptă apar triunghiuri Codman (fig. 402,b). După distrugerea compactei sau corticalei, invazia țesuturilor moi se traduce radiologic prin accentuarea opacității acestora.

Varianta periferică produce defecte osoase marginale uneori importante și invazia timpurie a țesuturilor moi; în zonele de infiltrație periosoasă pot fi observate opacități calcare fine, cu traiect neregulat (fig.402,a). Manifestările periostozei, cu excepția triunghiurilor Codman, sunt de obicei absente.

Examenul arteriografic evidențiază o sporire marcată a vascularizației la nivelul masei tumorale, devieri și sinuozități, ca și dilatații ale arterelor, uneori formare de lacuri sanguine. Aceste modificări sunt de regulă mai exprimate decât în cazul sarcomului osteogenic.

Investigarea CT și IRM este deosebit de utilă în precizarea dimensiunilor reale ale tumorii și rapoartelor ei cu formațiunile anatomice vecine (fig.403 a, b).

Pe scintigrafia cu tehneciu 99m, sarcomul osteolitic produce zone de hiperfixație mai mult sau mai puțin omogene, de obicei mai întinse decât leziunea radiologică (fig. 403 c, d).

*Sarcomul osteogenic* este varianta histologică în care la nivelul țesutului tumoral, dezvoltat înăuntrul și în afara osului, domină procese osteoformatoare.

Dezvoltarea metafizară centrală produce zone insulare de condensare intensă a spongioasei care confluează, realizând regiuni largi de os compact, cu structură omogenă și limite neregulate, imprecise. Odată cu creșterea tumorii, regiunea afectată se lărgeste, iar la periferia ei apare o reacție periostală spiculară (fig.402,c), urmată de invazia țesuturilor moi, care devin intens opace, conținând formațiuni osoase dense, neregulate.

În localizarea periferică, se evidențiază inițial creșterea intensității structurii osoase subperiostale. Apoi tumora se dezvoltă în jurul difizei, pe care o înconjoară sub formă de spiculi radiari sau de lamele osoase (fig.402,d). Prin extensie la țesuturile moi vecine, tumora creează o





Fig.404. Sarcom parostal al cubitusului.

imagine opacă omogenă, cu margini uneori regulate, convexe sau lobate; în interiorul acesteia pot fi evidențiate calcificări.

Osteosarcoamele sînt tumori radiorezistente; în ciuda progreselor obținute prin asocierea chimioterapiei cu citostatice cu chirurgia de exereză largă, prognosticul rămîne foarte rezervat, iar supraviețuirile la 3 ani se obțin într-o proporție limitată de cazuri.

Recidivele, ca și metastazele în plămîni și restul scheletului sînt frecvente.

**10.10.2.2. Sarcumul osteogenic parostal** este o tumoare osteoformatoare atipică și rară, cu evoluție lentă și prognostic relativ favorabil. Afectează cu frecvență egală ambele sexe și are incidența maximă în decadele a 3-a și a 4-a. Tumoarea se dezvoltă în afara osului, din periost, tinzînd să-l înconjoare.

Aspectul radiologic este destul de caracteristic: masa tumorală produce o opacitate intensă, omogenă, cu contururi convexe sau lobulate, situată în vecinătatea apropiată a unui os (fig.404). La dimensiuni mari, tinde să înconjoare osul, dar rămîne întotdeauna separată de compacta sau corticala vecină printr-o bandă transparentă, cu lărgimea de 1-3 mm. În interiorul opacității pot fi evidențiate mici zone transparente, traducînd prezența de insule cartilagiinoase sau fibroase.

Reacția periostală lipsește iar corticala sau compacta din vecinătate rămîn o lungă perioadă de evoluție nemo-dificate.



Fig.405. Condrosarcom secundar (osteo-condrosarcom) al osului iliac.

Dezvoltarea tumorii este în general lentă iar gradul de malignitate relativ scăzut. Supraviețuirile la 5 ani sînt destul de frecvente.

**10.10.2.3. Sarcumul condroblastic (condrosarcomul).** Apărut la persoane relativ tinere, condrosarcomul provine din proliferarea condroblastelor, celule cartilagiinoase imature.

Un număr relativ important de sarcoame condroblastice provine din degenerarea malignă a condroamelor solitare sau a unor formațiuni tumorale proprii condromatozelor.

În literatura de specialitate s-a creat o oarecare confuzie în legătură cu definirea sarcoamelor de origine cartilagiinoasă.

a) Sarcumul condroblastic descris de Geschikter și Copeland își are originea în condroblastele cartilajelor de conjugare; se localizează la nivelul epifizelor oaselor lungi (mai ales ale membrilor inferioare) și apar ca tumori centrale care, prin creștere, deformează regiunea. Structura osului este păstrată, dar intens demineralizată. În jurul epifizei afectate se constată o masă opacă, reprezentînd țesut tumoral cu conținut calcic abundent, dar fără structurile obișnuite produse de calcificări și fără elemente osoase.





Fig. 406. Tumoră Ewing cu localizare la nivelul femurului.

b) Condrosarcomul primitiv al adolescentului (Leclerc) se aseamănă ca manifestare anatomo-radiologică cu sarcomul osteogenic, dar cuprinde în loc de osteoblaste, condroblaști.

c) Forma cea mai comună, condrosarcomul secundar, se dezvoltă pe un condrom preexistent și se întâlnește la adult. Examenul histologic evidențiază frecvent, alături de condroblaști, și osteoblaste, de unde denumirea de *oste-condrosarcom*.

Acesta din urmă creează mase tumorale exuberante care, în cazul unui os lung, înconjoară de obicei epifiza, ștergînd în mare măsură contururile corticalei, articulația și extremitatea osului vecin. Pe aria de proiecție a tumorii apar structuri calcare neregulate, intens opace, și travee osoase cu orientare anarhică.

**10.10.2.4. Endotolio-reticulosarcomul Ewing** provine din elemente reticulo-endoteliale ale măduvei hematopoietice. Este o tumoră care afectează primele două decade de vîrstă, mai frecvent sexul masculin; sediul de elecție îl reprezintă diafiza oaselor lungi ale membrilor (femurul, tibia, peroneul, humerusul), mai rar celelalte oase ale extremităților, craniul și vertebrele.

Debutul clinic poate fi brusc, cu febră, tumefacție roșie și durere locală, sugerînd un proces inflamator.

Radiologic, primele modificări ale structurii osului apar la cîteva săptămîni de la debutul clinic și evoluează foarte rapid, imaginea putîndu-se modifica în decurs de cîteva zile.

La nivelul compactei diafizare și spongioasei metafizare se produce o demineralizare difuză, pe fondul căreia apar curînd mici zone de osteoliză, ce conferă regiunii un aspect neomogen; extinderea și confluența acestor zone crează defecte întinse, iar la nivelul canalului medular lărgirea circumscrișă acestuia.

Aproape simultan se poate evidenția reacția periostului, la început sub forma unei îngroșări discrete a diafizei, apoi sub forma apozițiilor concentrice care apar radiologic ca linii opace paralele, separate prin transparențe liniare fine. În regiunea diafizară respectivă osul apare îngroșat fuziform, iar prezența simultană a zonei de osteoliză, care lărgeste canalul medular, crează o falsă impresie de suflare a osului.

Forma lamelară a periostozei (descrisă plastic ca imagine "în bulb de ceapă") nu este singura întîlnită; periostoza poate îmbrăca și aspecte neregulate sau spiculare. Uneori se evidențiază și prezența de triunghiuri Codman.

Invazia țesuturilor moi periosoase se produce chiar în stadiile timpurii de evoluție, ducînd la creșterea opacității acestora.

Dezvoltarea tumorii se soldează cu distrucția unor porțiuni importante din os; ea se produce mai frecvent în direcția axului osului și poate conduce la apariția de fracturi. În cursul vindecării acestora pot apare și zone osteosclerotice.

În pofida imaginii clasice, aproape patognomonice, cu care este prezentat de obicei în literatură sarcomul Ewing, există numeroase cazuri în care singura modificare evidențiable este osteoliza; aceasta rămîne de fapt leziunea fundamentală pe care o produce tumora.

Sarcomul Ewing este cea mai radiosensibilă tumoră a osului; de aceea radioterapia reprezintă una dintre cele mai eficiente proceduri utilizate în tratamentul lui.

**10.10.2.5. Reticulosarcomul adultului (Parker-Jackson)** se dezvoltă din elemente ale țesutului reticulo-endotelial medular, afectînd mai ales bărbații între 30-50 de ani (uneori și persoane mai vîrstnice). Sediul de elecție este reprezentat de regiunile metafizo-epifizare ale oaselor lungi (mai ales la nivelul membrilor inferioare); pot fi însă afectate și unele oase plate, ca sternul, craniul sau bazinul.

Se manifestă clinic prin dureri apărute mai ales în timpul mișcărilor, iar radiologic prin zone de osteoliză uneori întinse, străbătute de lamele osoase de intensitate normală sau sclerotice, cu dispoziție neregulată, realizînd uneori o rețea cu ochiuri de lărgime variabilă. Periostoza





Fig.407. Reticulosarcom jacksonian al femurului (a); același caz după iradierea terapeutică (b).

este discretă, iar îngroșarea osului se produce neregulat. În țesuturile moi vecine masa tumorală invazivă crează o imagine opacă vizibilă, dar puțin intensă.



Fig.408. Mielom multiplu ; manifestări la nivelul craniului (a) și coloanei vertebrale (b).

Evoluția tumorii este lentă, metastazele sînt rare, iar prognosticul relativ favorabil. Datorită radiosensibilității sale, reticulosarcomul jacksonian beneficiază de iradierea terapeutică.

**10.10.2.6. Mielomul (plasmocitomul).** Caracterizat în formele comune de manifestare prin leziuni osoase multiple sau generalizate ("mielom multiplu"), mielomul a fost încadrat mult timp în categoria afecțiunilor de sistem; în prezent, după majoritatea opiniilor, se consideră o tumoare monostică și monotopă care metastazează curînd în restul scheletului și în alte organe. Provine din proliferarea plasmocitelor medulare; termenii "mielom" și "plasmocitom" sînt sinonimi.

În afara modificărilor osoase, mielomul se însoțește, de regulă, de un sindrom biologic particular, în cadrul căruia sînt caracteristice creșterea protidelor serice și apariția în urină a proteinei Bence-Jones.

Examenul paraclinic decisiv în stabilirea diagnosticului este, de obicei, puncția sternală.

Luînd în considerare marea număr de cazuri cu simptomologie frustă, mielomul este probabil tumoarea malignă primară cea mai frecventă a osului; afectează persoane între 40-70 de ani (excepțional sub vîrsta de 30 de ani). Localizarea de predilecție corespunde oaselor și regiunilor osoase care conțin măduvă roșie: craniul, bazinul, vertebrele, coastele, mandibula; în stadiile avansate pot fi afectate și extremitățile oaselor lungi ale membrilor, mai rar diafizele.

În formele obișnuite, mielomul se caracterizează radiologic prin zone multiple de osteoliză, de formă



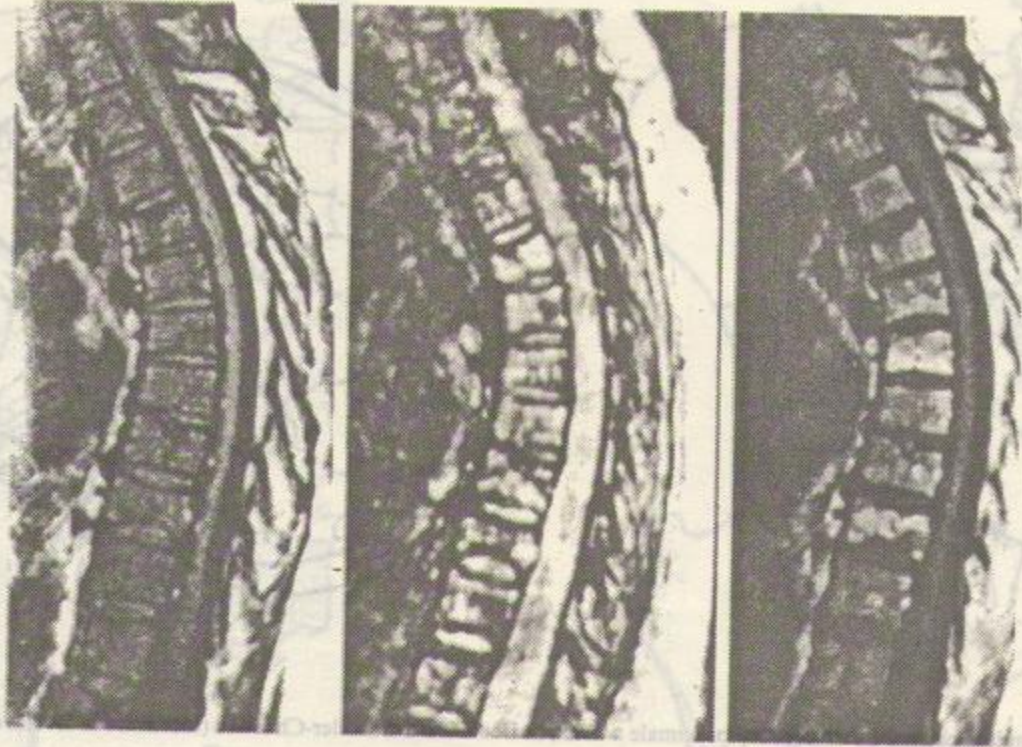


Fig.409. Imagini RM într-o localizare vertebrală simptomatică a mielomului multiplu. a: regenerare prin inversie a semnalului (T1 "întărit"); dispariție totală a măduvei grăsoase, înlocuită prin proliferarea plasmocitară. b: ecou de spin; semnal hiperintens, difuz neomogen, prin întreaga coloană. c: regenerarea prin inversie, după administrare de gadolinium.

regulată, rotundă, sau ovalară, cu diametrul variind între 2-3 mm și 1-2 cm. Imaginile de transparență crescută sînt omogene, foarte net delimitate și se situează în țesut osos cu structură normală; localizările periferice nu se însoțesc de reacții periostale. Caracteristică este apariția, în intervale de timp relativ scurte, a noi focare osteolitice, pe teritorii anterior indemne, în timp ce focarele preexistente cresc vizibil dimensional.

La nivelul craniului sînt afectate mai ales frontalul și parietalele; conturul tablei externe poate apare întrerupt (fig.408,a). La persoane foarte tinere, zonele osteolitice pot prezenta dimensiuni foarte mici și contururi șterse, realizînd uneori un aspect areolar care simulează osteoporoza.

La nivelul coloanei vertebrale, leziunile distructive se pot solda cu prăbușirea corpurilor vertebrale și deformarea axului coloanei (fig.408,b; 409).

Coastele afectate prezintă uneori lărgiri circumscrise, corespunzătoare zonelor centrale de osteoliză (aspect de os suflat).

În localizările marginale pe oasele lungi, conturul corticalei sau al compactei poate fi întrerupt; periostoza de vecinătate este absentă.

*Plasmocitomul solitar* este o tumoare rară, descoperită mai ales la persoane tinere, sub 40 de ani; interesează de predilecție coloana vertebrală, bazinul și oasele lungi. În mod obișnuit, în cursul evoluției spontane, leziunea rămîne solitară 1-2 ani, după care focarele osteolitice devin multiple. Radiologic, se manifestă ca o zonă de osteoliză uneori întinsă, structurată (în formele tipice) de o trabeculație osoasă grosolană, ce poate realiza un aspect fals polichistic; țesuturile moi vecine sînt destul de frecvent invadate.

În pofida radiosensibilității sale și a progreselor actuale în domeniul chimioterapiei, prognosticul mielomului rămîne rezervat.

### 10.10.3. Afecțiuni de sistem cu localizare osoasă.

**10.10.3.1. Histiocitoza X** (boala granulomatoasă histiocitară) grupează 3 sindroame principale: granulomul eozinofil, boala Hand-Schüller-Christian și boala Letterer-Siwe.



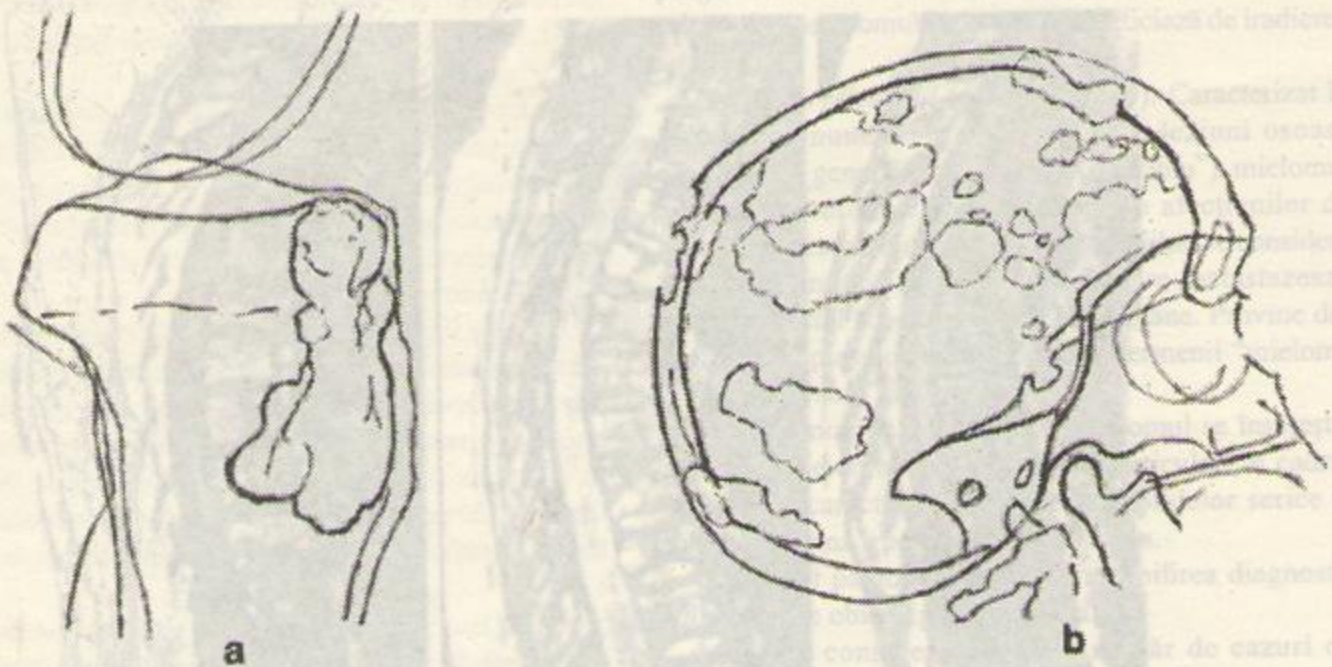


Fig.410. a: Granulom eozinofil al extremități proximale a tibiei; b: Boală Hand-Schüller-Christian (localizare la nivelul oaselor bolții craniene).

*Granulomul eozinofil*, forma cea mai benignă de manifestare a histiocitozei X, este o afecțiune rară ce afectează aproape în exclusivitate tineri sub 20 de ani. Se localizează de predilecție la oasele plate (calota craniană, coaste, bazin, mandibulă).

Histiologic, granulomul eozinofil se caracterizează prin proliferarea reticulo-histiocitară, cu evoluție spre formare de granuloame și fibrozare spontană.

Radiologic, se traduce prin zone de osteoliză cu contururi nete, fără osteoscleroză periferică și fără periostoză de vecinătate (fig.410,a). Creșterea este uneori rapidă, putând determina fracturi pe os patologic. Vindecarea spontană este consemnată în multe cazuri.

*Boala Hand-Schüller-Christian* (granulomul lipoidic) apare la copii între 3-5 ani și se caracterizează prin leziuni granulativ-distructive, localizate la nivelul calotei craniene, oaselor lungi, bazinului, sternului și mandibulei.

Tabloul clinic este reprezentat, în formele tipice, de triada exoftalmie, tulburări hipofizare cu oprirea creșterii și leziuni osoase caracteristice.

Radiologic, la nivelul pieselor scheletice interesate se observă zone de osteoliză de formă neregulată, dispuse în plin țesut osos normal; prin creștere și confluare, iau naștere defecte structurale întinse, de formă neregulată, sugerând o hartă geografică (fig.410,b).

Majoritatea cazurilor sînt letale; în stadiul final, se dezvoltă o anemie gravă, cu insuficiență cardiacă și cașexie. Sînt cunoscute și forme cu involuție spontană.

*Boala Letterer-Siwe* (reticuloza aleucemică) produce leziuni osoase similare în linii mari celor din granulomul lipoidic, de obicei însă mai întinse și mai numeroase.

Apecte asemănătoare sînt întîlnite și în sarcoidoza Besnier-Boeck-Schaumann și boala Gaucher.

**10.10.3.2. Boala Hodgkin** produce determinări osoase de obicei în fazele evolutive avansate; leziunile primitive (la nivelul sternului și vertebrelor) sînt posibile, dar foarte rare. Focarele patologice sînt descoperite de regulă în vecinătatea grupelor ganglionare în care se produc manifestări avansate ale afecțiunii; de la acestea, invazia oaselor survine prin infiltrație.

Radiologic, leziunile osoase îmbracă aspecte diferite: osteoporoză difuză sau circumscrișă, osteoliză marginală sau centrală, osteoscleroză, periostoză. Leziunile se intrică deseori, rezultînd aspecte polimorfe.

#### 10.10.4. Tumorile maligne secundare ale osului

Reprezintă categoria de tumori cea mai frecvent întîlnită la nivelul scheletului. De aceea după vîrsta de 40 de ani, o leziune osoasă cu caractere de malignitate trebuie să fie suspectată de metastază chiar dacă este unică. Prezența de leziuni multiple, care se dezvoltă succesiv, ca și apariția acestora în cursul evoluției unei tumori primare cunoscute, sînt elemente decisive pentru diagnostic.



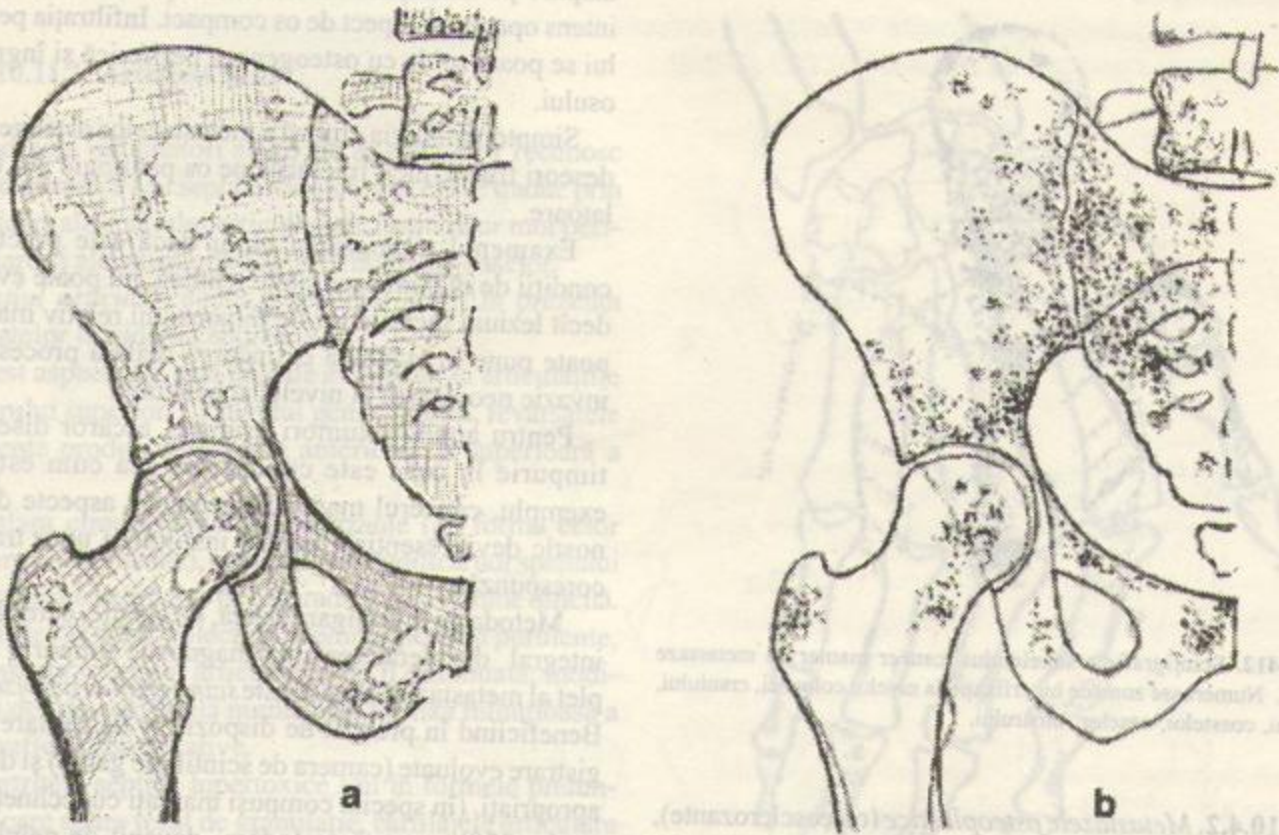


Fig.411. Aspecte radiologice de metastaze osoase la nivelul coloanei lombare, bazinului și femurului. a: metastaze osteolitice; b: metastaze osteoplastice.

Metastazele pot interesa în principiu orice segment scheletic; ele se localizează însă mai frecvent în regiuni bogat vascularizate, adică în țesutul spongios al oaselor, mai rar în corticală și compactă sau în periost. Principalul semn clinic, durerea, precede de regulă cu un interval lung manifestările radiologice. Nu sînt însă rare cazurile în care prezența unei metastaze este complet asimptomatică, fiind relevată de o fractură "spontană".

Originea metastazelor osoase poate fi reprezentată de oricare tumoare malignă primară, indiferent de localizarea și varietatea histologică a acesteia. În ordinea frecvenței, metastazele osoase provin de la cancerul sînului, prostatei, tiroidei, plămînilui, rinichiului, pancreasului, uterului; cele cu punct de plecare în cancerul pielii, faringo-laringelui, stomacului, rectului, ovarului și colonului reprezintă doar 5-10% din totalitatea cazurilor.

La copii, metastazele osoase sînt produse de tumorile Ewing și limfosarcome; sub vîrsta de 10 ani, ele sînt apanajul nefroblastomului Wilms. Cu excepția invaziilor de la o tumoare malignă din vecinătatea imediată, tumorile secundare ale osului se constituie prin diseminare hematogenă (embolii neoplazice).

Din punct anatomo-patologic și radiologic, tumorile maligne secundare ale scheletului se manifestă ca leziuni *osteolitice* sau *osteoplastice*.

Așa-zisa "formă mixtă" nu poate avea o explicație fiziopatologică, întrucît este imposibil ca aceeași formă de țesut tumoral să producă în os leziuni de tip diferit. Manifestări lezionale mixte nu pot apare decît în urma acțiunii unori factori terapeutici.

**10.10.4.1. Metastazele osteolitice** apar radiologic ca zone transparente, de mărimi variabile, dispuse în regiunile centrale sau periferice ale osului (fig.411,a). Forma neregulată, contururile șterse, creșterea relativ rapidă, apariția succesivă, la intervale scurte, de noi leziuni, absența reacției periostale, ca și a invaziei țesuturilor moi vecine, reprezintă trăsături obișnuite, a căror manifestare ușurează diagnosticul.

Apariția fracturilor pe segmente mai mult solicitate mecanic (corpuri vertebrale, oasele membrelor) este frecventă; evoluția radiologică a procesului de vindecare a acestora poate fi normală, calusul include însă deseori cuiburi de celule tumorale, care pot reface leziunea.

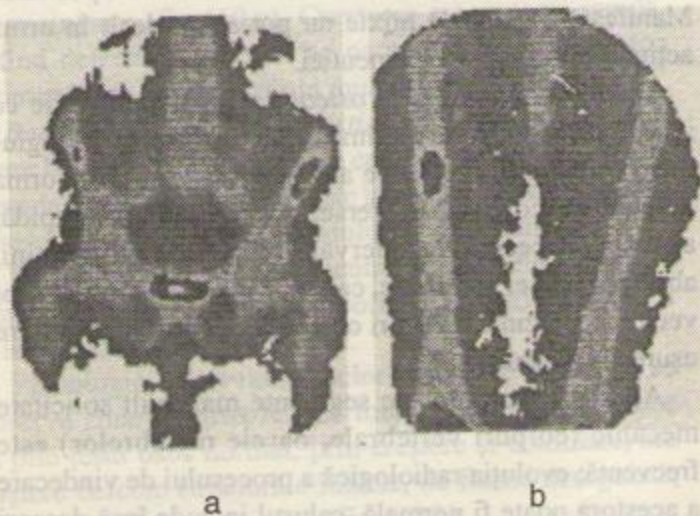




Fig.412. Scintigrafie a scheletului (cancer mamar cu metastaze osoase). Numeroase zone de hiperfixație la nivelul coloanei, craniului, sternului, coastelor, oaselor umărului.

