

## CAPITOLUL 3

# EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A APARATULUI RESPIRATOR

---

Printre numeroasele metode imagistice de investigare a toracelui, examinarea radiologică rămâne o metodă fundamentală ce pune în evidență modificările patologice, furnizând clinicianului informații cu privire la sediul, întinderea, natura probabilă și chiar și etiologia în unele cazuri, precum și la evoluția proceselor manifeste. În unele cazuri poate evidenția anomalia lipsite de expresie clinică, iar în cazul unor afecțiuni incipiente, imaginea radiologică este normală.

Metodele imagistice – CT (computer-tomografia) și IRM (imagistica prin rezonanță magnetică) au ameliorat rezultatele prin eliminarea sumăției structurilor, permițând și analiza densitometrică a acestora (CT).

## METODE DE EXPLORARE

Explorarea toracelui beneficiază de un număr mare de tehnici de examinare. Utilitatea și valoarea fiecărui procedeu tehnic sunt condiționate de o indicație corectă, bazată pe cunoașterea posibilităților și limitelor lor reale. Alegerea tehnicii depinde de simptomatologia clinică, posibilitățile de examinare și de consecințele terapeutice. Nu trebuie uitate nici criteriile economice și iradierea pacientului.

În practica curentă, principalele tehnici utilizate sunt:

**1. Radiografia standard** de față în incidență postero-anterioară (PA) și radiografia de profil, pentru a obține o reprezentare spațială. Un singur profil este suficient, (stâng sau drept, în funcție de localizarea leziunii pe radiografia de față), care se execută în inspir profund.

• alte incidente:

- clișeu în expir, de exemplu pentru:

- explorarea mobilității diafragmului;
- identificarea unui corp străin aflat în căile respiratorii superioare;
- examinarea unui mic pneumotorax.

- clișeu în hiperlordoză pentru studiul apexurilor;

- clișeu în decubit lateral (ex: explorarea unui mic epanșament pleural);

- clișeu în decubit dorsal (ex: studiul mobilității unui epanșament).

• radiografia „țintită”.

• radiografia cu „raze dure” pentru explorarea structurilor mediastinale, a leziunilor carcinomatoase pulmonare și pentru studierea formațiunilor osoase toracice.

**2. Radioscopia** – este un examen dinamic, ce oferă posibilitatea de a studia mișcarea organelor intratoracice și de a examina pacientul în diverse poziții și incidente.

Datorită dozei de iradiere relativ mari are indicații restrânse, mai ales în cazul copiilor.

**3. Tomografia convențională** este, în mare parte, înlocuită astăzi prin computer-tomografie. Totuși, ea beneficiază încă de indicații, ținând cont de echipamentele disponibile (ex: evidențierea leziunilor ulcerative inaparente pe imaginea standard datorită prezenței de procese condensante înconjurătoare; departajarea structurilor hilarilor etc).

**4. Bronhografia** – este o metodă utilizată pentru bilanțul dilatațiilor bronhice și evidențierea unor eventuale fistule. Ea tinde să fie înlocuită de examinarea computer-tomografică.

**5. Angiografia convențională sau digitalizată** – are ca indicație majoră examinarea emboliilor pulmonare și a malformațiilor vasculare.

**6. Computer-tomografia (CT) pulmonară, hilară și mediastinală** – a înlocuit tomografia convențională, mai ales în studiul patologiei pulmonare tumorale și a patologiei pleurale. Ea permite un bilanț mult mai precis al leziunilor (număr, formă, localizare, structură, separând structurile grăsoase sau lichide de cele solide) și, grație utilizării substanțelor de contrast iodate non-ionice, permite efectuarea distincției între structurile vasculare (vase normale, aberante sau anevrismale) și mase tumorale. Tehnica permite, de asemenea, ghidarea unei biopsii sau a unui lavaj bronșic prin vizualizarea directă a endoscopului.

CT utilizează razele X pentru a produce o imagine într-un plan axial de secțiune. Principalul avantaj al CT este reprezentat de faptul că imaginile secționale elimină efectul de sumă al structurilor, redând toate cele trei dimensiuni (o serie de secțiuni efectuate la diferite niveluri furnizează informații asupra extinderii în ax longitudinal a unei leziuni, în adăuție cu dimensiunile măsurabile în planul de secțiune).

