

CUPRINS

I. BAZELE FIZICE ȘI BIOLOGICE ALE UTILIZĂRII	
RADIAȚIILOR RÖNTGEN ÎN SCOP DIAGNOSTIC – S.A. Georgescu	7
1. Sursa de radiații	7
2. Vectorul	18
3. Modulatorul	19
4. Receptorul	24
5. Decodorul	42
 II. ALTE METODE NEIRADIANTE DE EXPLORARE IMAGISTICĂ	
A. ECOGRAFIA - NOȚIUNI DE ANATOMIE ȘI	47
SEMILOGIE ECOGRAFICĂ – Adela Mihalcea	47
B. NOȚIUNI ELEMENTARE DE IMAGISTICĂ	
PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ – D. Cuzino	73
 III. RADIOIMAGISTICA TORACELUI – S.A. Georgescu, M. Grasu	
1. Anatomia radiologică a toracelui	83
2. Semiologia generală radiologică a toracelui	94
3. Sindroamele toracice	98
 IV. RADIOIMAGISTICA APARATULUI DIGESTIV – C. Zaharia	
1. Tehnici de examinare	155
2. Noțiuni de anatomie radiologică	161
3. Modificări radiologice elementare	169
4. Sindroame în patologia tubului digestiv	183
 V. RADIOIMAGISTICA FICATULUI, PANCREASULUI	
ȘI CĂILOR BILIARE – S.A. Georgescu, M. Ghinea	191
1. Explorarea radio-imagistică a ficatului	192
2. Explorarea radio-imagistică a căilor biliare	199
3. Explorarea radio-imagistică a pancreasului	202
4. Explorarea radio-imagistică a splinei	205

VI. RADIOIMAGISTICA APARATULUI RENO-URINAR – <i>M. Lesaru</i>	207
1. Metode de explorare a aparatului reno-urinar	207
2. Anatomie radiologică	212
3. Leziuni radiologice elementare	215
4. Sindroame la nivelul aparatului reno-urinar	223
VII. RADIOIMAGISTICA SISTEMULUI OSTEOARTICULAR – <i>C. Zaharia</i>	237
1. Tehnici de examinare	237
2. Noțiuni de anatomie radiologică normală	242
3. Explorarea imagistică a articulațiilor	246
4. Modificări radiologice elementare	247
5. Modificări radiologice elementare articulare	257
6. Sindroame în patologia osteo-articulară	259
VIII. NOȚIUNI INTRODUCATIVE ÎN RADIOPEDIATRIE – <i>Ghe. Goldiș</i>	273
1. Particularitățile protocoalelor de investigație imagistică la copil	273
2. Particularitățile imaginii radiologice normale la copil	275
3. Malformații congenitale la copil	282
4. Aspecte radiologice în unele afecțiuni dobândite specifice copilului	289
IX. NOȚIUNI DE NEURORADIOLOGIE – <i>Ioana Lupescu</i>	295
1. Explorarea radiologică standard în neuroradiologie	295
2. Mielografia și saco-radiculografia la nivel lombar	300
3. Angiografia în neuroradiologie	302
4. Explorarea ultrasonografică în neuroradiologie	304
5. Computer-tomografia în neuroradiologie	307
6. Imagistica prin Rezonanță Magnetică (IRM) în neuroradiologie	326
X. MEDICINĂ NUCLEARĂ – <i>I. Codorean</i>	335
1. Introducere	335
2. Domeniul imagistic	336
3. Domeniul nonimagistic	358
4. Terapeutica radionuclidică	358

CAPITOLUL I

BAZELE FIZICE ȘI BIOLOGICE ALE UTILIZĂRII RADIĂȚILOR RÖNTGEN ÎN SCOP DIAGNOSTIC

S.A. Georgescu

Radiația Röntgen se produce sub forma unui flux energetic fonic pe suprafața anodei tubului radiogen. De aici fasciculul de radiații urmează un traiect dirijat, cu destinația finală de a produce o imagine care urmează a fi prelucrată și utilizată în scop diagnostic. Întreg acest proces reprezintă crearea, transferul și decodificarea unei informații. În acest sens suita de modificări suferite de fascicol este considerată ca reprezentând un lanț informațional.

Capul lanțului îl constituie **sursa de radiații** reprezentată de anoda tubului radiogen. De aici pornește **vectorul** reprezentat de fasciculul de radiații. Acesta traversează corpul de radiografiat sau **modulatorul**, unde suferă modificări în funcție de structura acestuia. Fasciculul modulat nu este perceptibil cu ajutorul simțurilor noastre și urmează a fi obiectivat la nivelul **receptorului**. Imaginea astfel obținută este preluată de un **decoder** care nu este altceva decât analizorul vizual al utilizatorului echipamentului. Întreg acest lanț informațional utilizează date analoge. Intercalarea unui calculator între receptor și decoder ameliorează performanțele sistemului. Apare în sistem o verigă suplimentară care transformă imaginea primară analogă, cu ajutorul unor prelucrări digitale, într-o imagine secundară tot analogă. Cele două imagini sunt perfect conforme cu realitatea și similare între ele, chiar dacă imaginea secundară este o imagine recreată și nu este imaginea directă a realității. Această categorie de imagini create cu ajutorul calculatoarelor a făcut să se nască **imagistica medicală**. Cantitatea de informații pe care le oferă o imagine prelucrată digital este mai mare decât cea oferită de imaginea primară, grație posibilităților de postprocesare pe care le poate oferi calculatorul.

I. SURSA DE RADIĂȚII

Sursa propriu-zisă este anoda tubului Röntgen. Pentru ca aceasta să emită radiații este necesar un complex de echipamente și subansamble formate în mare din generatoare și din tub cu accesoriile sale.

Generatorul este format din:

- transformatoare
- redresoare
- temporizatoare
- linia de alimentare
- pupitrul de comandă

Accesoriile tubului radiogen sunt:

- cupola
- diafragmul
- centrul
- filtrul

A. GENERATORUL

Reprezintă echipamentul care asigură alimentarea tubului cu curent continuu de înaltă tensiune și mică intensitate. Operațiunea efectuată de generator este transformarea și redresarea curentului din rețeaua casnică de alimentare.

1. TRANSFORMATOARELE

Sunt formate din primar și secundar. Tensiunea la nivelul secundarului este egală cu tensiunea aplicată primarului multiplicat cu factorul de transformare. Se asigură în acest fel transformarea curentului de 220V sau 380V în curent de 40KV până la 150KV utilizat pentru alimentarea tuburilor.

Intensitatea debitată de secundar este egală cu cea debitată de primar împărțită la factorul de transformare și este de ordinul miliamperilor (mA).

Raportul de transformare uzual este de cca. 280.

Transformatorul asigură și separarea celor două circuite de alimentare ale tubului prin cele două transformatoare utilizate:

a. Transformatorul de înaltă tensiune este transformatorul care execută funcțiile enumerate mai sus și face parte integrantă din circuitul de alimentare de înaltă tensiune.

b. Transformatorul de încălzire a filamentului catodic este un transformator care transformă tot curentul de 380V însă în curent de cca. 20V, destinat încălzirii filamentului catodic al tubului radiogen.

Transformatoarele clasice au primarul și secundarul plasate într-o baie de ulei destinată izolării și răcirii. Ele trebuiesc amplasate în încăperi separate de restul echipamentelor din cauza mirosului de ulei și a zgomotului pe care îl fac.

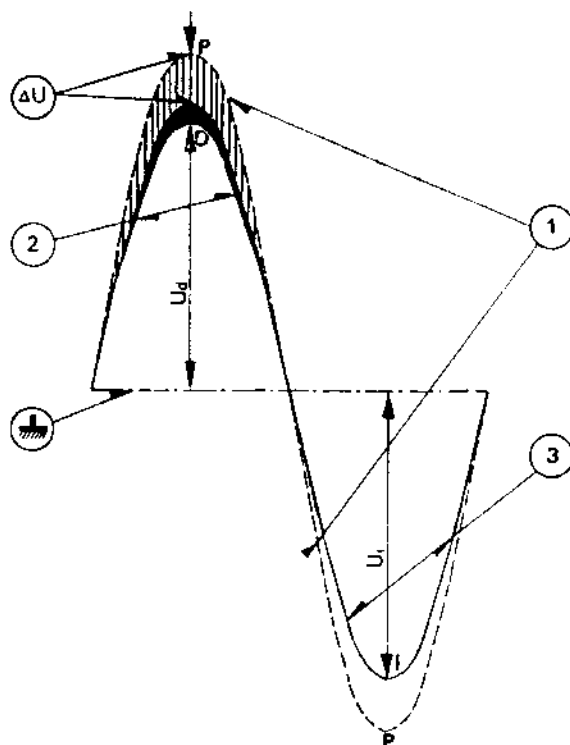


Fig. 1 - Curba nominală redresată

1. Curba nominală
2. Curba cu cădere de tensiune cauzată de curentul direct
3. Curba inversă cu cădere de tensiune

2. REDRESOARELE

Transformatoarele de înaltă tensiune emit curent alternativ. Tubul radiogen este însă polarizat și nu poate fi parcurs decât de către un curent continuu și într-un singur sens dinspre catod spre anod. Redresorul este echipamentul care nu permite accesul spre tub decât acelei părți a curbei sinusoidale a unui ciclu complet care este polarizată în sensul cerut de tub. Porțiunea inversă a sinusoidalei este blocată, amputată (fig. 1).

