

## *Capitolul V*

### APARATUL CARDIOVASCULAR

Imaginea radiologică a cordului și a vaselor mari se datorește, pe de o parte, structurii morfologice a acestora, iar pe de altă parte, conținutului lor – sângele. Aceste elemente și mai ales cel de al doilea, absorb radiații X în cantitate suficientă pentru a expune o imagine calitativă pe ecran sau pe filmul radiologic.

Se pune problema dacă examenul radiologic este util în domeniul afecțiunilor cardiovasculare și, dacă este util, în ce măsură? La această problemă se impune un răspuns judicios.

Examenul radiologic se consideră util și valoros, dar el nu este decât o verigă din lanțul metodelor de investigație a aparatului cardiovascular. Alături de examenul fizic de electrocardiografie, examenul radiologic furnizează o serie de elemente, îndeosebi în ceea ce privește mărimea și forma cordului, precum și modificările patologice ale aortei și arterei pulmonare.

Există situații în care examenul radiologic are o valoare decisivă, uneori examenul fizic nu arată nimic deosebit, pe când examenul cu razele X indică modificări patologice grave.

#### **Metode de explorare radiologică a aparatului cardiovascular**

Cunoașterea posibilităților examenului radiologic și a simptomatologiei pe care o poate evidenția este obligatorie atât pentru medicul internist, cât și pentru chirurg.

Tehnicile, care ne stau la dispoziție în prezent, sunt foarte multe și



de valoare practică inegală. Pe lângă radioscopie, teleradiografie, kimografie și tomografie în ultimul timp au mai intrat în uz angiocardiografia, diferite vasografii (aortografia, diverse flebo- și arteriografii, coronarografia), urmărirea radiologică a cateterului intracardiac, radiocinematografia, sonografia cordului, metode radio-nuclide de explorare a cordului și vaselor mari.

Radioscopia reprezintă elementul fundamental al examenului radiologic cardiovascular. Executată corect și complet în incidente și poziții variate, ea oferă o serie de date deosebit de importante. Principalele avantaje ale acestui procedeu constau în faptul că el permite:

- o reprezentare plastică, spațială a cordului în ansamblu și a cavităților lui izolate datorită posibilității de examen într-un număr de planuri practic nelimitat;
- obținerea relațiilor asupra eventualelor elemente anormale de la nivelul cordului și vaselor mari;
- observarea proceselor în fazele respirației sau în schimbările de poziții ale corpului.

În majoritatea cazurilor, examenul radiosopic bine efectuat oferă toate elementele morfologice și dinamice necesare diagnosticului. Principalul lui dezavantaj este că, practicându-se cu distanța focar – ecran mică (cu tubul la 70 cm până la bolnav), dă o imagine mărită și deformată a organelor mediastinale.

Teleradiografia executată cu o distanță focar – film de circa 2 m, la care proiecția conică a razelor X devine practic paralelă, permite obținerea unei imagini foarte apropiate de dimensiunile reale ale cordului și vaselor mari.

Principalul avantaj al radiografiei este faptul că ea permite urmărirea în evoluție a unei afecțiuni.

Röntgenkimografia reprezintă un mijloc de înregistrare grafică obiectivă a mișcărilor cardiace.

*Principiul tehnic.* Elementul esențial este placa radioopacă în care sunt tăiate mai multe despicături orizontale cu lățimea de 0,5–

1 mm, dispuse la distanțe variabile (de obicei 12 mm). Placa opacă (grila) este așezată între pacient și film, focarul găsimu-se în urma pacientului.

Dacă am executa o radiografie prin grila nefixată, am obține o serie de linii opace, corespunzătoare despicăturilor, care prin unire ar permite reconstituirea conturului cardiac (fig. 85a).

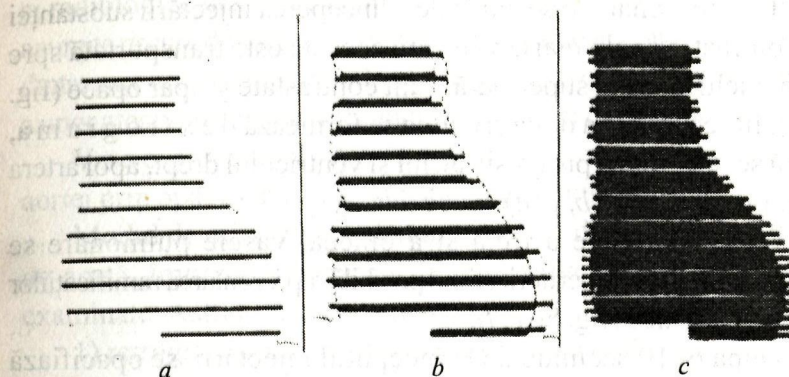


Fig. 85. Schema realizării imaginii kimografice.

Dacă după așa o expunere am coborî foarte puțin grila și am executa din nou examenul, am obține o nouă serie de linii, situate sub primele, dar de dimensiuni diferite de acestea, deoarece am surprinde cordul în alt moment al evoluției sale (fig. 85b). În realitate, în timpul executării kimografiei, grila se mișcă continuu de sus în jos (în timpul expunerii lungi, 2,5–3,5 s), până când acoperă complet distanța dintre două despicături. În felul acesta se obține un număr mare de linii, care se contopesc într-o imagine unică a cordului, imagine care prezintă marginal niște dințături (croșete), expresie a proceselor de contracție și destindere, în diferite momente, ale umbrei mediane (fig. 85c).

Angiocardiografia constă în opacifierea cavităților cordului și vaselor principale prin injectarea unei substanțe de contrast iodată (de obicei în concentrație de 70%), pe calea unei vene brahiale în timp de 1–2 s, în cantitate totală de circa 1 cm<sup>3</sup> kg/corp.



Tehnica implică un sistem de injectare rapidă, sub presiune, a substanței de contrast. Imediat după începerea injectării se execută o serie de radiografii, la intervale de maxim o secundă, eșalonate pe o perioadă de aproximativ 6–9 secunde. Aparatele moderne permit efectuarea în două planuri perpendiculare a mai mult de 10 imagini pe secundă.

La aproximativ o secundă de la începerea injectării substanței de contrast, venele mari, prin care aceasta este transportată spre cord, inclusiv cava superioară, sunt contrastate și apar opace (fig. 86a). În secunde a doua și a treia se formează dextrograma, adică se opacifiază progresiv atricul și ventriculul drept, apoi artera pulmonară (fig. 86 b, c, d).

Între secunde a treia și a cincea, vasele pulmonare se contrastează până la periferie, fiind posibilă reprezentarea ramificațiilor lor caracteristice (fig. 86 e, f).

După 6–10 secunde de la începutul injectării, se opacifiază cordul stâng, obținem deci levogramă, mai puțin evidentă, din

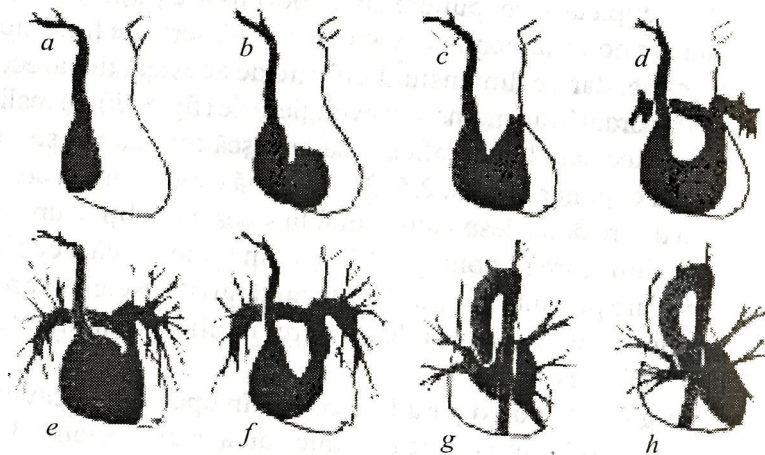


Fig. 86. Angiocardiogramă (schemă):  
a-f - dextrogramă; g, h - levogramă.

cauza diluției în sânge a substanței de contrast, în timpul circulației intrapulmonare. Levograma permite evidențierea cavitaților stângi, a poziției și întinderii lor, a modificărilor de volum în sistolă și diastolă. Este bine reprezentată și aorta toracică pe toată întinderea ei (fig. 86 g, h).