**10.10.4.2. Metastazele osteoplastice (osteosclerozante)**, mai rare, își au originea în tumori primare cu dezvoltare lentă (cancerul prostatei, tubului digestiv și vezicii urinare). Spre deosebire de cele osteolitice, care afectează frecvent membrele, metastazele osteoplastice sînt întîlnite aproape în exclusivitate la scheletul trunchiului (coloana vertebrală și bazin).

Radiologic, această formă de metastaze se traduce prin zone opace insulare, cu contururi șterse și tendință la confluare (fig.411,b). Structura trabeculară a spongioasei



dispare pe întinderi variabile, fiind înlocuită prin zone intens opace, cu aspect de os compact. Infiltrația periostului se poate solda cu osteogeneză periferică și îngroșarea osului.

Simptomatologia clinică a metastazelor osteogene este deseori frustră, încît fracturile pe os patologic pot fi revelatoare.

Examenul radiografic, chiar dacă este practicat în condiții de maximă acuratețe tehnică, nu poate evidenția decît leziuni metastatice de dimensiuni relativ mari și nu poate pune în evidență extinderea reală a procesului de invazie neoplazică la nivelul scheletului.

Pentru anumite tumori primare, a căror diseminare timpurie în oase este cunoscută (așa cum este, spre exemplu, cancerul mamar), asemenea aspecte de diagnostic devin esențiale pentru instituirea unui tratament corespunzător.

Metoda de investigare fizică, de elecție, care răspunde integral dezideratelor unui diagnostic timpuriu și complet al metastazării osoase este *scintigrafia radioizotopică*. Beneficiind în prezent de dispozitive de captare și înregistrare evoluate (camera de scintilație gama) și de trasori apropriați (în special compuși marcați cu tehneciū 99m, vezi p.238), această metodă a devenit de neînlocuit în domeniul respectiv al practicii oncologice.

Principalele avantaje rezultă din posibilitatea investigării întregului schelet în cursul unui singur examen și a evidențierii fără echivoc a leziunilor metastatice, chiar de mici dimensiuni sau situate în regiuni defavorabile explorării radiografice. Expresia scintigrafică a metastazelor osoase este prezența de zone de hiperfixație circumscrise (fig.412 și 413).

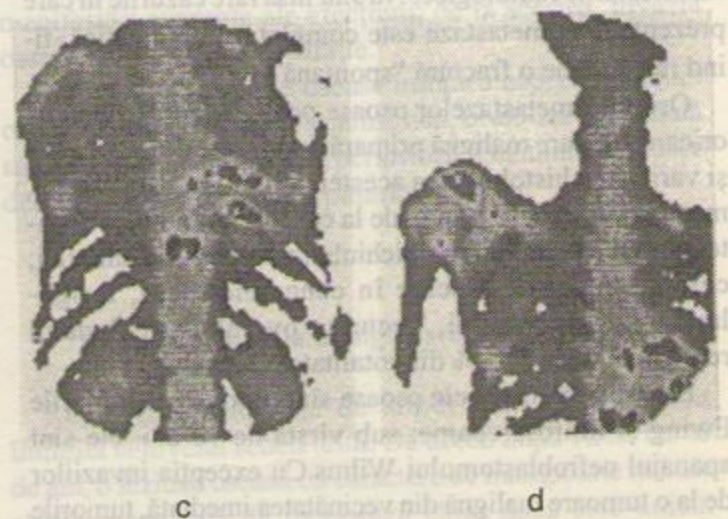


Fig.413. Metastaze osoase multiple ale unui cancer renal (scintigrafie de proiecție cu Tc 99m HMDP). a: bazin (anterior); b: oase femurale (anterior); c: coloană dorsală și grilaj costal (posterior); d: articulația scapulo-humerală stînga (posterior).



## 10.11. Afecțiunile articulațiilor

### 10.11.1. Artritele acute

Procesele inflamatorii acute ale articulațiilor recunosc cauze traumatiche sau septice. Radiologic, ele se traduc prin modificări ale spațiului articular, ale țesuturilor moi periarticulare și ale extremităților articulare ale oaselor.

*Spațiul articular* poate fi moderat lărgit în prezența revărsatelor lichidiene abundente.

Acest aspect este mai ușor de evidențiat la articulațiile membrului superior. La nivelul genunchiului, revărsatele abundente produc deplasarea anterioară și superioară a rotulei.

În afara circumstanțelor favorizante (de forma celor menționate mai înainte), evidențierea modificărilor spațiului articular în artritele acute pe cale radiologică rămâne dificilă.

Mai ales în cazul colecțiilor hemoragice sau purulente, transparența spațiului articular poate fi diminuată; modificarea devine sesizabilă numai prin analiza minuțioasă a radiografiilor comparative.

În artritele septice hipertoxice sau în formele prelungite în care apare țesut de granulație, cartilajele articulare pot fi distruse, ceea ce duce la reducerea lărgimii spațiului articular, uneori pînă la dispariția acestuia (fig.414).

*Modificările țesuturilor moi* periarticulare se traduc radiologic prin intensificarea opacității lor în imagine.

*Modificările extremităților articulare ale oaselor* constau inițial din demineralizarea regiunilor subcondrale, datorită hiperemiei locale; uneori aceasta se poate extinde pe regiuni mari ale epifizelor. Dezvoltarea țesutului de granulație (panusul articular) produce, după distrucția

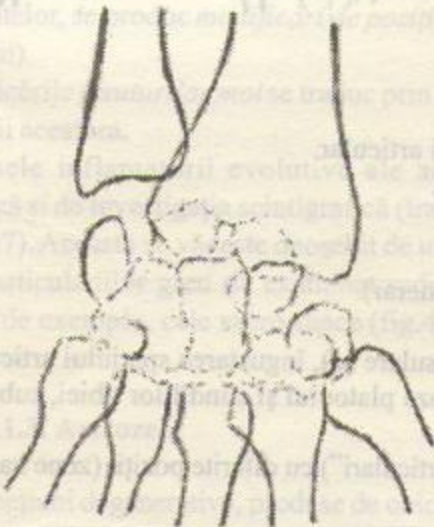


Fig.414. Artrită supurată a mîinii. Reducerea spațiilor articulare, neregularități ale suprafețelor osoase.



Fig.415. Poliartrită cronică evolutivă. Diminuarea lărgimii spațiilor articulare, neregularități ale suprafețelor osoase; scleroză endostală (s), periostoză (p).

cartilajelor articulare, erodarea suprafețelor subjacente ale oaselor, urmată de subluxații și, în perioada de vindecare, de anchiloză osoasă.

### 10.11.2. Artritele cronice

**10.11.2.1. Poliartrita cronică evolutivă** este forma cea mai comună a acestei categorii de afecțiuni articulare. Interesează cu predominanță femeile de vîrstă între 30-50 de ani și se localizează inițial la nivelul articulațiilor dintre oasele scurte și mici ale mîinii și piciorului.

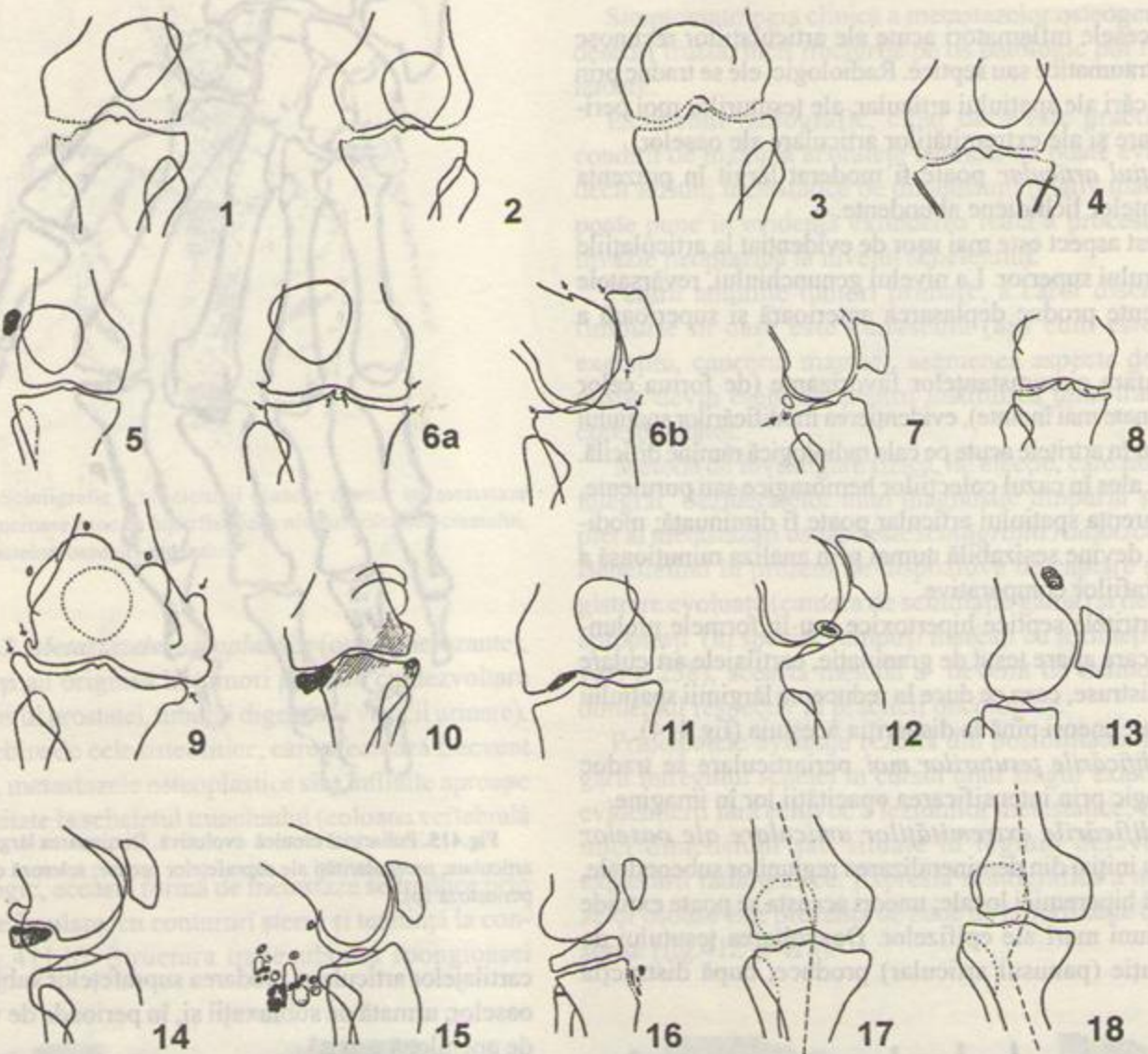
Radiologic, modificările instalate progresiv privesc spațiile articulare, structura oaselor vecine și poziția acestora, ca și țesuturile moi înconjurătoare.

*Spațiile articulare* mai, ales cele dintre oasele carpiene și metacarpo-falangiene, diminuează în înălțime, datorită țesutului de granulație care distruge cartilajele articulare, ducînd uneori la dispariția articulației și instalarea anchilozelor fibroase sau osoase (fig.415).



**Tabel sinoptic**

al manifestărilor radiologice în patologia articulară și juxtaarticulară, cu exemplificare la nivelul genunchiului (vezi și p.255 și 256).



1. Piartrită. Eroziuni ale condililor, îngustarea spațiului articular.
2. Artrită gonococică. Eroziuni ale condililor.
3. Tuberculoză sinovială. Eroziuni ale condililor, îngustarea spațiului articular.
4. Poliartrită cronică evolutivă. Periostoză la nivelul condililor tibiei.
5. Calcificare nodulară juxtapatelară.
6. Artroză. Osteofite, ascuțirea spinelor tibiale. (săgeți).
7. Artroză. Calcificare intraarticulară, situată sub fabela (os supranumerar).
8. Artroză. Calcificarea meniscurilor.
9. Artropatie tabetică. Exostoze juxtaarticulare (săgeți), osificări capsulare (o), îngustarea spațiului articular.
10. Artropatie tabetică. Exostoză juxtaarticulară (laterală), osteosleroza platoului și condililor tibiei, subluxație laterală a tibiei, fractură veche a rotulei.
- 11-14. Formațiuni condromatoase intraarticulare calcificate ("șoareci articulari") cu diferite poziții (zone hașurate).
15. Condromatoză și osteomatoză intraarticulară.
16. Boală Osgood-Schlatter (prezentă la o persoană în creștere).
17. Aspectul articulației genunchiului în genu valgum.
18. Aspectul articulației genunchiului în genu varum.



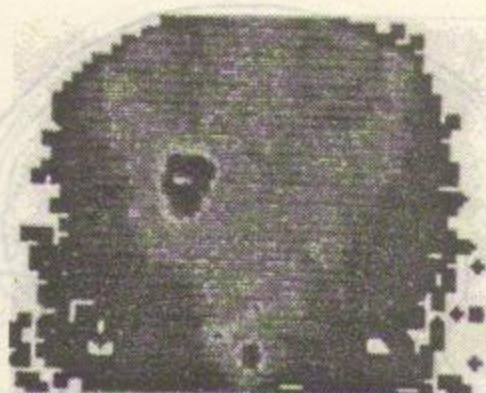


Fig.416. Sacro-ileită stângă. Scintigrafie cu galiu 67 (incidență posterioară). Zonă de hiperfixație intensă, corespunzând ariei de proiecție a articulației.

La nivelul *oaselor* vecine, osteoporoza, uneori foarte intensă, este cea mai comună modificare. Suprafețele articulare ale oaselor pot prezenta, ca urmare a proliferării țesutului de granulație, zone de osteoliză marginală, care creează contururi neregulate (fig.415). Prelungirea stării de demineralizare poate conduce la apariția de mici zone de osteoliză și în interiorul oaselor interesate. În formele cu evoluție foarte îndelungată, un proces de endoscleroză poate fi observat mai ales la nivelul falangelor (fig.415, s), în timp ce periostoză periferică (fig.415, p), realizează o îngroșare discretă a acestora. Osteofitele apărute mai ales la extremitățile proximale ale falangelor, juxta-articular, produc o deformare regională caracteristică (nodulii Heberden).

Ca urmare a distrugerii cartilajelor articulare și osteolizei marginale, la care se adaugă frecvent rețracția fibroasă a ligamentelor, se produc *modificări de poziție* ale oaselor (subluxații).

Modificările *țesuturilor moi* se traduc prin accentuarea intensității acestora.

Procesele inflamatorii evolutive ale articulațiilor beneficiază și de investigația scintigrafică (trasori marcați cu galiu 67). Aceasta se vede deosebit de utilă mai ales în cazul articulațiilor greu de examinat radiografic, așa cum sînt, de exemplu, cele sacro-iliace (fig.416).

### 10.11.3. Artrozele

Sînt afecțiuni degenerative, produse de obicei de factori mecanici locali, care afectează în principal cartilajele articulare și teritoriile osoase subcondrale.



Fig.417. Artroză deformantă a șoldului. Reducere neuniformă a lărgimii spațiului articular, neregularități ale suprafețelor articulare osoase, formațiuni osteofitice juxtaarticulare.

Radiologic, se traduc în primul rînd prin diminuarea lărgimii *spațiului articular*, care poate fi neuniformă; ea nu ajunge niciodată pînă la dispariția acestui spațiu (fig.417).

Modificările de *structură osoasă* constau din osteoporoza epifizelor (produsă de hipofuncția articulației afectate), din mici zone de osteoliză subcondrală (rezultat al hemoragiilor sau necrozelor aseptice) și din apariția, în regiunile în care cartilajul articular este mai mult solicitat mecanic, a sclerozei subcondrale, care dă contururilor osoase articulare, neregulate, o intensitate crescută (fig.417, s).

La marginea suprafețelor articulare ale oaselor sînt prezente formațiuni osteofitice, uneori de dimensiuni mari.

## 10.12. Radiodiagnosticul scheletului cranio-facial

Explorarea radiologică a regiunii cranio-faciale a scheletului este unul dintre cele mai dificile domenii ale radiodiagnosticului. Imaginile radiografice obținute sînt deosebit de complexe iar în interpretarea lor trebuie luate în considerare și analizate, pe lîngă detaliile structurale comune formațiunilor osoase în general, elemente arhitectonice specifice craniului și masivului scheletic al feței. Numeroasele suprafețe curbe, concave și convexe, cavități, șanțuri, orificii, proeminențe și creste, realizează potrivit legilor fizice, care se situează la baza formării ei, o imagine radiografică extrem de bogată în detalii. Aceasta este rezultatul sumării și suprapunerii unei multitudini de planuri, în care se situează formațiunile



anatomice corespunzătoare. De aceea, în foarte multe situații, sînt necesare, în afara radiografiilor de ansamblu, obținute în planuri de proiecție standard, incidente și poziții speciale, care permit reprezentarea cu netitate maximă a unor regiuni limitate sau a unor formațiuni anatomice de dimensiuni mici. Asemenea incidente, tipizate în practica radiologică în urma unei selecții valorice riguroase, sînt numeroase. Ele răspund dezideratelor unor discipline clinice, ca oftalmologia, oto-rino-laringologia, neurologia, și conduc la obținerea unor imagini a căror înțelegere și interpretare necesită un studiu îndelungat și o experiență bogată; de aceea, descrierea lor nu face parte din obiectivele prezentului material.

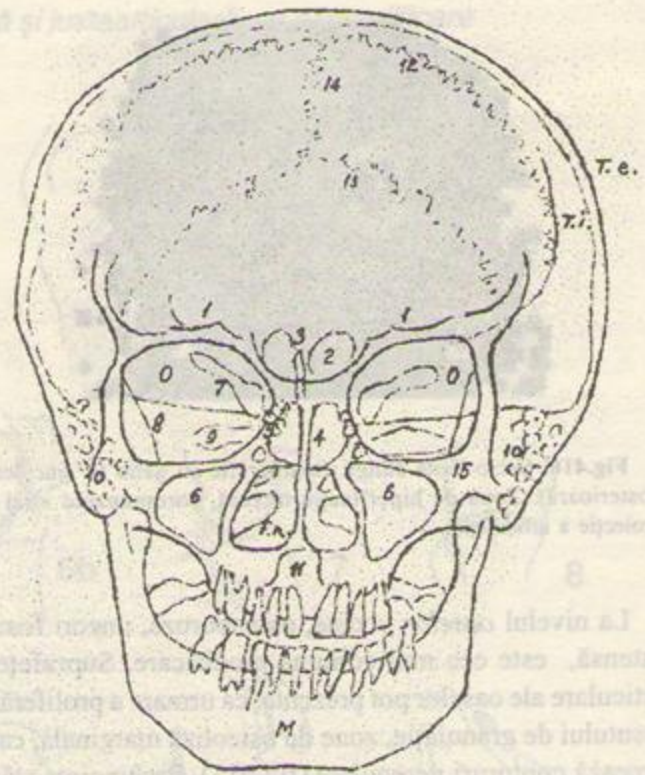
În cele ce urmează, vor fi utilizate, ca elemente de referință pentru recunoașterea principalelor elemente arhitectonice și structurale ale scheletului cranio-facial, trei imagini de ansamblu fundamentale, obținute în proiecțiile de față (incidența occipito-frontală, fig.418), de profil (incidența bitemporală, fig.419) și axială (incidența submento-verticală, fig.420), la care am adăugat și o proiecție semiaxială, apropiată studiului scheletului feței (incidența supraoccipito-alveolară, fig.421).

### 10.12.1. Anatomia radiologică normală a scheletului cranio-facial.

**10.12.1.1. Scheletul cranian.** Majoritatea detaliilor de structură ale *bolții craniene* sînt bine vizibile pe radiografia de profil (fig.419). Oasele bolții fiind proiectate tangențial, se pot recunoaște cele două table de compactă, externă (T.e) și internă (T.i), între care se găsește țesut diploic (D), spongioasa oaselor craniene. Grosimea acestor oase cuprinsă între 3-8 mm în diferitele regiuni ale bolții, nu prezintă în mod normal variații bruște, cele două table păstrînd un paralelism relativ. Singura excepție este constituită de protuberanța occipitală (25), care se proiectează sub forma unei îngroșări limitate, de aspect variabil, uneori ca un veritabil osteofil, în regiunea postero-inferioară a bolții.

Suturile dintre oasele bolții apar sub forma unor linii opace fine, cu traiect sinuos sau în zig-zag. Radiografia de profil (fig.419) permite recunoașterea suturilor fronto-parietală (20) și parieto-occipitală (21); pe imaginea de față (fig.418) sînt vizibile sutura coronară (12), lambdoidă (13) și sagitală (14).

Pe fondul aparent omogen al oaselor bolții putem distinge, la o examinare atentă, o serie de detalii structurale. Astfel, la copil (și, în unele situații particulare, la adult) se recunosc impresiuni digitate. În vecinătatea suturii sagitale, corpusculii Pacchioni de dimensiuni mai mari creează,

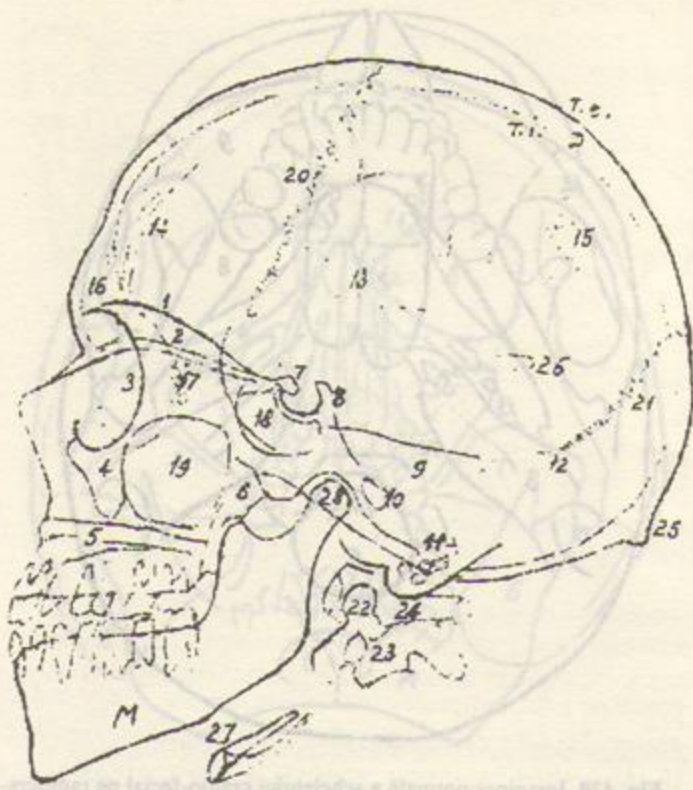


**Fig.418.** Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia de față (incidența occipito-frontală). 1. planșeul fosei anterioare a craniului; 2. sinusurile frontale; 3. apofiza crista galli; 4. sinusul sfenoidal; 5. celule etmoidale; 6. sinusurile maxilare; 7. fanta sfenoidală; 8. stîncă temporală; 9. conductul auditiv intern; 10. mastoïda; 11. apofiza odontoïdă; 12. sutura coronară; 13. sutura lambdoidă; 14. sutura sagitală; 15. osul malar. T. e. și T. i.: tabla externă și cea internă a bolții craniene; F. n.: fosele nazale; M:mandibula; O:cavitățile orbitare.

prin atrofia tablei interne, fosete traduse prin imagini de transparență crescută, net conturate (fig.419, 26). Rețeaua vasculară din imediata apropiere a oaselor bolții sau din grosimea acestora realizează depresiuni (șanțuri) pe tabla internă. Șanțurile arteriale, reprezentate prin imagini transparente liniare, au margini paralele, net conturate și se dicotomizează la intervale variabile. Pe imaginea de profil, sînt de obicei bine vizibile șanțurile arterei meningeae mijlocii și ale ramurilor acesteia, ca și cele ale arterei meningeae frontale (fig.419, 13 și 14). Venele diploice au o topografie variabilă; prin confluență, ele pot realiza sisteme de lacuri sanguine, traduse radiologic prin imagini transparente "în cap de meduză" (fig.419, 15). Șanțurile sinusurilor venoase sînt mai voluminoase, au margini paralele, nete și regulate; de obicei este bine reprezentat sinusul transvers (fig.419, 12).

În ceea ce privește regiunea *bazei craniului*, radiografia de profil permite evidențierea celor trei etaje, anterior, mijlociu și posterior, ale acesteia.





**Fig.419.** Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia de profil (incidența bitemporală) 1. tavanul cavităților orbitale; 2. planșeul fosei anterioare a craniului, pe linia mediană; 3. marginea laterală a orbitelor; 4. osul malar; 5. palatul dur; 6. procesele pterigoidiene; 7. clinoidele anterioare; 8. lama patulateră; 9. stinca temporală; 10. conductul auditiv extern; 11. mastoidea; 12. sinusul venos transvers; 13. șanțurile arterei meningece mijlocii; 14. șanțurile arterei meningece frontale; 15. canal venos diploic; 16. sinusul frontal; 17. celulele etmoidale; 18. sinusul sfenoidal; 19. sinusul maxilar; 20. sutura parieto-frontală; 21. sutura parieto-occipitală; 22. odontoida; 23. axisul; 24. atlasul; 25. protuberanța occipitală; 26. fosetă a granulațiilor Pacchioni; 27. osul hioid; 28. articulația temporo-mandibulară. T. e. și T. i.: Tablele externă și internă ale bolții craniene; D:diploe; M:mandibulă.

Etajul *anterior* este reprezentat pe imaginea de profil în primul rând prin contururile plafoanelor orbitare (fig. 419, 1), linii cu ușoară convexitate superioară, care descind și se termină în vecinătatea clinoidelor anterioare (fig. 419, 7). În al doilea rând, printr-o linie cu traiect orizontal, care corespunde planșeului acestui etaj pe linia mediană (fig. 419, 2), și care, plecând de la tuberculul selar (situat la extremitatea anterioară a șeii turcești), se unește înainte și în sus cu peretele posterior al sinusului frontal (fig. 419, 16) și cu tabla internă a osului frontal.

Etajul *mijlociu* este dominat de imaginea șeii turcești, formațiune pronunțat concavă, aparținând sfenoidului, dezvoltată între tuberculul selar și lama patulateră, și delimitată anterior de apofizele clinoidelor anterioare (fig.419, 7) și posterior de clinoidele posterioare, expan-

siuni ale lamei patulateră (fig.419, 8) (vezi și fig.424). Fundul șeii turcești este în același timp plafonul sinusului sfenoidal (fig. 419, 18). Lama patulateră poate fi evidențiată uneori și pe imaginea de față, în timp ce sinusul sfenoidal este reprezentat pe toate imaginile de ansamblu (fig.418,4; fig. 419, 18; fig.420, 2; fig. 421, 4).

Dintre elementele etajului *posterior*, trebuie menționate imaginile stincilor temporalului, proiectate suprapus pe radiografia de profil (fig.419, 9) și separat pe cea de față (fig.418, 8). Orificiul conductului auditiv extern este vizibil în incidența bitemporală (fig.419, 10), în timp ce alte detalii ale stincii pot fi evidențiate pe imaginea de față (conductul auditiv intern, fig.418, 9) sau pe cea axială (vîrfurile și marginile stincii, fig.420, 5, 13, 14). O regiune particulară a osului temporal, caracterizată prin conținutul bogat în cavități aeriice (celule), regiunea mastoidiană, terminată în jos prin apofiza omonimă, este net reprezentată pe toate imaginile de referință (fig.418,10; fig.419, 11; fig.420, 11; fig. 421, 5).

Trebuie menționat că radiografia în proiecție axială (fig. 420), imaginată și utilizată în special pentru studiul regiunii bazei craniului, oferă numeroase detalii structurale și arhitectonice ale acestei regiuni, printre care cele două margini ale stincii temporalului (13, 14), gaura occipitală (6), în care se situează apofiza odontoidă a axisului (7).

**10.12.1.2. Masivul scheletic facial** prezintă două trăsături caracteristice: prezența, în regiunea lui superioară, de piese osoase configurate și dispuse astfel încît formează cavități ce adăpostesc diferite organe sau au un conținut aerice (deci regiuni cu transparentă crescută pe imaginea radiografică) și, în evident contrast, în porțiunea inferioară, de porțiuni dense aparținând maxilarelor și destinate implantării dinților (arcadele dentare).