Instalațiile clasice utilizează două tipuri de redresoare:

- supapele cu vid
- redresorii uscați

Supapele cu vid (fig. 2) sunt formate din doi electrozi conținuți de un conținător vidat. Cei doi electrozi sunt reprezentați de un filament incandescent de tungsten (catodul) și de o cupă metalică ce înconjoară filamentul și reprezintă anodul. Curentul într-o asemenea instalație nu circulă decât dinspre filament spre

cupă, adică dinspre catod spre anod. Inversarea sensului curentului nu poate trece dinspre cupă spre filament.

Redresorii uscați (fig.3) sunt constituiți dintr-o bază formată din seleniu sau siliciu pe care este sudată o placă de metal trivalent (indiu). Curentul nu poate circula decât în sensul dinspre siliciu sau seleniu spre indiu și nu în sens contrar. Acest tip de redresori au o capacitate de blocare limitată și pentru a fi operaționali la curenți de 150 KV se utilizează mai mulți legați în serie.

Avantajele redresoarelor cu supapă sunt acelea de a avea o rezistență foarte mică. Dezavantajele sunt date de necesitatea existenței unui circuit separat de încălzire și de perisabilitatea datorată arderii filamentului.

Redresoarele uscate nu necesită circuit de încălzire și sunt practic indestructibile, însă au o rezistență internă deloc neglijabilă ceea ce duce la căderi de tensiune. Această rezistență internă este mai mică la tipurile cu siliciu.

Se utilizează diferite tipuri de redresoare care determină configurații diferite ale undelor emise. Obiectivul este acela de a emite o undă cât mai plată, în care oscilațiile față de zero să fie cât mai mici ca amplitudine, dar de valoare cât mai ridicată. Rezultanta trebuie să fie o curbă cât mai mult deasupra lui zero și cât mai în platou.

Sistemele de redresare monofazate cu o undă folosesc două redresoare și dau o undă cu o creastă, cu patru redresoare se poate obține o undă cu două creste ș.a.m.d. (fig.4).

Sistemele trifazate utilizează trei curenți diferiți din trei transformatoare redresate fiecare în parte după modelul sistemelor monofazate. Oscilațiile platoului de emisie sunt minime, curba având aspectul de „dinți de fierăstrău” (fig.5).

Oscilațiile față de zero sunt cu atât mai mici cu cât sunt mai multe creste. Astfel oscilațiile la un sistem cu o creastă sunt de 45%, la 6 creste 15%, iar la 12 creste de 3,5%.

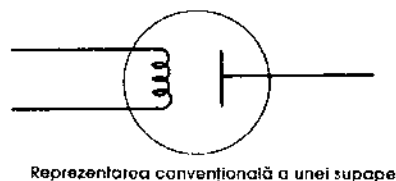
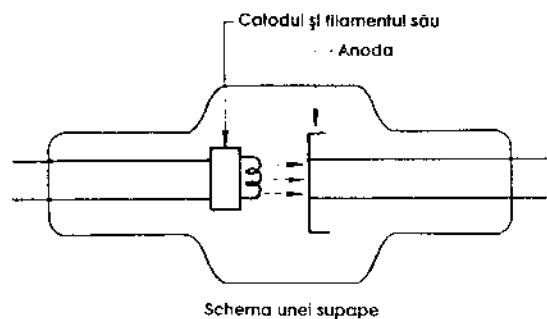


Fig. 2 - Supapa cu vid

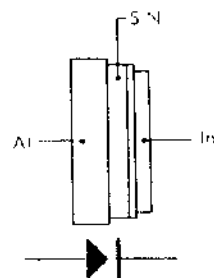


Fig. 3 - Redresor uscat

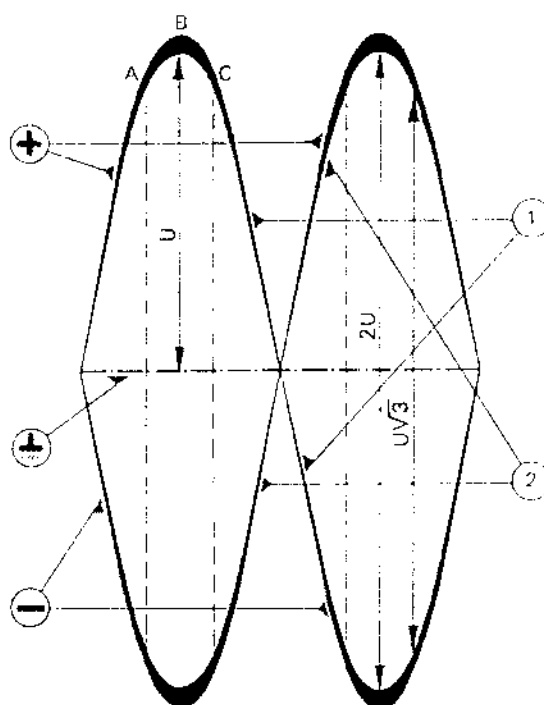


Fig. 4 - Curba cu un redresor

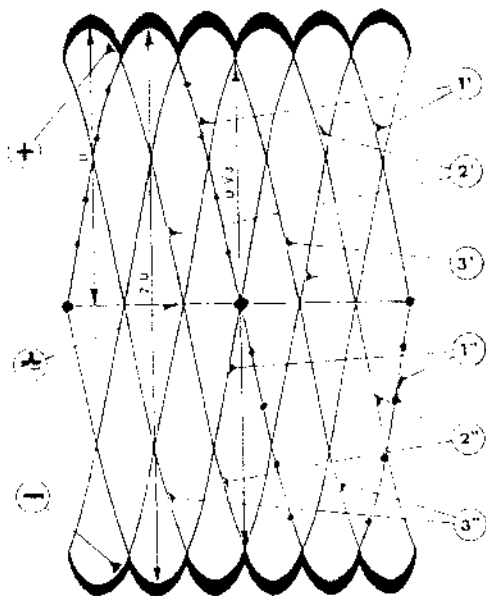


Fig. 5 - Curba cu 3 redresoare

3. ALTE TIPURI DE GENERATOARE

Sunt generatoare care combină funcția de transformare cu cea de redresare.

Generatoarele cu medie sau înaltă frecvență sunt generatoare de ultima generație care folosesc un curent de înaltă frecvență pentru producerea unui curent cu voltaj aproximativ constant cu ajutorul unui transformator miniatural. Principiul de funcționare derivă din formula $V = fnA$ unde V este voltajul rezultat, f este frecvența curentului în primarul transformatorului, n reprezintă numărul de spire din secundar, iar A este diametrul miezului bobinei secundarului. Reiese că V poate fi crescut pe baza oricăruia dintre cei trei factori f , n sau A . Un f foarte înalt permite reducerea celorlalți factori din ecuație la minimum și de aici posibilitatea de miniaturizare a transformatorului. Oscilațiile sunt practic inexistente la un f foarte ridicat, de ordinul a 5 - 100 kHz, iar curba de emisie are structura unui platou.

Generatoarele cu condensatori descarcă în circuitul de alimentare cu înaltă tensiune a tubului curenți continui înmagazinați în condensatori de mare capacitate. Avantajul lor este că nu au nevoie de redresoare. Dezavantajul major este acela că tensiunea la bornele tubului scade progresiv pe măsură ce electricitatea se scurge din condensator. Alte dezavantaje sunt definite de capacitatea limitată a condensatoarelor și timpul lung necesar reîncărcării condensatorului. Din aceste motive asemenea tipuri de generatoare nu se folosesc decât pentru aparate de forță mică, cu timp de poză lung și cadența de expunere joasă.

4. TEMPORIZATOARELE.

Reprezintă mecanismele care declanșează și întrerup curentul tubului în timpul radiografiei. Ele funcționează în doi timpi: timpul de pregătire și timpul de poză.

În primul timp, cel de pregătire, sunt asigurate următoarele funcții:

- încălzirea filamentului catodic
- conectarea circuitului de măsurare a tensiunii și intensității
- armarea echipamentelor auxiliare (grilă, tomograf etc.)
- deconectarea circuitului de scopie

În al doilea timp, cel de poză, sunt asigurate alte funcții:

- pornirea mișcărilor echipamentelor auxiliare
- emisia de curent de înaltă tensiune
- măsurarea timpului de emisie

Se utilizează mai multe tipuri de temporizatoare, unele care acționează în circuitul de joasă tensiune, altele care acționează în cel de înaltă tensiune și în fine exponometre automate sau iotomate, care întrerup curentul la tub în funcție de cantitatea de raze ajunsă pe placa de radiografie, măsurată cu ajutorul unei camere de ionizare.