Deoarece angiocardiografia implică condiții tehnice, chirurgicale și radiologice destul de complicate și pentru că nu este lipsită de anumite riscuri, domeniul ei de aplicare se restrânge la anumite indicații, dintre care cea mai importantă este, desigur, investigația preoperatorie a unor afecțiuni congenitale, unde este deseori de neînlocuit.

**Vasografiile.** Aortografia permite reprezentarea aortei prin opacifierea ei cu substanță de contrast.

Modul de injectare a substanței iodate depinde de porțiunea de aortă, împreună cu ramurile respective, ce urmează să fie examinate. Astfel, aceasta se poate face:

- 1) retrograd, printr-o arteră femurală sau brahială;
- 2) în aorta toracică sau abdominală prin puncție.

**Arteriografiile** se obțin prin opacifierea ramurilor arteriale după puncția arterei respective și introducerea, într-un ritm constant, a substanței de contrast.

**Flebografiile** reprezintă un grup de numeroase tehnici radiochirurgicale care diferă între ele după cantitatea de substanță radioopacă introdusă, după concentrația acesteia și după timpul de injectare. Se folosește:

a) tehnica indirectă, cu introducerea substanței de contrast intra arterial și efectuarea radiografiei în momentul când aceasta a ajuns în vene;

b) tehnica directă, cu injectarea intravenoasă a substanței, urmărindu-se opacifierea ascendentă sau descendentă a vasului. O variantă a acestei tehnici este introducerea substanței de contrast pe cale intramedulară, prin injectarea ei în spongioasă.



## Metode radionuclide de cercetare în cardiologie și angiologie

### *Determinarea timpului de circulație*

Principiul constă în înregistrarea primei unde de radioactivitate care apare în diverse sectoare ale circulației după injectarea i.v. a unui element radioactiv.

Bolnavului, aflat în decubit dorsal, i se aplică un contor de scintilație în sectorul vascular, al cărui timp de circulație dorim să-i determinăm. Astfel, pentru obținerea timpului braț-inimă se aplică contorul în spațiul al III-lea intercostal stâng, la 5 cm în afara marginii sternului; pentru membrele inferioare – pe talpă; pentru brațul opus – pe plica cotului; pentru carotidă – la nivelul sinusului carotidian etc.

Contorul de scintilație este cuplat cu un dispozitiv de înregistrare care înscrie momentul trecerii radioactivității în segmentul respectiv. Se injectează rapid intravenos 0,37 MBq de RISA, diluată în 0,5 ml ser fiziologic.

La oamenii sănătoși, în repaus, timpul de circulație este:

- braț-braț – 15 secunde;
- braț-picior – 12–16 secunde;
- braț-inimă stângă – 8–10 secunde;
- braț-carotidă – 10–15 secunde.

În unele cazuri patologice aceste cifre sunt modificate. Astfel în boala hipertonică, timpul de circulație braț-braț este mărit peste 15–20 de secunde în funcție de gradul de evoluție al afecțiunii.

În arteritele membrelor inferioare, timpul de circulație braț-picior este mărit și depinde de gradul de obliterare.

Proba timpului de circulație cu izotopi radioactivi se folosește și la aprecierea eficacității unor tratamente instituite în bolile cardiovasculare.

### *Determinarea volumului sanguin activ circulant*

Variațiile volumului sângelui activ circulant constituie un subiect de studiu, atât pentru chirurghi, cât și pentru interniști. Problema prezintă importanță practică pentru diagnostic, pronostic și tratament. Determinarea volumului sângelui activ circulant se bazează pe un principiu bine cunoscut în fizică și chimie, numit principiul diluției.

În cazul dat diluantul necunoscut este considerat sângele circulant în care s-a adăugat o anumită cantitate de traser. Concentrația finală a traserului în sânge este deci proporțională indirect și ireversibil cu a diluantului (sângele circulant). Se utilizează traseri care marchează fie celulele roșii cu  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ , fie proteinele plasmatică cu  $^{131}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{99m}\text{Tc}$ . Când se determină unul dintre volume, plasmatic sau globular, obținerea volumului sanguin total este posibilă prin raportarea lui la valoarea hematocritului.

### *Determinarea volumului plasmatic cu RISA*

Se pregătește o soluție standard de RISA –  $^{131}\text{I}$ , unde activitatea de lucru a PRF e diluată în 100 ml ser fiziologic. Standardul este folosit pentru compararea radioactivității obținute din sânge, cu cea injectată, adică pentru determinarea gradului de diluție.

Din soluția inițială, strict i.v. este injectat conținutul dozei indicatoare alcătuită din ser fiziologic și 0,4–0,8 MBq RISA –  $^{131}\text{I}$ . La aproximativ 10 minute de la injectare, timp considerat optim pentru omogenizarea în circulație, se recoltează 10 ml sânge din brațul opus, cu seringă heparinizată. O parte din sângele recoltat este folosit pentru determinarea hematocritului, iar o altă parte (5–6 ml) este centrifugată o perioadă de 10–15 minute; din plasma supernatantă se ia câte 1 ml în tuburi speciale de numărătoare.

Numărătoarea probelor de plasmă și a probelor standard se face în contorul-put.

Rezultatele măsurătorilor efectuate se exprimă în impulsuri pe minut și pe ml, atât în proba standard, cât și în proba de plasmă.



Volumul plasmatic se calculează cu ajutorul preparatului RISA, aplicând formula următoare:

$$\text{Volumul plasmatic} = \frac{\text{imp/min/ml standard} \times 100}{\text{imp/min/ml pentru plasma cercetată în ml}}$$

Pentru a calcula volumul sângelui integral, ne folosim de valorile hematocritului corectat și următoarea formulă:

$$\text{Volumul sanguin} = \frac{\text{volumul plasmatic (ml)}}{H \cdot 0,91},$$

unde H este factorul hematocritului sângelui venos; 0,91 – factorul de corecție a hematocritului venos în funcție de observațiile statistice privind hematocritul somatic (general).

Valorile normale obținute prin folosirea diverselor metode sunt următoarele:

- volumul sanguin total variază între 57 și 72 ml/kg/corp;
- volumul plasmatic constituie 30–40 ml/kg/corp;
- hematocritul este de 44–46.

Metoda determinării volumului sanguin prezintă interes pentru evaluarea cantității de sânge pierdut în hemoragii, precum și pentru aprecierea dinamicii sectoarelor eritrocitar și plasmatic.

### Radiocardiografia

Radiocardiografia se bazează pe principiul diluției intracardiace a substanțelor radioactive și pe înscrierea grafică a radioactivității precordiale.

Pentru efectuarea radiocardiografiei se folosește un contor de scintilație bine colimat, cu un perete de plumb amplasat la o distanță de 7 cm între fanta de colimație și cristalul de iodură de sodiu activat cu taliu. Contorul este cuplat cu un integrator și acesta la un dispozitiv de înregistrare liniară. Bolnavul se află în decubit dorsal, iar contorul

de scintilație este plasat la nivelul celui de al IV-lea spațiu intercostal, în dreptul liniei mediosternale, având o poziție perpendiculară față de stern și atingând pielea acestei regiuni la nivelul fantei de colimație.

Substanța radioactivă va fi diluată în 2–3 ml ser fiziologic și apoi va fi injectată rapid i.v. într-un interval de 3 secunde. În medie se injectează 0,4–1,0 MBq RISA –  $^{131}\text{I}$  sau  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ .

Paralel cu injectarea, funcționează dispozitivul de înscriere amintit, care, prin curbele înregistrate, va exprima circulația substanței radioactive în compartimentele cardiace și în marile vase ce pleacă din cavitațiile inimii și, în special, în artera pulmonară și în aortă. Curba obținută începe cu o parte rapidă, ascendentă, care corespunde pătrunderii substanței radioactive în ventriculul drept, și care atinge un maximum la nivelul vârfului B (fig. 87). Apoi se remarcă o descreștere după care urmează o nouă creștere care corespunde trecerii sângelui în cavitațiile stângi ale cordului (vârful D). Partea ușor descendentă a curbei care urmează după vârful B indică trecerea sângelui din ventriculul drept în circulația pulmonară. După vârful D, curba prezintă o descreștere de tip exponențial (până la punctul E).

Analiza curbei permite o serie de concluzii privind starea hemodinamicii la nivelul cavitațiilor inimii, debitul cardiac.