Leziunile sunt identificate prin CT deoarece prezența unei mase alterează conturul unei structuri normale și/sau pentru că are o densitate diferită față de țesuturile normale înconjurătoare. De cele mai multe ori, se observă atât alterări ale conturului, cât și ale densității. Densitatea unei leziuni, precizia conturului și comportamentul post-administrare de substanță de contrast pot orienta asupra unui diagnostic. Ca exemplu, prin CT se pot diferenția chisturile mediastinale de mase grăsoase sau tumori solide. Totuși, o masă solidă poate fi benignă sau malignă, acest caracter neputând fi diferențiat întotdeauna prin CT (un abces poate avea același caracter CT ca o tumoră malignă sau un hamartom). O altă limită este reprezentată de incapacitatea de a detecta leziuni mai mici decât o anumită dimensiune. Astfel, leziunile abdominale și pelvine mai mici de 15-20 mm diametru sunt rareori detectate. La nivelul plămânului, noduli foarte mici, de 3-4 mm pot fi detectați, CT fiind în mod particular utilă pentru a diagnostica metastazele pulmonare precoce. Trebuie amintit însă că nodulii pulmonari de cauză granulomatoasă nu pot fi întotdeauna diferențiați de metastazele pulmonare doar prin CT (sensibilitate mare, specificitate redusă). Acest deficit de specificitate al metodei este una din limitele majore ale CT în practica clinică, la fel ca și pentru alte metode radio-imagistice, diagnosticul final incluzând și argumente clinice, biologice și, eventual, probe terapeutice.

Dezvoltarea tehnologică din anii '90 a permis crearea CT-ului spiral, cu achiziție volumetrică; mai târziu, apariția CT-ului multidetector a îmbunătățit considerabil performanțele metodei. Pentru explorarea toracelui, utilizarea CT spiral (secțiuni mai

fine, obținute într-o singură perioadă de apnee) a îmbunătățit cuantificarea nodurilor metastatice, caracterizarea nodurilor pulmonari solitari și evaluarea densitometrică a nodurilor pentru prezența calcificărilor sau a grăsimii (indicator de proces benign). Scanarea toracelui în momentul opacifierii maxime a arterelor pulmonare, post-injecție i.v. a substanței de contrast, permite evaluarea emboliilor pulmonare. Sensibilitatea și specificitatea *CT spiral\** în diagnosticul emboliilor pulmonare sunt comparabile cu cele ale scintigrafiei de ventilație-perfuzie. Altă aplicație a *CT spiral* în patologia toracică este vizualizarea tri-dimensională (3D) a căilor respiratorii. După o achiziție rapidă este folosită post-procesarea imaginilor pentru a produce o reprezentare 3D a suprafețelor structurilor căilor respiratorii. În plus, datele achiziționate pot fi manipulate prin soft-uri tip Navigator pentru a obține o „bronhoscopie virtuală”, formă neinvazivă de endoscopie.

**7. Imagistica prin rezonanță magnetică (IRM)** este o metodă utilizată în special pentru studiul afecțiunilor mediastinale și a celor de natură vasculară (angio-RM).

Metoda utilizează unde de radiofrecvență în prezența unui câmp electromagnetic controlat, pentru a produce imagini secționale ale corpului în orice plan. IRM are ca avantaj față de CT posibilitatea de a manipula contrastul între diferitele țesuturi prin modificarea secvențelor utilizate, pentru a pune în evidență modificările patologice.

Spre deosebire de CT, unde *scala de gri\*\** atribuită diferitelor țesuturi este invariabilă, în IRM valoarea *pixel-ului\*\*\** poate varia foarte mult pentru același țesut, acest fapt însemnând că scala de gri a țesuturilor nu este constantă. De aceea este esențial să fie cunoscute secvențele și parametrii utilizați atunci când se interpretează imaginile.

**8. Ecografia** este o metodă ce utilizează ultrasunetele, cu valoare în identificarea colecțiilor pleurale libere și închistate asociate bolilor pulmonare și în diferențierea unei colecții închistate de o masă pleurală solidă sau de o îngroșare pleurală. Ecografia permite, de asemenea, localizarea cu acuratețe a unei colecții pleurale înainte de punționarea acesteia; examinarea poate fi făcută în departamentul de radiologie sau la patul pacientului, cu o sondă de 3,5 sau 5 MHz, cu pacientul în poziție șezândă.