5. LINIA DE ALIMENTARE

Asigură alimentarea cu curent din rețeaua comercială casnică de 220V sau de 380V a generatorului de înaltă tensiune. Din cauza rezistenței firului transportor în

momentul consumului maxim din timpul expunerii tensiunea de alimentare scade. Factorii de care depinde aceasta scădere sunt:

- lungimea cablului de alimentare
- suprafața lui de secțiune
- rezistența specifică a materialului din care este construit
- existența de legături imperfecte

Căderea de tensiune este cu atât mai mare cu cât lungimea cablului este mai mare și secțiunea sa este mai mică. Cablurile de aluminiu au rezistența mai mare decât cele de cupru. Deci pentru a obține o cădere de tensiune minimă trebuie ca alimentarea generatorului să se facă printr-un cablu cât mai scurt, cât mai gros, preferabil din cupru, iar toate conexiunile sale să fie riguros perfecte.

6. PUPITRUL DE COMANDĂ

Cuprinde cel puțin următoarele elemente:

- un buton de pornire / oprire
- un selector al postului de lucru, atunci când sunt operaționale mai multe posturi pe un singur generator
- un selector al focarului tubului. Toate tuburile moderne sunt cu două focare.
- aparate de măsură și control al parametrilor de emisie a razelor:
 - tensiunea
 - intensitatea
 - timpul

Aparatele moderne folosesc sisteme de regimuri preimplementate, utilizabile conform unui sistem de afișaj anatomic pe regiuni ale corpului.

Reglajul parametrilor de expunere în grafic se face automat sau manual. Se pot varia cel puțin doi dintre parametrii utilizați: kV, mA sau timpul. Al treilea parametru se stabilește automat de către instalație.

Privitor la reglajele din scopie, acestea prevăd variații ale kV și mA, iar în pupitrul de comandă este obligatoriu un totalizator al timpului de lucru efectiv, prevăzut cu avertizare sonoră la intervale regulate de timp.

B. TUBUL RADIOGEN ȘI ANEXELE SALE

1. TUBUL EMITĂTOR DE RAZE RÖNTGEN

Elemente constructive

Este construit dintr-un conținător, fabricat în mod tradițional din sticlă și din piesele metalice, catodul și anodul. În interiorul tubului, unde se află și piesele metalice, există un grad înaintat de vid, considerat teoretic un vid perfect (fig.6).

Tehnologiile moderne au înlocuit sticla, ca material tradițional al peretelui tubului, cu produse ceramice sau chiar cu metale, ambele cu o rezistență mecanică superioară.

Catodul este constituit dintr-un filament de tungsten care se încălzește până la 2300°C. Filamentul este înconjurat de o piesă metalică cilindrică numită piesă

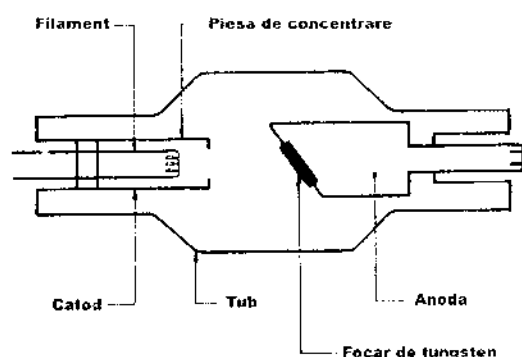


Fig. 6 - Tubul radiogen

de concentrare, destinată să dirijeze electronii emiși de filament pe direcția optimă, către suprafața anodului. Tuburile cu două focare sunt echipate cu două filamente distincte. Întreg ansamblul este încărcat cu electricitate negativă, electronii fiind emiși numai de filamentul incandescent.

Anoda este piesa metalică situată opus față de catod și care suportă bombardamentul electronilor emiși de filament și accelerați în câmpul de diferență de potențial de ordinul kV existent între cei doi poli ai tubului.

Anoda suferă o încălzire foarte accentuată, de aceea se construiește din metale greu fuzibile. Toate tuburile moderne au anode rotative. Anoda are o formă de disc cu suprafața înclinată față de axul lung al tubului cu 15-20°. Anodele tuburilor cu două focare au pe suprafața lor două piste circulare, diferite ca înclinație, corespunzând fiecare dintre ele unui anumit focar.

Anodele rotative se rotesc cu o viteză de 3000 până la 9000 ture pe minut.

Randamentul energetic al tubului este raportul dintre puterea transformată utilă și puterea absorbită. Raportul este foarte dezavantajos deoarece la o diferență de potențial fixă de 100 kV energia absorbită se transformă în 999‰ căldură și numai 1‰ energie radiantă utilă. Energia utilă a tubului este proporțională cu:

- intensitatea I
- pătratul tensiunii V
- numărul atomic Z al metalului din care este construită

Caracteristicile tuburilor (fig.7)

Sunt caracteristici:

- mecanice de construcție
- fizice de utilizare

Caracteristicile mecanice se referă la:

- focare și pantele anodei
- diametrul discului anodei
- viteza de rotație a anodei
- natura metalului din care este făcută
- disiparea căldurii

Caracteristicile fizice sau de utilizare se referă la:

- tensiuni maxime
- puterea instantanee și convențională
- capacitatea termică a anodei
- sarcina permanentă medie

1.1. FOCARUL

Este partea de suprafață a anodei care este bombardată de electronii accelerați.

Focarul optic are forma unui pătrat care se proiectează la suprafața anodei pe direcția razei incidente centrale. Caracteristicile lui sunt legate de suprafață:

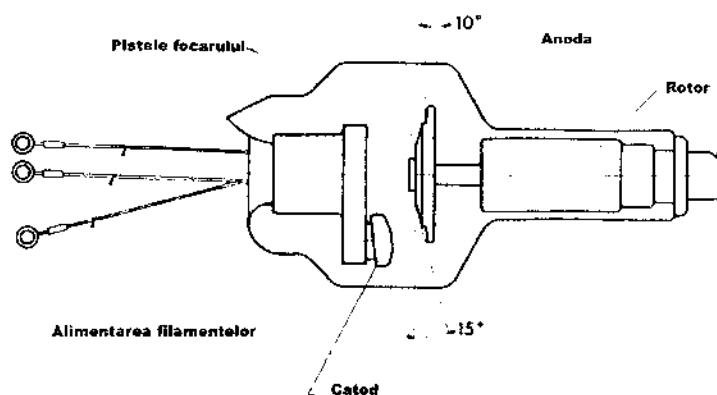


Fig. 7 - Tubul cu anodă rotativă

- cu cât suprafața focarului este mai mică imaginea este mai precisă și mai netă
- cu cât suprafața este mai mare puterea utilă obținută este mai mare

Dimensiunile focarelor sunt variabile, mai mici la anodele rotative, de ordinul între 0,1 mm - 0,3 mm (foarte mici), până la 1,2 mm - 1,8 mm (de mare putere).

1.2. PANTA ANODEI

Reprezintă unghiul de înclinare al pistelor anodei față de axul lung al tubului. Importanța acestui element constructiv este aceea că dirijează fascicolul emis în afara tubului. Unghiul de înclinație al anodei schimbă dimensiunea focarului optic. S-a creat termenul de focar real cu atât mai mic decât cel optic cu cât unghiul de înclinare al anodei este mai mare.

Înclinația curentă la anode este de 15-20°, iar raportul de dimensiuni între focarul optic și cel real este de 1/3.

1.3. DIAMETRUL ANODEI

Determină puterea tubului și capacitatea anodei de a se răci. Capacitatea de răcire este dependentă de:

- diametrul pistei. Cu cât acesta este mai mare, capacitatea de disipare a căldurii este mai mare
- viteza de rotație. Încălzirea anodei este mai mică cu cât viteza este mai mare iar bombardarea fiecărui punct al anodei se face mai rar și de durată mai scurtă.

Reiese că un diametru mare al anodei este un avantaj. Dezavantajele sunt date de necesitatea creșterii corespunzătoare a tuturor celorlalte elemente constructive ale tubului și de creșterea greutateii anodei ceea ce periclitează integritatea îmbinării sticlă/metal.

Existența a două piste cu înclinații diferite și a două focare duce la imperfecțiuni de producere a imaginii prin nesuperpozabilitatea proiecției celor două focare pe filme, mai ales pe cele de format mare.

1.4. VITEZA DE ROTAȚIE.

Este pentru anodele obișnuite de 50 turații/sec, adică de 3000 ture/minut.