Debitul cardiac reprezintă cantitatea de sânge pompată de inimă într-o unitate de timp. Metodele de determinare a debitului cardiac se bazează pe principiul lui Fick, prin care se determină raportul dintre consumul de oxigen și oxigenul arteriovenos sau pe principiul diluției unui indicator injectat intravenos și măsurat apoi în sângele arterial.

Metoda cea mai convenabilă atât din punctul de vedere al pacientului, cât și al medicului reclamă utilizarea unui traser care se injectează intravenos și se urmărește din exterior trecerea lui prin inimă. În această metodă, ca și în alte metode de determinare a debitului cardiac, esențial este ca traserul să părăsească încet sângele. Din acest punct de vedere albumina –  $^{131}\text{I}$  este cel mai



frecvent folosită, mai cu seamă că ea permite determinarea simultană a volumului sanguin.

Pentru măsurarea debitului cardiac, bolnavul este așezat în decubit dorsal. Contorul de scintilație colimat este orientat către baza inimii sau aorta ascendentă.

Înainte de efectuarea probei bolnavul trebuie cântărit și măsurat în înălțime. Se injectează i.v., cât se poate de rapid, 0,8–1,0 MBq de RISA, diluată în 0,2–0,3 ml ser fiziologic. Concomitent cu injectarea i.v. se declanșează dispozitivul de măsurătoare și de înscriere, ultimul având o viteză de 16 cm/min. Înregistrarea se efectuează timp de 45–60 s. După aceasta se întrerupe numărătoarea și înscrierea pentru o perioadă de 9–10 min. Urmează o nouă perioadă de înscriere a radioactivității timp de 5 minute, care reprezintă concentrația finală de omogenitate a soluției de albumină. Viteza de derulare a hârtiei de înscriere este de 16 cm/oră.

Prima curbă înregistrată după injectarea i.v. de RISA, reprezintă fenomenul de diluție izotopică cardiacă la nivelul ventriculului stâng (fig. 87, I).

Curba a doua, obținută prin înscrierea radioactivității precordiale la 10 minute de la injectarea de RISA, indică omogenizarea și echilibrul proteinei radioactive în torrentul circulator (fig 87, II).

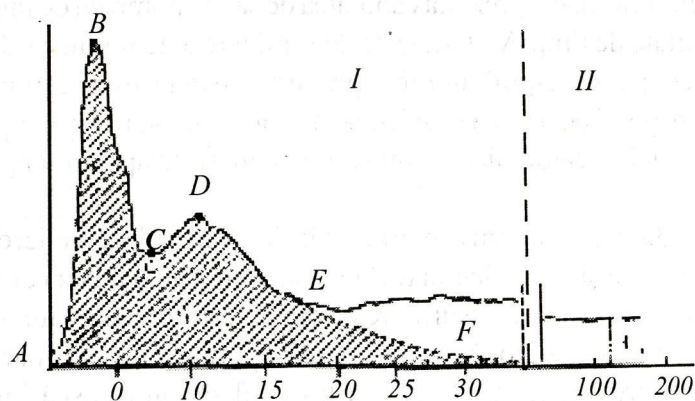


Fig. 87. Radiocardiogramă.

Aspectul acestor înregistrări permite determinarea debitului cardiac cu ajutorul unor calcule matematice, care oferă o mare exactitate, verificată și pe cale experimentală.

Valorile normale ale debitului cardiac sunt de 5–7 litri/min, iar ale debitului sistolic de 50–100 ml. Pentru a micșora dependența acestor indici de parametrii individuali ai corpului sunt folosiți indicii care indică raportul dintre debitul cardiac și suprafața corpului sau debitul sistolic și aria corpului (indice cardiac și indice sistolic). Valorile normale ale indicelui cardiac sunt de 3,5–4,5 litri/min/m<sup>2</sup>, ale celui sistolic de 40–60 ml/m<sup>2</sup>. Folosind datele debitului cardiac și ale tensiunii arteriale medii se calculează rezistența generală periferică, care la indivizii normali este de 1100–1300 din/s/cm<sup>-5</sup>.

În stenoza mitrală pură se observă că debitul ventriculului stâng este scăzut cu 20–30% față de cifra normală.

În cordul pulmonar cronic compensat se remarcă creșterea debitului ventricular drept și, în același timp, o creștere a timpului de circulație pulmonară.

În cazul hipertensiunii arteriale se observă creșterea debitului sistolic în perioada compensării cardiace și scăderea acestuia în fazele de decompensare.

Stenoza aortică se caracterizează printr-o reducere apreciabilă a debitului cardiac. Insuficiența aortică se traduce din acest punct de vedere printr-o creștere a debitului cardiac în fazele de compensare.

Pericarditele cu lichid sau constrictive prezintă debitul cardiac scăzut. Avem aceeași situație și în cazul miocarditelor de diverse origini.

În insuficiența cardiacă, debitul scade, iar tendința de adaptare se face de obicei prin tahicardie, care nu asigură în totalitate necesitatea de oxigen ale țesuturilor. Măsurarea debitului cardiac la anumite intervale de timp permite aprecierea eficacității tratamentului instituit. Astfel, creșterea acestui debit, realizat în special pe seama eficienței de contracție, constituie un semn al eficacității terapeutice.



## Scintigrafia miocardului

Se cunosc două grupe de PRF, menite să imagineze focarele patologice ale miocardului.  $^{201}\text{Tl}$ , acumulându-se în miocardul intact, vizualizează leziunile ischemice ca zone de hipofixare a traserului. Pe când pirofosfatul stanos marcat cu  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , evidențiază infarctul prin hipercaptare înconjurat de țesutul limitrof normal.  $^{201}\text{Tl}$  se introduce intravenos având doza de 37–74 MBq. Imaginile se obțin după 5–10 min și sunt folosite pentru a evidenția ischemia miocardică tranzitorie. La mulți pacienți cu angină pectorală imaginea de perfuzie în repaus, normal, este asemănătoare celei obținute la subiectul sănătos. Dacă însă angina se induce prin efort apar anomalii ischemice pronunțate. Dispariția parțială sau completă a anomaliei indică faptul că țesutul reparat devine ischemic tranzitoriu în timpul stresului, iar menținerea anomaliei ischemice sugerează un țesut cicatrizat, slab irigat.

Pirofosfatul de staniu marcat cu  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  este injectat intravenos în doză de 370–600 MBq. Imaginile scintigrafice în incidențele anterioară oblică, anterioară stângă și laterală stângă sunt obținute la 15–60 minute de la administrare.

Pentru a confirma infarctul miocardic acut se efectuează testul cu pirofosfat care pune în evidență simptomele specifice. Testul efectuat în primele 12 ore după infarct este slab informativ. Primele trei zile postinfarct constituie timpul optim de evidențiere.

Pirofosfatul de staniu –  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  se fixează la nivelul leziunii infarctice în proporție de 10/1 față de miocardul normal, aproximativ aceeași proporție este reținută la nivelul osului. Din studiile statistice rezultă că proporția infarct/ficat este de 6/1 și infarct/pulmon de 20/1.

Noi posibilități în diagnosticul radionuclid al miocardului ne oferă topograful radionuclid monofoton, bifoton sau pozitronic.

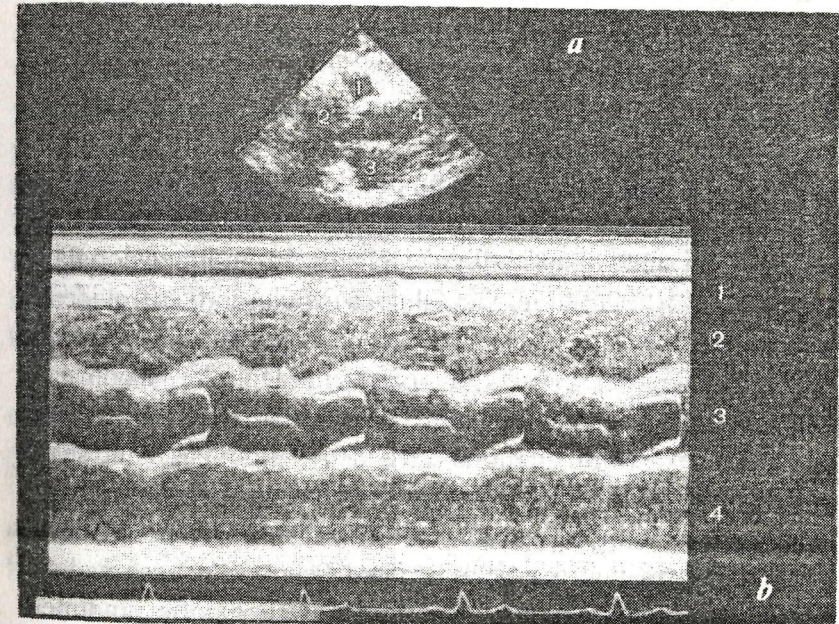
Tomoscintigramele obținute cu ajutorul radionuclizilor care emit pozitroni ( $^{11}\text{C}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{13}\text{N}$ ) imaginează miocardul intact destul de clar, pe când zonele de necroză aduc la apariția diferitor defecte adecvate infarctului.