*Fosele nazale* sînt reprezentate radiologic prin două regiuni transparente, de formă aproximativ triunghiulară, cu unghiurile rotunjite, dispuse în centrul imaginii scheletului facial (F. n. în fig.418 și 421) și separate prin septul nazal (fig.421, 9), a cărui imagine continuă în jos pe cea a apofizei crista galli, formațiune osoasă intracraniană (fig.418, 3).

*Cavitățile orbitare* apar pe radiografiile în proiecție de față și semiaxială ca imagini transparente, de formă aproximativ circulară sau ovală, simetrice, net conturate prin muchiile osoase care le delimitează (fig.418, 10, fig.421, 8); ele sînt dispuse lateral și superior în raport cu fosele nazale. În interiorul lor sînt vizibile, pe radiografia de față, imaginile transparente ale fantelor sfenoidale (fig. 418, 7), dispuse între aripa mare și cea mică a sfenoidului. Contururile laterale ale orbitelor sînt net vizibile și pe radiografia de profil (fig.419, 3).



*Sinusurile aeriice cranio-faciale* pot fi evidențiate în măsură mai mult sau mai puțin completă pe radiografiile de față, profil și axială, datorită transparenței conferite de conținutul lor. Incidența supraoccipitalo-alveolară (fig. 421) rămâne însă cea mai apropiată studiului acestor sinusuri, etichetate uneori, datorită vecinătății cu fosele nazale, "sinusuri paranazale".

Sinusurile *frontale* apar ca imagini transparente de dimensiuni și formă variabile, de obicei asimetrice, cu contururi nete, dispuse de o parte și de alta a liniei mediane, deasupra foselor nazale, între cele două contururi supero-interne ale orbitelor (fig. 418, 2; fig. 421, 1). Radiografia de profil permite aprecierea dezvoltării lor în profunzimea osului frontal (fig. 419, 16).

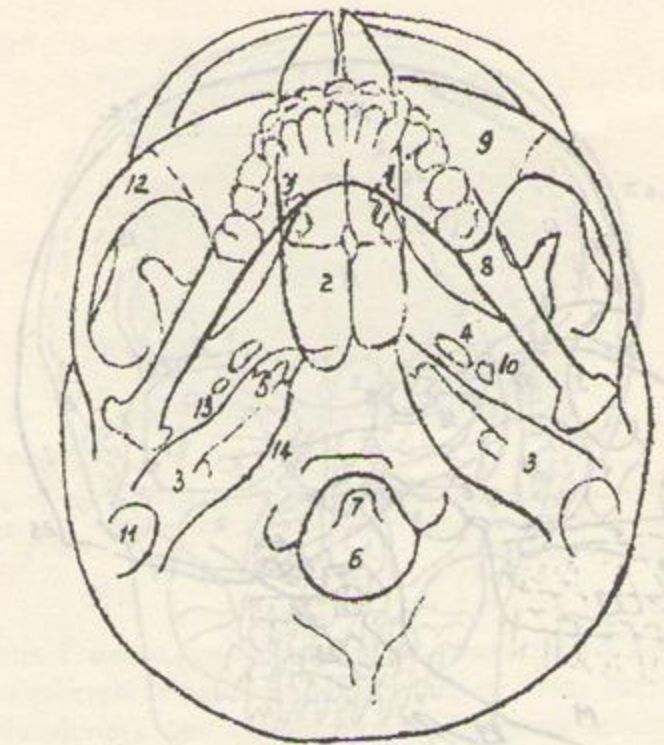
Sinusurile *maxilare* realizează transparențe simetrice deosebit de nete, de formă triunghiulară, situate de o parte și de alta a foselor nazale, sub imaginile cavităților orbitare (fig. 418, 6; fig. 421, 3). Radiografia de profil permite aprecierea dimensiunilor lor în sens antero-posterior (fig. 419, 19) iar cea axială evidențiază pereții lor posteriori (fig. 420, 9).

În aria cuprinsă între pereții laterali ai foselor nazale (medial), pereții interni ai orbitelor (lateral), sinusurile frontale (superior) și sinusurile maxilare (inferior), se proiectează regiunea *celulelor etmoidale*, caracterizată prin prezența de numeroase imagini transparente de dimensiuni mici și formă variabilă, cu pereți extrem de fini, depășind în unele puncte contururile formațiunilor limitrofe (fig. 418, 5; fig. 419, 17; fig. 420, 1; fig. 421, 2).

Aparținând bazei craniului, sinusurile *sfenoidale* sînt incluse de regulă în descrierea ansamblului cavităților aeriice; ele sînt vizibile pe toate imaginile de referință pe care le-am prezentat (fig. 418, 4; fig. 419, 18; fig. 420, 2; fig. 421, 4). Se caracterizează printr-o remarcabilă variabilitate de formă și dimensiuni (în înălțime și în profunzime), ca și prin frecvența lor asimetrică.

În regiunile laterale ale scheletului facial se proiectează opacitățile masive ale oaselor malare (fig. 418, 15; fig. 419, 4; fig. 420, 2; fig. 421, 4). Ele sînt veritabile piese de rezistență ale arhitectonicii osoase a feței.

Cele două arcade dentare sînt situate pe marginea inferioară a oaselor maxilare superioare, respectiv pe cea superioară a mandibulei; recunoașterea lor pe oricare dintre radiografiile de ansamblu nu întîmpină dificultăți. La fel de pregnantă este imaginea mandibulei (fig. 418, 419 și 421, M; fig. 420, 8), cu diferitele sale regiuni anatomice, printre care ramura ascendentă (fig. 421, 6), codilul și articulația temporo-mandibulară (fig. 419, 28).



**Fig. 420.** Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia axială (incidența submento-verticală). 1. celule etmoidale; 2. sinusul sfenoidal; 3. stîncă temporalului; 4. gaura ovală; 5. vîrfurile stîncii temporalului; 6. gaura occipitală; 7. apofiza odontoidă; 8. mandibula; 9. sinusul maxilar; 10. gaura rotundă; 11. regiunea mastoidiană; 12. osul malar; 13. marginea anterioară a stîncii temporalului (delimitînd posterior gaura ruptă anterioară); 14. marginea posterioară a stîncii (delimitînd anterior gaura ruptă posterioară).

### 10.12.2. Aspecte patologice ale scheletului cranio-facial.

**10.12.2.1. Leziuni traumatice.** *Fracturile oaselor bolții craniene* sînt de regulă ușor de evidențiat pe radiografiile de față sau de profil, sub forma unor imagini transparente liniare, de întindere variabilă, cu contururi nete și paralele, rectilinii sau prezentînd angulații, sinuozități sau ramificații (fig. 422); uneori, în funcție de mecanismul producerii lor, traiectele de fractură pot fi deosebit de complexe. Dacă este interesată o porțiune a bolții care se proiectează tangențial, devine aparentă întreruperea conturilor tablelor osoase, uneori decalarea ușoară a acestora.

Fracturile bazei craniului și ale oaselor feței, mai ales dacă au o întindere redusă, necesită o examinare deosebit de minuțioasă a imaginii radiografice, în diferite incidente, întrucît evidențierea lor poate fi foarte dificilă.

**10.12.2.2. Afecțiuni hiperostozante cu localizare craniană.** *Meningiomul*, tumoră cu originea în celulele arahnoidiene incluse în dura mater, realizează o îngroșare



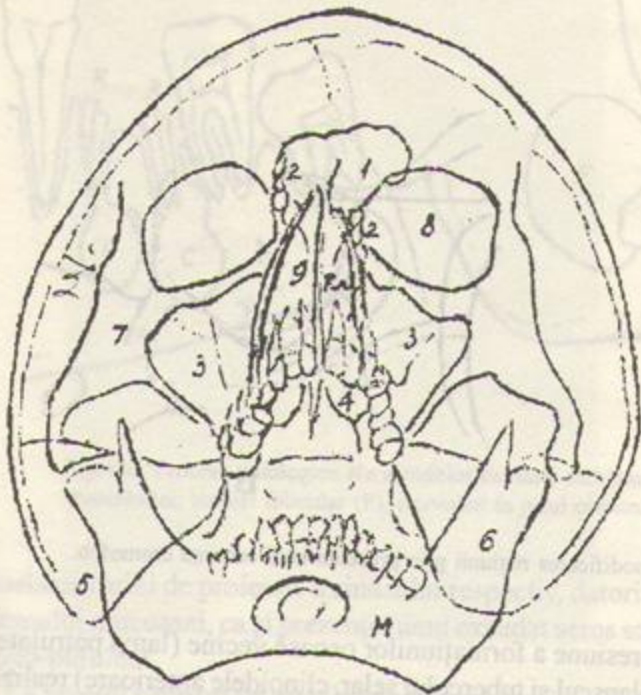


Fig.421. Imaginea normală a scheletului cranio-facial în incidența semiaxială supraoccipito-alveolară. 1. sinusul frontal; 2. celule etmoidale; 3. sinusurile maxilare; 4. sinusul sfenoidal; 5. mastoida; 6. ramura verticală a mandibulei; 7. osul malar; 8. cavitățile orbitare; 9. septul nazal. F. n. :fosele nazale M:mandibula.

circumscrișă, uneori considerabilă, a oaselor craniene, pe seama tablei interne sau a ambelor table. Formațiunea patologică hiperplazică prezintă o structură osoasă densă, iar în cursul evoluției se comportă ca o tumoră benignă; se localizează de predilecție la nivelul orbitelor sau al regiunii parasagitale a bolții (fig.423).

**Boala Paget.** Localizarea craniană a bolii Paget produce, în faza de evoluție tardivă, o îngroșare exprimată a oaselor bolții craniene, care prezintă în același timp o structură profund alterată ("anarhică"), traducând prezența unui proces distrofic, cu predominanța osteosclerozei (fig.398,b).

**10.12.2.3. Afecțiuni osteolizante cu localizare craniană.** Localizarea (rară) a sarcomului osteolitic la nivelul bolții craniene produce zone de osteoliză de întindere variabilă, cu contururi neregulate, parțial șterse, ce reflectă infiltrația vecinătății. La nivelul tablelor osoase proiectate tangențial, se evidențiază dispariția conturilor acestora pe porțiunea interesată de tumoră.

Dezvoltarea extracraniană a tumorii se traduce prin apariția unei proeminențe care deformează regiunea și crește opacitatea țesuturilor moi ce alcătuiesc învelișul exterior al bolții.

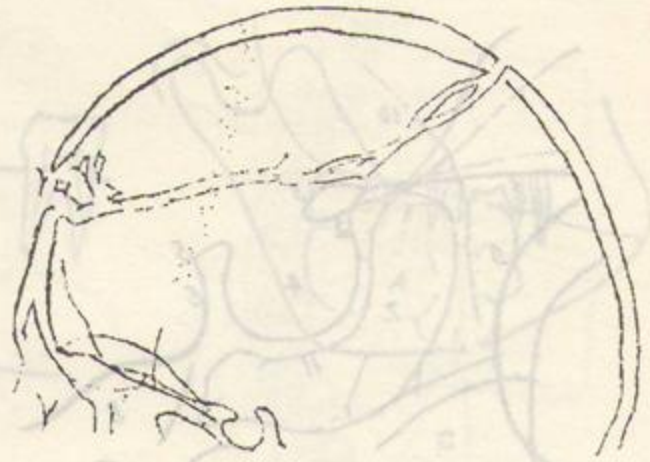


Fig.422. Fractura circulară a calotei craniene.

**Mielomul multiplu** produce zone multiple de osteoliză, interesând una sau ambele table osoase, de dimensiuni variabile; forma imaginilor transparente rezultate este aproximativ rotundă iar conturile acestora sînt nete și regulate (fig.408,a).

Imagini transparente comparabile, dar cu forma și contururile mult mai neregulate, deseori șterse, pot fi întîlnite și în localizările la nivelul bolții ale metastazelor unor tumori maligne (cancer mamar, tiroidian etc.).

Localizarea craniană a **bolii Hand-Schüller-Cristian** produce leziuni osteolitice de regulă multiple, cu dimensiuni uneori considerabile, cu contur net, dar neregulat (fig.410,b).

**10.12.2.4. Procese patologice ale regiunii selare.** Imaginea radiologică ce permite o reprezentare de maximă netitate a regiunii șeii turcești este cea obținută în incidența laterală a craniului, cu regiunea respectivă situată exact în centrul fasciculului mult restrîns prin diafragmare sau

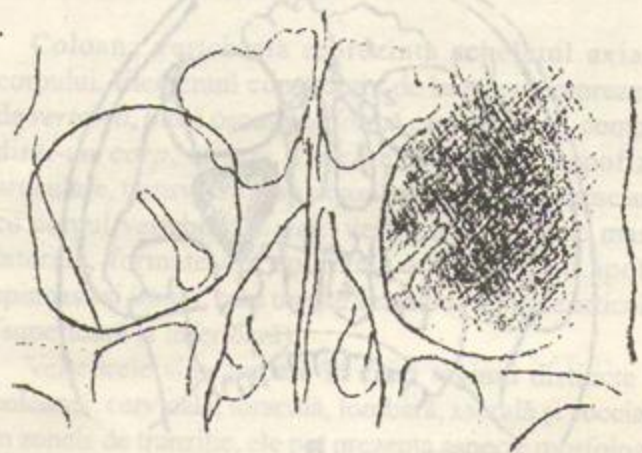


Fig.423. Meningion al aripilor sfenoidului; îngustarea fantei sfenoidale, atrofia pereților orbitei, cu lărgirea acesteia.



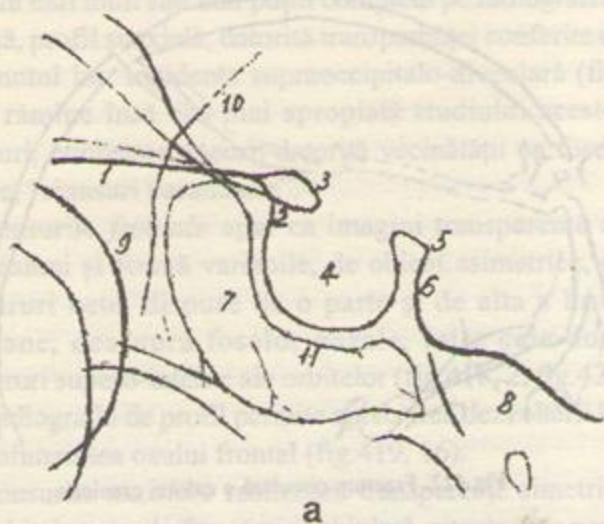


Fig.424. a: anatomia radiologică normală a regiunii selare; b:modificarea regiunii prin prezența unui adenom cromofob.

prin utilizarea unui localizator conic. Pe această imagine (fig.424,a) sînt bine reprezentate detaliile anatomice regionale:planul sfenoidal (1), tuberculul selar (2), apofizele clinoidale anterioare (3), șaua turcească (4), clinoidele posterioare (5), lama patruleteră (6), sinusul sfenoidal (7), stînca temporalului (8), contururile laterale ale orbitelor (9), contururile posterioare ale aripilor mici ale sfenoidului (10), planșeul cavității selare (11).

Patologia regiunii este net dominată de afecțiunile hipofizei, dintre care *adenomul hipofizar*, încadrat în categoria tumorilor benigne, se situează pe prim plan ca frecvență și importanță.

Datorită dezvoltării sale excentrice lente, pînă la dimensiuni uneori considerabile, adenomul hipofizar (îndeosebi adenomul cromofob) produce atrofia prin

presiune a formațiunilor osoase vecine (lama patruleteră, planșeul și tuberculul selar, clinoidele anterioare) realizînd în ansamblu creșterea marcată a dimensiunilor șei turcești.

Imaginea radiografică (fig. 424, b) evidențiază în formele avansate gradul și sensul modificărilor dimensionale ale cavității selare (4), subțierea planșeului, care poate prezenta contururi multiple (11), deformarea prin îngustare și împingerea înapoi a lamei patruletere (6), depresiunea tuberculului selar (2), ascuțirea și subțierea clinoidelor anterioare (3).

**10.12.2.5. Procese patologice ale masivului facial.**  
Afecțiunile inflamatorii ale sinusurilor aeriice (sinuzite frontale sau maxilare), deosebit de frecvente, se traduc radiologic, în formele acute, prin opacifierea discretă

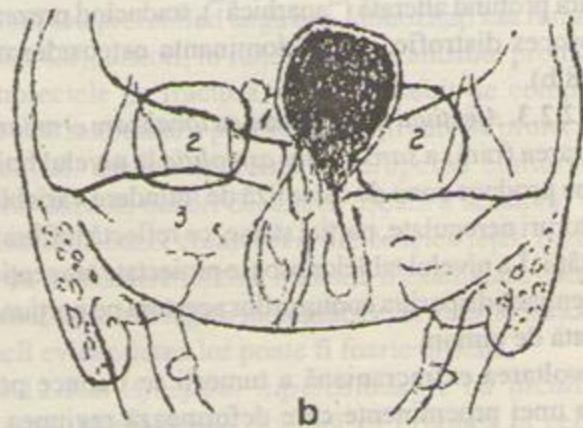
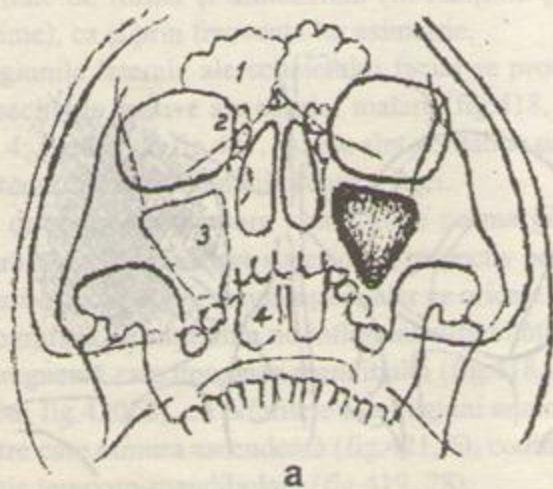


Fig.425. Procese patologice ale masivului osos facial. a: sinuzita maxilară cronică stîngă. 1. sinusul frontal; 2. orbite; 3. sinusuri maxilare; 4. sinusul sfenoidal. b:osteom al sinusului frontal stîng. 1. sinus frontal drept; 2. orbite; 3. stîncile temporale.



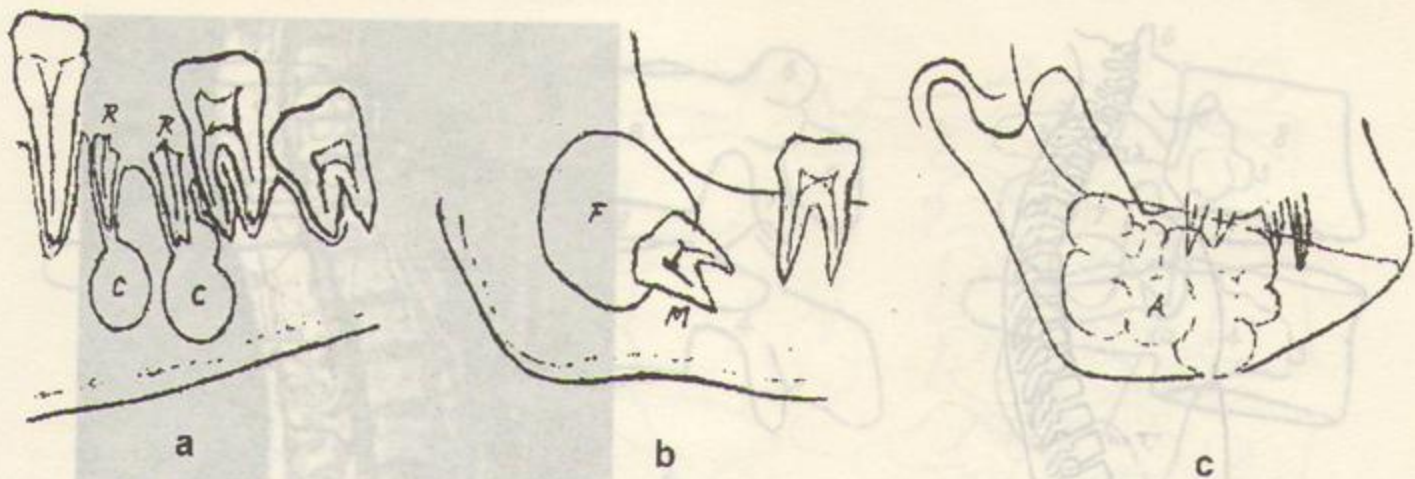


Fig.426. Procese patologice ale arcadei dentare. a:chisturi radiculare (C) dezvoltate în jurul unor rădăcini dentare (R), la nivelul mandibulei; b:chist folicular (F), dezvoltat în jurul coroanei molarului de minte (M) inclus; c:adamantinom (A) al mandibulei

(voalarea) ariei de proiecție a sinusului respectiv, datorită edemului mucoasei, ca și prezenței unui exsudat seros sau muco-purulent.

La nivelul sinusurilor maxilare, existența unei cantități de lichid poate fi pusă în evidență cu claritate prin efectuarea unei radiografii a regiunii respective în ortostatism. În acest mod, pe suprafața sinusului apare o imagine hidroaerică tipică.

În formele cronice, îngroșarea considerabilă a mucoasei produce îngroșarea corespunzătoare a imaginii pereților sinuzali, ștergerea conturilor acestora, reducerea ariei de proiecție a cavității sinuzale afectate și scăderea transparenței ei în raport cu starea normală (fig.425,a).

*Osteomul*, tumoră benignă specifică țesutului osos, se localizează destul de frecvent la nivelul sinusurilor frontale, având ca loc de origine o celulă etmoidală vecină. În dezvoltare, osteoamele pot atinge dimensiuni considerabile producând o simptomatologie clinică ce traduce compresia organelor vecine. Formate din țesut osos matur, compact sau spongios, osteoamele apar radiologic sub formă de opacități intense, omogene, cu contururi nete și regulate (fig.452,b).

**10.12.2.6. Procese patologice ale arcadei dentare.** La nivelul oaselor maxilare și a mandibulei, cu predilecție în regiunea arcadei dentare, se dezvoltă o mare varietate de formațiuni patologice, apărute ca urmare a evoluției unor afecțiuni ale dinților sau a degenerării chistice sau tumorale a unor structuri ale acestora.

*Chistul radicular* este etapa finală de evoluție a granulomului periapical. Se traduce radiologic printr-o zonă de osteoliză de formă regulată, rotundă sau ovală, net delimitată printr-un lizereu opac fin, care înconjoară vârful rădăcinii (fig.426,a).

*Chistul paradentar* are probabil o etiopatogenie similară chistului osos esențial; zona de osteoliză pe care o produce este mai puțin regulată și mai puțin bine delimitată față de vecinătate decât în cazul acestuia.

*Chistul folicular* se dezvoltă în jurul unui dinte inclus sau al coroanei acestuia (fig.426,b).

*Adamantinomul* este o tumoră benignă formată din țesuturi dentare embrionale. Produce zone de osteoliză unice, asemănătoare cu un chist, sau compartimentate prin prezența de septuri (fig.426,c); are de regulă contururi nete, iar la dimensiuni mari realizează suflarea osului.

*Odontoamele* sînt constituite din țesuturi dentare mature (smalt, dentină, cement) și recunosc mai multe variante (intraosoase, intradentare, satelite ale rădăcinii). Forma odontoplastică se caracterizează printr-un conglomerat de "denticuli" (dinți cu dezvoltare rudimentară).

### 10.13. Radiodiagnosticul coloanei vertebrale.

Coloana vertebrală reprezintă scheletul axial al corpului. Elementul constructiv de bază este reprezentat de *vertebră*, piesă osoasă de formă caracteristică, compusă dintr-un *corp*, un *arc* din care se desprind apofizele articulare, transverse și spinoasă, *pediculi* care unesc arcul cu corpul vertebral, *lamelle* vertebrale ce unesc masele laterale, formate din apofizele articulare, cu apofiza spinoasă și *istmul*, care unește cele două apofize articulare (superioară și inferioară).

Vertebrele sînt grupate în cinci regiuni distincte ale coloanei: cervicală, toracală, lombară, sacrală și cocciiană; în zonele de tranziție, ele pot prezenta aspecte morfologice care fac dificilă atribuirea apartenenței lor la una din regiunile continue.



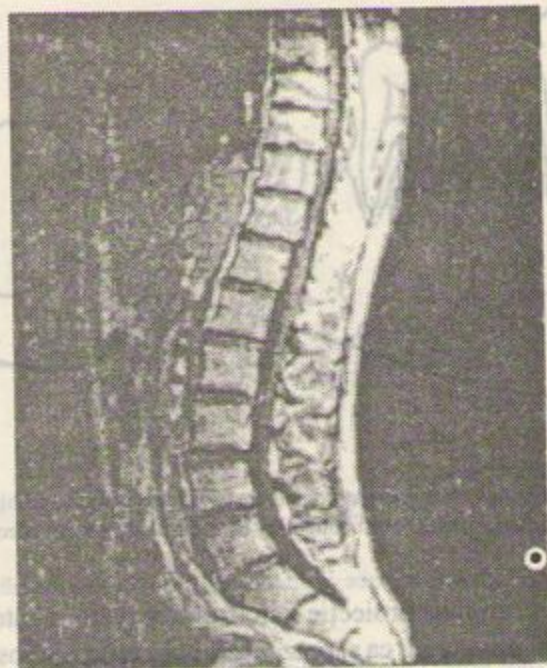
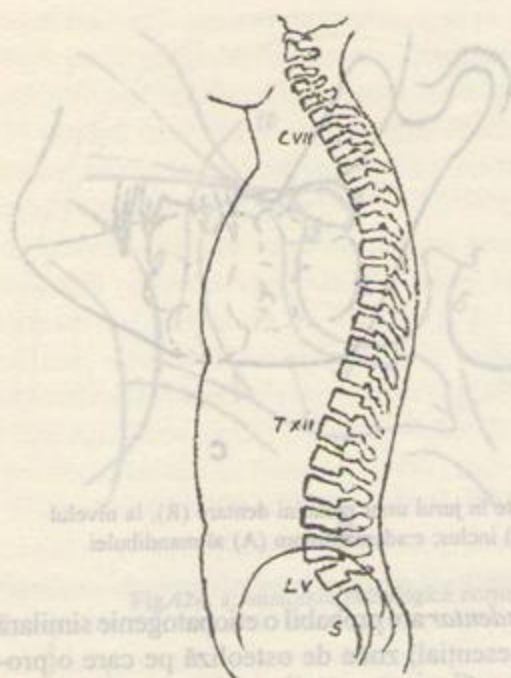


Fig.427. Schiță anatomică reprezentând curbura coloanei vertebrale în plan sagital (stînga). Imagine RMN în plan sagital a regiunilor toracală inferioară, lombară și sacrală ale coloanei (dreapta).

Cu excepția celor situate la extremitățile coloanei, vertebrele se încadrează într-un plan arhitectonic comun. Corpurile vertebrale au o formă cilindrică, dimensiunile lor crescînd treptat de la regiunea cervicală spre sacru, pentru a diminua brusc începînd cu vertebra 3-a sacrală.

Prima vertebră cervicală, *atlasul*, este lipsită de corp, care, în cursul dezvoltării embrionare, se sudează cu corpul celei de a doua vertebre, *axisul*, devenind apofiza odontoidă. Această modificare asigură posibilitatea mișcărilor de rotație a capului.

Suprafața caudală a unei vertebre este unită cu suprafața craniană a vertebrei subjacente prin *discul intervertebral*, formațiune complexă, cu rol de amfiartroză, alcătuită dintr-un inel fibros marginal și un nucleu pulpos central.

Privită în ansamblu, coloana vertebrală prezintă o serie de curburi, dispuse atît în planul sagital, cît și în plan frontal. În planul sagital, se succed în sens cranio-caudal lordoză cervicală, cifoza toracală, lordoză lombară și cifoza sacrală (fig.427); în plan frontal, este prezentă mai frecvent o ușoară scolioză dextroconvexă, corespunzînd vertebrelor T3-T5.

#### 10.13.1. Aspectul radiologic al coloanei vertebrale normale

Reprezentarea completă a elementelor componente ale vertebrelor implică efectuarea de radiografii în mai multe

poziții: de față, de profil și oblice (separate pentru partea dreaptă și stîngă) (fig.428).