Puterea unei anode este cu atât mai mare cu cât viteza de rotație este mai mare datorită efectului de gradient de temperatură (cantitatea de căldură formată la suprafață se evacuează spre masa metalului anodei cu atât mai repede cu cât gradientul de temperatură dintre cele două zone este mai mare). Crescând viteza crește puterea. La tuburile cu anode ultrarapide având o turație de 9000 ture/min. puterea crește cu 73%. Creșterea puterii se face însă cu prețul altor inconveniente:

- anoda are un șuierat puternic care deranjează
- pornirea și atingerea turației maxime durează cca. o secundă ceea ce exclude cadențele rapide
- efectul giroscopic este o vibrație laterală în timpul rotației care poate sparge sticla tubului
- frânarea este absolut necesară și produce o cantitate suplimentară de căldură care trebuie disipată. Fără frânare o anodă cu asemenea viteză de rotație are nevoie de cca. 30 minute pentru a se opri.

1.5. METALUL DIN CARE ESTE CONSTRUITĂ ANODA

Trebuie să îndeplinească următoarele condiții obligatorii:

- să nu fie fuzibil
- să aibă un număr atomic Z cât mai mare
- să aibă o foarte bună conductibilitate termică.

S-a încercat înlocuirea metalelor cu ceramică sau grafit care au fuzibilitate și conductibilitate foarte bună, dar au Z mic. Formula adoptată în acest moment este o placă subțire de metal plasată pe o bază formată dintr-o pastilă groasă de grafit. Metalul utilizat

este un aliaj de tungsten/rheniu, care în afara condițiilor obligatorii cerute are și o rezistență mecanică crescută.

1.6. DISIPAREA CĂLDURII

Este o proprietate esențială a anodelor, de ea fiind legată direct durata lor de viață. Depinde de:

- conductibilitatea termică a metalului
- gradientul de temperatură între pista activă și corpul anodei.

Se face prin:

- conductibilitate termică a corpului, tijei (cozii) anodei și rulmenților
- radiație calorică sub formă de lumină și infraroșii. Este mai eficientă decât precedenta.

Căldura este emanată în afara tubului și preluată de uleiul din cupolă. Acesta se răcește la rândul său grație unor sisteme schimbătoare de căldură ulei - aer, ulei - apă, sau prin răcire activă a uleiului care circulă.

În ultima perioadă, o serie de constructori de tuburi au realizat tuburi cu anode rotative fără frecare, construite fără lagăre, rotația efectuându-se pe o baie de metal fluid. Acest artificiu tehnic, deși încă foarte costisitor, prelungește mult viața tuburilor. Un alt avantaj al acestui sistem este acela că anodele se pot construi cu un circuit de ulei în corpul anodei, ceea ce asigură o răcire infinit mai bună.

1.7. TENSIUNEA MAXIMALĂ

Este reprezentată de cantitatea maximală de kV necesari pentru obținerea de radiații eficiente pentru diagnostic. Valoarea este variabilă în funcție de tipul de explorare (scopie sau grafie) și de tipul de radiografie necesar. Pentru mamografie sunt necesari 20 - 40 kV, pentru grafiile generale între 50 kV și 150 kV, pentru fluoroscopie regimul necesar este 50 kV - 110 kV.

Pentru tensiunile mari este nevoie de adaptări constructive ale tubului destinate protejării lui de orice accidente în special cele mecanice. Dintre ele:

- distanța catod/anod trebuie să fie cât mai mare pentru ca accelerarea electronilor să fie cât mai mare și forța lor de impact idem
- vidul trebuie să fie perfect
- electrozii trebuiesc fabricați din metal degazat (încălzit în timpul fabricării pentru a se elimina din compoziție gazul până la nivel de molecule)
- sticla tubului trebuie să fie de grosime mare și cu rezistența dielectrică mare
- baia de ulei în care este scufundat tubul trebuie să conțină ulei fără impurități și de rezistență dielectrică adecvată.

1.8. PUTERE INSTANTANEE ȘI PUTERE CONVENȚIONALĂ

Puterea instantanee a unui tub este produsul dintre înalta tensiune exprimată în kV și intensitate în mA. Ea se exprimă în watt.

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Ampere} = 1 \text{ kV} \times 1 \text{ mA}$$

Energia furnizată este puterea înmulțită cu timpul și se exprimă în Joule.

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ watt} \times 1 \text{ secundă} = 0.24 \text{ calorii}$$

Reiese că încălzirea tubului este cu atât mai mare cu cât puterea instantanee a lui este mai mare sau cu cât timpul de lucru este mai prelungit. Pentru protecția tubului este indicat a reduce la maximum timpul de lucru în special la tuburile de mare putere.

Puterea unui tub scade progresiv pe măsura încălzirii cu cca. 10 - 20% după 0.01 sec. până la 0,1 sec., cu 50% după 0,1 sec. până la 1 sec., cu 10% de la mai mult de 1 sec. până la 10 sec..

Puterea convențională este puterea în watt pe care tubul o acceptă în 0,1 sec.. Ea variază după tipul focarului, fiind de ordinul a 30000 W pentru un focar mic și mergând până la 100000 W pentru un focar mare.

1.9. CAPACITATEA TERMICA A ANODEI

Metalul din care este confecționată anoda nu trebuie să atingă o anumită temperatură limită, adică temperatura la care apare interdicția de utilizare. Această limită se denumește **capacitate termică maximală** și depinde de:

- temperatura maximă permisă
- masa metalică a anodului
- căldura specifică a metalului anodei
- dimensiunile focarului

Acest parametru se exprimă în HU (heat unit) = 0,7 joule

1.10. SARCINA PERMANENTĂ

Încălzirea prin aport de energie este echilibrată printr-o răcire concomitentă.

Orice aport de energie suplimentar poate dezechilibra situația și duce la o încălzire exagerată a tubului, care ar determina imposibilitatea de utilizare a lui.

Sarcina permanentă utilizată este cantitatea de energie exprimată în watt care determină o încălzire sub limita interzicerii utilizării la o valoare apropiată de aceasta determinând starea de iminență a opririi.

Utilizarea practică a tuburilor

Buna utilizare a tuburilor implică o serie de cunoștințe tehnice și reguli utile, unele chiar obligatorii.

a. Radiografia izolată

O radiografie izolată se poate efectua utilizând constantele energetice maxime ale aparatului. Parametrii de expunere sunt trei: tensiunea (kV), intensitatea (mA) și timpul (sec.). De obicei se variază doi parametri, al treilea decurgând de la sine.

b. Limitarea intensităților exagerate

Cu cât tensiunea utilizată este mai mică, cu atât se pot utiliza intensități mai mari. Există însă o limită dincolo de care nu se poate trece deoarece se produce efectul de grilă. Cantitatea de electroni emiși în jurul tubului este atât de mare încât ei rămân în jurul catodei ca un nor, nemaideplasându-se nicăieri și nelăsând nici alți electroni să treacă.

c. Repetarea radiografiilor cu cadență joasă

Este indicat să i se acorde tubului un timp de repaus după fiecare expunere destinat asigurării progresiunii căldurii spre interiorul anodei și a cedării acestei călduri prin iradiere.

d. Radioscopia

Este o sarcină permanentă care duce la acumularea de energie reducând energia disponibilă pentru efectuarea de radiografii. La orice aparat standard se poate ajunge la sarcina maximă autorizată în 8,5 minute de scopie la regim maxim fără efectuarea nici unei radiografii. Pentru evitarea acestor neajunsuri este nevoie de măsuri profilactice:

- reducerea la maximum a sarcinii în scopie prin utilizarea sistemelor de amplificatoare cu lanț TV, la care energia necesară este de aproximativ 10 ori mai mică
- întreruperea cât mai frecventă a radioscopiei

e. Repetarea radiografiilor cu cadență rapidă

Tubul nu poate suporta un număr prea mare de radiografii „full power” fără timp de repaus. Pentru realizarea unor asemenea secvențe trebuie plecat totdeauna din poziția „tub rece” pentru a beneficia de toate rezervele de energie. În caz de necesitate se pot

adopta alte tehnologii pentru a realiza un număr limitat de radiografii în cadență rapidă, fără pauză de răcire:

- metoda secvenței blocate reprezintă modalitatea de realizare a unei secvențe ale cărei energii sumate reprezintă sarcina permanentă autorizată, după care urmează răcirea în timpul unei pauze
- metoda capacității reduse implică cunoașterea prealabilă a numărului de imagini necesare. Se solicită pentru fiecare dintre ele minimul de energie și se întrerupe automat seria la atingerea marjei sarcinii permanente autorizate.

f. Radiocinematografie cu cadență continuă

Emisia este continuă de tip radioscopie “full power”, iar separarea imaginilor este realizată de obturatorul camerei de filmare.

g. Radiocinematografie cu emisie pulsată

Emisia durează puțin, de ordinul milisecundelor, perfect sincron cu durata de deschidere a obturatorului camerei de film.

h. Tomografia plană

Obosește mult tubul prin emisia lungă și repetată.

i. Tomografia computerizată

Folosește diferit în funcție de tipul de achiziție emisie pulsată sau emisie continuă. În mod curent instalațiile cele mai uzuale, cele de tip rotativ / rotativ, folosesc sistemul de emisie pulsată. Instalațiile de tip rotativ / staționar folosesc emisie continuă.