## Ecocardiografia

Imaginile cordului obținute prin așa tehnici ca radiografia, angiografia izotopică, tomografia computerizată, rezonanța magnetică nucleară sunt imagini statice, ce prezintă inima sau cavitățile ei ca niște siluete. Ecocardiografia permite de a obține atât imagini dinamice, în mișcare ale inimii, valvelor, pereților, cavităților și ale vaselor mari, cât și spațiale în timp real, ce seamănă cu anatomia structurilor cardiace (fig. 88).

În prezent ultrasunetul se aplică în diagnosticul cardiologic prin trei metode, și anume:

a) ecocardiografia unidimensională în modul M (M–Eco);



**Fig. 88.** *a* – Ecocardiografie bidimensională: 1 – ventriculul drept; 2 – ventriculul stâng; 3 – aorta; 4 – atriu stâng;  
*b* – Ecocardiografie unidimensională: 1 – peretele anterior al cordului; 2 – ventriculul drept; 3 – aorta și valvele aortale; 4 – atriu stâng.



b) ecocardiografia bidimensională (ecotomografia cardiacă);

c) ecocardiografia cu efect Doppler.

Primele două metode, înrudite între ele, prezintă informații morfologice, iar cea de a treia permite aprecierea semicantitativă a fluxului sanguin, furnizând astfel date complementare.

În practica examenului ecocardiografic utilizarea modului M sau a tehnicii bidimensionale depinde de informațiile pe care dorim să le aflăm. Avantajele examenului bidimensional constau în obținerea imaginilor spațiale, ce se aseamănă cu anatomia inimii. Astfel este posibilă vizualizarea concomitentă a celor 4 cavități, forma lor, orientarea anatomică reală a valvelor și a structurilor valvulare, calcularea suprafețelor orificiilor valvulare și diagnosticul unor malformații vasculare complexe etc.

Înregistrarea simultană cu examenul Doppler, posibilă astăzi atât cu modul M, cât și cu modul bidimensional, în formă de emisie pulsativă sau continuă, contribuie la aprecierea calitativă și cantitativă a regurgitărilor valvulare, la măsurarea debitului cardiac și a gradientelor transvalvulare. De exemplu, la un bolnav cu insuficiență aortică, ecografia bidimensională va arăta configurația valvelor, morfologia ventriculului stâng, contractilitatea, ecografia unidimensională va măsura exact diametrele ventriculului și a inelului aortic, va evidenția flutterul valvei și va aprecia momentul de închidere a valvei mitrale față de vârful undei R (ECG), iar examenul Doppler va confirma diagnosticul și va putea grada regurgitatea. La un bolnav cu pericardită, examenul de rutină se va face în modul M, când se pot măsura exact ecourile de separare a celor două foițe pericardice, iar ecografia bidimensională va arăta distribuția lichidului și eventualele formațiuni atașate de pericard. Pentru aprecierea evoluției în timp a lichidului se va apela la măsurătorile ecografiei unidimensionale. La o cardiomiopatie hipertrofică, distribuția hipertrofiei se va aprecia prin ecografia bidimensională, iar toate măsurătorile, inclusiv în timpul testelor farmacodinamice, se vor face în ecografia unidimensională.

Așadar, ecocardiografia este o metodă neinvazivă ce permite de a vizualiza structurile cardiace, de a măsura dimensiunile cavităților și grosimea pereților și oferă totodată noi și variate date atât despre structura, cât și despre funcțiile inimii.

### **Imaginea radiologică a cordului și a vaselor mari normale**

Inima trebuie examinată în complexul relațiilor anatomice, dinamice și funcționale, care o solidarizează cu întreg organismul într-un tot armonios.

Examenul radiologic al inimii (radioscopia, radiografia) se face, atât din față, cât și în poziții oblice.

**P o z i ț i a d e f a ț ă** (frontală, postero-anterioară) permite să se studieze poziția, forma și dimensiunile globale ale inimii și ale vaselor mari, raporturile cu organele vecine, hilurile și vascularizația pulmonară. Poziția postero-anterioară (PA) constă în așezarea persoanei examinate cu fața către ecran sau film și cu spatele spre tub. Inima în acest caz ocupă o poziție oblică de sus în jos, dinapoi înainte și de la dreapta spre stânga, fiind culcată pe diafragmă. Imaginea radiologică a inimii nu poate fi separată de cea a vaselor mari de la baza inimii care constituie pediculul ei vascular, de aceea totdeauna avem de fapt imaginea cardiovasculară.

Imaginea cardiovasculară în poziția anterioară este conturată în dreapta de două arcuri: a) superior, care corespunde aortei ascendente și venei cave superioare; b) inferior, care corespunde atriului drept.

Conturul stâng este format din 4 arcuri: 1) superior, butonul aortic; 2) artera pulmonară; 3) urechiușa atriului stâng; 4) arcul inferior stâng, format în mod normal de ventriculul stâng (fig. 89).

**P o z i ț i a o b l i c ă a n t e r i o a r ă d r e a p ț ă** (OAD) se obține plecând de la poziția anterioară și rotirea corpului spre dreapta cu marginea dreaptă a toracelui lipită de ecran în așa fel ca axul frontal al corpului să formeze cu ecranul un unghi de 45°. În această poziție, pornind de la marginea dreaptă a inimii și de sus în jos,



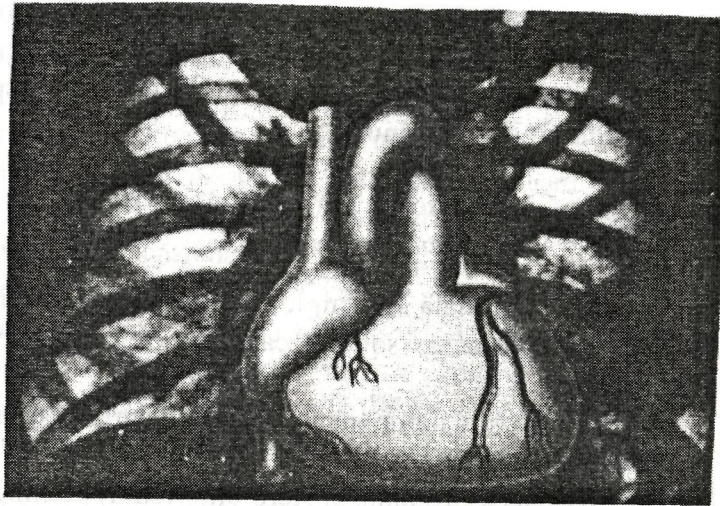


Fig. 89. Proiecția cavității inimii în incidență postero-anterioară.

În spațiul retrocardiac se pot examina: pediculul vascular (aorta ascendentă), atriol stâng și atriol drept, iar în spațiul retrosternal, de sus în jos: aorta ascendentă, conul arterei pulmonare și ventriculul stâng. Este cea mai favorabilă poziție pentru studiul atriolului stâng prin vizualizarea esofagului cu pastă baritată. Pentru vizualizarea esofagului se administrează intern o lingură de pastă baritată densă. Atriolul stâng, imprimă pe esofagul baritat un adevărat mulaj cu aspect tipic (fig. 90).

Poziția oblică anterioară stângă (OAS) se realizează prin rotația corpului cu  $45^\circ$ , cu marginea stângă a toracelui lipit de ecran.

În poziția OAS în spațiul retrosternal, pornind de sus în jos, se pot evidenția:

- a) peretele anterior al aortei ascendente;
  - b) atriolul drept;
  - c) ventriculul drept;
- iar în spațiul retrocardiac:
- a) artera pulmonară stângă;
  - b) atriolul stâng;
  - c) ventriculul stâng (fig. 91).