Dintre toate metodele enumerate, principala procedură de investigare este radiografia toracică. Fiind ușor accesibilă și ieftină, este metodă de primă intenție care permite vizualizarea unor detalii structurale de finețe, oferind o mare cantitate de informație. Se examinează plămânii, hilurile, mediastinul, pleura, diafragmele, cordul și vasele mari, inclusiv peretele toracic (părțile moi și scheletul).

---

\* *CT-spiral* - achiziționare volumetrică continuă obținută cu ajutorul unui tub rotativ continuu în timpul deplasării constante a mesei.

\*\* *scala de gri* - *scala Hounsfield* - densitatea unui voxel este direct proporțională cu coeficientul de atenuare (cantitatea de radiație absorbită de pixel), o constantă tisulară influențată de mulți factori. După calibrarea internă a scanner-ului, densitatea CT a apei este fixată la zero, iar cea a aerului la -1000 unități Hounsfield (HU). Diverselor tipuri de țesuturi le sunt atribuite valori pe scala Hounsfield.

\*\*\* *pixel* - *picture element* - cea mai mică unitate a unei tomografii computerizate, care reprezintă o porțiune anume din întreaga arie scanată. În funcție de grosimea secțiunii, pixelul reprezintă și un element de țesut al cărui volum este determinat de grosimea secțiunii, dimensiunea matricei și diametrul câmpului scanat (*voxel* = *volume element*).

## Interpretarea unei radiografii

Imaginile furnizate depind de calitatea radiografiei și de rigurozitatea analizei acesteia. Interpretarea unei radiografii implică cinci etape de bază care formează o schemă logică ce trebuie urmată ca atare.

**1. Identificarea pacientului:** numele, vârsta și data examinării trebuie să fie scrise pe radiografie și trebuie verificate.

**2. Considerații tehnice:** interpretarea imaginii depinde în mod critic de condițiile în care a fost efectuată radiografia. De importanță particulară sunt incidența, parametrii electrici utilizați, orientarea pacientului (atât în spațiu, cât și relativ la casetă), distanța tub-film și gradul inspirului. Trebuie urmărite și evaluate următoarele aspecte:

- **Marcajul filmului**

Marcarea filmului cu semn de dreapta (de obicei) permite orientarea acestuia. Relația semnelor cu anumite structuri (apexul cordului, bula de aer a stomacului) trebuie observată (situs inversus, dextrocardie, dextropoziție).

- **Incidența (postero-anterioară vs antero-posterioară)**

Ca rezultat al poziției sale anterioare, cordul apare mai mare pe radiografiile efectuate în incidență antero-posterioară decât în incidență postero-anterioară. Acest fapt, cuplat cu o distanță tub-film redusă utilizată în incidența AP face ca evaluarea dimensiunilor cordului să fie improprie.

- **Poziția (ortostatism vs decubit)**

Poziția pacientului are un efect profund asupra imaginii radiologice. Cauzele principale sunt:

- detectarea nivelurilor aer-lichid;
- mărimea relativă a vaselor sanguine din zonele superioare și inferioare;
- distribuția aerului și fluidelor în spațiul pleural;
- poziția și conturul diafragmului, mediastinului și cordului.

Identificarea poziției în care a fost efectuată radiografia se face prin inscripționare pe film; în absența acesteia se folosește poziția bulei de aer a stomacului (aflată în fornix în ortostatism și în antru în decubit).

- **Rotația**

Pacientul poate fi răsucit în jurul celor trei axe. Rotația cea mai frecventă, în jurul axului lung al corpului, distorsionează structurile mediastinale și conduce la inegalități între transparența hemitoracelui stâng și drept. În practică, această rotație este cea mai comună cauză de hipertransparență unilaterală. Gradul rotației poate fi evaluat prin măsurarea distanței dintre extremitățile mediale ale claviculelor față de apofiza spinoasă a unei vertebre toracice. Rotația în jurul axei orizontale (coronale) conduce la o proiecție cifotică sau lordotică mai mare decât cea normală.

În același timp cu evaluarea gradului de rotație trebuie notate și eventualele deformări ale cutiei toracice (stern înfundat, cifoscolioză).