Pentru orice achiziție volumică în modul helicoidal se folosește emisia continuă. Ameliorarea performanțelor tuburilor utilizate în computertomografie a fost posibilă numai grație unor sisteme foarte performante de răcire activă.

Îmbătrânirea și moartea tuburilor Röntgen

Sunt două procese decalate în timp, consecutive unul celuilalt, bazate pe aceleași modificări fizice inevitabile.

Craterizarea este compromiterea netității suprafeței anodei. Ea începe prin schimbarea aspectului suprafeței care devine rugoasă, apoi apar mici fisuri care se largesc și se produc în final cratere. Efectul craterizării este alterarea orientării emisiei la nivelul craterelor. O parte a fotonilor utili este direcționată anormal și se pierde din fasciculul util. Utilizatorul este obligat să compenseze această pierdere prin utilizarea unor constante de valori crescute care suprasolicită încă și mai mult anoda și accentuează craterizarea. Rheniul întârzie aceasta craterizare.

Metalizarea suprafeței interne a pereților de sticlă ai tubului. Este un proces de depunere pe toată suprafața rece a tubului a unor atomi de metal. Acest proces duce la ruperea echilibrului electrostatic din tub.

Compromiterea vidului se datorește procesului de îmbătrânire a sticlei și apariției de pori sau degazării în timpul utilizării a unui reper metalic din tub. Duce la compromiterea câmpului electrostatic și la fuziunea filamentului catodic.

Moartea unui tub se poate datora în afara proceselor descrise mai sus și care sunt considerate firești și unei serii de accidente în care poate fi implicată oricare dintre părțile constituente ale tubului.

Accidente ale catodului: ruperea filamentului, prin supraîncălzire sau prin inversarea curentului din circuitul de înaltă frecvență.

Accidente ale anodului:

- atingerea punctului de fuziune prin rotație prea lentă
- supraîncălzirea pistei sub punctul de fuziune duce la bursuflarea anodei, ridicarea marginilor cu efectul de cupă, fisura radială urmată de dezechilibrare și ruptura completă.
- ruptura cozii anodei ca urmare a dezechilibrării și vibrațiilor anormale
- blocarea mecanică a rotației la nivelul rulmenților

Accidente ale sticlei:

- spargerea
- permeabilizarea prin pori permeabili pentru ulei sau aer.

2. ACCESORIILE TUBULUI RADIOGEN

Sunt echipamente situate în afara tubului propriu zis destinate optimizării omogenității și transmisiei fascicolului de raze.

2.1. CUPOLA (fig.8)

Este recipientul metalic în care se află amplasat tubul scufundat în ulei. Are o formă aproximativ cilindrică și are două orificii perfect etanșate care permit accesul cablurilor de înalta tensiune spre bornele tubului și o fereastră operculată acoperită cu un material radiotransparent cu rezistența mecanică sporită (folie de mică), destinat trecerii fascicolului emis de tub în interiorul cupolei. Grosimea metalului din care este construită are un echivalent de 3 mm. Pb.

Rolul cupolei se poate sintetiza astfel:

- protejează mecanic tubul
- oprește orice radiații în afara celor care compun fascicolul propriu zis
- limitează dimensiunile fascicolului operațional
- conține uleiul destinat răcirii tubului.

2.2. DIAFRAGMUL (fig.9)

Este situat în afara cupolei, solidarizat cu fereastra acesteia și este destinat modelării dimensiunilor și formei fascicolului în funcție de regiunea de explorat. La unele tipuri de instalații radiologice, care folosesc fascicule colimate, diafragmarea se face automat pe baza de programe digitale în cadrul softurilor de lucru ale instalațiilor respective. Este construit din lamele metalice și poate fi dublu sau chiar triplu.

2.3. CENTRORUL

Este un dispozitiv luminos optic sau cu laser destinat să obiectiveze limitele fascicolului de radiații. Se utilizează prin proiectare asupra subiectului de examinat.

2.4. FILTRUL

Este o membrană metalică amplasată la ieșirea din tub și destinată absorbirii razelor moi din fascicolul emis și omogenizării acestuia.

Se folosesc:

- pentru 60-120 kV filtru de Al. Cu grosime de 2 mm.
- peste 120 kV se utilizează Cu 0,2 – 0,3 mm. + 1 mm. Al.

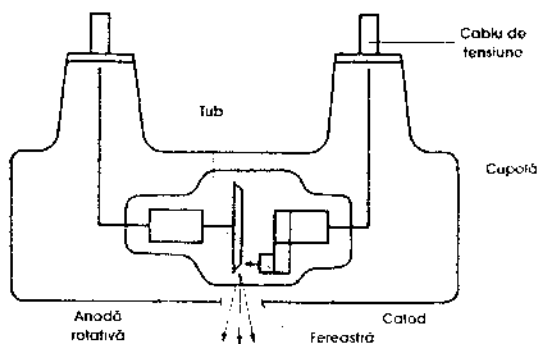


Fig. 8 - Cupola tubului Röntgen

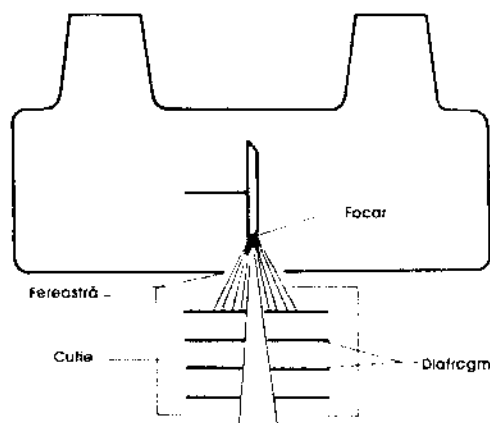


Fig. 9 - Diafragmul

II. VECTORUL

Vectorul informației, fascicolul de radiații, fasonat și cât mai omogen, de formă conică cu vârful în focarul tubului traversează atmosfera de la fereastra cupolei până la corpul de radiografiat sub numele de **RADIAȚIE INCIDENTĂ**.

Traversarea corpului de radiografiat implică o interacțiune complexă cu structurile vii, în cadrul căreia o parte din radiația incidentă nu va mai părăsi obiectul radiografiat pierzându-se din fascicol sub forma de **RADIAȚIE ABSORBITĂ**.

Ce iese din corpul de radiografiat pe direcția fascicolului incident este ce rămâne din acesta după pierderea radiației absorbite și se numește **RADIAȚIE REZIDUALĂ**. Aceasta este purtătoarea mai departe a informației diagnostice.

Din interacțiunea radiației incidente cu materia corpului de radiografiat se mai naște o cantitate de raze secundare, orientate haotic în jurul corpului de radiografiat, în afara direcției razelor incidente și a celor reziduale. Această categorie de radiații poartă numele de **RADIAȚIE SECUNDARĂ** și este sursa principală de iradiere a mediului înconjurător și implicit de noxă.

NATURA ȘI PROPRIETĂȚILE RADIAȚIILOR RÖNTGEN

Sunt radiații corpusculare formate din particule energetice numite fotoni.

Aceștia sunt niște particule elementare cu energie și mișcări proprii.

Fascicolul de raze Röntgen este format din fotoni care se deplasează conform unei mișcări periodice de foarte mare frecvență.

Fascicolul este caracterizat de o frecvență caracteristică și de o lungime de undă (λ) egală cu viteza luminii împărțită la frecvență. Cu o lungime de undă situată între 0,1 și 150 Å radiația Röntgen se situează între radiația γ și ultraviolete.

Particularitățile operaționale ale unui fascicol sunt determinate de doi parametri care caracterizează orice fascicol emis la o anumită tensiune de accelerare și anume:

- intensitatea fascicolului sau numărul de fotoni emis pe unitatea de suprafață în unitatea de timp
 - lungimea de undă sau penetranța fascicolului
- Pentru a crește intensitatea fascicolului este necesar:
- să crească numărul de electroni prin creșterea încălzirii filamentului
 - să crească diferența de potențial dintre catod și anod, știut fiind că intensitatea este proporțională cu pătratul tensiunii
 - să se utilizeze pentru construcția anodei un metal cu Z cât mai mare pentru a permite un număr de interacțiuni ale electronilor accelerați cât mai numeroase
 - să se reducă distanța focar/subiect dat fiind că intensitatea este invers proporțională cu pătratul distanței

Penetranța este determinată de lungimea de undă a fascicolului.

Numărul de fotoni se modifică practic în principal în funcție de intensitatea curentului de încălzire a filamentului catodic, iar lungimea de undă în funcție de mărimea tensiunii aplicate la bornele tubului. Cu cât tensiunea este mai mare, lungimea de undă este mai mică, iar energia fascicolului mai mare. Acestea sunt fasciculele penetrante sau fasciculele cu raze „dure”. Cu cât tensiunea este mai mică lungimea de undă este mai mare, iar energia este mai mică. Astfel se constituie fasciculele cu raze „moi”, puțin penetrante și cu efect biologic sporit.