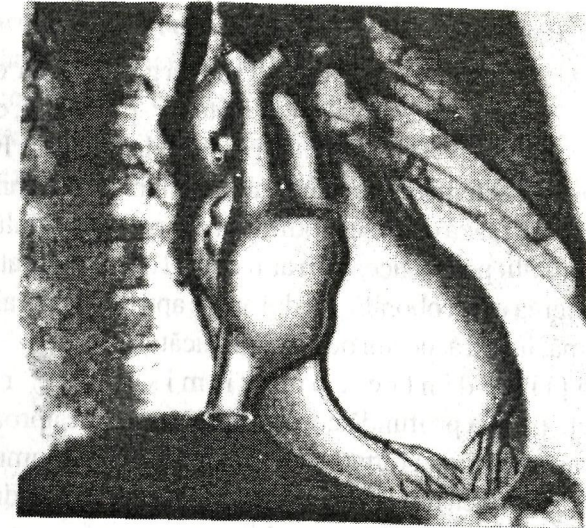


Fig. 90. Imaginea inimii în poziție oblică anterioară dreaptă (OAD).

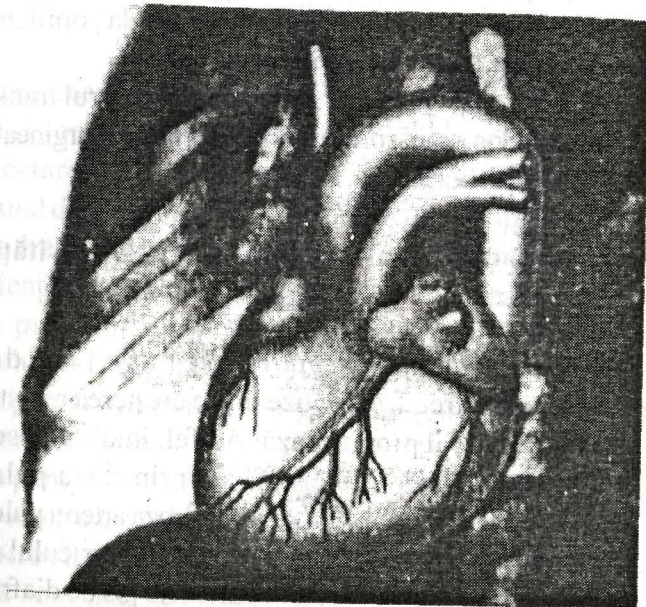


Fig. 91. Imaginea inimii în poziție oblică anterioară stângă (OAS).



### Aspectul cordului în diferite stări fiziologice

Relațiile dintre cord și diafragmă. Dacă diafragma este ridică, cordul suferă o mișcare de rotație, spre stânga, ocupând o poziție orizontală, cu vârful înainte și puțin ridicat în sus. În anumite cazuri, la copii și la femeile gravide în ultimele luni ale sarcinii, ridicarea diafragmei realizează diverse modificări din partea cordului care pot imita configurații patologice, cum ar fi cordul de configurație mitrală. Când diafragma este coborâtă, cordul apare aproape vertical și separat de diafragmă, luând aspectul de cord "în picătură".

Relațiile dintre cord și mișcările respiratorii. În inspirația profundă cordul ocupă o poziție aproape de cea verticală, iar în expirația forțată – de cea orizontală. Volumul cordului se poate de asemenea modifica în inspirația forțată, mărindu-se o dată cu creșterea fluxului de sânge spre el.

Cordul la copii. La nou-născuți și la copiii mici cordul apare mare, fiind disproporțional în raport cu dimensiunile ariilor pulmonare. Arcul mijlociu care, în mod normal, este concav, la copiii mici este rectiliniu sau bombat, schițând o configurație mitrală.

Cordul la bătrâni se mărește în diametrul transversal, vârful devine globulos, arcul aortic (butonul aortic) și marginea dreaptă (arcul superior drept) bombate.

### Aspectul radiologic al afecțiunii diferitelor cavități ale cordului

*Afectarea ventriculului drept.* Hipertrofia de rezistență. Cele mai frecvente cauze țin de creșterea rezistenței în calea sângelui pe care îl propulsează. Astfel, întâlnim asemenea rezistențe în afecțiunile valvei mitrale prin staza pulmonară retrogradă, în scleroemfizemul pulmonar, scleroza arterei pulmonare, viciile congenitale. Datorită acestei rezistențe, ventriculul drept se alungește. Alungirea lui este oprită în partea de jos de diafragmă și din această cauză se dezvoltă în sens cranial, împingând conul arterei

pulmonare și artera pulmonară. Ele la rândul lor se bombează în regiunea arcului mijlociu, modificând aspectul radiologic al cordului, care din concav cum este în mod normal, devine rectiliniu sau convex. La aceasta se adaugă o rotație a cordului spre stânga care accentuează aspectul convex al atrului stâng (fig. 92).

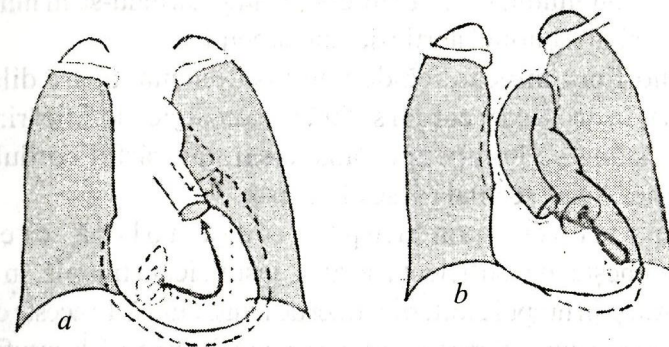


Fig. 92. Modificarea imaginii cordului prin dilatație și hipertrofia de rezistență a ventriculului drept (a) și stâng (b).

Alungirea inițială a cavității se explică prin afectarea căilor de ieșire a sângelui; mărirea diametrului transversal se explică acum prin afectarea și a căii de intrare a sângelui. În această situație ventriculul drept formează arcul inferior din dreapta prin împingerea atrului drept înapoi și în sus, spre dreapta. În momentul apariției insuficienței fibrei miocardice, dilatația miogenă, ventriculul drept devine proeminent spre stânga și prin împingerea înapoi a ventriculului stâng participă la formarea arcului inferior din stânga.

Răspunsul arterei pulmonare este o dilatație a acesteia și a ramurilor sale.

Din punct de vedere radiologic hilurile apar mai mari și prezintă pulsații sincrone cu sistola cardiacă.

Hipertrofia și dilatația ventriculului drept prin umplere diastolică crescută sunt mai rare și se întâlnesc în insuficiența valvei pulmonare, precum și a valvei orificiului atrioventricular drept.



*Afectarea ventriculului stâng.* Hipertrofia de rezistență se produce prin îngreunarea ieșirii sângelui din ventriculul stâng în aortă sau prin creșterea rezistenței periferice. Se întâlnește mai des în hipertensiunea arterială, stenoza aortică, viciile congenitale. În aceste cazuri, ventriculul stâng se alungește și deci se mărește diametrul longitudinal. Arcul inferior stâng mărindu-se în lungime, apare bombat. Butonul aortic devine proeminent.

Când fibra miocardică devine insuficientă, apare dilatația miogenă. În acest caz, cordul suferă următoarele modificări: arcul inferior stâng se bombează transversal, iar vârful cordului se rotunjește. Aorta se dilată și se alungește.

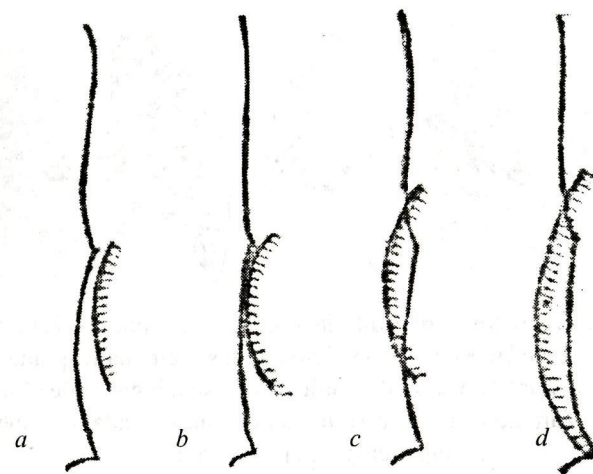
Hipertrofia prin umplere diastolică crescută se întâlnește în insuficiența aortică, insuficiența mitrală, în unele bradicardii și în timpul eforturilor mici de lungă durată. În aceste cazuri, arcul inferior stâng se alungește, iar mai târziu se bombează. În insuficiența aortică se constată prezența pulsațiilor ample la nivelul butonului aortic.