- **Distanța tub-film**

Modificarea acesteia va altera dimensiunile aparente ale cordului.

- **Gradul inspirului**

Un inspir mai redus poate fi cauzat de lipsa de cooperare a pacientului sau de un proces patologic. În mod normal trebuie vizualizate 5-7 arcuri costale anterioare dea-

supra cupolei diafragmatice drepte. Deviațiile sunt considerate anormale. Un grad de inspir mic reduce diferența de mărime dintre vasele zonelor inferioare și superioare și afectează conturul și dimensiunile mediastinului, în special a cordului.

• *Parametrii electrici utilizați (kV\* ↑ vs kV ↓)*

Aceștia modifică gradul de penetrabilitate al fasciculului de raze X; în consecință abilitatea de a înregistra și vedea diversele componente ale toracelui, în special cele mediastinale, depinde în mod critic de kV (ex: structuri osoase vs parenchim pulmonar).

În acest moment, analiza unei radiografii toracice trebuie să facă posibilă următoarea afirmație: „aceasta este o radiografie non-rotată, în ortostatism, incidență PA, cu kV mare”. Drumul este deschis pentru evaluarea oricărei modificări patologice.

### **3. Detectarea și descrierea imaginilor patologice**

Factorii care influențează perceperea leziunilor pulmonare sunt complecși. Deși mulți radiologi cu experiență utilizează un plan propriu de examinare, pentru un începător, o abordare structurată este de preferat. Ordinea de examinare este lipsită de importanță, atâta vreme cât sunt examinate toate structurile vizibile pe radiografie. Aceasta presupune o bună cunoaștere a anatomiei radiologice normale și a principalelor imagini patologice. Orice anomalie observată trebuie descrisă în detaliu deoarece acest fapt facilitează analiza critică. Regiunile dificil de examinat datorită suprapunerii structurilor normale existente trebuie reexaminat înainte ca evaluarea să fie considerată terminată. Aceste regiuni sunt reprezentate de: apexuri, hiluri, ariile retrocardiacă și retrodiafragmatice (bazale posterioare) și zonele periferice ale plămânilor, aflate în imediata vecinătate a pereților toracici.

În timpul acestei examinări pot fi detectate trei tipuri de modificări patologice:

- o modificare a unei structuri normale vizibile;
- o arie cu opacitate crescută;
- o arie de hipertransparență.

Pasul următor al analizei depinde de numărul, poziția, dimensiunile, forma, intensitatea, omogenitatea, structura, conturul și precizia conturului acestor opacități/transparențe. Semnele radiologice patognomonice sunt rare. Interpretarea semnelor radiologice se bazează pe cunoașterea proceselor fiziopatologice ale bolii și, pentru a recunoaște importanța lor patologică, trebuie comparate cu ceea ce denumim „normal”. Variațiile minime de la normal, susceptibile de a scăpa altor metode (palpare, percuție, auscultație) dar vizibile radiologic, fac posibil ca examinarea radiologică să-și demonstreze valoarea în diagnosticul precoce.

În această etapă, pe lângă riscul de a nu observa imagini patologice, există și riscul de a supraevalua și de a interpreta incorect acele deviații de la normal care nu au semnificație clinică. O altă sursă de eroare este de a atribui toate simptomele care l-au determinat pe pacient să se prezinte la medic unei modificări demonstrabile radiologic. Există multe procese patologice care au o simptomatologie clinică silențioasă; ele sunt sechele ale unei boli vechi sau pot fi considerate descoperiri întâmplătoare, fără importanță în relația cu manifestările clinice prezente sau sunt afecțiuni în stadiul incipient, infraclinic.

---

\* kV = kilovoltaj

#### **4. Stabilirea diagnosticului generic**

Reprezintă al 4-lea pas în analiza unei radiografii toracice. Trebuie utilizată semiologia leziunilor identificate pentru a le încadra schematic într-un sindrom (parietal, pleural, mediastinal, cardiac sau pulmonar).

Ca exemplificare, vom analiza modificările de transparență pulmonară. Aceasta poate fi crescută sau scăzută față de normal. În ambele cazuri intervin factori intra- și extrapulmonari, dar și intra- și extratoracici. Anumite condiții fiziologice (ex: gravitate) modifică conținutul gazos al alveolelor și structura vasculară a plămânului.