Filtrarea este o operațiune de omogenizare și durizare a fascicolului prin eliminarea din fascicol a radiațiilor cu energie mică. Acestea sunt inutile pentru diagnostic pentru că se absorb, în schimb interacționează puternic cu materia vie.

- Alte proprietăți ale radiațiilor Röntgen sunt:
- proprietățile fotografice, de influențare directă a emulsiei de săruri de argint de pe suprafața filmelor radiografice
 - proprietățile de fluorescență asupra sărurilor cu proprietăți fluorescente cum este platinocianura de bariu
 - proprietăți optice: - se propagă în linie dreaptă
 - prezintă fenomenele de refracție, difracție și polarizare.

III. MODULATORUL

Este reprezentat de corpul de radiografiat. Acesta este o structură vie, constituită din țesuturi și medii diferite ca stare de agregare, ca masă și compoziție chimică.

Efectul de modulare al fascicolului incident se datorează unor interacțiuni fizice ce constituie fenomenul de absorbție. Interacțiunile fizice sunt cele direct implicate în procesul de modulare al radiației incidente, dar ele se asociază cu o serie de alte reacții chimice și biologice cu implicații directe asupra structurii vii. Procesul fizico-chimico-biologic de modulare a radiației incidente, pentru obținerea de informații structurale conținute în radiația reziduală, grevează economia organismului viu, cu implicații uneori majore și de lungă durată.

INTERACȚIUNEA RADIAȚIILOR RÖNTGEN CU MATERIA

Implică două categorii de procese fizice:

- direct ionizante
- indirect ionizante

1. INTERACȚIUNI DIRECT IONIZANTE

COLIZIUNEA (fig.10) este interacțiunea dintre un electron incident și un electron periferic din mediul traversat. Acesta este smuls de pe orbită și deplasat pe o traiectorie întâmplătoare. Particula incidentă își pierde din energie și își schimbă și ea traiectoria.

FRÂNAREA este interacțiunea dintre un electron și un nucleu din mediul traversat. Electronul incident trece prin apropierea nucleului și este deviat de acesta. Devierea înseamnă o pierdere de energie care poate, dacă se repetă de mai multe ori, să ducă la epuizarea energiei electronului care se oprește. A fost absorbit.

Rezultatul final al celor două procese la nivelul materiei traversate este acumularea în interiorul volumului de materie traversat a unui număr de atomi ionizați sau excitați și emisia de radiații electromagnetice de energie.

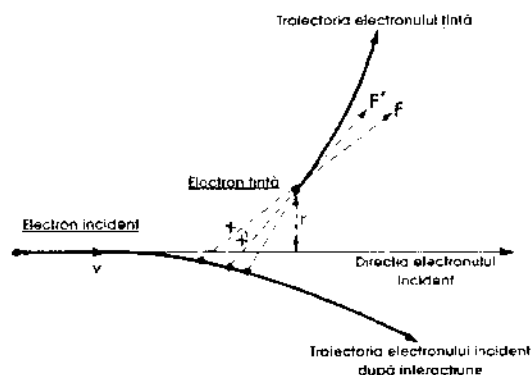


Fig. 10 - Coliziunea

2. INTERACȚIUNI INDIRECT IONIZANTE.

Fotonii nu produc ionizare și nici reacții de excitare în lanț. Ei acționează prin transmiterea de energie către mediul pe care îl traversează sub mai multe forme.

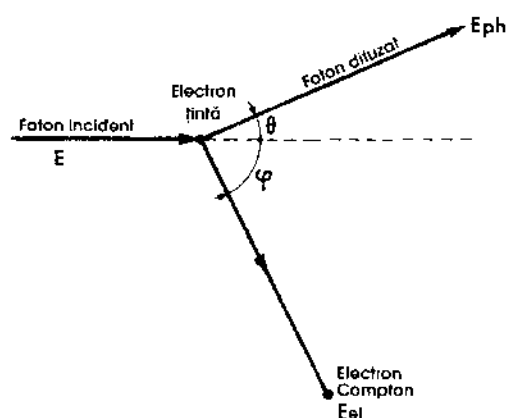


Fig. 11 - Efectul Compton

EFFECTUL COMPTON (fig.11) reprezintă

transmisia unei părți din energia fotonului către un electron al mediului. Dacă este vorba de un electron periferic cu energie de legătură mică acesta este smuls și lăsat liber. Electronul țintă se deplasează pe o direcție care face cu direcția incidentă un unghi cu atât mai mare cu cât energia ce i-a fost imprimată este mai mică. Fotonul incident deviază și el de la traiectorie sub un unghi cu atât mai mic cu cât energia lui a fost mai mare.

Efectul Compton este proporțional cu masa volumică și scade cu cât energia fotonului este mai mare și nu interacționează cu materia, având suficientă energie pentru a o traversa fără să se lase influențat.

EFFECTUL FOTOELECTRIC constă în cedarea de către foton a întregii sale energii. El este astfel absorbit. Electronul care a primit energia a căpătat o energie cinetică egală cu diferența dintre energia cedată de foton și energia de legătură. Această energie cinetică determină o reorganizare a straturilor electronice ale atomului din mediul traversat și emisia unor fotoni de fluorescență.

Efectul fotoelectric

- crește atunci când Z este mare ca urmare a existenței unui număr mai mare de straturi atomice periferice, cu energie de legătură
- este proporțional cu masa volumică
- scade când energia fotonilor este mare, aceștia trecând prin mediu fără să interacționeze

EFFECTUL DE MATERIALIZARE a perechilor electron/pozitron se produce numai în cazul energiilor foarte mari și nu acționează în cazul iradierii din radiodiagnostic.

EFFECTUL THOMPSON este proporțional cu Z și este invers proporțional cu aportul de energie. Devine preponderent față de efectul Compton în condițiile utilizării energiilor mici.

Este de reținut un element esențial al tuturor acestor reacții și anume ca toate particulele rezultate nu mai păstrează traiectoria inițială a particulelor incidente și formează radiația secundară. Fenomenul se definește prin compararea coeficienților de reacție:

- coeficientul de atenuare reprezintă numărul de fotoni care au transmis o parte sau toată energia lor mediului și dispar din fluxul incident, dar pot apărea pe alte traiectorii. Este legat de lungimea de undă și de masa traversată.
- coeficientul de difuziune este reprezentat de numărul de fotoni care ies din obiectul iradiat, dar după altă traiectorie decât cea incidentă. Ei pot proveni din fascicolul inițial sau pot fi particule noi, provenite din structurile mediului traversat.
- coeficientul de absorbție este numărul de fotoni care și-au transmis integral energia și dispar fiind absorbiți de mediu
- coeficientul masic de atenuare este direct proporțional cu masa și independent de starea de agregare a materiei. El este în funcție de Z numărul atomic și de energia incidentă.
- coeficientul de distanță. Intensitatea incidentă scade proporțional cu pătratul distanței parcurse.

O importanță specială în desfășurarea reacțiilor dintre radiația Röntgen și mediu o are relația cu Z numărul atomic. La Z mic, așa cum este cel al structurilor biologice, prevalează efectul Compton. La Z mare prevalează efectul fotoelectric care produce o absorbție mai mare de radiație. Osul sau iodul din substanțele de contrast sunt mai opace tocmai grație unui Z crescut. Rolul de material de radioprotecție a Pb. se explică tocmai prin existența unui Z mult crescut.

MODUL ELEMENTAR DE ACȚIUNE A RADIAȚIILOR RÖNTGEN

Interacțiunea dintre radiații și mediul traversat se produce la toate nivelurile structurale începând cu moleculele, apoi la nivelul celulelor, a țesuturilor și în fine a organismului în totalitate. În timp, interacțiunea este practic instantanee, ea începând la un interval de 10^{-8} sec. și continuând nelimitat, sau practic până la moartea organismului. Deosebit de important este faptul că efectul biologic este cumulativ în timp.

1. IONIZAREA ȘI EXCITAREA MOLECULELOR.

Efectul de ionizare asupra unui atom duce la apariția a doi ioni

- un ion negativ reprezentat de electronul ejectat
- un ion pozitiv constituit din restul atomului, dotat cu o mare reactivitate chimică

Electronul ejectat sau ionul negativ acționează asupra altor electroni difuzați proveniți din reacții similare cu alte molecule. Rezultă niște electroni secundari care sunt dotați cu energie foarte mică, au un parcurs limitat și sunt foarte ionizanți.

Atomul cu energie înmagazinată sau ionul pozitiv își restituie energia sub formă de emisie luminoasă sau de reacții chimice.

În esență reiese că ambii ioni produși sunt foarte reactivi în special chimic, iar procesul de interacție abia începe, desfășurându-se pe cel puțin două linii.