**Modificările de volum ale atriilor.** Atriul stâng apare afectat de obicei în leziunile orificiului mitral, și anume, în stenoză și insuficiență mitrală, vicii congenitale. Atriul devine mai proeminent în urma dilatației de partea dreaptă, depășind marginea respectivă a cordului și dând aspectul unui dublu contur. Această ieșire în relief, mai mare de obicei de partea dreaptă a atriului, este explicată prin rezistența pe care o opun, în calea expansiunii atriului stâng spre stânga, bronhiile principale și artera pulmonară (fig. 93).

Mărindu-se, atriul stâng împinge esofagul spre dreapta și în urmă, iar bronhia principală stângă în sus. În acest caz bronhia capătă un traiect orizontal.

**Atriul drept.** Modificările acestuia se întâlnesc, de obicei, asociate cu dilatația ventriculului drept.

Se constată modificări ale arcului superior drept prin dilatarea venei cave superioare, alungirea și proeminența arcului inferior drept, prin mărirea de volum a atriului drept.



**Fig. 93.** Aspecte realizate de prezența atriului stâng pe marginea dreaptă a cordului: *a* – atriul stâng marginal în regiunea superioară a arcului inferior drept; *b* – dublu contur al marginii drepte; *c* – contur biarcuat al arcului inferior drept; *d* – atriul stâng marginal pe toată întinderea arcului inferior drept.

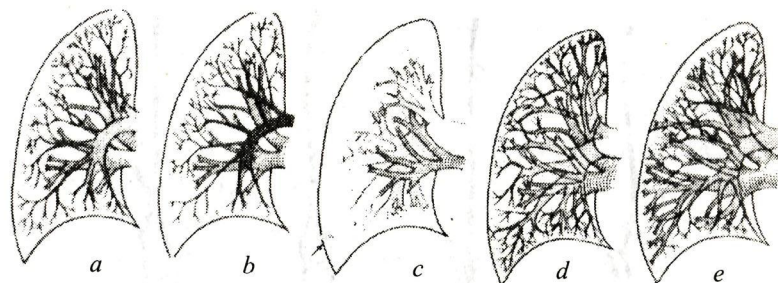
### Vasele pulmonare în stări hemodinamice neobișnuite

Buna vizibilitate radiologică a vaselor pulmonare și semnificația deosebită care se acordă modificărilor acestora în condiții patologice implică o analiză mai amănunțită a aspectelor întâlnite în diverse stări hemodinamice.

**1. Volumul redus al circulației pulmonare** atât în segmentul ei arterial (în cazul stenozelor și hipoplaziilor de arteră pulmonară), cât și în cel venos (ca o consecință a primului fenomen), are ca urmare evidențierea imaginii unor hiluri mici și a unui desen pulmonar sărac, reprezentat prin elemente înguste, reduse numeric (fig. 94a).

**2. Creșterea umplerii venoase,** adică staza pulmonară, întâlnită în prezența unui obstacol în vărsarea venelor în atriul stâng (mai ales în leziunile anatomice ale orificiului mitral),





**Fig. 94.** Vase pulmonare în diferite stări hemodinamice (schemă):  
*a* – vase pulmonare normale; *b* – volumul redus al circulației pulmonare;  
*c* – creșterea umplerii venoase. Liniile Kerley sunt indicate de săgeată;  
*d* – accentuarea umplerii cu sânge a arterelor din mica circulație – hiperemia;  
*e* – hipertensiunea pulmonară.

prezintă un aspect radiologic particular: hilurile și desenul pulmonar apar mărite ca volum, de opacitate crescută (fig. 94*b*). Edemul din nucleul plămânului și transsudatul interstițial periferic determină ștergerea conturilor elementelor vasculare, iar constatarea pe anumite porțiuni a interstițiului perilobular cauzează apariția unui desen în rețea la periferia câmpurilor pulmonare. Staza limfatică însoțitoare poate produce ca aspect particular apariția liniilor Kerley, adică vizibilitatea pe anumite porțiuni ale septurilor interlobulare (fig. 94*c*).

**3. Accentuarea umplerii cu sânge a arterelor din mica circulație realizează două aspecte particulare: hiperemia și hipertensiunea pulmonară.**

Hiperemia exprimă sporirea curentului circulator sanguin prin arterele pulmonare (fig. 94*d*). În majoritatea cazurilor este determinată de prezența unui scurtcircuit arteriovenos, propriu unui grup de afecțiuni congenitale (duct arterial persistent, defecte de sept etc.).

Elementul comun tuturor acestor stări este o încărcare de umplere a ventriculului drept, care se traduce în segmentul arterial al miciei circulații printr-o creștere a minut-volumului circulator. Ra-

diologic se evidențiază artere pulmonare de calibru crescut până aproape de periferia câmpurilor pulmonare, care de obicei rămân de aspect normal.

Imaginea radiologică a hipertensiunii pulmonare poate fi sintetizată în următoarele modificări ale aspectului circulației pulmonare:

a) lărgirea arterelor pulmonare proximale (hiluri și artere lobare). Măsurătoarea arterei pulmonare descendente atinge în general valori de peste 15 mm;

b) reducerea relativ bruscă de calibru între arterele pulmonare lobare și cele segmentare, care sugerează uneori o “amputare” a hilului la nivelul său inferior. Acest aspect exprimă îngustarea arterelor cauzată de cele mai multe ori de spasmul acestora;

c) îngustarea desenului pulmonar spre periferie (expresie a aceluiași proces amintit mai sus), care determină o accentuare a transparenței pulmonare.

### Leziunile valvulare ale cordului

În general, leziunile valvulare ale cordului modifică dinamica circulatorie creând fie rezistențe crescute în golirea cavitaților, fie umpleri diastolice anormale. În consecință ele vor realiza imagini radiologice corespunzătoare tulburării hemodinamice existente.

În ordinea frecvenței vor fi descrise afecțiunile orificiilor mitral, aortic și tricuspidian. La fiecare dintre acestea vor fi considerate stenoza și insuficiența și vor fi amintite leziunile duble de insuficiență și stenoză, a căror simptomatologie reunește manifestările celor două afecțiuni.

#### Stenoza mitrală

Este una dintre cele mai importante leziuni cardiace, ca frecvență de gravitate, iar în ultimul timp și ca obiectiv chirurgical.

Stenoza mitrală este realizată de o diminuare a suprafeței orificiului mitral, considerându-se astfel un obstacol în trecerea sângelui din atrul stâng și ventriculul stâng. Stenoza produce tulburări



în circulația sângelui când suprafața orificiului mitral scade de la normalul de 4–6 cm<sup>2</sup> la 2 cm<sup>2</sup> sau 1,5 cm<sup>2</sup>. Există deci o stenoză mitrală din punct de vedere anatomic care n-are nici o repercusiune asupra hemodinamicii, însă poate prezenta unele semne obiective la examenul clinic.

**A s p e c t u l r a d i o l o g i c.** În majoritatea cazurilor se realizează o imagine caracteristică – configurația mitrală (fig. 95), definită prin:

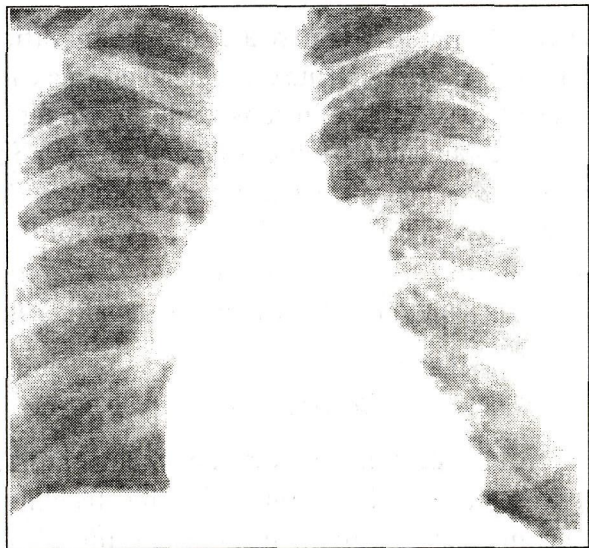
1. Umplerea (rectitudinea sau proeminența) golului cardiac.