Imaginea de față (fig.428,a) permite examinarea contururilor corpurilor vertebrale (1, 2), poziției pediculiilor (4), apofizelor transverse (3) și unor detalii ale apofizelor spinoase (5).

Pe imaginea de profil (fig. 428, b) sînt reprezentate cu netitate corpurile vertebrale (8), pediculi (4), apofizele spinoase (5), unele detalii ale articulațiilor mici (6, 7), ca și spațiile intervertebrale (9); în această poziție pot fi apreciate și curbura coloanei.

Pozițiile oblice se folosesc mai ales pentru evidențierea găurilor de conjugare, a micilor articulații și istmului (fig.428,c, 6, 7 și 10).

**10.13.1.1. Regiunea suboccipitală** se examinează de față mai ales în incidența transbucală (cu gura larg deschisă). Pe imaginea obținută (fig.429), *condilii occipitalului* apar ca două formațiuni ovalare (1), care se articulează cu masele laterale ale *atlasului*, de formă patulateră, dispuse de o parte și de alta a odontoidei (7). *Axisul* (2) prezintă aceleași caractere ca și celelalte vertebre cervicale, avînd în plus, atașată pe linia corpurilor vertebrale, apofiza odontoidă (3). Aceasta este bine vizibilă și pe radiografia de profil a coloanei cervicale superioare (fig.430,b).

**10.13.1.2. Celelalte vertebre cervicale** au caracterele generale descrise; corpurile vertebrale prezintă, ca parti-



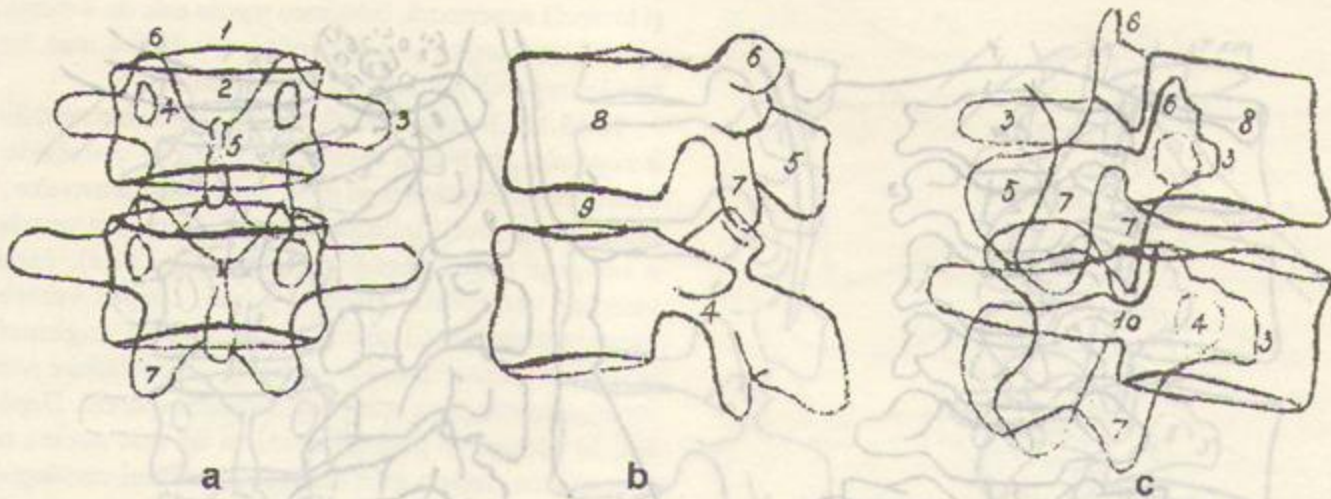


Fig. 428. Aspectul radiologic al elementelor arhitectonice ale vertebrelor pe imaginea de față (a), de profil (b) și oblică (c). 1. marginea posterioară a suprafeței discale; 2. marginea anterioară a suprafeței discale; 3. apofiza transversă; 4. pediculul vertebral; 5. apofiza spinoasă; 6. apofiza articulară superioară; 7. apofiza articulară inferioară; 8. corp vertebral; 9. spațiu intervertebral; 10. istmul arcului vertebral.

cularitate, pe conturul lor superior, la nivelul unghiurilor laterale, mici prelungiri ascuțite, *apofizele unciforme* (fig. 430, a, 10).

Radiografia de profil a coloanei cervicale (fig 430,b) evidențiază corpurile vertebrale, spațiile discale și apofizele spinoase (2), cea mai dezvoltată dintre acestea aparținând vertebrei C7.

Pentru examinarea găurilor de conjugare sînt necesare radiografiile efectuate în incidențe oblice.

**10.13.1.3.** În regiunile *toracală* și *lombară*, vertebrelor se aseamănă ca formă dar se deosebesc prin dimensiuni și prin poziția apofizelor spinoase (fig.431 și 432). Pe imaginea de față (fig.431,a; fig.432,a), corpurile vertebrale apar dreptunghiulare, cu contururile laterale ușor concave; de profil, concavitatea apare mai exprimată (pe conturul anterior și posterior), mai ales în regiunea lombară (fig.432,b). Apofiza spinoasă a vertebrei L4 este cea mai scurtă și are de obicei o orientare ușor ascendentă.

Pediculii vertebrali sînt bine vizibili pe radiografiile de profil (fig.431,b; 432,b,5); examinarea găurilor de conjugare este posibilă pe radiografia de profil (pentru coloana toracală) și pe radiografiile în poziții oblice (pentru coloana lombară). Acestea din urmă sînt deseori practicate pentru relații deosebit de utile cu privire la micile articulații și la starea istmurilor vertebrale pe care le oferă (fig.432,c).

**10.13.1.4. Osul sacral și coccisul.** Format prin sudarea a 5 piese vertebrale, sacrumul apare ca o formațiune osoasă unică, de formă piramidală. Pe radiografiile de față (fig. 433,a) se pun în evidență aripile sacrale (3), creasta

mediană, formată prin contopirea spinoaselor (5) și găurile sacrale (2); sînt, de asemenea, vizibile în mare măsură articulațiile sacro-iliace (1).

Corpurile vertebrale coccigiene, rudimentare, apar ca mici piese osoase de formă aproximativ trapezoidală (fig.423,a, 9). Radiografia de profil a regiunii sacro-coccigiene (fig. 433,b) pune în evidență, pe lângă detaliile arhitectonice proprii segmentelor osoase reprezentate, promontoriul (7), element important pentru practica obstetricală.

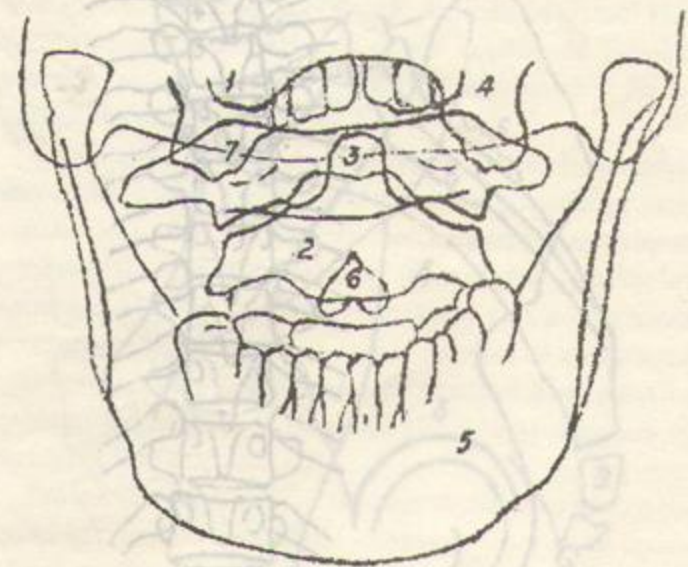


Fig.429. Regiunea suboccipitală (incidență transbucală). 1. condilii occipitali; 2. corpul axisului; 3. odontoida; 4. maxilarul superior; 5. mandibula; 6. spinoasa axisului; 7. masele laterale ale atlasului.



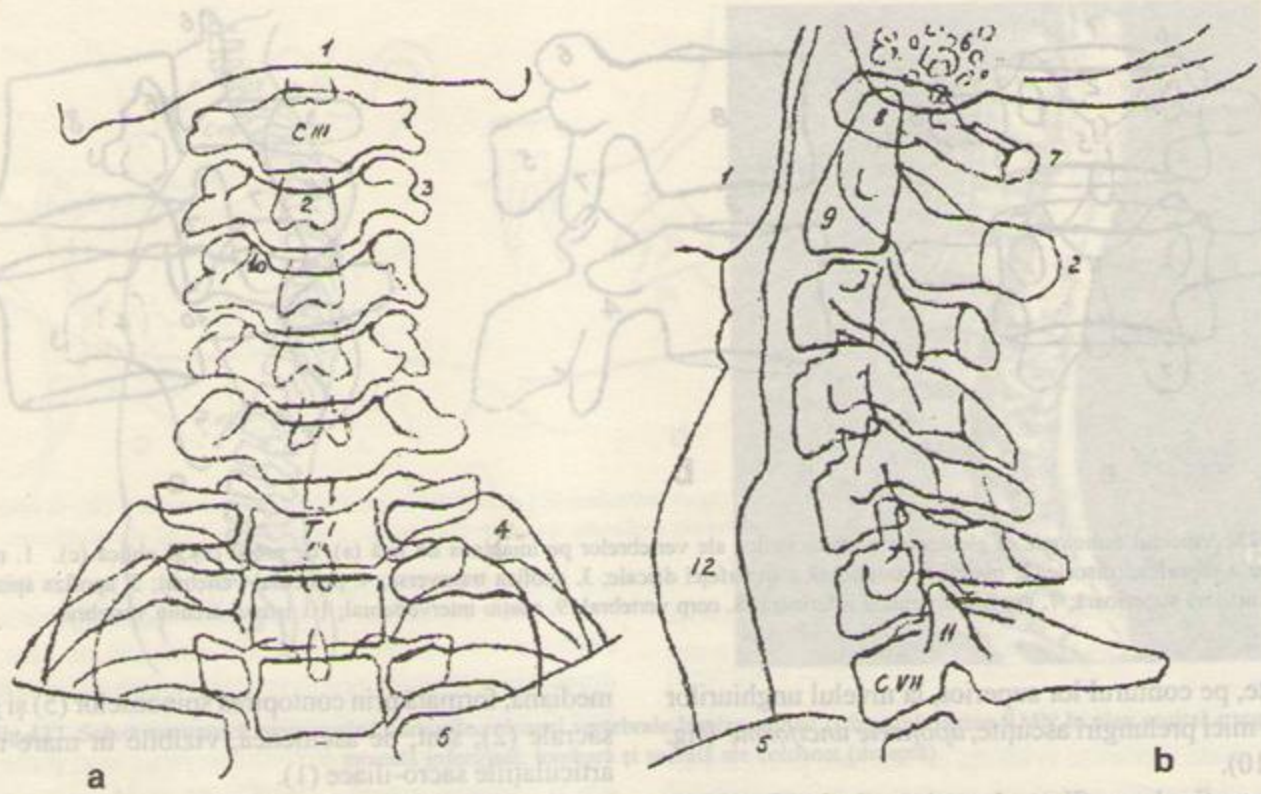


Fig.430. Imaginea radiologică a coloanei cervicale pe radiografia de față (a) și de profil (b). 1. mandibula; 2. apofize spinose; 3. apofize transverse; 4. arcuri costale; 5. clavicule; 6. mastoide; 7. arcul atlasului; 8. odontoida; 9. corpul axisului; 10. apofize unciforme; 11. apofize articulare; 12. traheea.

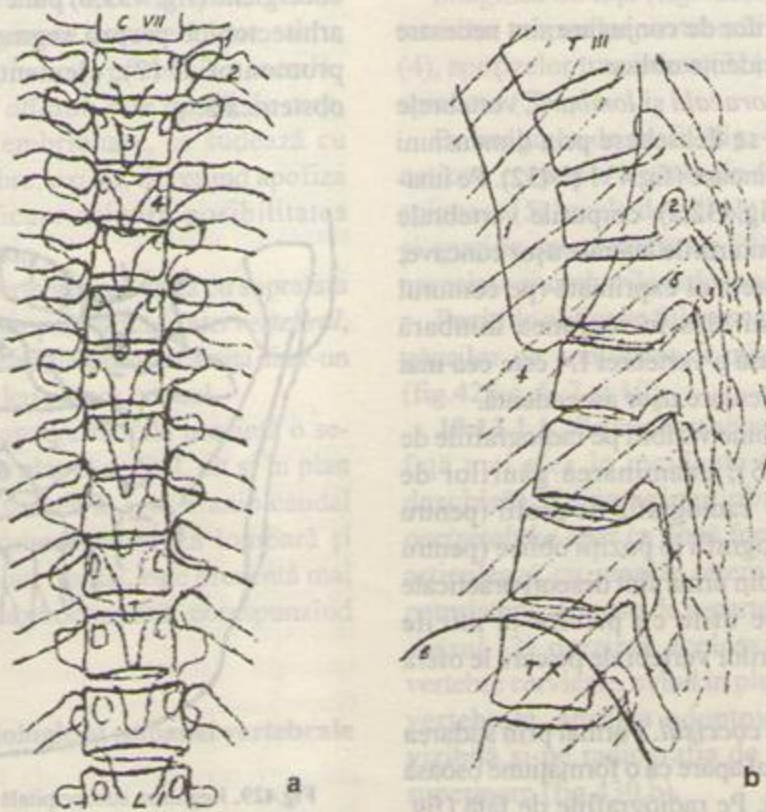


Fig.431. Imaginea radiologică a coloanei toracale pe radiografia de față (a) și de profil (b). 1. omoplat; 2. gaură de conjugare; 3. spinoase; 4. coaste; 5. pedicul; 6. diafragm.



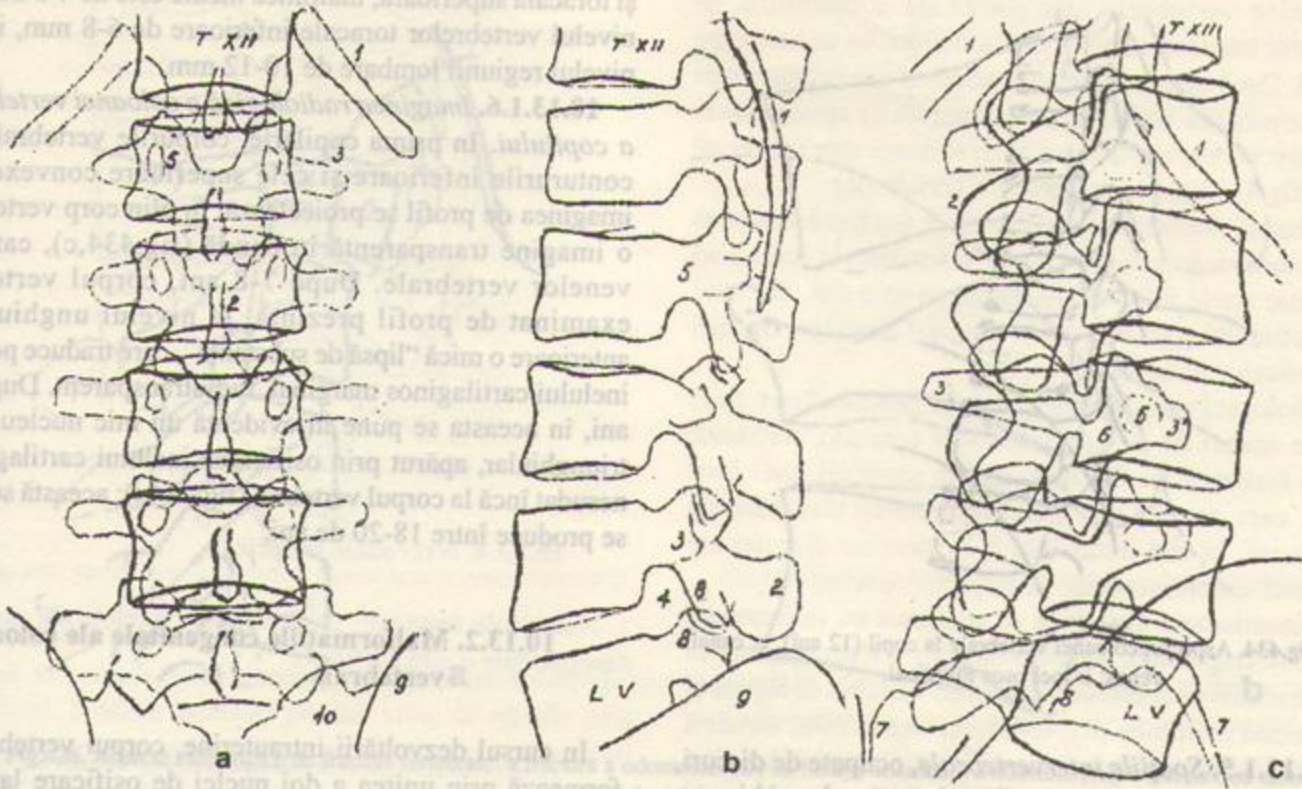


Fig.432. Imaginea radiologică a coloanei lombare pe radiografia de față (a), de profil (b) și oblică (c). 1. coasta XII; 2. apofize spinoase; 3. apofize transverse; 4. găuri de conjugare; 5. pediculi; 6. istm vertebral; 7. articulații sacro-iliace; 8. articulații mici; 9. osul iliac; 10. sacrum.

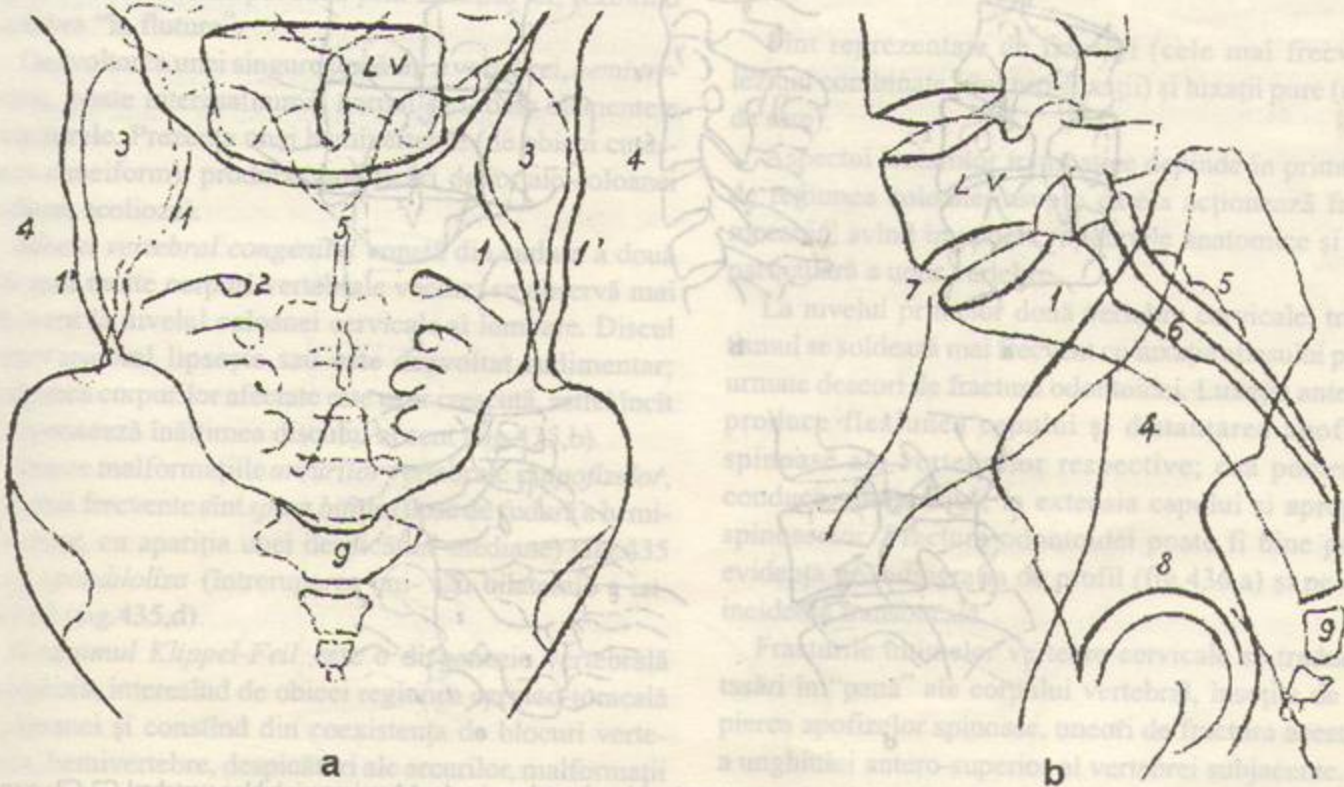


Fig.433. Imaginea radiologică a regiunii sacro-coccigiene pe radiografia de față (a) și de profil (b). 1. articulația sacro-iliacă; 2. găuri sacrate; 3. aripi sacrale; 4. aripi iliace; 5. creasta sacrală; 6. canal sacral; 7. promontoriu; 8. articulația coxofemurală; 9. coccis.



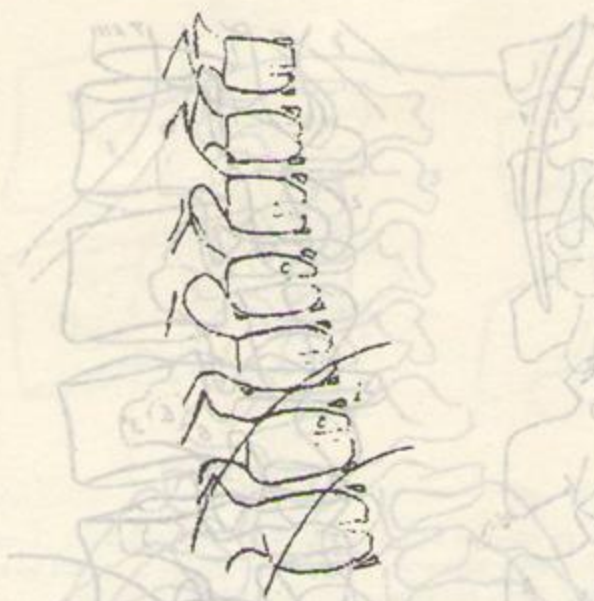


Fig.434. Aspectul coloanei vertebrale la copil (12 ani). c: canal venos; i: inel osos marginal.

10.13.1.5. Spațiile intervertebrale, ocupate de discuri, se evidențiază în toate regiunile coloanei, cel mai bine pe radiografiile de profil; înălțimea lor crește în sens cranio-

caudal, pînă la nivelul spațiul L4-L5. În regiunea cervicală și toracală superioară, înălțimea medie este de 4-5 mm, la nivelul vertebrelor toracale inferioare de 6-8 mm, iar la nivelul regiunii lombare de 10-12 mm.

10.13.1.6. *Imaginea radiologică a coloanei vertebrale a copilului.* În prima copilărie, corpurile vertebrale au contururile inferioare și cele superioare convexe; pe imaginea de profil se proiectează, în plin corp vertebral, o imagine transparentă în bandă (fig.434,c), canalul venelor vertebrale. După 7-8 ani, corpul vertebral examinat de profil prezintă, la nivelul unghiurilor anterioare o mică "lipsă de substanță", care traduce poziția inelului cartilagos marginal, radiotransparent. După 10 ani, în aceasta se pune în evidență un mic nucleu osos triunghiular, apărut prin osificarea inelului cartilagos, nesudat încă la corpul vertebral (fig.434,i); această sudură se produce între 18-20 de ani.

### 10.13.2. Malformațiile congenitale ale coloanei vertebrale

În cursul dezvoltării intrauterine, corpul vertebral se formează prin unirea a doi nucleu de osificare laterali. Absența acestui proces se soldează cu *despicătura*

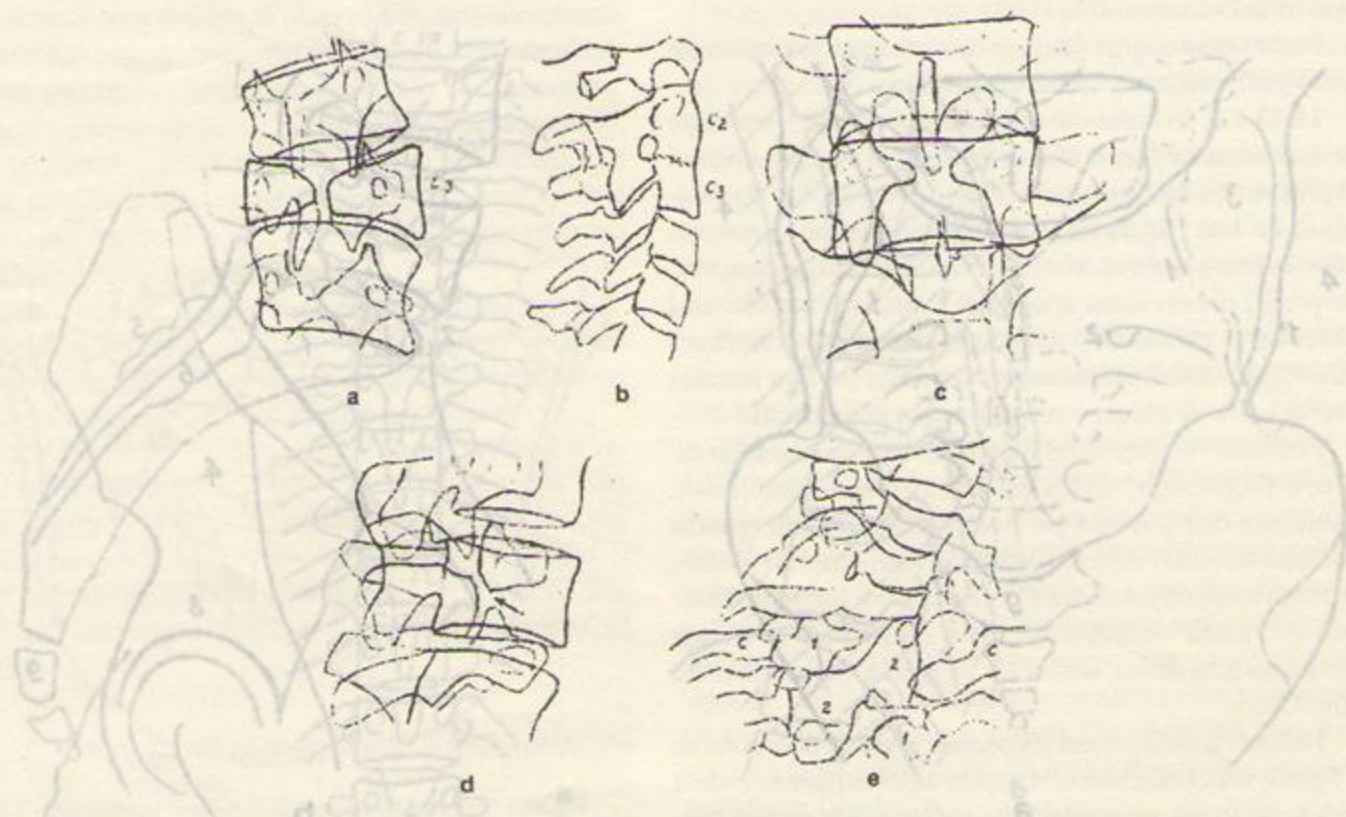


Fig.435. Malformații vertebrale. a: despicătura sagitală, cu prezența a două hemivertebre și a două hemiarcuri; b: bloc vertebral C2-C3; c: spina bifida la nivelul vertebrei L5 și sacrumului, apofiza spinoasă L5 izolată ("flotantă"); d: spondiloliză a istmului drept al vertebrei L4 (săgeata); e: sindrom Klippel-Feil (1. hemivertebre; 2. bloc de hemivertebre; c: coaste).