Dacă conținutul gazos al alveolelor este redus printr-o atelectazie, un exsudat sau un transsudat alveolar sau prin extensia infiltrativă a unei tumori, transparența pulmonară diminuează în acea regiune. Situația este similară și în cazul creșterii patului vascular față de normal. Cauza cea mai frecventă de accentuare a tramei pulmonare este staza pulmonară; mai rar, o creștere a circulației pulmonare poate fi întâlnită în caz de șunt stânga-dreapta sau de pletoră de altă cauză ori tramita difuză congestivă nespecifică (ca de exemplu în virozele respiratorii) ori tramita difuză din granulia TBC la debut. Cauzele extrapulmonare dar intratoracice de scădere a transparenței unui plămân sunt reprezentate de procesele pleurale: exsudat, transsudat, sechele pleurale, leziuni neoplazice primitive sau metastatice. Modificările patologice ale părților moi și scheletului toracic influențează de asemenea transparența pulmonară (o leziune tumorală benignă a pielii, metastaze osoase de exemplu de la un cancer de prostată).

Creșterea transparenței unui plămân/hemitorace de cauză intrapulmonară este dată de creșterea conținutului gazos al alveolelor, distrucția țesutului pulmonar sau reducerea patului vascular. Prezența aerului în cavitatea pleurală în caz de pneumotorax spontan, traumatic sau iatrogen este o cauză de creștere a transparenței de origine extrapulmonară dar intratoracică; în acest caz, plămânul poate avea transparență normală sau redusă dependentă de gradul de colaps. O hipertransparență poate fi de asemenea dată de colecții gazoase în țesuturile moi (emfizem subcutanat), de focare osteolitice în caz de metastaze osoase costale sau de maladii sistemice. În plus, absența structurilor toracice normale (mastectomia) va avea același efect.

#### **5. Stabilirea unui diagnostic specific** reprezintă etapa finală a analizei.

Pentru aceasta, trebuie luate în considerație următoarele elemente:

- toate semnele radiologice observate și, în mod special, cele cu valoare discriminative;

- vârsta și sexul pacientului;

- informațiile legate de istoricul și evoluția bolii, examenul clinic și examinările paraclinice (colaborare strânsă interdisciplinară).

Rareori este posibilă stabilirea unui diagnostic unic; cel mai des se enumeră diagnosticele compatibile în ordinea descrescândă a probabilității.

Rezultatul final al examinărilor radio-imagistice presupune existența atât a unui document-imagie cât și a unui buletin scris. De la apariția radiologiei, imaginea a fost stocată pe diverși receptori fotografici care convertesc informația stocată în raxele X într-o formă vizibilă. Inițial au fost folosite ecrane luminoase, apoi filme de plastic impregnate într-o emulsie fotosensibilă (sistem de management al imaginilor).

În paralel s-a dezvoltat un sistem de management al informației, având ca suport hârtia. Acest sistem permite programarea pacienților; înregistrarea, stocarea imaginilor; emiterea buletinului radiologic; controlul costurilor procedurilor efectuate.

Dezvoltarea tehnologiei informatice a influențat în mod considerabil aceste două sisteme, strâns legate.

## **Avantajele și dezavantajele sistemului non-digital de radiologie**

### *Avantaje*

Filmul, componenta cheie a sistemului radiologic actual, are o rezoluție spațială foarte mare, o durabilitate în timp foarte bună (necesitând puține condiții pentru a preveni degradarea imaginii) și poate fi examinat în aproape orice situație (dacă există o sursă de lumină). Sistemul de management al filmelor este relativ ușor. Într-o manieră similară, managementul, programările și redactarea buletinelor radiologice efectuate pe suport de hârtie nu necesită personal special instruit, cu experiență de lucru pe computer.

### *Dezavantaje*

Există, totuși, câteva dezavantaje ale metodei non-digitale. În ceea ce privește sistemul de management al imaginilor, dezavantajul major este legat chiar de film. Deoarece fiecare imagine a unei examinări este înregistrată doar pe un film, orice imagine dată nu poate fi într-un anumit moment decât într-un singur loc, făcând imposibilă consultarea ei simultană de către persoane aflate în locuri diferite. Deoarece durabilitatea unui film este mare, găsirea unui film sau a unui set de examinări dintr-un mare număr de filme poate fi dificilă și este mare consumatoare de timp. Uneori, un film se pierde și trebuie repetată examinarea. Spațiul fizic necesar pentru a depozita filmele este întins. Filmul nu oferă posibilități de îmbunătățire a imaginii; dacă filmul este insuficient expus sau subdevelopat, el trebuie repetat pentru a nu pierde informații radiologice.