2. EFECTELE CELULARE ALE RADIAȚIILOR.

Sunt precoci și cumulative în timp.

a. Mecanismul de acțiune este de două tipuri direct și indirect.

Acțiunea directă se materializează sub forma rupturii arhitecturii moleculare într-un punct anume și în special la nivelul unor structuri importante ca genele, cromozomii sau enzimele. Scenariul de desfășurare al agresiunii este reprezentat de teoria țintei conform căreia radiațiile pot atinge de la început ținte reprezentate de structuri vitale și determina direct moartea celulei. Efectul letal derivă dintr-un calcul al probabilităților. **Doza este fără importanță.**

Acțiunea indirectă este dată de substanțele născute din reacțiile precedente. Acestea acționează după aceleași mecanisme ca în cazul acțiunii directe și efectele sunt superpozabile.

Ambele tipuri de reacții se desfășoară mai bine în prezența oxigenului și au efecte mai slabe în condiții de anoxie.

b. Natura leziunilor. Acidul dezoxiribonucleic este ținta preferată a radiațiilor. Deci sediul leziunilor critice se localizează preferențial la nivelul materialului genetic.

c. Efectele tisulare nu sunt egale cu suma efectelor celulare

d. Efectele somatice sunt efectele asupra individului în totalitate și pot apare practic la interval de ore până la ani. Dozele mici și unice permit o autorestaurare, dar dozele mari duc la deficite celulare și de aici la alterări funcționale.

La nivel somatic acționează legea lui Bergonier și Tribondeau conform căreia cu cât un țesut este mai tânăr cu atât el este mai sensibil și vulnerabil. Vulnerabilitatea este datorată afinității speciale a radiațiilor pentru ADN, fapt care explică perturbările produse la nivelul mitozelor, acestea la rândul lor caracterizând țesuturile tinere.

Manifestările clinice ale leziunilor radice apar numai excepțional în cadrul iradierii diagnostice. Ele pot fi văzute la medicii radiologi sub formă de boală profesională.

1. Leziunile pielii apar în formele cronice la radiologi, cel mai adesea sub formă de radiodistrofii: teleangiectazii, tulburări de pigmentare, atrofie și scleroză cutanată, formațiuni keratozice sau papilomatoase.

2. Leziunile oculare sunt reprezentate de o conjunctivită banală care se vindecă fără sechele, cataractă și keratite.

3. Țesuturile hematopoetice au o sensibilitate mare în funcție de radiosensibilitatea celulelor sușă și de distribuția temporospațială a particulelor ionizante în organism în raport cu celulele hematopoetice. Semnele de alarmă sunt modificările de hemogramă.

4. Gonadele au sensibilități diferite asupra părții endocrine (foarte radiorezistentă) și a celei exocrine de reproducere (extrem de radiosensibilă).

5. Alte țesuturi. Nu apar modificări digestive, pulmonare, osoase, renale decât la doze mari exclus de atins în cadrul radiodiagnosticului.

e. Efecte feto-embrionare sunt diferite după vârsta produsului de concepție.

- la stadiul de ou acționează legea tot sau nimic. Oul trăiește normal sau moare.
- la stadiul de organogeneza în primele trei luni se produc malformații grave
- fătul mai mare de 3 luni este mult mai puțin radiosensibil.

f. Efecte genetice mutații care apar indiferent de doză, dar se dublează după 30-50 rds.

g. Efecte cancerigene au o frecvență mică, dar o existență indiscutabilă.

Efectele la nivel tisular sau ale întregului organism reprezintă suma nu neapărat matematică a modificărilor celulare. Acumularea în timp a tuturor acestor modificări duce în ultima instanță la moartea individului prin alterări funcționale și organice ireversibile.

PROTECȚIA ÎMPOTRIVA RADIAȚIILOR.

În lumea contemporană orice ființă vie de pe suprafața pământului suportă o iradiere care nu poate fi evitată. 87% din aceasta iradiere este dată de iradierea naturală. 13% este procentul de iradiere artificială, din care 11,5% reprezintă iradierea medicală. Aceasta din urmă se datorează în principal iradierii cu scop diagnostic. Evoluția tehnologiilor de diagnostic, în special dezvoltarea imagisticii medicale și în mod particular a tehnicilor de explorare fără radiații Röntgen (Ecografia și Imagistica prin Rezonanță Magnetică) nu au modificat esențial acest procent, care continuă să rămână ridicat oriunde pe suprafața planetei. Mecanismul iradierii încă foarte mari este diferit în diferite zone geografice:

- în regiunile cu slabă dezvoltare economică iradierea se datorează utilizării în continuare a unor tehnologii învechite de emisie, control și utilizare a radiațiilor.
- în țările cu înaltă dezvoltare tehnologică, iradierea este aproape similară, dar este dată de excesul de investigație. Acesta apare ca un corolar al sistemelor sofisticate de sănătate publică, în care gestul medical subvenționat împinge la excese și la risipă.

Țara noastră este undeva între cele două, încercând eforturi remarcabile de reînnoire și actualizare a echipamentelor radiologice și de raționalizare a explorării, în contextul unui sistem de sănătate, care implementat la mare distanță de alte sisteme din care s-a inspirat, are datoria de a preveni defectele modelelor.

Ca răspuns la situația semnalată mai sus singurele măsuri de protecție eficiente și aplicabile sunt:

- raționalizarea explorării radiologice în special la grupele de populație cu factori de risc (copii, gravide etc.).
- modernizarea echipamentelor, cu extinderea tehnologiilor de achiziție și prelucrare digitală.

Pentru o raționalizare corectă a explorărilor trebuie cunoscute dozele proporționale de radiații încasate de pacienți. Acestea se pot cunoaște din tabele și dau uneori date

surprinzătoare. Pentru orientare iată câteva cifre comparative cu privire la dozele încasate în cadrul diferitelor metode de radiodiagnostic folosind ca bază de comparație radiografia toracică de față, gestul radiologic cel mai curent și cu cea mai mică iradiere

radioscopia convențională toracică	= 50-150 radiografii
aceeași cu amplificator și lanț TV	= 5- 15 radiografii
tomografia plană toracică	= 10- 15 radiografii / fiecare secțiune
radiografie de craniu	= 1 radiografie pulmonară
radiografie abdominală	= 10 radiografii pulmonare
urografie intravenoasă	= 35 radiografii pulmonare
irigoscopie	= 77 radiografii pulmonare
computertomografie	= între 26 și 48 radiografii pulmonare

Tot pentru a realiza amploarea fenomenului, iată câteva date comparative între dozele încasate în cadrul diferitelor tehnici de Radiodiagnostic și iradierea naturală.

Datele oferite echivalează în timp de iradiere naturală tehnicile urmărite:

Radiografia toracică	= 15 zile de iradiere naturală
Radiografia abdominală	= 6 luni de iradiere naturală
Urografia intravenoasă	= 18 luni de iradiere
Irigoscopia	= 3 ani de iradiere naturală
Computertomografia	= între 1 și 2 ani.

Cunoscând aceste doze se poate înțelege de ce este nevoie de raționalizarea examenelor cu scop de prevenire a iradierii.

Raționalizare înseamnă în primul rând abținere de la explorare. Examenul radiologic toracic la un copil fără semne clinice de boală cardiacă sau pulmonară este un exces, tot un exces uzual este radiografia de coloana vertebrală repetată cu ocazia fiecărei internări la un bolnav cu leziuni degenerative. Tot raționalizare se numește și alegerea dintre mai multe posibilități de explorare a aceleia care aduce maximum de informații și poate înlocui metode mai iradiante. Deși ideea pare fantezistă, cea mai buna metodă de diagnostic radiologic a afecțiunilor sinusurilor feței este computertomografia. Suspiciunea de diagnostic de adenom hipofizar obligă la examen prin Rezonanță Magnetică, evitându-se iradierea prin alte explorări radiologice mai neperformante în situația dată.

O solicitare de examen radiologic trebuie redactată în scris, lizibilă și precisă. Ea trebuie să indice contextul clinic pentru ca radiologul să poată înțelege problemele particulare pentru care se solicita explorarea respectivă. Este de datoria și de calificarea radiologului să stabilească metoda și tehnica optimală pentru situația dată.

În cadrul măsurilor de radioprotecție este necesar să cunoaștem și modul de comportare într-un serviciu de radiologie cu scopul evitării iradierii inutile. Astfel locul de maximă iradiere este cel de lângă bolnav, unde radiația secundară difuzată emisă de acesta în timpul iradierii diagnostice este maximă (fig.13). Locul de maximă siguranță este în spatele tubului radiogen (protecție eficientă realizată de cupola port tub), sau în spatele radiologului cu obligația protecției personale prin echipamente specifice (șort, ochelari etc.).