La aspectul particular al golului cardiac contribuie:

a) mărirea atrului stâng, care se evidențiază în regiunea inferioară a golului;

b) dilatarea arterei pulmonare (datorită hipertensiunii în segmentul arterial al micii circulații), care se determină în partea superioară a golului.

2. Micșorarea sau dispariția butonului aortic. Modificarea aspectului butonului aortic este condiționată de umplerea redusă cu



**Fig. 95.** Stenoză mitrală. Umplerea golului cardiac. Dublu contur la nivelul arcului inferior drept datorită atrului stâng dilatat. Hiluri accentuate.

sânge a vasului și de rotația spre stânga a cordului.

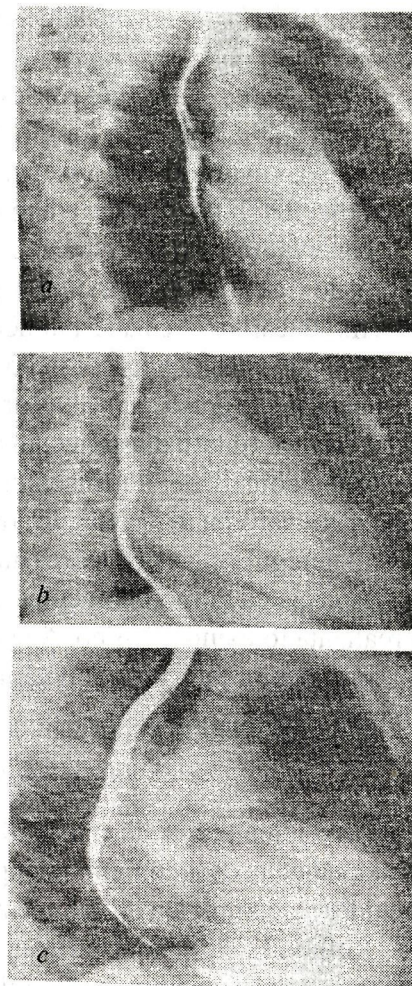
3. Aplatizarea și scurtarea arcului inferior stâng, care capătă un traiect vertical. Micșorarea arcului inferior stâng este urmarea atrofiei, prin reducerea funcției ventriculului stâng.

4. Apariția pe marginea dreaptă a atrului stâng mărit. În circa 50% din cazurile de stenoză mitrală, atrul stâng devine vizibil pe marginea dreaptă, nu numai prin creșterea lui de volum, ci și datorită rotației spre stânga pe care o suferă cordul.

Evidențierea unuia dintre atriile stângi este cel mai important semn radiologic în stabilirea diagnosticului de stenoză mitrală. În poziție oblică anterioară dreaptă, pentru a se vedea deplasarea esofagului de către atrul stâng mărit se administrează intern bolnavului puțină pastă baritată (fig. 96).

Modificările circulației pulmonare, staza retrogradă și hipertensiunea, sunt totdeauna prezente în grade variabile.

Staza, element pasiv, consecutiv creșterii presiunii în venele pulmonare datorită barajului orificial mitral, se manifestă la început în



**Fig. 96.** Aspecte realizate de esofag în OAD: a – atrul stâng normal nu modifică traiectul esofagului. Deplasarea esofagului de către atrul stâng în stenoză (b) și insuficiență mitrală (c).



regiunea hilurilor, apoi se extinde spre periferie. Când hipertensiunea venoasă pulmonară este excesivă se produce un edem interstițial.

Apar așa-numitele linii Kerley, dispuse orizontal, cu o grosime de aproximativ 2 mm și o lungime de 2–2,5 cm, situate la bază, în apropierea sinusului costofrenic. Ele se datoresc unei îngroșări a septului interlobular de către edemul interstițial.

Hipertensiunea pulmonară, reflexă, iar ulterior fixată anatomic prin alterările vasculare și interstițiale, prezintă aspectul descris la capitolul modificărilor circulației pulmonare.

Ecografic diagnosticul de stenoză mitrală se stabilește pe următoarele semne: îngroșarea valvelor, mișcarea paralelă a valvelor, reducerea motilității diastolice. În mod normal, valvele mitrale apar ca două ecouri fine, cu mișcarea în diferite direcții în diastolă. Îngroșarea valvelor se recunoaște prin ecouri liniare, de diferite grosimi, uneori neregulate, ce pot apărea numai la o valvă sau la ambele.

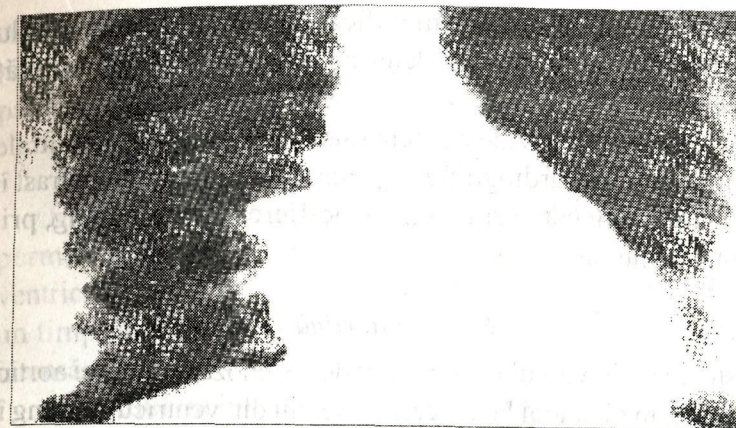
Aprecierea formei geometrice a valvelor mitrale în diastolă, poate fi realizată folosind 2D–Eco. Această metodă s-a dovedit a fi foarte eficientă pentru estimarea gravității stenozei mitrale și în prezent este utilizată pe larg.

### *Insuficiența mitrală*

Insuficiența mitrală este o tulburare caracteristică prin regurgitația sângelui din ventriculul stâng în atriu în timpul sistolei, datorită închiderii incomplete a orificiului mitral.

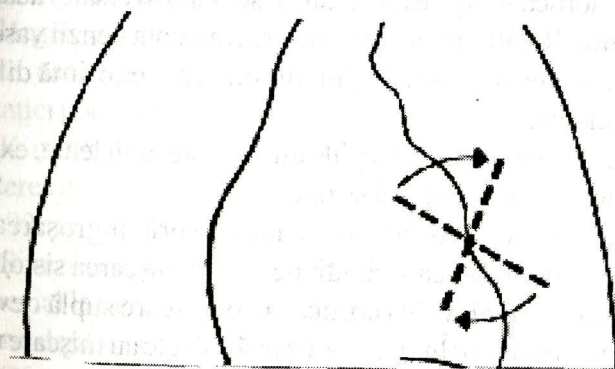
Refluxul sistolic în atriu stâng determină dilatația de umplere a acestuia. În același timp, în diastolă, ventriculul stâng va fi încărcat cu o cantitate sporită de sânge atrial, suferind o dilatație și hipertrofie de umplere, ce afectează inițial calea de intrare.

Examenul radiologic descoperă mărirea de volum a cavității stângi. În poziție frontală se observă conturul dublu al marginii drepte dat de atriu stâng mărit. Dacă mărirea atrului stâng se face și înspre stânga, segmentul trei (urechiușa atrului stâng) se va bomba pe marginea stângă a inimii (fig. 97).



**Fig. 97.** Insuficiență mitrală. Mărirea de volum a atrului și ventriculului stâng. Dublu contur al marginii drepte dat de atriu stâng mărit.

Evidențierea unuia dintre atriile stângi dilatate este unul din principalele semne radiologice, care permite de fapt stabilirea diagnosticului. De aceea, în cazurile în care el nu este vizibil pe marginea dreaptă, examenul în OAD cu esofag baritat este foarte important (fig. 96c). Ventriculul stâng este alungit și mai bombat. Expansiunea sistolică a atrului stâng prezintă la examenul radioscopic sau la radiokimografie constituie un semn important (fig. 98).



**Fig. 98.** Insuficiență mitrală. Expansiune sistolică a atrului stâng stabilită la examenul radioscopic (schemă).



Ecocardiografic, afară de modificările morfologice ale atriului și ventriculului stâng se poate determina existența unei regurgitații mitrale.

Când trebuie precizate existența sau lipsa insuficienței mitrale, se recurge la angiocardiografie. Injectarea substanței de contrast în ventriculul stâng este urmată de opacifierea atriului stâng, prin regurgitație mitrală.