Sistemul de management pe hârtie, utilizat în departamentele de radiologie pentru mulți ani, a devenit eficient prin experiență. Acest lucru nu înseamnă că este cea mai eficientă metodă de management al resurselor, operarea pe un sistem bazat pe hârtie necesitând mult personal și fiind consumatoare de timp. De exemplu, limitele fizice ale procedurilor manuale de programare sunt reprezentate de dispersia activităților în multiple puncte de lucru, determinând constrângeri severe în abilitatea de adaptare, în funcție de disponibilitatea camerelor, asistenților și a medicilor. O altă limită este inabilitatea lor de a urmări ușor pacienții în spital sau în departamentul de radiologie. Transcrierea manuală și eliberarea buletinelor radiologice consumă mult timp, în special în situațiile în care trebuie trimise în locuri aflate la mare distanță.

## **Departamentele digitale de radiologie**

Conceptul de departament radiologic digital include mai multe funcții computerizate decât acelea ale unui simplu sistem imagistic digital de management al imaginilor și al unui sistem de management al informațiilor care susține programarea examinărilor, înregistrarea, emiterea buletinelor și managementul folderelor de imagini.

Un adevărat departament digital include, de asemenea, recunoașterea vocii și transcrierea automată, mail electronic, rețele computerizate între diferite stații de lucru pentru a crește posibilitatea de acces la informații, precum și capacitatea de telecomunicare. Teleconferințele cu alte centre medicale, poșta electronică vocală pentru diseminarea rapidă a buletinelor radiologice și comunicarea prin satelit către alte zone, mai mult sau mai puțin apropiate, sunt toate fațete ale unui adevărat departament digital.

Trebuie avut în vedere, în mod clar, că niciuna din metodele expuse nu este infailibilă în diagnosticul imagistic și că ele se completează ierarhic și se potențează reciproc.

De asemenea, nu trebuie confundate limitele fiecărei metode de explorare cu limitele celui care o practică.

#### **Bibliografie selectivă:**

1. *Radiologie du Thorax par J. Frija, P. Attal, D. Attali, O. Hurtier, J.L. Montazel, V. Segal. Collection Abrégés de Médecine. 1995, 2<sup>nd</sup> Edition, Masson, Paris.*
2. *Le Poumon par J.P. Monnier, J.M. Tubiana, L. Monnier. Collection Cahiers de Radiologie. 1992, 2<sup>nd</sup> Edition, Masson, Paris.*
3. *Radiologie-Imagistică medicală, S.A. Georgescu, C. Zaharia. Ed. Universitară „Carol Davila”, București, 2001.*
4. *L'essentiel du radiodiagnostic par P.O. Delplace, A. Coussement. 1986, 1<sup>ère</sup> Edition, MPC-VIDEOM Editeurs.*
5. *Diagnostic Radiology. An Anglo-American Textbook of Imaging, R. G. Grainger, D. J. Allison, 1992, Second Edition, Churchill Livingstone.*
6. *Factors affecting perception of pulmonary lesions, B.G. Brogdon, C.A. Kelsey, R.D. Moseley, 1983, Radiol Clin North Am 21: 633-654.*
7. *Spiral (helical) CT, J.P. Heiken, J.A. Brink, M.W. Vannier. Radiology 1993; 189(3): 647-656.*
8. *Radiology on CD, J.M. Taveras, J.T. Ferrucci, 1998 CD-Rom Edition, Lippincott Williams & Wilkins.*
9. *Whole Body Computed Tomography, Otto. H. Wegener, 1992, Second Edition, Blackwell Scientific Publication.*
10. *Spiral CT of the Chest and Abdomen, R. Brooke Jeffrey, Elliot K. Fishman, 1996, Lippincott-Raven.*
11. *The MRI Teaching File CD-Rom, Robert B. Lufkin, William G. Bradley, Michael Brant-Zawadzki, Produced by Medical Interactive, Distributed by Raven Press.*