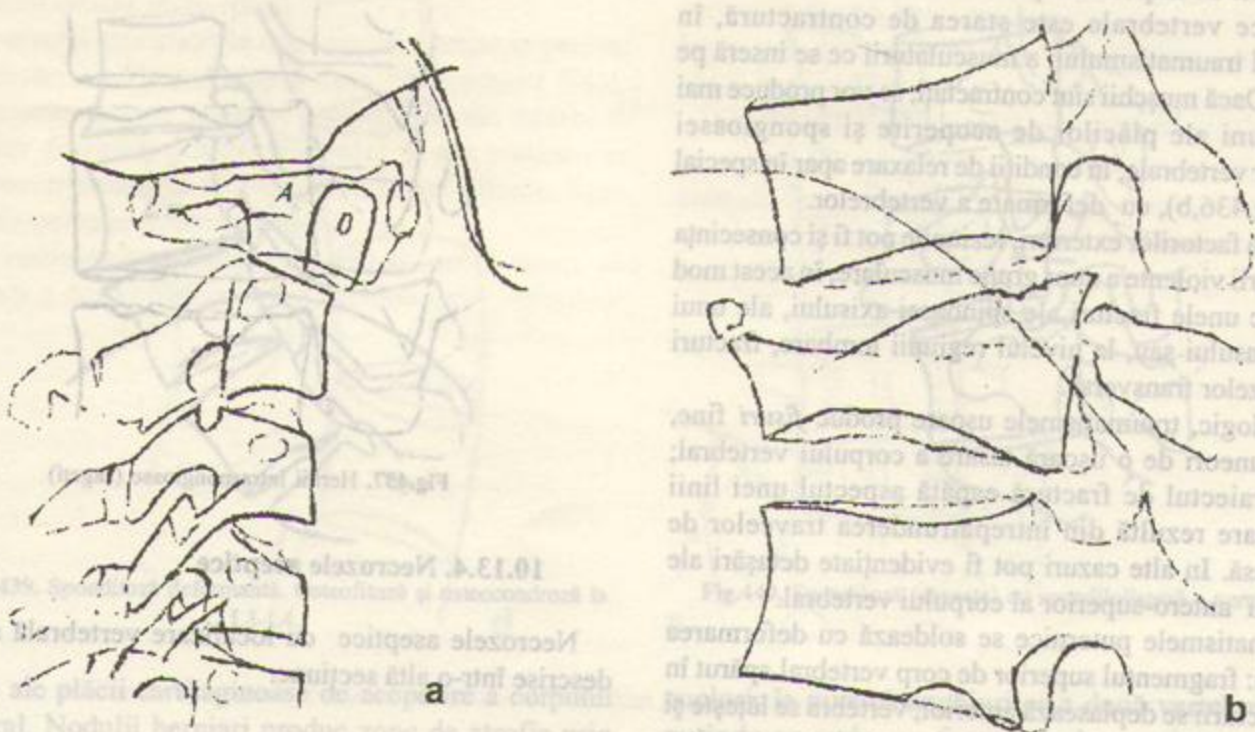


Fig.436. Aspecte radiologice de fracturi vertebrale. a: fractură a odontoidei (O) cu luxația anterioară a atlasului (A); b: fractură cu tasare a vertebrei L1.

*sagitală*: cele două jumătăți (hemivertebre) de aspect cuneiform, rămân separate printr-un sept membranos (fig.435 a); uneori acestea se pot suda prin vîrfurile lor, rezultînd vertebra "în fluture".

Dezvoltarea unei singure jumătăți a vertebrei, *hemivertebra*, poate interesa numai corpul sau toate elementele structurale. Prezența unei hemivertebre (de obicei cu aspect cuneiform), produce modificări de ax ale coloanei (cifoze, scolioze).

*Blocul vertebral congenital* constă din sudura a două sau mai multe corpuri vertebrale vecine; se observă mai frecvent la nivelul coloanei cervicale și lombare. Discul intervertebral lipsește sau este dezvoltat rudimentar; înălțimea corpurilor afectate este ușor crescută, astfel încît compensează înălțimea discului absent (fig.435,b).

Dintre malformațiile *arcurilor* vertebrale și *apofizelor*, cele mai frecvente sînt *spina bifida* (lipsa de sudură a hemiarcurilor, cu apariția unei despicături mediane) (fig.435 c) și *spondiloliza* (întreruperea uni- sau bilaterală a istmului) (fig.435,d).

*Sindromul Klippel-Feil* este o disgenezie vertebrală complexă, interesînd de obicei regiunea cervico-toracală a coloanei și constînd din coexistența de blocuri vertebrale, hemivertebre, despicături ale arcurilor, malformații costale etc. (fig.435,e). Anomalia produce o scurtare a gîtului, mai ales dacă vertebrele sînt și reduse numeric.

### 10.13.3. Leziunile traumatice ale coloanei vertebrale

Sînt reprezentate de fracturi (cele mai frecvente), leziuni combinate (fracturi-luxații) și luxații pure (extrem de rare).

Aspectul leziunilor traumatice depinde în primul rînd de regiunea coloanei asupra căreia acționează factorul mecanic, avînd în vedere rapoartele anatomice și forma particulară a unor vertebre.

La nivelul primelor două vertebre cervicale, traumatismul se soldează mai frecvent cu luxația atlasului pe axis, urmate deseori de fractura odontoidei. Luxația anterioară produce flexiunea capului și distanțarea apofizelor spinoase ale vertebrelor respective; cea posterioară conduce, dimpotrivă, la extensia capului și apropierea spinoaselor. Fractura odontoidei poate fi bine pusă în evidență pe radiografia de profil (fig.436,a) și pe cea în incidență transbucală.

Fracturile ultimelor vertebre cervicale se traduc prin tasări în "pană" ale corpului vertebral, însoțite de apropierea apofizelor spinoase, uneori de fractura acestora și a unghiului antero-superior al vertebrei subjacente.

Aceleași modificări sînt produse, în linii mari, de traumatismele ce afectează vertebrele toracale și lombare.



Deosebit de importantă pentru caracterul unei leziuni traumatiche vertebrale este starea de contractură, în momentul traumatismului, a musculaturii ce se inseră pe coloană. Dacă mușchii sînt contractați, se vor produce mai ales leziuni ale plăcilor de acoperire și spongioasei corpurilor vertebrale; în condiții de relaxare apar în special tasări (fig.436,b), cu deformare a vertebrelor.

În afara factorilor exteriori, leziunile pot fi și consecința contracturii violente a unor grupe musculare; în acest mod se produc unele fracturi ale spinoasei axisului, ale unui arc al atlasului sau, la nivelul regiunii lombare, fracturi ale apofizelor transverse.

Radiologic, traumatismele ușoare produc fisuri fine, însoțite uneori de o ușoară tasare a corpului vertebral; alteori traiectul de fractură capătă aspectul unei linii opace, care rezultă din întrepătrunderea traveelor de spongioasă. În alte cazuri pot fi evidențiate detașări ale unghiului antero-superior al corpului vertebral.

Traumatismele puternice se soldează cu deformarea vertebrei: fragmentul superior de corp vertebral apărut în urma fracturii se deplasează anterior, vertebra se lățește și își diminuează înălțimea (fig.436,b). În cazuri rare, vertebra apare multifragmentată, inclusiv la nivelul arcurilor.

Discul intervertebral poate fi afectat de procesul traumatic, prezentînd de obicei fisuri. Radiologic acestea se pot traduce prin diminuarea înălțimii spațiului intervertebral sau prin alunecarea anterioară a vertebrei suprajacente.

Vindecarea fracturilor corpului vertebral se realizează prin formarea de calus endostal, cea a arcurilor prin calus periostal. Fracturile apofizelor se soldează de regulă cu pseudartroze.

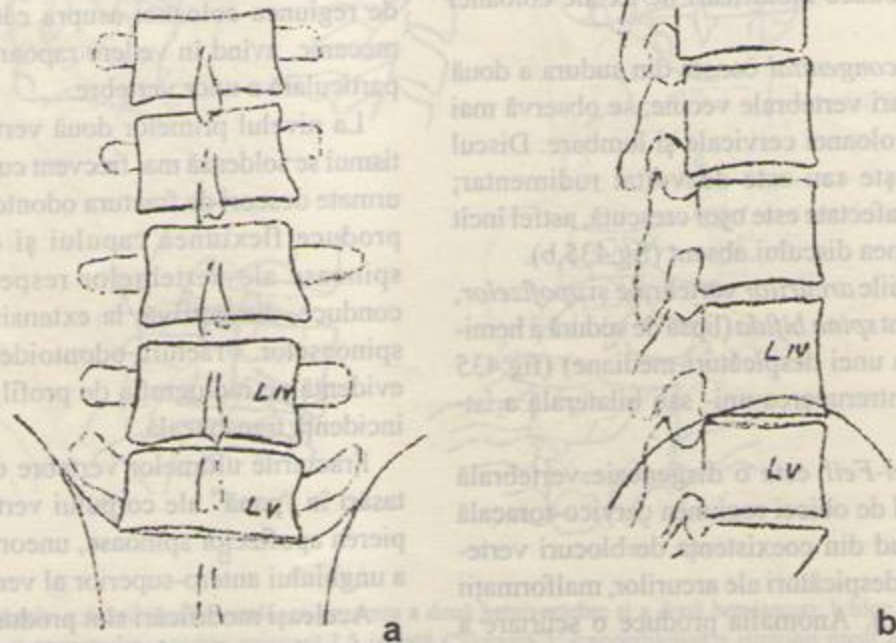


Fig.438. Triada Barr. Aspecte radiologice produse de hernia posterioară a discului L4-L5 pe imaginea de față (a) și de profil (b).

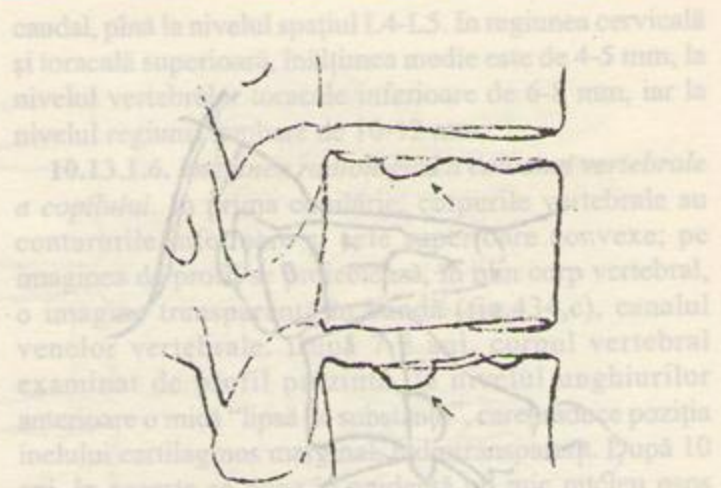


Fig.437. Hernii intraspongioase (săgeți)

#### 10.13.4. Necrozele aseptice

Necrozele aseptice cu localizare vertebrală au fost descrise într-o altă secțiune.

#### 10.13.5. Afecțiunile discului intervertebral.

**10.13.5.1. Herniile de disc.** Structurile discului, în special nucleul pulpos, pot suferi alterări însoțite de dislocarea lor parțială, care se poate produce spre corpul vertebrelor vecine (herniile intraspongioase) sau spre regiunile care înconjoară discul.

*Herniile intraspongioase* (nodulii Schmorl) apar prin prolabarea de țesut discal, favorizată de soluții de conti-



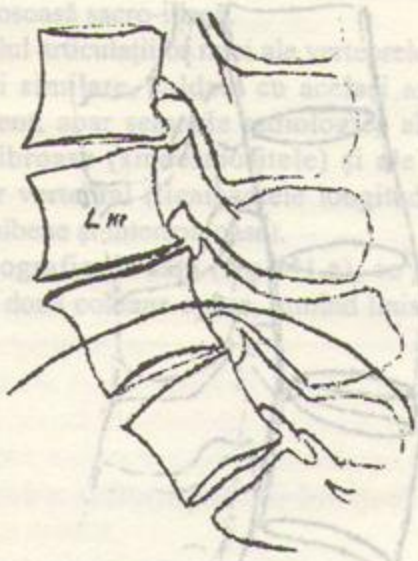


Fig.439. Spondiloză deformantă. Osteofitoză și osteocondroză la L3-L4.

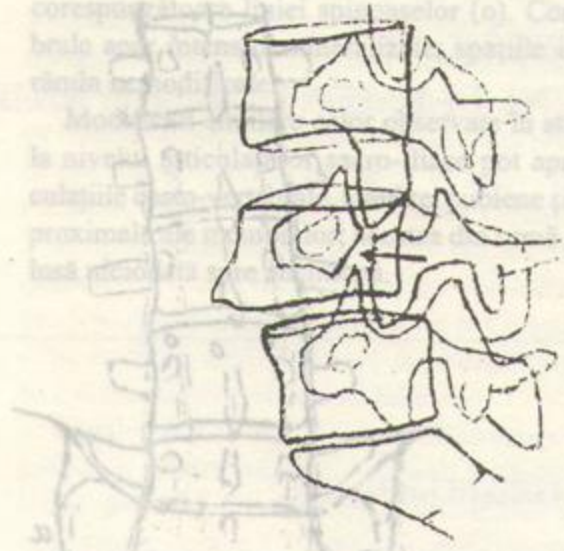


Fig.440. Spondiloză (săgeata) cu spondilolisteză a vertebrei L4.

nuitate ale plăcii cartilajinoase de acoperire a corpului vertebral. Nodulii herniari produc zone de atrofie prin presiune, traduse radiologic sub forma unor adâncituri circumscrise ale conturilor corpurilor vertebrale, delimitate uneori de un lizereu opac fin (fig.437). Nodulii respectivi pot prezenta calcificări, iar în cazul herniilor voluminoase înălțimea spațiului intervertebral respectiv poate fi diminuată.

În situații particulare, nodulii herniari pot crea lipsuri de substanță la nivelul unghiurilor anterioare ale corpurilor vertebrale sau dislocări ale unor porțiuni din creasta osoasă marginală, cu aspect radiologic de traiecte de fractură.

Herniile posterioare se pot manifesta radiologic prin semne indirecte, de probabilitate, alcătuind așa-numita "triadă Barr": scolioză, reducerea lordozei (cervicale sau lombare) și micșorarea în înălțime a spațiului intervertebral (fig.438). Mai rar, în unele forme recente, prezența nucleului herniar în vecinătatea unghiurilor posterioare ale vertebrelor poate produce demineralizarea sau atrofia prin presiune a acestora.

**10.13.5.2. Degenerarea discală** realizează, prin consecințele ei, tabloul clinic-radiologic al *spondilozei deformante*.

Manifestarea radiologică cea mai pregnantă și cea mai comună a acesteia este *osteofitoza*, consecință a degenerării inelului fibros marginal, care suferă tracțiuni neobișnuite la locul de inserție pe corpul vertebral, datorită solidarității lui cu aparatul ligamentar vecin.

Osteofitele produc deformări prin exces de os ale unghiurilor vertebrale (fig.439); deseori sînt dispuse în

cupluri, la nivelul unghiurilor a două vertebre vecine, putîndu-se suda, cu formarea de punți osoase intervertebrale (vezi fig.358,f,1). Ele pot interesa oricare regiune a coloanei, sau întreaga coloană; frecvența lor este însă mai mare la nivelul regiunilor intens solicitate mecanic (cervicală și lombară).

Degenerescenta discală se traduce, de asemenea, în unele cazuri, prin diminuarea înălțimii spațiului intervertebral.

În etapele evolutive avansate, procesul degenerativ se extinde la nivelul plăcii cartilajinoase de acoperire, realizînd aspectul radiologic al *osteocondrozei* vertebrale. Aceasta se traduce prin diminuarea înălțimii spațiului intervertebral și condensarea (prin osteoscleroză) a suprafețelor osoase discale, care capătă și contururi neregulate (fig.439). În cazuri mai rare, în spațiul intervertebral pot apare calcificări sau osificări în diferite structuri ale discului.

#### 10.13.6. Dislocările vertebrale

Procesele degenerative ale discului se soldează deseori cu reducerea rezistenței lui mecanice, urmată de relaxare, care permite alunecarea vertebrei suprajacentă, împreună cu segmentul de coloană situat deasupra ei, în diferite direcții.

**10.13.6.1. Dislocările posterioare** se produc mai ales în regiunea lombară, unde sînt favorizate de condițiile anatomice proprii vertebrelor și musculaturii regionale. Radiologic se traduc prin decalajul corepunzător al



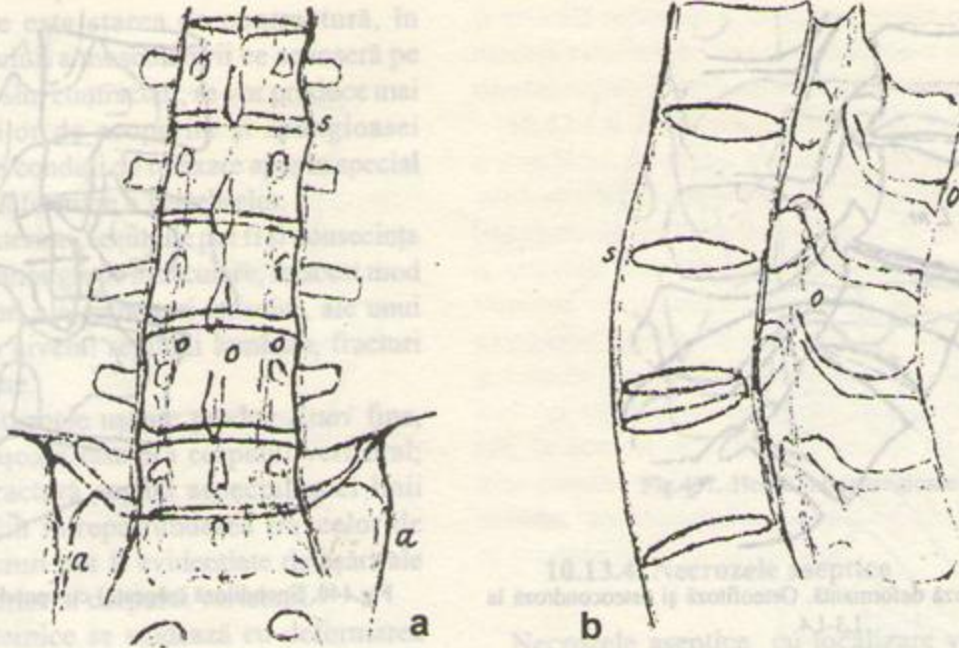


Fig.441. Spondilartrită anchilopoetică. Sindesmofite (s), osificarea sistemelor ligamentare (o), anchiloză sacro-iliacă (a).

unghiurilor posterioare a două vertebre vecine (vizibil pe radiografia de profil) și, de obicei, printr-o diminuare discretă a spațiului intervertebral respectiv.

**10.13.6.2. Dislocările laterale** sînt de regulă consecința unor scolioze accentuate, de cauze variate. Alunecarea laterală se însoțește de rotația segmentului suprajacent al coloanei, în special în sensul convexității scoliozei.

**10.13.6.3. Dislocările anterioare.** Mecanismul de producere a acestor dislocări implică, pe lângă degenerescența discală, spondiloliza istmică bilaterală a unei vertebre, de natură congenitală sau dobîndită. Forma de alunecare vertebrală anterioară produsă pe această cale este denumită *spondilolisteză*.

Radiologic, spondiloliza apare sub forma unei discontinuități a istmului interarticular, bine vizibilă pe radiografiile în incidențe oblice sau laterale (fig.435,d). Dislocarea propriu-zisă este aparentă pe radiografia de profil (fig.440), care evidențiază și îngustarea găurii de conjugare, în sens antero-posterior.

Dislocarea anterioară fără spondiloliză este rară și puțin exprimată.

**10.13.7. Modificările de curbură ale coloanei vertebrale**

Curburile neobișnuite ale coloanei, apărute în condiții patologice, pot avea aspecte diferite.

*Cifozele* patologice pot apare în orice regiune a coloanei și se însoțesc funcțional de rigiditatea fixată a segmentului respectiv. Principalele cauze sînt reprezentate de rahitism, cifoza juvenilă sau senilă, vertebra cuneiformă, tuber-culoză, procese tumorale etc.

*Lordoza* anormală este mai frecvent o stare compensatoare care însoțește o cifoză.

*Scoliozele* au o etiologie foarte variată (congenitală, rahitică, juvenilă, neuropatică, cicatricială); ele pot avea consecințe serioase asupra staticii întregii coloane și bazinului (în speță trunchiului) și capului.

**10.13.8. Spondilartrita anchilopoetică (boala Bechterew-Pierre Marie)**

Este o afecțiune inflamatorie care afectează sistemul ligamentar vertebral, articulațiile vertebrelor și articulațiile proximale ale membrelor; interesează mai ales persoanele tinere (în special bărbați), și evoluează progresiv, în pusee ce creează condiții favorabile de osteogeneză. În acest mod, se instalează treptat, progresiv, rigiditatea diverselor segmente ale coloanei, prin osificarea ligamentelor.

Radiologic, primele modificări sînt consemnate la nivelul articulațiilor sacro-iliace; ele constau din demineralizarea regiunilor osoase juxtaarticulare și din ștergerea conturilor suprafețelor articulațiilor. După luni sau ani







## CAPITOLUL 11 NOȚIUNI ELEMENTARE DE RADIOBIOLOGIE

### 11.1. Radiații ionizante

Una din trăsăturile fizice fundamentale ale radiației X este, așa cum am văzut într-un capitol precedent, *ionizarea* mediului străbătut, consecință a interacțiilor elementare cu atomii mediului, de tipul efectului fotoelectric sau efectului Compton.

În cazul radiațiilor cu energie foarte ridicată (peste 1 MeV), se poate produce o a treia interacție elementară, *formarea de perechi de particule*, care se soldează, de asemenea, cu apariția de ioni.

Această trăsătură este comună unei largi categorii de radiații: X, gamma, fascicule de electroni, protoni, neutroni, mezoni etc. Capacitatea de ionizare se datorează faptului că toate aceste radiații posedă o energie cuantică suficient de mare pentru a smulge electroni din atomii mediului (ionizare) sau a-i plasa în stări superioare ca nivel energetic stării fundamentale a atomului (excitări). Aceste radiații sînt denumite generic *radiații ionizante*.

Ionizările și excitările atomice se situează la baza *modificărilor chimice* consemnate în mediul străbătut de asemenea radiații.

Moleculele ce conțin atomi ionizați sau excitați dobîndesc o reactivitate chimică particulară; ele sînt instabile, intră rapid în combinație cu moleculele vecine, sau, în cazul în care au o structură complexă, (biomoleculele) se scindează. Alteori apar, dimpotrivă, legături intermoleculare neobișnuite.

Ionizarea moleculelor de apă se soldează cu apariția așa-numiților "radicali liberi", de forma  $-OH\cdot$ ,  $-H\cdot$  etc., care se combină între ei (rezultînd mai ales  $H_2O_2$ ), sau cu moleculele apropiate, pe care le alterează.

Dacă mediul străbătut de radiații este o structură biologică, aceste modificări chimice se vor traduce în final prin alterarea proprietăților specifice biologice, adică prin *efecte biologice*.

### 11.2. Noțiuni de dozimetrie a radiațiilor

Prin ionizările și excitările produse, fasciculul de radiații cedează mediului o cantitate din energia proprie inițială, care este absorbită și care determină apariția efectelor radiobiologice consemnate în final. Acest aspect al interacției dintre radiații și mediul biologic creează necesitatea definirii cantitative a energiei absorbite, adică a *dozimetrii radiațiilor*.

Unitatea de doză absorbită, cunoscută în virtutea unei îndelungate practici, este *radul* (rd);  $1 \text{ rad} = 100 \text{ ergi/gram}$  de materie. În 1975, CIUMR (Comisia Internațională pentru Unități de Măsură Radiologică) a introdus o nouă unitate, concordantă cu actualul sistem internațional (SI) de unități de măsură, *Gray-ul* (Gy), echivalent cu 1 Joule/kg, adică 100 rad.

Intrucît organismul uman poate fi expus, terapeutic sau accidental, la radiații ionizante de natură variată, cu efecte biologice de intensitate diferită, s-a creat necesitatea stabilirii unei unități de măsură a *dozei biologice*. Această unitate o reprezintă *rem-ul* (röntgen equivalent man), cantitatea de energie ionizantă de orice tip care produce același efect biologic ca 1 rad de radiație "standard" (radiația X de 250 kV).

În prezent, în concordanță cu unitățile noului sistem internațional (SI), unitatea de măsură admisă este *Sievert-ul* (Si), care este doza de radiație ionizantă cu același efect biologic ca al unui Gray (100 rad) de radiație standard.

### 11.3 Efectele radiobiologice

Efectele radiobiologice sînt multiple și de factură foarte variată, încă incomplet cunoscute. Ele pot fi studiate pe diverse trepte de organizare a materiei vii, adică la nivel



subcelular (biochimic), la nivelul celulelor, țesuturilor și organelor sau la nivelul organismului.

### 11.3.1. Nivelul subcelular

Principalele efecte produse de radiații sînt reprezentate de alterări ale macromoleculor (proteine, enzime și, în mod deosebit, acizi nucleici). Alterarea moleculelor de ADN, purtătoare ale informației genetice, capătă o semnificație cu totul particulară.

Modificările moleculelor de ADN sînt în general ireversibile; întrucît ele afectează în general genele pe care le poartă aceste molecule, capătă semnificația unor mutații și se transmit descendenților celulelor respective în cursul procesului de mitoză.

Dacă mutațiile afectează celule somatice, rezultă deficite morfo-funcționale de gravitate variabilă ale țesutului respectiv. Mutațiile celulelor germinative gonadice se pot solda cu anomalii și malformații congenitale ale urmașilor persoanelor iradiate.

### 11.3.2. Nivelul celular

Unul dintre cele mai remarcabile efecte la acest nivel este acela de *moarte mitotică a celulei*.

După iradierea cu un anumit nivel de doză, celula nu manifestă aparent nici o modificare în desfășurarea proprietăților vitale. În momentul în care trebuie să se producă mitoză, celula respectivă se vedește incapabilă de diviziune și, în consecință, moare. Moartea mitotică a celulei se datorează alterării materialului ei genetic (ADN, cromozomi) și se produce, pentru toate celulele de mamifere, după iradierea cu doze cuprinse între 90 și 200 rd (cGy). Efectul este deosebit de critic pentru celulele care în mod obișnuit se află în diviziune rapidă (de exemplu celulele epitelului intestinal sau celulele hematofomatoare); el este greu sau imposibil de evidențiat în cazul celulelor ce se divid la intervale foarte lungi (parenchime glandulare) sau nu se mai divid (țesutul nervos la adult).

Efectul de moarte mitotică celulară este larg folosit în radioterapia antitumorală.

### 11.3.3. Nivelul țesuturilor

Efectul iradierii depinde substanțial de ritmul de diviziune al celulelor componente, reflectat de așa-numitul "indice mitotic" (proporția de celule aflate în

diviziune în raport cu totalitatea populației celulare). Țesuturile care conțin un număr mare de celule în diviziune (epiteliul intestinal, țesuturile hematofomatoare, țesutul tumoral malign) suferă o depopulare rapidă, ca rezultat al efectului de moarte mitotică celulară, dar ele se pot repopula la fel de rapid, în cursul procesului de refacere, prin diviziunea celulelor rămase nealterate. Țesuturile cu indice mitotic scăzut sau absent (formate în general din celule diferențiate) nu vor suferi modificări morfologice aparente; la nivelul lor pot fi însă evidențiate după iradiere modificări ale activității funcționale (în sensul creșterii sau reducerii acesteia).

Dozele mici de radiații (de ordinul cîtorva zeci de rd) produc în general efecte funcționale stimulante, materializate prin accentuarea metabolismului și creșterea activității specifice. La doze mai mari (cîteva sute de rd), se observă, dimpotrivă, o reducere, în grade diferite, a acestei activități.

### 11.3.4. Nivelul organelor

La nivelul organelor, efectele sînt dependente de tipul țesuturilor componente. Organele ce conțin țesuturi cu indice mitotic ridicat vor resimți efectele depopulării intense a acestora. Organele bogate în țesut parenchimos, înalt diferențat, vor manifesta în principiu modificări ale nivelului lor funcțional, dependente de mărimea dozei administrate, în timp ce modificările morfologice vor fi mai puțin aparente.

O importanță decisivă pentru desfășurarea efectului radiobiologic la nivelul organelor o are comportamentul față de iradiere al țesutului vasculo-conjunctiv care constituie stroma organelor respective și care asigură troficitatea lor. Dacă doza de radiații nu alterează acest țesut (în alți termeni, nu îi depășește toleranța), un organ care conține țesuturi cu indice mitotic mare și care se va depopula după iradiere, poate să se refacă ulterior din punct de vedere morfologic și funcțional. Dimpotrivă, dacă doza depășește toleranța țesutului vasculo-conjunctiv, parenchimul format din țesuturi înalt diferențiate, radiorezistente, va suferi urmările deficitului de troficitate și va manifesta alterări progresive, ireversibile.

Se poate afirma deci că toleranța organelor față de iradiere se identifică cu toleranța țesutului vasculo-conjunctiv pe care îl posedă. Această toleranță este aproximativ aceeași pentru toate organele considerate. Doza maximă tolerată, care nu produce alterări ireversibile, măsoară 1600-1800 cGy în aplicare unică, sau echivalentul acestei mărimi, dacă doza se administrează în mai multe fracțiuni.