### *Stenoza aortică*

Este un viciu valvular, constituit de o stenozare a valvei aortice care opune un obstacol la trecerea sângelui din ventriculul stâng în aortă. Hemodinamic se creează o încărcare de rezistență a ventriculului stâng, care afectează inițial calea de ieșire a acestuia. Calea de intrare este afectată mult mai târziu, ca în toate formele dilatației de rezistență. Un element aproape constant este dilatația dinamică (ulterior fixată anatomic) a aortei ascendente explicată prin acțiunea de izbire a jetului de sânge expedit cu forță de către ventriculul stâng hipertrofic, prin orificiul îngustat. Cât timp dilatația ventriculului stâng se limitează la calea de ieșire, aspectul radiologic se menține în limite normale. Vom evidenția cel mult o rotunjire și o alungire a arcului inferior stâng. Coafectarea căii de intrare duce la configurație aortică – lărgirea cordului în sens transversal și adâncirea golului inimii. Relativ frecventă este proeminența benzii vasculare în porțiunea superioară a marginii drepte, care exprimă dilatația aortei ascendente.

Kimografic, se evidențiază pulsații mai rare, mai lente, expresie a pulsului tardiv și a prelungirii sistolei.

Ecografic stenoza aortică se recunoaște prin îngroșarea marcată a valvelor, deformarea și rigiditatea lor în mișcarea sistolică. În sistolă, în mod normal, valva aortică are o mișcare suplă devenind paralelă cu pereții aortei. În stenoza aortică valvele au mișcare redusă în sistolă determinând astfel gradul stenozei.

M-Eco în stenoza aortică este deosebit de utilă pentru apre-

cierea gradului de hipertrofie ventriculară, a performanței sistolice și diastolice a ventriculului stâng, precum și a evoluției acestor parametri în timp.

### *Insuficiența valvulară aortică*

Închiderea defectuoasă a valvulelor aortice în timpul diastolei permite reluarea unei cantități variabile de sânge din aortă în ventriculul stâng. Această valvulopatie este de obicei bine tolerată un timp îndelungat, permițând o activitate fizică uneori chiar intensă.

În stadiul incipient de dilatație pură a căii de ieșire a ventriculului stâng, imaginea radiologică a cordului poate fi normală. Uneori se evidențiază o alungire și o proeminență a arcului inferior stâng, fără mărirea diametrului transversal al cordului.

Odată cu dilatarea căii de intrare se realizează aspectul clasic de configurație aortică (fig. 99a). Lărgirea căii de intrare duce la lărgirea cordului în sens transversal și la rotunjirea puternică a arcului inferior stâng, care poate ajunge uneori până la peretele lateral toracic. În OAS calea de intrare a ventriculului stâng proemină mult în spațiul retrocardiac, acoperind coloana vertebrală (fig. 99b).

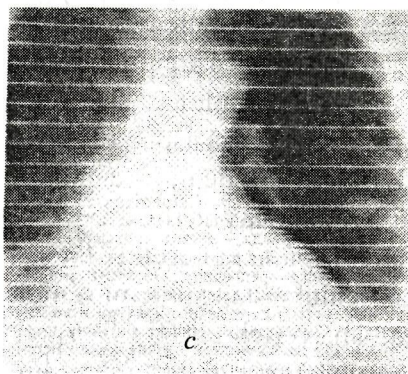
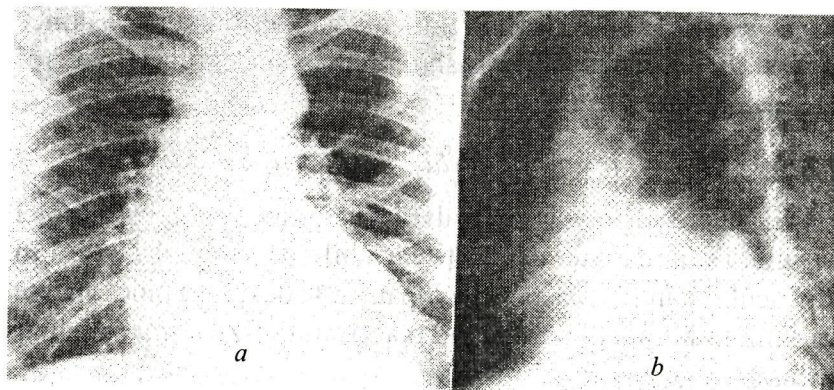
Lărgirea dinamică a aortei determină proeminența butonului, care contribuie la adâncirea golului cardiac. Foarte frecvent întâlnim și o lărgire a pediculului vascular, datorită arcului superior drept (aorta ascendentă). De asemenea, aorta descendentă datorită dilatației poate deveni vizibilă în golul cardiac.

Kimografia, ca de astfel și examenul radiosopic, evidențiază creșterea amplitudinii pulsațiilor la nivelul arcului ventriculului stâng (fig. 99c).

Și mai caracteristice sunt croșetele care se evidențiază la aortă, în special la nivelul butonului, croșete care sunt deosebit de ample, putând depăși pe cele ale ventriculului.

Diagnosticul de insuficiență aortică M-Eco se bazează pe așa semne indirecte ca: modificări ale valvei mitrale, încărcare de volum





**Fig. 99.** Insuficiență valvulară aortică. Configurație aortică cauzată de mărirea apreciabilă a ventriculului stâng (*a*), bine vizibilă și în OAS (*b*), lărgirea aortei. Kimograma (*c*) arată pulsații de amplitudine considerabil crescută la nivelul arcului ventricular stâng, aortei ascendente și butonului aortei.

a ventriculului stâng și uneori modificări nespecifice ale valvelor aortice. Valva mitrală are modificări aproape patognomonice în insuficiența aortică. Cea mai caracteristică și mai constantă modificare este flutterul diastolic ce apare pe valva mitrală anterioară. Flutterul se evidențiază ca oscilații de înaltă frecvență, de dimensiuni egale și fine. Aceste oscilații sunt produse de jetul regurgitant din aortă care lovește valva anterioară deschisă în aceste momente, făcând-o să vibreze.

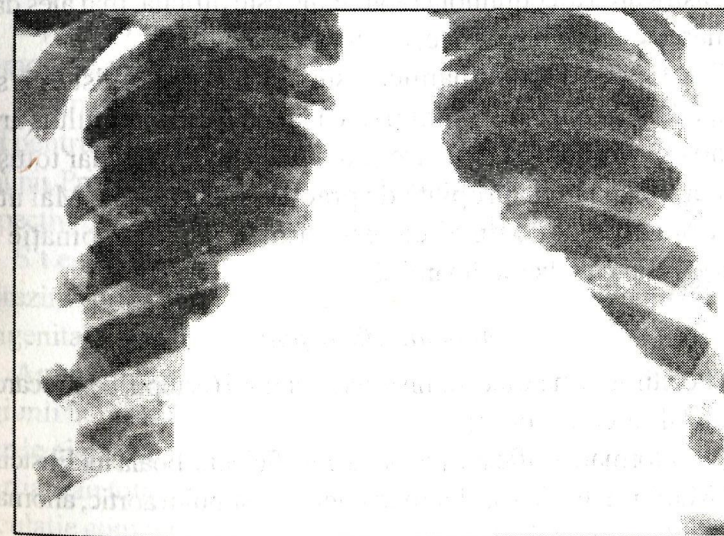
2D-Eco este utilă în aprecierea etiologiei insuficienței aortice, anumite forme etiologice având un aspect ecocardiografic caracteristic.

Angiocardiografia stabilește o insuficiență aortică când cateterul introdus pe cale arterială este împins retrograd până ajunge în porțiunea inițială a aortei. Substanța de contrast injectată în aortă deasupra valvelor sigmoidiene pătrunde în ventriculul stâng odată cu regurgitarea sângelui.

### Leziunile orificiului tricuspida

Aceste leziuni au o importanță practică redusă, deoarece sunt relativ rare. Aproape totdeauna ele se asociază cu leziuni endocardice mitrale sau aortice. Explorarea intracavitară și chirurgicală a arătat că aproximativ 10% din leziunile mitrale reumatice sunt însoțite de stenoze ale valvei tricuspide.

Insuficiența tricuspida este în marea majoritate a cazurilor funcțională prin dilatația inelului valvei tricuspide. În cazurile de leziuni organice ea însoțește de obicei o leziune mitrală de natură reumatică. Formele pure sunt de cele mai multe ori congenitale. În cazurile asociate (leziuni tricuspide și mitrale sau leziuni triorificiale), participarea



**Fig. 100.** Configurație realizată de stenoză și insuficiența tricuspida.