Depășirea acelei doze se soldează cu degenerarea fibroasă a structurilor conjunctive și cu alterarea definitivă a formațiunilor vasculare. Rezultatul final va fi, așa cum am văzut, alterarea progresivă a parenchimului radio-rezistent, care va suferi pe cale indirectă acțiunea radiațiilor.

### 11.3.5. Nivelul organismelor

Iradieră produce o serie de manifestări de factură extrem de variată, care depind în esență de mărimea dozei administrate și de volumul din organism expus iradierii. Ele sînt cuprinse în noțiunea de "boală de iradiere"; termenul este vag și nu poate căpăta un sens explicit fără precizarea circumstanțelor iradierii.

**11.3.5.1. Iradierea acută** a întregului organism uman cu o doză unică mare (peste 350 cGy) se soldează cu moartea acestuia.

La o doză unică de ordinul cîtorva mii de cGy, moartea survine la un interval de mai multe ore pînă la 2-3 zile de la iradiere și se datorează unui sindrom al sistemului nervos central, dominat de hipertensiune intracraniană și prăbușirea tensiunii arteriale. După o doză de aproximativ 1000 cGy, moartea survine într-un interval de cel mult cîteva săptămîni de la iradiere și este datorată sindromului gastro-intestinal produs de depopularea intensă a epitelului tubului digestiv și invadarea organismului de către flora bacteriană intestinală.

Iradieră acută a întregului organism cu doze de nivelul celor menționate mai înainte (și care apare, evident, numai în condiții accidentale) se soldează implacabil cu moartea subiectului interesat; nu se cunosc supraviețuiri după asemenea doze, nici mijloace terapeutice capabile să evite decesul celui iradiat.

La doze de ordinul cîtorva sute de cGy, moartea, atunci cînd survine, este rezultatul lezării sistemului hematopoetic. Celulele precursorare, mitotic active, sînt ucise prin iradiere și prin aceasta, sursa de hematii, leucocite și plachete mature este redusă sau suspendată. Efectul iradierii devine aparent atunci cînd celulele circulante mature își încheie ciclul vital și încep să moară, fără a fi înlocuite în mod adecvat de către generațiile ai căror precursori au fost uciși prin iradiere. Moartea apare în această perioadă datorită infecțiilor și hemoragiilor, ca și depresiei sistemului imunitar. Ea este precedată de o perioadă de latență de 3-4 săptămîni și poate fi prevenită printr-o îngrijire adecvată, constînd în special din evitarea posibilităților de infecție.

Definirea cantitativă a incidenței mortalității prin acest efect folosește conceptul de "doză letală medie" sau "doză

letală 50%", adică doza care produce într-un interval de timp specificat moartea a jumătate din populația supusă observației sau experimentului de laborator. Pentru om, doza care produce efectul respectiv la 30 zile de la iradiere (adică DL50/30) este evaluată la aproximativ 350 cGy.

Intr-o populație umană sau animală există o mare variabilitate individuală în manifestarea răspunsului la iradierea cu doze de acest ordin. Această variabilitate este determinată de factori constituționali de natură diferită (de exemplu, indivizii tineri și cei bătrîni apar mai radiosensibili decît adulții de vîrstă medie; femeile tolerează în general doze mai mari decît bărbații).

DL50/30, adică doza care produce o letalitate de 50% la un interval de 30 de zile de la iradiere, este aleasă ca valoare de referință, întrucît la acest interval se consemnează cea mai mare proporție de decese în cadrul populației iradiată.

Așa cum se poate deduce, efectele iradierii acute cu doze mari rezultă din uciderea de celule aparținînd unor categorii "critice", soldată la un interval scurt cu moartea organismului.

**11.3.5.2. Iradierea repetată** cu doze mici produce în esență aceleași rezultate ca și o iradiere acută cu o doză unică situată sub nivelul dozei letale medii: organismul supraviețuiește iar efectele iradierii vor deveni manifeste după un interval lung. Asemenea efecte sînt denumite efecte tardive iar perioada care le precede, perioadă de latență; ele se datorează lezării ireparabile a materialului genetic al celulelor care supraviețuiesc expunerii la radiații.

Observarea experimentală sau clinică a efectelor tardive este mult mai dificilă, datorită multitudinii și variabilității manifestărilor posibile, ca și intervalului la care pot apare. De obicei, efectele tardive sînt discutate sub trei aspecte fundamentale: scurtarea nespecifică a vieții, carcinogeneza și anomaliile genetice ale urmașilor.

a. *Scurtarea nespecifică a vieții.* După unele studii experimentale practicate pe animale, iradierea cu doze subletale produce scurtarea vieții în loturile respective, datorită accelerării tuturor proceselor care în mod obișnuit conduc la moarte. Simptomele ce materializează rezultatul tardiv al iradierii sugerează o "îmbătrînire precoce", radioindusă, a organismelor respective. Un asemenea efect nu a putut fi însă demonstrat pe organismul uman.

În realitate, în grupele de populație umană supuse iradierii cu doze mici repetate (de pildă în condiții particulare de activitate profesională), scurtarea vieții se datorează probabil în întregime carcinogenezei radioinduse. Acest fapt concordă și cu rezultatele unor studii experimentale efectuate pe animale.



b. *Cancerogeneza indusă de radiații*. Posibilitatea dezvoltării de tumori maligne în urma iradierii organismelor cu doze subletale este atestată de studii experimentale, ca și de date statistice cu privire la incidența acestor tumori în grupuri și categorii ale populației umane supuse unor iradieri cu asemenea doze (iradiați profesional, medical sau accidental). Implicarea iradierii cu doze de ordinul câtorva zeci, pînă la cîteva sute de cGy a țesuturilor hematopoetice în dezvoltarea ulterioară a unor forme de leucemie este convingător demonstrată; este posibil ca doze de același ordin să determine apariția de cancere tiroidiene, mamare și pulmonare, la subiecții supuși iradierii pe regiunile respective.

Cancere ale pielii au fost frecvent observate la radiologi și dermatologi care mînuiau surse sau aparatură radiologică medicală, în perioada în care nu se acorda atenție radioprotecției. În rîndurile muncitorilor ce foloseau în trecut vopsele cu săruri de radiu au fost semnalate frecvente tumori osoase.

Printre supraviețuitorii bombardamentelor nucleare de la Hiroshima și Nagasaki – cel mai larg grup uman iradiat cu doze subletale – incidența leucemiei și a altor forme de neoplasme maligne a fost găsită în mod cert crescută.

Mecanismul carcinogenezei radioinduse este incomplet cunoscut; mutațiile produse în celulele țesutului iradiat reprezintă, probabil, factorul determinant inițial, care creează condiții favorizante proliferării neoplazice, pe cale directă sau indirectă.

În general, între iradiere și apariția tumorii, există o perioadă de latență lungă, în care țesutul respectiv nu prezintă nici o manifestare anormală. Această perioadă, în medie de 5-9 ani în cazul leucemiei, poate atinge 20 sau 30 de ani în cazul altor forme de cancer.

c. *Anomaliile genetice*. Studiul caracterelor observabile, de la particularitățile structurale moleculare, pînă la cele morfologice și de comportament, constituie obiectul *geneticii*.

Pe calea celulelor germinative, informația este transmisă de la o generație la cea următoare prin intermediul cromozomilor, a căror componentă esențială este acidul dezoxiribonucleic (ADN), o moleculă complexă, avînd un suport format dintr-o grupare glucidică fosfatată, de care sînt atașate "bazele". La om, bazele sînt reprezentate de 4 acizi nucleici (timina, citozina, adenina și guanina), a căror secvență în molecula de ADN constituie codul genetic prin care informația trece de la o generație la alta. Dacă această secvență este alterată, se produce o modificare a informației genetice, denumită *mutație*. O mutație poate rezulta din cauze naturale necunoscute ("spontană") sau este determinată de un număr de agenți nocivi, dintre care iradierea este cunoscută ca fiind deosebit de eficace.

Atunci cînd o mutație apare într-o celulă germinativă, consecința va fi resimțită numai în generația următoare. O asemenea mutație poate fi *dominantă*, în care caz se va exprima la descendenții imediați ai celulei ce a suferit mutația, sau *recesivă*, căpătînd expresie numai dacă ambele seturi de cromozomi din care se formează celula-ou au aceeași mutație sau dacă nu există o genă dominantă care să mascheze caracterul ei recesiv.

Indiferent de origine, majoritatea mutațiilor sînt *detrimentale*, adică alterează proprietățile biologice definitorii ale speciei. Fiecare individ poartă o încărcătură de gene defecte, care, în ansamblu, tind să-i diminueze competența biologică. În natură se stabilește un echilibru între producerea de noi mutații și selecția naturală împotriva genelor detrimentale. Astfel, în specia umană, se estimează că una din 10 persoane fie că este incapabilă să se reproducă, fie moare înainte de maturitate, datorită defectelor genetice.

Viața pe pămînt a fost continuu supusă la iradierea cosmică, încă de la începuturile ei. Este deci de așteptat că orice tip de mutație posibilă s-a produs într-un moment sau altul; în consecință, radiațiile produse de om nu crează nici un tip nou de mutații, dar pot crește incidența naturală a întregului spectru de mutații cunoscut.

*Mutațiile cromozomiale*, de forma rupturilor, inter-schimbărilor sau inversiunilor, duc inevitabil la apariția unui făt neviabil. Nondisjuncția în timpul meiozei se soldează cu celule fiice care au una prea mulți, alta prea puțini cromozomi.

Mongolismul se datorează unui defect de această natură.

În afara mutațiilor cromozomiale, iradierea poate produce toată seria de *mutații genice* cunoscute, de severitate variată, care devin evidente la generațiile următoare; ele pot fi recesive sau dominante.

Radiațiile produse de om constituie un factor mutagen adițional. În general, fiecare nou mutant adăugat la fondul natural poate fi nociv pentru un anume descendent și orice număr de indivizi supradefectivi reprezintă o povară pentru societate.

Evaluarea riscului genetic al iradierii asupra populației umane este o problemă deosebit de dificilă. Datorită existenței categoriei de mutații recesive, este necesară observarea unui mare număr de generații, în care acestea să poată fi relevate. Absența unui efect evident asupra urmașilor imediați, nu trebuie privită ca o absență reală a defectelor ereditare produse de radiații.

Singura bază de estimare a efectelor genetice posibile la om o reprezintă extrapolarea datelor experimentale (obținute în special prin iradierea șoarecilor); pe această cale s-a ajuns la concluzia că iradierea populației umane cu o doză cuprinsă între 10 și 100 rem (cSi) ar conduce la



Tabelul I. Dozele de radiații ionizante primite de populația umană.

Sursă	DSG medie anuală în populație (mrem)
Fond natural	125
Utilizare medicală	
a. Radiodiagnostic (1974)	55
b. Radioterapie	3
c. Medicină nucleară	0,2
Expunere profesională (medicală, industrială, muncitori în domeniul energiei nucleare)	0,2
Precipitații radioactive de la experiențele nucleare	2
Diverse (TV, ceasuri luminescente, zboruri la mare înălțime etc.)	2
Reactoare nucleare de putere	0,05

dublarea ratei mutațiilor spontane. O asemenea doză este etichetată doză de "dublare".

*Nivelele actuale de iradiere a populației umane.* Populația umană este supusă unui fond de radiații de origine naturală și unei varietăți de surse artificiale, incluzând examenele și alte proceduri radiologice medicale. Evaluarea nivelului global de iradiere presupune conceptul de "doză cu semnificație genetică" (DSG), care reflectă gradul de iradiere la care este supus fondul populației determinant în înmulțirea acesteia. În tabelul următor sînt prezentate dozele de radiații ionizante primite de populația umană din această categorie.

Cifra ce marchează fondul natural de iradiere a populației, 125 mrem/an, este doar o cifră medie. Acest fond include radiația cosmică, a cărei intensitate variază cu situația geografică (la nivelul mării este evaluată la cca 50 mrem pe an, pe cînd la altitudini mari ajunge la 150 mrem pe an); restul fondului natural rezultă din radioactivitatea solului, a materialelor de construcții și depozitele radioactive din organismul uman. Prin variația acestor factori, fondul natural variază la rîndul lui cu un factor de cel puțin 1/10 în diferite regiuni geografice.

Din tabel rezultă că iradierea medicală în scop diagnostic este cea mai importantă sursă artificială de iradiere. În această ordine de idei, trebuie menționat faptul că, de exemplu, în cursul unui examen gastro-intestinal, gonadele pacientului primesc între 150 și 600 mrd, în cursul unei irigografii, între 500 și 1500 mrd, iar în cursul unei urografii, 500-2000 mrd.

Pînă în prezent nu se cunoaște relația exactă dintre creșterea dozei cu semnificație genetică și creșterea corespunzătoare a ratei mutațiilor în populație. Se admite pe baza datelor experimentale, că efectele genetice sînt cumulative și independente de circumstanțele iradierii (doza unică, fracționată, cu debit ridicat sau redus). Se consideră de asemenea, că o dublare a ratei naturale de mutații ar constitui pentru societate o povară inacceptabilă. În opinia curentă a experților, doza cu semnificație genetică provenită din iradierea artificială nu trebuie să depășească fondul natural mediu (125 mrem anual). O asemenea doză se situează de fapt mult sub nivelul dozei de dublare; restricția menționată reprezintă însă un factor adecvat de securitate socială.



În legislația țării noastre, doza maximă admisă în iradierea generală este de 5 rem anual pentru cei expuși profesional, 1,5 rem pentru cei expuși ocazional și 0,5 rem anual pentru restul populației.

Se impune în mod firesc concluzia că iradierea medicală, principala sursă artificială de iradiere, trebuie să fie pe cât posibil limitată. Față de tendința actuală de creștere a solicitărilor de examene radiologice, cadrele medicale trebuie să adopte o poziție rațională, bazată pe estimarea, în fiecare situație, a raportului beneficiu real/risc social și individual.

**d. Efectele iradierii asupra embrionului și fătului.** Studiile experimentale au dovedit că doze moderate de radiații produc efecte deosebit de grave asupra embrionului și fătului în dezvoltare, atât în ceea ce privește sporirea letalității, cât și în producerea de anomalii și malformații. În afara acestor studii, există în prezent date obținute asupra omului, care confirmă faptul că doze cuprinse între 10 și 200 rd pot produce efecte de aceeași natură și gravitate. Faptul este explicabil prin radiosensibilitatea cu totul remarcabilă pe care o manifestă țesuturile produsului de concepție, aflate într-o fază de proliferare rapidă.

În primele 2-3 săptămâni de gestație (perioada de pre-implantare a embrionului și începutul celei de organoge-

neză), iradierea se soldează cu un mare procent de resorbții și avortări ale embrionilor.

Între săptămânile 4 și 11, iradierea produce anomalii severe de tipul microcefaliei, hidrocefaliei, dezvoltării defectuoase a sistemului nervos central, organelor de simț și scheletului.

Între săptămâna a 16-a și a 20-a, iradierea fătului se poate solda cu grade variabile de microcefalie, întârziere mentală și de creștere; după săptămâna a 30-a nu se mai produc anomalii structurale grave, dar pot fi generate inabilități funcționale variate.

Există, de asemenea, dovezi că doze de ordinul câtorva rd, primite în timpul vieții intrauterine în cursul diferitelor proceduri de radiodiagnostic, pot spori incidența întregului spectru de neoplasme ale copilului, în particular a leucemiei.

Nu există pînă în prezent relații doză-efect precizate în ceea ce privește rezultatele iradierii embrionului și fătului; datele pe care le deținem conduc însă la concluzia că nici un nivel de doză nu poate fi considerat complet inofensiv și că probabilitatea producerii de anomalii crește în funcție de creșterea dozei.

procedura tehnică pe care se utilizează, ca și progresul în cunoașterea și domeniul de aplicare a efectelor radio-biologice.

12.1.1.1. Surse de radiații și tehnici utilizate în radioterapie

Radiofarmacii utilizate în prezent variază categoric de la izotopi radioactivi emițând particule  $\alpha$  sau  $\beta$  până la izotopi emițând raze X sau  $\gamma$ . De aceea, la descrierea acestor surse se va face distincția între sursele de radiații ionizante și sursele de radiații non-ionizante.

12.1.1.1.1. Surse de radiații ionizante

Radiofarmacii emițând particule  $\alpha$  și  $\beta$  sunt utilizați în tratamentul diferitelor tipuri de tumori. Acești izotopi sunt emiși de sursele de radiații ionizante, care pot fi clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise.

Sursele de radiații ionizante sunt clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise. Aceste surse pot fi clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise.

Sursele de radiații ionizante sunt clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise. Aceste surse pot fi clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise.

Sursele de radiații ionizante sunt clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise. Aceste surse pot fi clasificate în funcție de natura și energia particulelor emise.



## Capitolul 12

# NOȚIUNI ELEMENTARE DE RADIOTERAPIE

Utilizarea radiațiilor ionizante în scopuri terapeutice se bazează pe efectele biologice produse de ele, efecte care au fost prezentate succint în capitolul precedent. În epoca noastră se înscrie prin cele mai eficiente mijloace de tratament, mai ales în domeniul unor afecțiuni de mare gravitate, cum sînt tumorile maligne. După mai multe decenii de la introducerea în practica curentă, ea cunoaște o necontenită perfecționare, datorită lărgirii gamei de proceduri tehnice pe care le utilizează, ca și progreselor în cunoașterea și definirea cantitativă a efectelor radio-biologice.

### 12.1. Surse de radiații și tehnici utilizate în radioterapie

#### 12.1.1. Surse

Radioterapia utilizează în prezent variate categorii de radiații ionizante, provenite dintr-o mare varietate de surse. Astfel:

- radiații X produse de generatoare "convenționale" (similare celor folosite în radiodiagnostic), cu energii cuprinse între 10 și 300 kV ("ortovoltaj");
- radiații X și gama de energii înalte ("megavoltaj"), cuprinse între 4 și 30 MeV, generate în instalații acceleratoare de particule (electroni), de tipul betatronului sau acceleratoarelor liniare;
- radiații beta (fascicul de electroni) și gamma emise de o largă categorie de izotopi radioactivi (Cobalt 60, Iridium 192, Aur 198, Stronțiu-Ytriu 90 etc.);

- radiații corpusculare (protoni, neutroni, mezonii, fragmente de nuclee atomice accelerate în instalații speciale, la energii de ordinul MeV-ilor).

#### 12.1.2. Tehnici

Administrarea radiațiilor în scop terapeutic recunoaște două modalități tehnice fundamentale: *iradierea externă* și *iradierea internă*.

**12.1.2.1. Iradierea externă** utilizează în general calea transcutană de aplicare a fasciculului de radiații orientat spre focarul patologic. Fasciculul străbate astfel inevitabil o suprafață a pielii denumită "poartă de intrare" sau "cîmp de iradiere". Această formă de aplicare poate fi practică cu o distanță sursă-piele mare (30-100 cm), ca în cazul majorității instalațiilor de energii convenționale sau înalte, și este denumită în acest caz *teleiradiere* sau *teleradioterapie*; de asemenea, cu distanță sursă-piele mică (cîțiva cm), ca în cazul instalației Chaoul, constituind *brahiradioterapia*. Iradierea *de contact* aplică sursa de radiații în vecinătatea nemijlocită a focarului patologic sau chiar în interiorul acestuia. Asemenea tehnici de iradiere, care utilizează izotopi radioactivi (cesium, iridium, aur etc.) constituie domeniul *curie-terapie*; sursele respective sînt aplicate pe piele sau pe mucoasa cavităților naturale sub formă de celule sau sînt implantate în țesuturi sub formă de ace.

**12.1.2.2. Iradierea internă** folosește radioizotopi artificiali, ca I-131, P-32, Au-198, introduși în organism pe cale metabolică; afinitatea acestora pentru anumite țesuturi (așa cum este cea a iodului-131 pentru țesutul glandular tiroidian) permite concentrarea lor la nivelul țesuturilor respective, pe care le iradiază în mod selectiv.



## 12.2. Domeniile de aplicație ale iradierii terapeutice

### 12.2.1. Radioterapia cu efecte funcționale

Utilizează capacitatea radiațiilor ionizante de a produce stimularea sau inhibiția funcției unor țesuturi și organe, modificarea conductibilității nervoase și sporirea circulației locale. Această formă de iradiere este indicată în afecțiuni dominate patogenetic sau simptomatic de durere, circulație defectuoasă, hipo- sau hiperfuncție a unor organe.

Efectul de depolarizare a membranei formațiunilor nervoase, soldat cu scăderea conductibilității senzoriale, se situează la baza efectului antalgic al iradierii, unul dintre cele mai eficiente în raport cu alte proceduri terapeutice.

Declanșarea, prin receptorii membranelor celulare, a unor efecte vasodilatatoare, explică ameliorarea circulației locale produsă de iradiere și obținerea de efecte trofice favorabile.

Stimularea sau, dimpotrivă, inhibarea funcției unor organe (în special glandulare, exo- și endocrine) se soldează cu reechilibrarea activității secretorii a acestora, în situațiile în care există o dereglare a lor într-un sens sau altul.

Tehnica de iradiere utilizează, în raport cu obiectivul concret urmărit, fracțiuni de doză zilnice sau la 2-3 zile, de ordinul a 50-100 cGy, pînă la o doză totală de 30-1000 cGy.

Doze mai mari, pînă la 4-6000 cGy, sînt necesare în cazul tratamentelor adenoamelor hipofizare, în vederea inhibării activității secretorii exagerate apărute în evoluția acestora și tradusă prin tulburări endocrine corespunzătoare.

### 12.2.2. Radioterapia antiinflamatorie

Se bazează în principal pe efectele biochimice și funcționale ale iradierii practicate cu doze mici (modificarea pH-ului local, cu producerea de alcaloză, efectul antalgic, ameliorarea circulației locale, stimularea imunității locale, eliberarea de hormoni corticoizi pe calea unor mecanisme de natură reflexă).

Indicațiile sînt reprezentate de procese inflamatorii acute (celulite, flegmoane, panariții, sinuzite, otite, inflamații ale diferitelor structuri ale ochiului etc.), în care se folosesc fracțiuni de doză zilnice sau la două zile de

30-50 cGy, pînă la obținerea rezultatului propus. De asemenea, de procese cronice, inflamatorii, sau degenerative (artrite, artroze, spondiloză etc.), care necesită administrarea de fracțiuni de doză de 50-100 cGy la 2-3 zile, pînă la un total de cîteva sute de cGy.

Larg folosită în trecut, radioterapia cu doze mici (antiinflamatorie și cu efecte funcționale) este în prezent apreciată de mulți ca "un procedeu malign de tratare a unor afecțiuni benigne"; ea este contraindicată, cu rarele excepții create de lipsa totală de eficiență a altor proceduri, la tineri și mai ales la copii. În afara efectelor negative asupra materialului genetic, repetarea iradierii pe anumite zone (țesut hematopoetic, tiroidă, torace) poate fi implicată într-un proces tardiv de carcinogeneză.

### 12.2.3. Radioterapia antitumorală.

Cel mai larg și mai important domeniu al radioterapiei se bazează în esență pe efectul de moarte mitotică celulară, care a fost explicat în capitolul de radiobiologie și prin care se urmărește distrugerea celulelor tumorale și vindecarea clinică. Pentru înțelegerea semnificației terapeutice reale a acestui efect sînt de reținut următoarele:

a. Efectul se produce atît asupra celulelor tumorale, cît și asupra celor normale din vecinătatea tumorii, cuprinse inevitabil în fasciculul de radiații.

b. Nu există diferențe esențiale între răspunsul la iradiere al celulelor tumorale și cel al celulelor normale; cele mai "radiosensibile" celule tumorale nu sînt mai afectate de efectul de moarte mitotică decît celulele normale aflate în diviziune continuă. De aceea, în oricare aplicație de radiații sînt ucise, pe lîngă celulele tumorale, și un număr important de celule normale.

c. Există însă o diferență evidentă în ceea ce privește capacitatea de *refacere* a unui țesut normal în raport cu cea a unui tumoral, după o iradiere care le supune la aceeași doză: această capacitate, favorizată de factorii de integrare (circulație, control neuro-umoral), este considerabil mai mare în cazul țesuturilor normale. Pe această premisă, demonstrată clinic și experimental, este edificată tehnica curentă de iradiere a tumorilor, care folosește doze fracționate. Această tehnică favorizează țesuturile normale, care se refac mai complet și mai rapid în intervalul dintre fracțiuni.

În general, administrarea unei fracțiuni de doză de ordinul celor utilizate în cursul tratamentelor antitumorale produce asupra celulelor tumorale și normale expuse, leziuni ireversibile, letale, dar și leziuni subletale, reversibile în condiții favorabile de refacere biologică.



Aceste categorii de leziuni apar în populațiile de celule iradiate într-o proporție statistic previzibilă, în funcție de mărimea dozei și de parametri biologici care definesc radiosensibilitatea. Celulele aparținând țesuturilor normale, purtătoare de leziuni subletale, se pot reface complet (de obicei, într-un interval de 24 ore), redevenind indemne biologic. În același interval, celulele țesutului tumoral lezate subletal se refac mult mai lent, incomplet și devin mult mai susceptibile de a fi ucise de fracțiunea de doză următoare. Se creează în acest mod un decalaj în manifestarea efectului de moarte mitotică, care asigură depopularea preferențială a țesutului tumoral.

**12.2.3.1. Radiosensibilitatea și radiocurabilitatea tumorilor.** Față de efectul de moarte mitotică, tumorile cu diferite structuri histologice manifestă o sensibilitate diferită, adică pot fi depopulate cu doze de nivele mai joase sau mai ridicate. O încercare de a stabili categorii de radiosensibilitate tumorală ar fi însă lipsită de valoare practică, dacă nu s-ar ține seama și de sensibilitatea, respectiv toleranța față de iradiere a țesuturilor normale peritumorale, care, prin conservarea potențialului lor biologic, contribuie substanțial la procesul vindecării clinice. Este evident că scopul iradierii terapeutice nu este acela de a ucide celule (chiar preferențial tumorale), ci de a asigura un efect curativ; acesta nu poate fi conceput fără participarea țesuturilor peritumorale, a căror integritate biologică condiționează normalizarea structurală locală.

Așa cum am văzut, radiosensibilitatea, respectiv toleranța față de iradiere a țesuturilor normale, se identifică cu cea a țesutului vasculo-conjunctiv. Nivelul de toleranță al acestuia devine un criteriu practic deosebit de important, folosit atât ca etalon în stabilirea diferitelor grade de radiosensibilitate tumorală, cât și ca factor predictiv în evaluarea posibilității de vindecare efectivă a unei anumite tumori prin radioterapie.

Utilizând acest criteriu se pot distinge:

a. *Tumori radiosensibile*, ale căror componente celulare pot fi distruse cu doze mai mici decât cele tolerate de țesuturile normale peritumorale. În această categorie se încadrează seminomul, limfoamele maligne, nefroblastomul embrional, alte tumori maligne ale primei copilării.

b. *Tumori cu radiosensibilitate limitată*, a căror depopulare semnificativă clinic solicită nivele de doză foarte apropiate de cele tolerate de țesuturile normale. Acesta este cazul epiteliomelor de diferite tipuri, categoria de tumori maligne cu cea mai mare frecvență la adult.

c. *Tumori radiorezistente*, pentru a căror depopulare sînt necesare doze mai ridicate decât cele tolerate de țesuturile normale. În acest grup sînt incluse majoritatea tumorilor benigne, sarcoamelor diferențiate, melanomul și unele adenocarcinoame.

**12.2.3.2. Formele de tratament radiologic antitumoral.** În principiu, tratamentul radiologic al unei tumori poate fi instituit cu intenție *curativă*, adică urmărind distrugerea cvasi-totală a elementelor celulare ale acesteia și vindecarea clinică reală, sau cu intenție *paliativă*, adresîndu-se unor simptome care grevează în mod deosebit de pregnant condiția clinico-biologică a pacientului sau urmărind întîrzierea evoluției afecțiunii.

În prezent, tratamentul antitumoral este, în marea majoritate a cazurilor, un tratament complex, care se adresează determinărilor tumorale de obicei multiple și la care concură chirurgia, radioterapia, chimioterapia cu citostatice, imunoterapia și, în unele cazuri, hormonoterapia. Numărul cazurilor în care se utilizează o singură metodă terapeutică a devenit foarte limitat. De aceea, noțiunile de "tratament radiologic curativ sau radical", respectiv de "tratament radiologic paliativ", trebuie înțelese în lumina intenției cu care se instituie planul terapeutic în ansamblu. Într-un asemenea plan complex, iradierii îi poate reveni, de exemplu, obiectivul distrugerii tumorii primare, care nu mai este supusă altei manevre terapeutice; ea capătă sub acest aspect caracterul de tratament radical.

*Tratamentul radiologic curativ.* Tumorile radiosensibile pot fi efectiv vindecate prin doze totale de ordinul a 4000-4500 cGy, administrate într-un interval de 4-5 săptămîni.

Trebuie reținut faptul că în cadrul planului terapeutic doza totală trebuie să fie întotdeauna raportată la intervalul de timp în care este administrată. Prelungirea duratei tratamentului atenuază sensibil eficiența acestuia, de aceea, factorii "doză totală" și "timp total de iradiere" sînt incluși într-o expresie unică, definitorie pentru cursul tratamentului.

În lumina unor date experimentale radiobiologice și pe baza experienței clinice de care dispunem, planurile de tratament radiologic efectuat cu dozele mari solicitate de intenția curativității prevăd de regulă administrarea a 1000 cGy pe săptămîină în 5 fracțiuni de cîte 200 cGy. Aceste valori au în vedere *doza efectiv eliberată* la nivelul tumorii, respectiv absorbită de aceasta.

Dacă tumorile etichetate ca radiosensibile pot fi distruse în principiu prin doze situate sub nivelul toleranței locale, trebuie remarcat că, în schimb, ele manifestă de regulă tendința de extindere rapidă în arii anatomice largi. Această trăsătură limitează sensibil șansele de *curabilitate* (reale în formele relativ incipiente), întrucît creșterea volumului iradiat este un factor restrictiv al dozei, care decurge de această dată din limitele *toleranței organismului*.



Rezultă deci că noțiunile de radiosensibilitate și radio-curabilitate nu trebuie confundate. În realitate, tumorile radiosensibile sînt rareori curabile numai prin iradiere; larga lor diseminare interzice abordarea tuturor focarelor efectiv sau prezumtiv existente, întrucît acestea ar spori volumul iradiat dincolo de limitele toleranței generale a organismului. De aceea, asocierea chimioterapiei cu citostatice devine deseori obligatorie.

*Tumorile cu radiosensibilitate limitată* solicită, în vederea eradicării, doze totale de ordinul a 6000 cGy în 6-7 săptămîni, la limita toleranței țesuturilor normale; de aceea, în cazul tumorilor de dimensiuni mai mari, vindecarea devine incertă. În cadrul planului terapeutic complex, chirurgiei îi revine rolul de a îndepărta masele tumorale voluminoase, în timp ce iradierea abordează resturile tumorale sau diseminările la distanță de procesul primar care nu sînt aparente anatomo-clinic.

De o manieră similară se procedează și în unele cazuri de tumori radiorezistente.

Deși semnificația mărimii unei tumori (în alți termeni, a numărului de celule ce constituie o tumoră) în raport cu radiosensibilitatea nu este clar explicată, faptul că tumorile de mari dimensiuni nu pot fi eradicate numai radiologic este o realitate demonstrată de practică. De aceea, devin necesare manevre terapeutice care potențează efectul iradierii, reducînd în cît mai mare măsură populația de celule tumorale inițial prezente. Asemenea manevre "citoreducționale" pot fi efectuate prin intervenții chirurgicale sau chimioterapie.

*Tratamentul radiologic paliativ.* În situațiile în care nu poate fi instituit un tratament cu intenție curativă, radioterapia rămîne un mijloc important de paliativ în îngrijirea tumorilor maligne. Iradierea paliativă își propune obiective ca:

- reducerea ritmului de creștere a tumorii și întîrzierea evoluției afecțiunii tumorale. În acest scop sînt administrate tumorii primare sau principalelor focare secundare de diseminare doze totale care reprezintă 2/3 pînă la 3/4 din cele considerate curative;

- diminuarea sau amendarea unor simptome clinice. În mod particular, beneficiază de iradierea cu doze mici sau moderate cazurile în care sînt prezente manifestări algice intense, hemoragii, stări inflamatorii supraadăugate.

*Contraindicațiile* iradierii antitumorale sînt reprezentate de stările febrile, stările cașectice avansate, leucopeniile pronunțate, afecțiunile cardiace, hepatitice și renale grave. Se va avea, de asemenea, în vedere faptul că, în prezența anemiilor cu valori foarte scăzute de hemoglobină, efectul tumoricid al iradierii este considerabil diminuat. Corectarea stării de anemie devine astfel o condiție a instituirii radioterapiei.

### 12.3. Bazele clinice ale tratamentului radiologic antitumoral

Tratamentul antitumoral complex se bazează pe un diagnostic clinic, histopatologic și biologic exact. Diagnosticul clinic include în mod obligatoriu clasificarea tumorii în funcție de gradul ei de extindere, adică *stadializarea clinică*.

Această clasificare este bazată pe examenul clinico-biologic complet al pacientului, care trebuie să conducă la o reprezentare obiectivă a extinderii procesului tumoral. Ea își propune să răspundă următoarelor deziderate principale:

- orientarea clinicianului în elaborarea planului terapeutic;
- crearea de premise obiective în evaluarea prognosticului;
- evaluarea rezultatelor tratamentului în cazul particular, în raport cu expectanța;
- facilitarea schimbului de informații între diferite centre de asistență oncologică;
- contribuția efectivă la mai buna cunoaștere a cancerului uman.

Intrucît există numeroase baze posibile de clasificare, ce au în vedere, în afara sediului și extensiei tumorii, numeroase alte trăsături clinico-biologice, s-a creat necesitatea adoptării unui sistem internațional de stadializare. Într-o formă ideală, acesta ar trebui să corespundă cerinței fundamentale de a putea transmite fără ambiguități informația clinică, celei de a fi aplicabil în toate localizările, ca și celei de a putea fi suplimentat ulterior prin informații furnizate de studiul histopatologic și de actul chirurgical.

Actualul "sistem T N M", elaborat de UICC (Uniunea Internațională Contra Cancerului), îndeplinește în mare măsură aceste cerințe; el își propune în principiu clasificarea cazurilor individuale în funcție de extensia anatomică a tumorii bazîndu-se pe definiția a trei componente:

- T - extensia tumorii primare;
- N - starea ganglionilor limfatici regionali și, pentru unele localizări, a ganglionilor juxtaregionali;
- M - prezența sau absența metastazelor la distanță.

Definierea componentelor respective se realizează prin cifre care traduc gradul de extensie (T0, T1, T2, T3, T4; N0, N1, N2, N3; M0, M1). Pe baza acestei definiții, cazul poate fi încadrat în unul din stadiile clinice pe care le creează evoluția unui anumit tip de tumoră.

În practica oncologică actuală, sînt utilizate două clasificări distincte:



1. *clasificarea clinică preterapeutică*, bazată pe datele de investigație obținute înaintea deciziei asupra tratamentului, etichetată "TNM", care reflectă rezultatele examenului clinic, radiologic, endoscopic și ale altor proceduri de diagnostic;

2. *clasificarea histopatologică postchirurgicală*, "pTNM", bazată pe aceleași date, dar completată sau corectată prin elementele furnizate de studiul pieselor rezecate în cursul actului chirurgical terapeutic.

În cadrul acestei dualități, clasificarea clinică TNM rămâne dominantă ca importanță; odată stabilită, ea va rămâne nemodificată pe tot parcursul îngrijirii pacientului. În clasificarea clinică preterapeutică sînt utilizați următorii termeni descriptivi:

Pentru tumora primară (T)

- Tis: tumoră preinvazivă ("in situ")
- T0: tumoră primară neevidențabilă clinic
- T1, T2, T3, T4: caracterizarea în grade crescînde a dimensiunilor și/sau a extensiei locale a tumorii primare

- Tx: absența minimului de date necesare evaluării extensiei tumorii

Pentru ganglionii limfatici regionali (N)

- N0: fără evidență de invazie ganglionară
- N1, N2, N3: prezența de grade diferite a invaziei ganglionilor regionali

- N4: extindere la ganglionii juxtaregionali

- Nx: absența minimului de date necesare caracterizării stării ganglionilor

Pentru metastazele la distanță (M)

- M0: fără evidență de metastaze la distanță

- M1: prezența de metastaze la distanță

- Mx: absența minimului de date necesare confirmării sau infirmării prezenței de metastaze la distanță.

În clasificarea histopatologică postchirurgicală (pTNM) se utilizează în general aceiași termeni, precedați de litera p, care semnifică atestarea gradului de extindere a tumorii prin studiul histopatologic al piesei operatorii (pT1, pN1).

În cadrul acestui studiu, capătă o importanță uneori decisivă în ceea ce privește prognosticul și alegerea planului terapeutic – cel puțin pentru anumite forme de tumori – aprecierea după anumite trăsături histologice a agresivității tumorii, așa-numitul "grading tumoral". Principalul criteriu în acest sens este reprezentat de măsura diferențierii celulelor ce alcătuiesc tumora. După acest criteriu, se constituie următoarele categorii:

- G1: grad înalt de diferențiere

- G2: grad mediu de diferențiere

- G3: grad scăzut sau lipsă de diferențiere

- Gx : grad de diferențiere nedeterminabil

Maliginitatea și agresivitatea tumorală se manifestă de regulă invers proporțional cu gradul de diferențiere.

Clasificarea prin sistemul TNM permite descrierea și înregistrarea în măsură destul de precisă a extinderii aparente a tumorii. O anumită varietate de tumoră, în care pot fi descrise patru grade pentru T, patru grade pentru N și două grade pentru M (caz destul de obișnuit), va crea 32 de categorii TNM. În scopul ordonării și analizei statistice a datelor, devine necesară concentrarea acestor categorii într-un număr convenabil de grupări stadiale, de obicei patru pentru fiecare tumoră, care este astfel încadrat într-un *stadiu clinic*, I, II, III sau IV.

## 12.4. Tratamentul radiologic în tumorile maligne cutanate

Tumorile maligne ale pielii și regiunile periorificiale cutaneo-mucoase prezintă un interes practic particular, datorită frecvenței lor ridicate (5-10% din totalul tumorilor maligne) și datorită remarcabilului procent de vindecări reale, obținute cu un tratament corect (în principal radiologic), mai ales dacă acesta e instituit în stadiile incipiente. Tumorile cutanate maligne primitive provin din celulele epitelale ale tegumentelor (epitelioame sau carcinoame), din celulele melanice (melanoame maligne), mult mai rar din elementele conjunctive ale pielii (sarcoame).

### 12.4.1. Epitelioamele

Reprezentînd imensa majoritate (peste 90%) a tumorilor maligne cutanate, recunosc ca principale forme histologice varietatea spinocelulară și cea bazocelulară.

Epitelioamele *spinocelulare* (scuamoase) se dezvoltă din stratul malpighian, păstrînd tendința la stratificare și cheratinizare a epitelului normal. Se localizează frecvent pe mucoase și în zonele de tranziție cutaneo-mucoase. Dintre localizările cutanate, cele mai frecvente sînt pe regiunile capului și gîtului. La nivelul pielii, ele apar mai ales sub forma unor mici proeminențe verucoase, care păstrează inițial un caracter hipercheratozic, evoluînd apoi spre ulcerare; la nivelul mucoaselor, manifestarea inițială obișnuită este cea a unei nodozități care se ulcerează, creînd o leziune crateriformă.

Evoluția naturală a acestui tip de epitelioame urmează un ritm relativ rapid, marcat prin creșterea dimensională evidentă; dezvoltarea locală este de regulă însoțită sau



urmată de extinderea în ganglionii regionali și, în fazele finale, de generalizarea metastatică.

Clasificarea stadială clinică are în vedere următoarele situații:

- T1: tumoră cu diametrul sub 2 cm
- T2: tumoră cu diametrul între 2 și 5 cm
- T3: tumoră cu diametrul peste 5 cm
- T4: tumoră cu extensie la structurile subjacente (cartilaj, mușchi, os)
- N0: absența clinică a adenopatiei
- N1: adenopatie homolaterală mobilă
- N3: adenopatie contro- sau bilaterală mobilă
- N3: adenopatie fixată
- M0: fără metastaze la distanță
- M1: prezența de metastaze la distanță

Epitelioamele *bazocelulare* sînt neformații constituite din celule care păstrează caracterele stratului bazal al epidermului, fără tendință la cheratinizare. Localizate frecvent la față, ele pot apare inițial sub forma unui placard de indurație, a unei ulcerării cu contururi indurate și reliefate (sub formă de burelet), cu tendință la dezvoltare în suprafață și în profunzime, mai rar ca o formație vegetantă, neregulată, sîngerîndă, parțial ulcerată.

În formele comune, epitelioamele bazocelulare manifestă numai o malignitate locală; ele se dezvoltă în suprafață și în profunzime, fără a produce determinări în ganglioni și metastaze la distanță.

Potrivit acestor trăsături biologice, stadializarea clinică are în vedere tumora primară, respectiv categoriile T1-T4, similare celor descrise la epiteliomul spinocelular.

*Tratamentul carcinoamelor cutanate* este instituit și condus în concordanță cu stadiul clinic de evoluție și particularitățile biologice ale tumorii prezentate; el se adresează – ca de altfel în oricare formă de cancer – tumorii primare, ariilor ganglionare regionale și eventualelor metastaze la distanță.

*Tumorile primare* de mici dimensiuni (T1) pot fi tratate în egală măsură chirurgical și radiologic. Radioterapia constă din iradierea cu distanță mică, folosindu-se o instalație de tip Chaoul, prin care se administrează o doză totală de 60-80 Gy, în fracțiuni zilnice de 300-600 cGy.

O variantă terapeutică o reprezintă curie-terapia, prin aplicarea unor radioizotopi (cesium, cobalt, iridium) sub formă de celule, menținute în contact direct prin diverse dispozitive de fixare. Doza totală eliberată este de aproximativ 6000 rd (cGy), într-un timp total de aplicare de 49-72 de ore.

În cazurile cu T2, tratamentul de elecție este cel radiologic; el se aplică folosind în general aceleași doze totale și aceleași proceduri tehnice ca în formele cu T1.

Regiunea iradiată va include, în afara leziunii tumorale, și o "margină de siguranță", reprezentînd o zonă de tegument peritumoral indemn, largă de 5-10 mm.

În formele cu dezvoltare în profunzime (peste 5 mm), sînt indicate implantele de radioizotopi; dispoziția surselor va asigura o iradiere cît mai completă a tumorii.

Tumorile de dimensiuni mari (T3 și T4) solicită o iradiere pe cîmpuri mai largi, practică de la distanțe mai mari (24-30 cm), cu energii de ordinul a 90-150kV (așa numita "radioterapie semiprofundă"). Dozele totale, administrate într-un interval de 3-4 săptămîni, ating valori de 50-60 Gy. Deseori, la sfîrșitul acestui interval se consemnează persistența unui rest tumoral, care obligă la o iradiere suplimentară cu mică distanță sau un procedeu de curieterapie.

Un număr limitat de cazuri, selecționate în funcție de dimensiuni și sediu anatomic, beneficiază de curieterapie (mulaje conținînd celule, implantate), ca tratament unic al tumorii primare. Numeroase cazuri cu T4 rămîn în afara posibilităților unui tratament cu intenție curativă. În anumite situații, administrarea de citostatice, cu scopul obținerii unui așa numit "efect citoreducțional", poate diminua întinderea tumorii sau invazia planurilor profunde, creînd condiții acceptabile pentru instituirea radioterapiei.

Ariile ganglionare satelite reprezintă obiectul unui tratament obligator în cazul epitelioamelor spinocelulare. Chiar în absența clinică a adenopatiei (N0), se poate presupune prezența unor diseminări de dimensiuni microscopice, ceea ce implică o așa-numită "iradiere profilactică" a ariilor respective, cu o doză totală de 35-40 Gy, suficientă pentru eradicarea acestora.

Această conduită nu este, evident, necesară în cazul epitelioamelor bazocelulare.

În prezența adenopatiei mobile (N1 și N2) este indicată extirparea chirurgicală a ganglionilor afectați, urmată de iradierea ariei sau ariilor respective cu doze de aceeași mărime. Adenopatia fixată (N3) obligă la o iradiere prealabilă, cu scopul "convertirii" ganglionilor tumorali, respectiv mobilizării acestora, urmată de ablația chirurgicală.

În prezența *metastazelor la distanță*, tratamentul devine exclusiv paliativ; în afara medicației simptomatice, unele localizări (mai ales osoase) pot beneficia de tratamentul cu citostatice sau de aplicații de radioterapie, care vizează în special ameliorarea fenomenelor dureroase.

Instituit în fazele evolutive incipiente (înaintea apariției adenopatiei), tratamentul epitelioamelor maligne cutanate se soldează cu un procent ridicat de vindecări reale (90-95%). Șansele acestei vindecări se reduc apreciabil odată cu extinderea regională și metastazarea.



Epitelioamele cu localizare *labială, vulvară, peniană* și *perianală* reprezintă de fapt variante topografice ale cancerului cutanat și sînt tratate după aceleași principii.

#### 12.4.2. Melanoamele maligne

Sînt procese tumorale dezvoltate din melanoblaste, ce pot avea sedii inițiale foarte variate; cele cutanate constituie aproximativ 10% din totalul tumorilor pielii

Din punct de vedere biologic, melanoamele se caracterizează printr-o marcată radiorezistență (proprie majorității formelor, dar mai ales, celor cu localizare la trunchi și membre), ca și printr-o pronunțată tendință la generalizare, care devine manifestă curînd după invadarea ganglionilor regionali.

Tratamentul constă din ablația chirurgicală (electroexcizie profundă), urmată de chimioterapie cu citostatice; unele forme, localizate la cap și gît, beneficiază de radioterapia cu doze mari (100-200 Gy), în iradiere cu distanță mică. După apariția adenopatiei tumorale, prognosticul se alterează considerabil, procedurile radiologice, chimio- și imunoterapeutice soldîndu-se cu rezultate foarte modeste, fără ca evoluția spre generalizare să poată fi împiedicată.

#### 12.5. Tratamentul radiologic în cancerul glandei mamare

Cea mai frecventă localizare a bolii canceroase la femeie, cancerul sînului, creează o problemă deosebit de complexă, datorată unor trăsături clinico-biologice cu totul particulare. Tumoră cu radiosensibilitate limitată, dar recunoscînd și variante foarte radiorezistente, cancerul mamar manifestă în același timp o pronunțată tendință la diseminare timpurie în ganglionii regionali, apoi în plămîni și în oase. Dependența endocrină (activitatea estrogenică constituie, în principiu, un factor stimulant al dezvoltării tumorale), ca și evoluția imprevizibilă în foarte numeroase cazuri, creează serioase dificultăți actului terapeutic, obligînd la implicarea tuturor manevrelor cunoscute în prezent: intervenția chirurgicală, care își propune extirparea maselor tumorale decelabile clinic, radioterapia, care se adresează în principiu diseminărilor loco-regionale de dimensiuni subclinice, chimioterapie citostatică destinată diseminărilor la distanță, hormono- și imunoterapia, care își propun modificarea condițiilor biologice favorabile evoluției procesului tumoral.

Tratamentul actual al cancerului mamar este fundamentat pe stadiul clinic individual, caracterele histopatologice ale tumorii și o serie de trăsături de ordin clinico-biologic, manifeste în cazul particular, așa numiții "markeri tumorali". În afara rolului lor determinant în alegerea planului terapeutic, acești factori reprezintă și elemente importante de prognoză.

Principalele forme histopatologice sînt reprezentate de epitelioame (intraductal, trabecular, medular etc.) și adenocarcinoame (cu componente variabile conjunctiv-scleroase); sarcoamele, formele mixte și alte variante sînt mult mai rare. O importanță crescîndă se atribuie, din punct de vedere al prognosticului, și stabilirii conduitei terapeutice, "gradingului" tumoral.

Stadializarea clinică urmează de următoarele categorii:

- T1: tumoră cu diametrul sub 2cm;
- T2: tumoră cu diametrul între 2 și 5cm;
- T3: tumoră cu diametrul peste 5cm;

Fiecare T se poate prezenta ca formă a (fără fixare la planul muscular subjacent), respectiv b (cu fixare la acest plan).

- T4: tumoră extinsă la peretele toracic sau la piele, cu variantele:

- a. extensie la peretele toracic;
- b. edem, infiltrație sau ulcerare a pielii;
- c. prezența ambelor manifestări;

- N0: absența adenopatiei regionale;

- N1: prezența de ganglioni axilari homolaterali mobili;

- N2: prezența de ganglioni axilari homolaterali fixați;

- N3: prezența adenopatiei supra- sau infraclaviculare homolaterale;

- M0: fără metastaze la distanță manifeste;

- M1: prezența de metastaze la distanță (în plămîni, oase, piele etc.).

Pe baza acestor categorii, se obișnuiește, în special din considerente statistice, ca formele individuale să fie încadrate în una din următoarele grupe stadiale:

##### Stadiul I

- T1a sau T1b, N0, M0

##### Stadiul II

- T1a sau T1b, N1, M0
- T2a sau T2b, N0, M0
- T2a sau T2b, M1, M0

##### Stadiul IIIa

- T3a sau T3b, N0 sau N1, M0
- T1, T2 sau T3, N2, M0

##### Stadiul IIIb

- T1, T2 sau T3, N3, M0
- T2a, b sau c, orice N, M0

##### Stadiul IV

- orice T, orice N, M1



*Markerii clinico-biologici* sînt reprezentați de numeroase trăsături și circumstanțe legate de caracterele tumorii și de starea organismului gazdă, care pot influența evoluția afecțiunii în cazul particular. Dintre factorii cu semnificație prognostică defavorabilă sînt de reținut: apariția și dezvoltarea tumorii la persoanele tinere, în plină activitate estrogenică, și mai ales în cursul sarcinii și lactației, ritmul rapid de creștere, invazia unui număr mare de ganglioni regionali (evidențiată prin disecția axilei), manifestarea locală a unor fenomene inflamatorii, unele tipuri histologice (forma medulară de epiteliom), *gradingul* histopatologic ridicat etc.

Așa cum am mai menționat, tratamentul cancerului mamar, deosebit de complex, este strict individualizat în funcție de elementele orientative enunțate. Alegerea și succesiunea manevrelor terapeutice sînt determinate în cea mai mare măsură de starea parametrilor clinici T, N și M și de spectrul markerilor clinico-biologici.

a. In formele caracterizate stadial prin T1a-T2a și N0, este practică mamectomia radicală, cu disecția axilei; dacă examenul histopatologic al ganglionilor extirpați nu evidențiază diseminări tumorale la nivelul acestora, tratamentul se limitează la cura chirurgicală; cînd asemenea diseminări sînt prezente, se procedează conform celor indicate la punctul b.

Formele stadiului I beneficiază de supraviețuiri peste 5 ani într-o proporție de aproximativ 80%. Dacă stadializarea clinică corespunde stării histopatologice a ganglionilor (absența de diseminări microscopice la nivelul acestora), proporția supraviețuitorilor se ridică la 90%. Într-un număr ridicat de cazuri, examenul histopatologic evidențiază însă diseminări microscopice, ceea ce le încadrează în stadiul II pTNM; prognosticul și rata de supraviețuiri devin în această situație mai puțin favorabile.

b. In formele etichetate terapeutic prin T1a-T2a cu N1 sau prin T1b-T2b (indiferent de starea ganglionilor), intervenția chirurgicală radicală este urmată de radioterapie, aplicată pe întreaga arie oncologică. Aceasta cuprinde peretele toracic și regiunile ganglionare axilară, supra- și subclaviculară și mamară internă (în cazul localizării tumorii primare în regiunile interne ale sînului). Doza totală eliberată fiecăreia din aceste regiuni este de ordinul a 40-50 Gy, într-un interval de 5 săptămîni.

Prezența unora dintre markerii tumorali amintiți (în special invazia tumorală a unui număr de ganglioni regionali mai mare de 4) impune completarea tratamentului prin cura de citostatice (4-10 serii, cuprinzînd produși diferiți, asociați în cadrul unei scheme de "polichimioterapie").

Unii markeri obligă și la instituirea tratamentului hormonal. În prezența ciclului menstrual sau în intervalul de pînă la 2 ani de la suspendarea acestuia, se va practica o manevră de castrare, chirurgicală (ooforectomie bilaterală) sau radiologică (iradierea ovarelor cu o doză de 20 Gy); după acest interval, se va institui tratamentul cu inhibitori ai funcției ovariene (Tamoxifen) sau suprarenale (aminoglutetimida).

Rezultatele tratamentului acestor forme, corespunzătoare stadiului II, se materializează într-un procent de supraviețuiri la 5 ani de 50-55%.

c. In cazurile aparținînd stadiului IIIa (T3a sau b, cu N0 sau N1, respectiv T1-T3 cu N2) tratamentul inițial este cel radiologic. El constă din iradierea sînului cu doze totale de 45-50 Gy. Se urmărește pe această cale reducerea în cît mai mare măsură a dimensiunilor tumorii primare, respectiv mobilizarea ganglionilor axilari inițial fixați. Dacă acest obiectiv este realizat, se va practica intervenția chirurgicală radicală, la un interval de 4-8 săptămîni de la terminarea iradierii, aplicîndu-se în continuare tratamentul cu citostatice (10-12 serii) și tratamentul hormonal adecvat.

În stadiul IIIb, definit prin T4a și un N nu mai mare de 2, se poate încerca "convertirea stadială" a tumorii prin radioterapie loco-regională, urmată de 2-4 serii de chimioterapie, după care, dacă se creează condițiile necesare, se practică intervenția chirurgicală radicală. Aceasta este urmată la rîndul ei de 10-12 serii de chimioterapie și de tratamentul hormonal corespunzător.

În celelalte forme ale stadiului IIIb (cu T4b sau c sau N3), tratamentul de bază este reprezentat de chimioterapie, după care se recurge la iradierea loco-regională; manevrele chirurgicale au un caracter paliativ (cito-reducțional).

Rezultatele obținute pe ansamblul cazurilor din stadiul III prin tratamentele descrise rămîn destul de modeste, rata supraviețuirilor la 5 ani nedepășind 25-35%.

d. In stadiul IV, caracterizat prin prezența metastazelor la distanță (M1), tratamentul are numai un caracter paliativ; el își propune întîrzierea procesului tumoral și combaterea manifestărilor clinice celor mai pregnante, în principal a durerii. În acest sens, se recurge la chimioterapie, hormonoterapie și iradierea unor focare secundare (mai ales osoase), cu intenție antalgică.

Așa cum se poate deduce cu ușurință, gradul de curabilitate al cancerului mamar depinde esențial (de altfel, ca și în cazul celorlalte tumori maligne) de momentul evolutiv în care este descoperit și tratat. Avînd în vedere marea lui incidență și facilitate cu care poate fi diagnosticat, acțiunile cu caracter educativ în rîndurile populației feminine, vizînd descoperirea lui timpurie, capătă o pondere deosebită în contextul problematic pe care îl creează.



## 12.6. Tratamentul radiologic în cancerul genital feminin

### 12.6.1. Cancerul colului uterin

Reprezintă, alături de cel al sînului, tumora cu cea mai largă incidență în rîndurile populației feminine. Caracterizat printr-o lungă evoluție loco-regională, beneficiază, atunci cînd este diagnosticat în stadiile incipiente și tratat în mod corespunzător, de rezultate favorabile într-o proporție importantă de cazuri (aproximativ 90% supraviețuiri peste 5 ani în stadiul I).

Din punct de vedere *histopatologic*, marea majoritate a tumorilor maligne ale colului uterin sînt epitelioame cu grade variate de diferențiere; adenocarcinoamele (5-10% din totalul cazurilor) își au originea în mucoasa canalului cervical.

*Stadializarea clinică* are în vedere următoarele situații:

- Tis carcinom preinvaziv ("in situ")
- T1: tumoră limitată la col, cu variantele T1a (carcinom microinvaziv, diagnosticat numai histologic) și T1b (carcinom clinic invaziv)
- T2: tumoră cu extensie la vagin, exceptînd treimea lui inferioară (T2a) sau la parametre, dar nu pînă la bazinul osos (T2b)
- T3: tumoră extinsă la treimea inferioară a vaginului (T3a) sau la parametre, pînă la bazinul osos (T3b)
- T4: tumoră extinsă la vezică, rect sau dincolo de pelvis
- N0: fără invazia ganglionilor limfatici regionali
- N1: cu invazia ganglionilor limfatici regionali

Ganglionii limfatici regionali sînt reprezentați de grupele: parametrial, hipogastric (obturator), iliac extern, iliac comun și presacral. Avînd în vedere dificultatea examinării lor clinice, prezența sau absența invaziei ganglionare nu poate fi atestată decît prin examenul pieselor extirpate chirurgical.

- N4: invazia ganglionilor limfatici juxtaregionali (paraaortici)
- M0: fără metastaze la distanță
- M1: metastaze la distanță prezente.

Categoriile descrise sînt grupate în următoarele stadii clinice:

- Stadiul Ia: T1a, N0, M0
- Stadiul Ib: T1b, N0, M0
- Stadiul IIa: T2a, N0, M0
- Stadiul IIb: T2b, N0, M0

Stadiul IIIa: T3a, N0, M0

Stadiul IIIb: T1-T3a, N1, M0; T3b, N0-N1, M0

Stadiul IVa: T4, N0-N1, M0

Stadiul IVb: T1-4, N1-4, M1

Acțiunile purtate în vederea descoperirii cancerului colului uterin în etape evolutive cît mai incipiente, folosindu-se în acest scop examenul din secreția vaginală și din unele leziuni suspecte ale colului, au dus la constituirea unor categorii particulare: Tis (carcinom preinvaziv sau "in situ") și T0 (absența semnelor clinice de tumoră). În aceste forme, activitatea tumorală este presupusă numai pe datele examenului citologic. În mod corespunzător, a fost creat și un stadiu 0, caracterizat prin Tis, N0, M0. Este de menționat că examenul citologic trebuie să fie întodeauna confirmat prin cel histopatologic, care de altfel precede instituirea oricărui tratament.

*Tratamentul stadial* al cancerului de col uterin uzează de două metode fundamentale, chirurgia și radioterapia, a căror asociere, succesiune și realizare tehnică depind de extinderea procesului în momentul stabilirii diagnosticului.

În stadiul subclinic 0 (cu Tis sau T0), se recurge la intervenții chirurgicale limitate (conizație sau histerectomie simplă fără a fi necesar un alt tratament).

a. În stadiile I și IIa, secvența procedurilor terapeutice este următoarea:

- o aplicație de curieterapie intracavitară (utero-vaginală);
- intervenție chirurgicală radicală (histerocolpectomie cu disecția ariilor ganglionare regionale și limfadenectomie), practică la un interval de 6 săptămîni de la curieterapie.

Cura chirurgicală este urmată de iradierea externă, de preferat cu energii înalte, în unele situații relevate de examenul histopatologic al piesei operatorii: persistența de celule tumorale la nivelul colului, prezența de elemente tumorale în ganglioni; de asemenea, în situații clinico-biologice particulare (dezvoltarea tumorii la un interval de timp mai mic de un an după o sarcină sau o naștere).

Iradierea se efectuează pe regiunea pelvină, eliberînd 45-50 Gy în 5-6 săptămîni.

b. În stadiul IIb se recurge la:

- iradierea externă a pelvisului cu o doză totală de 40 Gy;
- curieterapie intracavitară;
- intervenție chirurgicală radicală (histerocolpectomie cu adenectomie).

În cazurile în care examenul histopatologic evidențiază afectarea ganglionilor, iradierea externă va fi completată postoperator pînă la doza totală de 60 Gy.



Rezultatele tratamentului efectuat după protocoalele descrise se materializează într-o proporție de 85-90% supraviețuiri la 5 ani în stadiul I și una de 60-65% în stadiile II.

c. In stadiul IIIa, prima secvență terapeutică indicată este iradierea externă a întregului pelvis cu o doză de pînă la 50 Gy, prin care se urmărește crearea condițiilor de operabilitate. In momentul în care acestea se obțin, se va proceda la fel ca în stadiul IIb; cînd "convertirea" nu se realizează, se completează iradierea pelvisului pînă la 60 Gy și se efectuează o aplicație de curieterapie intracavitară.

d. In stadiile IIIb și IVa, tratamentul este exclusiv radiologic și constă din iradierea externă a pelvisului cu o doză totală de 60 Gy; unele cazuri din stadiul IIIb beneficiază și de curieterapie, cînd există condiții anato-mice corespunzătoare.

e. In stadiul IVb sînt posibile numai tratamente paliative și simptomatice, de factură variată. Iradierea este deseori utilizată pentru combaterea hemoragiei și durerilor produse de tumora primară sau de metastazele osoase.

Rezultatele tratamentului efectuate în stadiile avansate sînt exprimate statistic prin procente de supraviețuiri la 5 ani de 40-45% în stadiul IIIa, 30-35% în stadiul IIIb și 10% în stadiul IV.

### 12.6.2. Cancerul corpului uterin

Este în marea majoritate a cazurilor o formă de adenocarcinom; sarcoamele, formele mixte și alte variante histologice sînt rare.

Stadializarea clinică, indicațiile terapeutice și prognosticul sînt, în cazul adenocarcinoamelor, similare celor ale cancerului de col uterin. Tumorile sarcomatoase au o evoluție rapidă și o tendință marcată la metastazare, făcînd necesară, în afara chirurgiei și radioterapiei, a curei cu citostatice.

### 12.6.3. Cancerul ovarian

Cancerul ovarian este, dintre tumorile genitale feminine, forma cea mai agresivă, cu o letalitate ridicată. Varietatea formelor histologice, importante în determinarea evoluției, extinderea rapidă la organele abdominale și metastazarea la distanță, crează serioase dificultăți tratamentului. Acesta constă în general din intervenția chirurgicală, urmată, în raport cu importanța formațiunilor tumorale reziduale, de radio- și chimioterapie.

## 12.7. Tratamentul radiologic în limfoamele maligne

Limfoamele maligne reprezintă un grup de afecțiuni tumorale foarte heterogen ca substrat histopatologic, evoluție clinică și gravitate, avînd ca element comun *adenopatia*. In cadrul lor, se individualizează prin particularități clinico-biologice distincte *limfomul hodgkinian* (boala Hodgkin), în timp ce celelalte varietăți tumorale, care au ca element comun originea lor în celulele sistemului imunitar, sînt incluse în grupul *limfoamelor nonhodgkiniene*.

### 12.7.1. Limfomul hodgkinian

Afectează cu predominanță vîrstele tinere (20-40 de ani) și se caracterizează clinic prin creșterea de volum a unui ganglion sau a unui grup ganglionar limfatic, localizat inițial la o singură regiune anatomică; de aici, procesul tumoral se extinde treptat în întregul sistem limfatic, de o manieră în mare măsură previzibilă. In etapele evolutive avansate sînt afectate și organe extra-limfatice, mai ales ficatul, plămînul, măduva osoasă și scheletul. Intra-o proporție importantă de cazuri, evoluția este însoțită de semne clinice generale ca: febră, transpirații nocturne, scădere în greutate, prurit. Intrucît adenopatia nu prezintă caractere clinice specifice, diagnosticul de certitudine este posibil numai prin examen biopsic.

*Histopatologic*, limfomul hodgkinian se clasifică, în funcție de tabloul citologic (numărul celulelor specifice Reed-Sternberg, proporția limfocitelor) și intensitatea reacției stromei, în 4 tipuri fundamentale, diferite ca evoluție și prognoză.

*Predominanța limfocitară* are prognosticul cel mai favorabil și se întilnește frecvent în formele incipiente.

*Scleroza nodulară*, proprie mai ales localizărilor mediastinale, este observată mai frecvent în extinderea prin contiguitate limfatică la organe de vecinătate.

*Celularitatea mixtă* se caracterizează printr-un aspect histologic heterogen și un prognostic destul de incert.

*Depleția limfocitară* este forma cea mai agresivă, cu evoluție rapidă și asociere frecventă de semne clinice generale.

*Stadializarea clinică* stabilește următoarele categorii:

– stadiul I: interesarea unei singure regiuni ganglionare limfatice sau a unei singure regiuni extra-limfatice;



– stadiul II: interesarea a două sau mai multe regiuni ganglionare de aceeași parte a diafragmului sau a unei regiuni extralimfatice și a uneia sau mai multor regiuni limfatice de aceeași parte a diafragmului;

– stadiul III : interesarea de regiuni ganglionare de ambele părți ale diafragmului, care poate fi însoțită de interesarea unui singur organ extralimfatic sau a splinei;

– stadiul IV: interesarea difuză a unuia sau mai multor organe extralimfatice, cu sau fără localizare ganglionară.

Toate stadiile sînt subîmpărțite în forma A (fără semne clinice de evoluție) și forma B (cu prezența acestor semne).

*Tratamentul stadial* al limfomului hodgkinian utilizează ca mijloace majore radioterapia, chimioterapia sau asocierea acestora.

*Radioterapia* este procedeul de elecție în abordarea formelor puțin extinse. Rezultatele ei sînt condiționate de administrarea unei doze suficient de mari (40-45 Gy), într-un volum ce include, în afara ariei ganglionare afectate clinic, cel puțin regiunile limfatice contigue. În acest sens, au fost elaborate tehnici de iradiere speciale, așa cum este iradierea "în manta" pentru localizările supradiafragmatice și cea "în Y răsturnat" pentru cele subdiafragmatice. Prin combinarea acestora se realizează iradierea ganglionară totală.

*Chimioterapia* uzează de compuși consacrați, cu efecte verificate, cum sînt vincristina, ciclofosfamida, procarbazona, adriamicina, prednisonul, asociați după formule variate.

**a.** În stadiul I tratamentul este radiologic și constă din iradierea regiunii ganglionare afectate clinic și a regiunilor adiacente, de preferat prin tehnicile "în manta" sau "Y răsturnat", cu doze totale de 40-50 Gy în 4-5 săptămîni. În cazurile aparținînd stadiului Ib, se instituie în prima etapă tratamentul cu citostatice iar iradierea se practică după amendarea semnelor clinice de evoluție.

În formele corect stadializate, mai ales dacă investigația preterapeutică include limfografia și laparotomia exploratorie, se obțin supraviețuiri la 5 ani într-o proporție de 70-90%; în grupele de vîrstă peste 40 de ani și în formele b rezultatele sînt mai slabe.

**b.** În stadiul II tratamentul este în general același ca în stadiul I; cazurile care prezintă invazii extralimfatice solicită asocierea chimioterapiei, iar în cele care au ca substrat histologic celularitatea mixtă este preferată iradierea ganglionară totală.

Rezultatele se materializează într-o proporție de supraviețuiri la 5 ani de 60-65% (sub vîrstă de 40 de ani) și 45% peste 40 de ani.

**c.** Stadiul IIIa beneficiază în principiu de tratamentul radiologic sub forma iradierii ganglionare totale.

**d.** În stadiile IIIb și IV tratamentul constă din administrarea a 3-4 serii de citostatice, urmată de iradierea ariilor ce prezentau adenopatie clinică înainte de tratament, apoi de alte 2 serii de chimioterapie.

În acest mod se pot obține chiar în formele foarte avansate remisiuni complete, în majoritate peste 1,5 ani, într-o proporție de 70-80%.

### 12.7.2. Limfoamele nonhodgkiniene

Sînt o categorie heterogenă sub aspect clinic și histopatologic (incluzînd entități etichetate în trecut limfo- și reticulosarcoame, limfoame gigantofoliculare etc.), ce nu beneficiază pînă în prezent de o stadializare proprie. Tratamentul este condus, în linii mari, după aceleași principii ca în boala Hodgkin, elementele orientative fiind reprezentate de tipul histologic, vîrsta pacientului și extinderea procesului tumoral.

Mijloacele terapeutice fundamentale sînt reprezentate de radio- și chimioterapie, aplicate de o manieră similară celei descrise la limfomul hodgkinian, dar cu rezultate mai puțin constante.

## 12.8. Tratamentul radiologic în cancerul căilor aeriene superioare

### 12.8.1. Cancerul rinofaringelui (cavumului)

Este reprezentat în marea majoritate a cazurilor de epitelioame (spinocelulare sau nediferențiate) și de limfoame (mai ales nonhodgkiniene).

Tratamentul este aproape în exclusivitate radiologic, chirurgia și chimioterapia avînd indicații limitate la situații cu totul particulare.

Iradierea terapeutică radicală își propune eliberarea unei doze totale de aproximativ 60 Gy la nivelul tumorii primare și vecinătății acesteia și de 40-50 Gy la nivelul ariilor ganglionare satelite, reprezentate de ganglionii cervicali superiori.

Persistența unor relicve lezionale la nivelul acestor ganglioni face uneori necesară extirparea lor chirurgicală, indicată numai dacă tumora primară a fost complet eradicată. În formele foarte extinse, chimioterapia citostatică, asociată radioterapiei, permite obținerea de rezultate paliative uneori durabile.



### 12.8.2. Cancerul laringelui

Tumoră relativ frecventă, întâlnită mai ales la bărbați, cancerul laringian este în marea majoritate a cazurilor un epiteliom bine diferențiat (de regulă spinocelular).

Procedurile terapeutice fundamentale prin care este abordat sînt reprezentate de chirurgie și radioterapie; în alegerea lor, trebuie avută în vedere în primul rînd radicalitatea tratamentului dar, pe cît posibil, și păstrarea funcției fonatorii.

În tumorile de mici dimensiuni, chirurgia și radioterapia sînt la fel de eficiente, soldîndu-se cu o rată de supraviețuiri la 5 ani de 80-100%. Păstrînd avantajul conservării vocii, radioterapia uzează de doze de ordinul a 60-65 Gy, necesare eradicării procesului tumoral primar.

În tumorile avansate local și cu adenopatie regională importantă, conduita cea mai rațională este asocierea radio-chirurgicală. Dacă intervenția operatorie este tehnic posibilă, ea va fi urmată de iradierea postoperatorie cu doze de 40-45 Gy, dacă intervenția a fost radicală, și de 60 Gy, dacă există probabilitatea unor leziuni restante.

Tumorile situate la limita operabilității necesită o iradiere preoperatorie de 40-50 Gy, după care se va efectua intervenția radicală, la un interval de 3-4 săptămîni.

În cazurile foarte avansate, radioterapia și chimioterapia, frecvent asociate, realizează o paliativă de valoare incertă.

### 12.9. Cancerul bronho-pulmonar

Una dintre cele mai importante cauze de deces în toate țările lumii, cancerul bronho-pulmonar reprezintă 20-40% din totalul tumorilor maligne ale bărbatului; la femei incidența este de cîteva ori mai mică, dar în continuă și rapidă creștere.

Principalele forme histologice sînt reprezentate de carcinomul pavimentos (cca 50% din totalul cazurilor), adenocarcinom și carcinoamele nediferențiate, cu celule mari sau mici.

Mijloacele terapeutice majore sînt constituite de chirurgie, radioterapie și chimioterapie. Trebuie remarcat că, în ciuda progreselor consemnate în domeniul acestor metode, prognosticul cancerului bronho-pulmonar continuă să rămînă foarte rezervat, rata supraviețuirilor la 5 ani pentru totalitatea bolnavilor nedepășind 10%.

Pentru cazurile operabile, metoda chirurgicală este cea de elecție. Tumorile de dimensiuni mici, inoperabile datorită localizării sau unor contraindicații de natură clinică, pot fi abordate prin iradiere cu intenție curativă;

dozele totale utilizate în acest scop sînt de ordinul a 60-65 Gy și sînt eliberate tumorii primare, hilului homolateral și mediastinului.

Formele avansate, ca și cele ce aparțin categoriei de carcinoame nediferențiate cu celule mici, revin chimioterapiei citostatice (în cadrul căreia adriamicina este acreditată ca deosebit de eficientă) sau asocierii acesteia cu radioterapia.

În numeroase situații, radioterapia trebuie privită ca un procedeu util de îngrijire paliativă. În acest sens, doze moderate (20-40 Gy) sînt folosite pentru ameliorarea fenomenelor compresive produse de adenopatii asupra bronhiilor și mediastinului, a manifestărilor algice și complicațiilor inflamatorii.

### 12.10. Cancerul tiroidian

Tumoră malignă relativ rară, cancerul tiroidian este abordat terapeutic prin extirparea chirurgicală, pe cît posibil radicală, urmată de administrarea pe cale metabolică de iod radioactiv (<sup>131</sup>I), prin care se urmărește distrugerea resturilor de țesut tumoral și a unor eventuale diseminări la distanță. De tratamentul radioizotopic beneficiază și unele metastaze (în special cele osoase), care captează iodul radioactiv.

### 12.11. Tumorile maligne ale osului

*Osteosarcoamele*, în general foarte radiorezistente, sînt tratate curativ prin intervenții chirurgicale largi, urmate de chimioterapie. Radioterapia își găsește indicații în unele cazuri, ca manevră preoperatorie, în scopul diminuării agresivității tumorii sau în imposibilitatea abordării chirurgicale a acesteia. Doze situate la limita toleranței locale (60-80 Gy) produc rareori rezultate durabile.

*Reticulosarcomul adultului* și formele solitare ale *mielomului* beneficiază în mai mare măsură de iradierea terapeutică cu doze totale cuprinse între 40 și 60 Gy, completată cu chimioterapie.

*Metastazele osoase* apărute în cursul evoluției unui mare număr de tumori maligne (mai ales cancerul mamar, uterin, ovarian, pulmonar, tiroidian, prostatic, renal și vezical) găsesc în radioterapie un mijloc de tratament paliativ eficient în combaterea durerii și subminării mecanice a osului. Dozele utilizate măsoară între 20 și 40 Gy; iradierea este asociată frecvent cu administrarea de citostatice și alte tratamente simptomatice.



## 12.12. Cancerul testiculului

Printre numeroasele forme histologice proprii tumorilor testiculului trebuie reliefat *seminomul*, tumora cea mai radiosensibilă a adultului, al cărei tratament este axat în mod firesc pe radioterapie.

Caracterizat printr-o tendință de extindere rapidă în ganglionii pelvini, lombo-aortici, mediastinali și supraclaviculari, ca și prin metastazarea timpurie în plămîn, ficat și creier, seminomul este abordat terapeutic în stadiile inițiale prin intervenția chirurgicală (orhiectomie înaltă); aceasta este urmată de iradierea ariilor ganglionare în care se presupune prezența invaziei tumorale cu doze totale de 35-40 Gy. Rezultatele, deosebit de favorabile, se materializează într-un procent de peste 80% supraviețuiri la 3 ani; ele sînt posibile și în forme avansate, chiar în prezența metastazelor pulmonare, hepatice și intracraniene, care răspund de regulă cu promptitudine la doze de ordinul a 15-20 Gy. În asemenea forme este indicată și asocierea chimioterapiei.

Celelalte forme histologice (carcinomul embrional, coriocarcinomul, teratomul) au un prognostic favorabil în fazele inițiale – în care sînt tratate de aceeași manieră – și unul rezervat în cele avansate; acestea din urmă sînt supuse iradierii și chimioterapiei, asociate uneori cu exereza chirurgicală a ganglionilor abdominali.

## 12.13. Tumorile maligne ale copilului

Cancerul ce evoluează la vîrsta copilăriei creează un cadru nosologic particular, caracterizat în primul rînd printr-un spectru de tipuri histologice esențial diferit de cel al adultului: formele cele mai frecvente sînt reprezentate de leucemii, tumori embrionale și sarcoame, în vreme ce epiteliomalele, care constituie majoritatea cancerelor la adult, sînt rare. În al doilea rînd, printr-o etiopatogenie în care factorii genetici sînt substanțial incriminați; apariția în primele zile, săptămîni sau luni de viață este sugestivă în acest sens. În al treilea rînd, prin evoluția rapidă și tendința de generalizare timpurie a majorității proceselor maligne dezvoltate la această vîrstă.

Tratamentul actual al cancerului pediatric este deosebit de eficace; el se soldează cu supraviețuiri de durată foarte lungă (peste 20-30 de ani), care pot fi echivalate cu vindecări reale, definitive, într-o proporție atingînd în unele forme incipiente 90-95% din cazuri.

Aceste rezultate se datorează caracterului foarte agresiv al tratamentului, care asociază parțial sau în totalitate

mijloacele majore reprezentate de chirurgie, radioterapie și chimioterapie. Avînd în vedere perspectiva pentru cei tratați de a atinge vîrsta maturității, trebuie să se țină seama de faptul că unii agenți terapeutici (în special radioterapia) pot produce tulburări ale dezvoltării psiho-somatice (tulburări de creștere, dezvoltare sexuală incompletă, diverse anomalii funcționale ale glandelor endocrine, ficatului și rinichiului). De aceea, conduita actuală își propune un echilibru între agresivitate și ponderarea impusă de limitarea efectelor iatrogene negative.

### 12.13.1. Leucemiile copilului

Beneficiază în cea mai mare măsură de chimioterapie cu citostatice. Radioterapia a dobîndit în ultimii ani un rol foarte important în tratarea focarelor extramedulare (intracraniene, renale, testiculare, osoase), care nu pot fi controlate prin chimioterapie și care reprezintă sursa recidivelor. Iradierea acestor focare cu doze cuprinse între 15 și 20 Gy a ameliorat considerabil prognosticul și speranța de viață, astfel că supraviețuiri de peste 15-20 de ani nu mai sînt rarități.

### 12.13.2. Nefroblastomul embrional (tumora Wilms)

Este o tumoră cu un grad ridicat de malignitate, cu structură histologică complexă, întîlnită în peste 90% din cazuri sub vîrsta de 7 ani (uneori se manifestă chiar în primele zile de la naștere).

Tratamentul formelor foarte incipiente este reprezentat de cura chirurgicală radicală. În formele mai extinse, radioși chimioterapie instituite imediat după intervenția chirurgicală, oferă șanse reale de vindecare. Iradierea este practică pe întregul abdomen, eliberînd, după vîrsta pacientului, între 18 și 40 Gy (cu protecția, după 15-20 Gy, a ficatului și rinichiului controlateral). Metastazele hepatice și pulmonare beneficiază, de asemenea, de iradierea organelor respective cu doze de 15-20 Gy.

Rezultatele tratamentului se materializează într-un procent de supraviețuiri pe termen lung de peste 90% în formele incipiente.

### 12.13.3. Endotelioreticulosarcomul Ewing

Tumoră cu dezvoltare intraosoasă, sarcomul Ewing este abordat chirurgical prin intervenții ablativă largi sau,



în imposibilitatea practicării acestora, prin iradierea întregului os afectat, cu doze ce ating 60-65 Gy la nivelul sediului tumorii. Asocierea citostaticelor a condus la o remarcabilă ameliorare a rezultatelor tratamentului, marcată printr-un procent de supraviețuiri de peste 70% la 2 ani, în cazurile care nu prezintă inițial metastaze.

**12.13.4. Alte tumori maligne ale copilului**

Neuroblastomul, retinoblastomul, sarcoamele părților moi beneficiază de intervenția chirurgicală, asociată cu radioterapia și administrarea de citostatice, în cadrul unor planuri de tratament adaptate localizării, extinderii tumorii și vârstei pacientului.

*Substanțe fiziologice de contrast neionice*

*cea mai bună soluție*

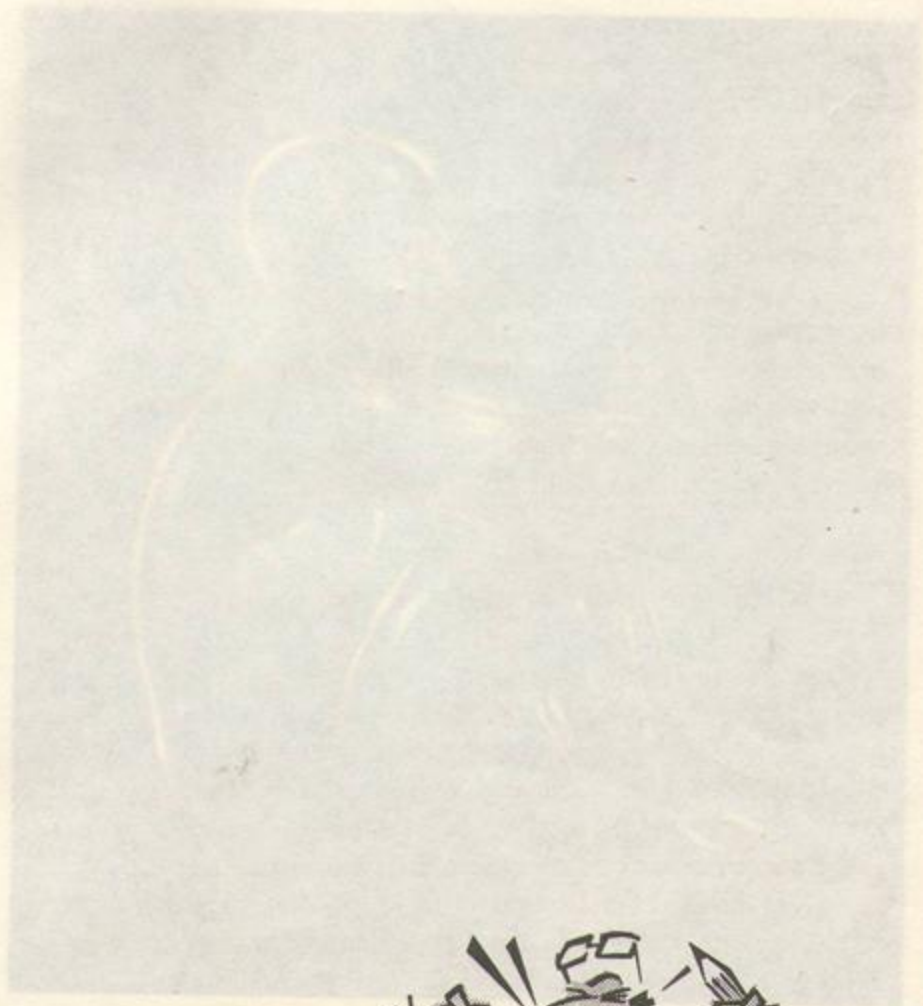
*exceelență pentru  
sistemul circulator  
și pentru sistemul  
digestiv*

*Urograf - folosit pentru:*

- angiografie*
- angiografie cerebrală*
- angiografie*
- angiografie*
- angiografiografie*
- angiocardiografie*
- angiografie*
- angiografie pediatrică*
- angiografie*
- angiografie*

*Urograf - caracterizată*

- deosebită toleranță locală și generală*
- toleranță neuronală superioară*
- influență redusă asupra sistemului cardio-vascular*
- excelexia opacifiere*



Gama completă pentru secțiile de radiologie și imagistică:  
 Substanțe de contrast ionice: Urografin 60% și 70%  
 Substanțe de contrast neionice: Ultravist, Isovist 200 și 300  
 Substanțe de contrast pentru ecografie: Echovist 100 și 300  
 Substanțe de contrast pentru rezonanță magnetică: Magnevist





Prin conținutul și structura ei, prezenta lucrare este consacrată în principal instruirii studentului în medicină, introducerii acestuia în domeniul deosebit de vast și complex pe care îl constituie în prezent radiologia și metodele imagistice de investigare medicală. În concepția autorului, noțiunile cuprinse în acest volum reprezintă un minimum de cunoștințe din domeniul respectiv care ar trebui integrat în educația viitorului medic și, în consecință, ar trebui să devină un obiect de predare în învățământul universitar. Intenția didactică nedisimulată este, de altfel, subliniată de modul de structurare al fiecărei secțiuni, în care subordonarea față de acest obiectiv al materialului tratat se poate recunoaște cu ușurință.

"Bazele Radiologiei și Imagisticii Medicale" se adresează în același timp medicului care își începe formarea în această specialitate, ca, de altfel, și practicianului din oricare altă specialitate oferindu-le într-o formă foarte sintetică premisele unei viziuni unitare cu privire la un domeniu aparent foarte diversificat. În acest sens autorul consideră că actualele proceduri imagistice, larg implementate în practica medicală modernă, își găsesc cel mai rațional mod de prezentare într-un cadru comun. Acesta trebuie să se constituie în jurul röntgendiagnosticului, prima metodă fizică de investigare care rămâne cel mai larg folosită și care sub multe aspecte (cum ar fi, de exemplu, logica interpretării imaginii, premisele semiologice și terminologia), reprezintă un model și un etalon. Pe de altă parte, în acest mod poate fi evitată falsă impresie de competiție pe care o crează deseori folosirea respectivelor proceduri și se formează deprinderea de a privi investigația imagistică actuală ca un veritabil "flux tehnologic".

Autorul este pe deplin conștient că efortul de a cuprinde o arie de noțiuni atât de largă într-un cadru extrem de rezumativ și sintetic a condus numai la o reușită parțială și că materialul rezultat este în mare măsură perfectibil. Cu deplină sinceritate și încredere, lasă celor care îl vor parcurge și vor încerca să-l folosească deplina latitudine în a-i aprecia oportunitatea, în măsura în care se vor considera cu adevărat beneficiari.