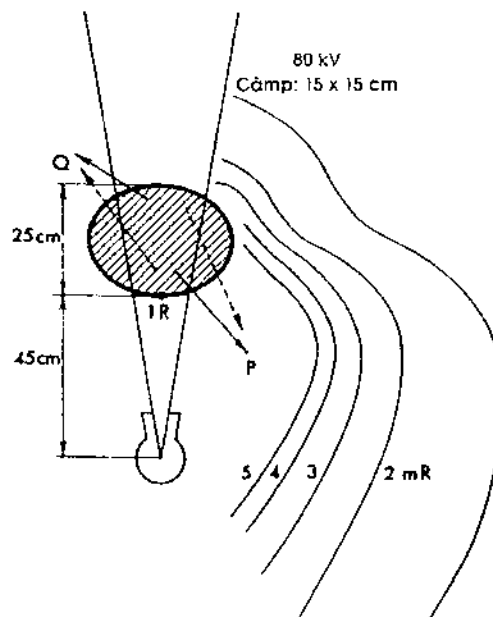


Fig. 13 - Radiația difuzată

În ceea ce îi privește pe utilizatorii aparatelor de radiodiagnostic medici și personal mediu aceștia trebuie să accepte ideea că legislația de radioprotecție existentă, în ciuda caracterului său vetust și a unei rigidități în modul de aplicare, este chezașul unei protecții maxime în condițiile deficitare existente.

IV. RECEPTORUL

Radiația reziduală, modulată de către corpul de radiografiat nu cade sub incidența simțurilor noastre. Pentru a o putea utiliza ca informație este necesară obiectivarea ei.

Trebuie știut de la început că randamentul energetic al formării și percepției imaginii radiologice este foarte slab:

- transformatorul transformă în curent de înaltă tensiune numai 70-80% din energia electrică
- tubul radiogen transformă numai 1/1000 din energie în radiație Röntgen
- filtrul de la ieșirea din tub omogenizează fascicolul reducându-i energia la 1/50 din radiația emisă
- din corpul de radiografiat iese sub formă de radiație reziduală 1/100 - 1/1000 din radiația incidentă
- în fluoroscopie numai 5% din energie se transformă în energie luminoasă
- în fine ochiul nu percepe corect decât 3° din cele 180° ale câmpului vizual normal la om.

Adunând cele de mai sus ne dăm seama că numai aproximativ 1/1.000.000 din energia inițială se transformă în energie luminoasă utilă.

În ciuda acestui randament foarte slab, diagnosticul radiologic există, se utilizează curent și a devenit în timp indispensabil.

Receptarea informației se poate face în mai multe feluri:

- prin radioscopie: radiația reziduală acționează asupra unui mediu cu proprietăți fluorescente și produce o imagine dinamică real time a structurilor traversate.
- prin radiografie: impresiunea chimică directă și prin emisie luminoasă obținută cu ajutorul ecranelor întăritoare asupra emulsiei de săruri de argint de pe suprafața unui film radiografic.
- prin efect de scintilație: acțiunea directă a fotonilor asupra unor cristale de scintilație determină emisia de către aceștia din urmă a unor quante de lumină proporționale cu cantitatea de fotoni incidenți.

A. RADIOSCOPIA

RADIOSCOPIA DIRECTĂ

BAZELE FIZICE ALE RADIOSCOPIEI

Percepția vizuală în lumina crepusculară se realizează numai cu ajutorul bastonașelor retiniene. Acestea sunt dispuse pe retină periferic și la distanță unele de altele, așa că acuitatea vizuală în scopia convențională directă este extrem de slabă.

Grevată de acuitatea vizuală extrem de slabă, percepția vizuală depinde de briantă adică de fluxul luminos exprimat în lumeni/unitatea de suprafață. Se admite un prag minim de briantă care prezintă importante variații individuale și este cantitatea minimă de flux luminos necesară pentru impresiunea retinei după o acomodare corectă la întuneric de minimum 20 minute.

Briantă de măsură în lambert adică un flux de 1 lumen/1cm². Radiosopia operează cu briante de mililambert.

BAZELE FIZICE ALE RADIOSCOPIEI

Radioscopia este cea mai iradiantă procedură radiodiagnostică deoarece pentru obținerea unei imagini interpretabile este nevoie de regimuri mari și de timp îndelungat de examinare. Cele mai periculoase sunt aparatele de putere mică la care doza de raze la piele poate fi și de șase ori mai mare decât cea de la aparatele de forță mai mare. Doza la piele crește cu cât distanța focar/piele este mai mică. La 7 cm. doza este de 20 de ori mai mare decât cea de la 35 cm. distanță.

Cu cât kilovoltajul este mai mare, cu atât doza la piele este mai redusă.

Filtrajul diminuează doza la piele prin durizarea fascicolului, dar nu modifică decât nesemnificativ doza de radiație reziduală.

Masa corporală a subiectului examinat este și ea importantă. Cu cât este mai mare cu atât și doza la piele este mai mare, în special prin cantitatea mare de radiație difuzată.

Suportul pentru bolnav (masa de examinare) este și ea un filtru eficace împotriva radiațiilor moi.

CONDIȚIILE DE UTILIZARE ALE RADIOSCOPIEI

Radioprotecția pacientului și personalului impun o serie de reguli de construcție și utilizare dintre care:

- masa de examen trebuie să fie prevăzută cu protecție laterală eficientă
- distanța minimală tub/pacient trebuie să fie de minimum 50 cm.
- filtrul trebuie să fie de minimum 2 mm. Al
- ecranul trebuie utilizat cu diafragmare maximă și câmp cât mai mic
- timpul total de radioscopie trebuie redus la maximum de exemplu nu mai lung de 20-25 sec. pentru o radioscopie pulmonară.

RADIOSCOPIA CU AMPLIFICATOR DE LUMINISCENȚĂ

PRINCIPIILE AMPLIFICĂRII ELECTRONICE A LUMINOZITĂȚII

1. Formarea imaginii electronice

Principiul de bază al metodei este transformarea unei imagini directe obținute prin acțiunea razelor Röntgen într-o imagine electronică (fig.14).

Imaginea primară se formează ca orice imagine radioscopică pe un ecran de Sulfură de Zinc. Acest ecran este intim lipit, în vid, de o fotocatodă. Diferitele părți ale imaginii luminoase luminează diferite părți ale fotocatodei. Aceasta emite electroni cu atât mai mulți cu cât este mai luminată. Randamentul transformării electronice este superior celui direct. Pentru aceeași iluminare este nevoie de 10 ori mai puțini electroni decât fotoni.

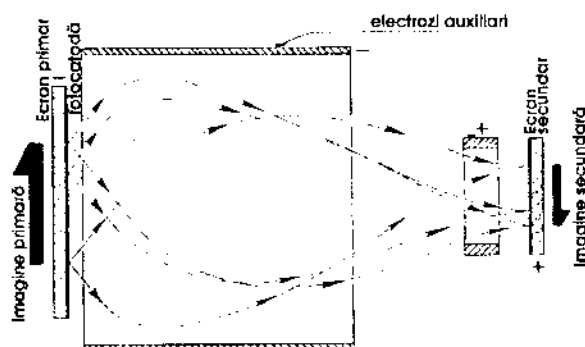


Fig. 14 - Formarea imaginii electronice

2. Transferul imaginii electronice

Electronii sunt avantajoși deoarece:

- pot fi colectați de pe fotocatodă absolut toți
- li se poate orienta traiectoria
- li se poate mări energia

Emisia de electroni se face în interiorul unui cilindru metalic încărcat cu electricitate negativă. Pereții cilindrului resping electronii. La capătul opus fotocatodei în cilindrul metalic se află un electrod pozitiv care captează electronii. La o diferență de potențial de câțiva kV electronii sunt accelerați și capătă o energie considerabilă. Se creează astfel o multitudine de puncte optic conjugate, același punct de pe fotocatodă este reprezentat pe anodă. Imaginea formată de aceste puncte este identică cu imaginea de pe fotocatodă, reconstruită pe anodă în poziție inversată și de mai mici dimensiuni.

Procesul de transfer reprezintă în același timp un proces de concentrare și de accelerare, care creează condițiile formării unei imagini mai luminoase decât cea primară și de mai mici dimensiuni.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE AMPLIFICATOARELOR DE LUMINOZITATE.

Dimensiunile câmpului amplificatorului. Câmpul amplificatorului este un câmp cu simetrie circulară ale cărui dimensiuni maxime sunt determinate de diametrul imaginii primare.

Randamentul amplificatorului. Reprezintă raportul dintre semnalul la intrare și semnalul la ieșirea din amplificator. Acest raport nu se poate calcula deoarece semnalul de intrare și cel de ieșire sunt de naturi diferite (raze Röntgen la intrare și raze de lumină la ieșire). Se utilizează pentru remedierea acestei situații factorul de conversie care este raportul între luminozitatea ecranului secundar (în candel/m.p.) și debitul de raze Röntgen (în mR/sec.).

Raportul semnal - zgomot sau fluctuația quantică. Randamentul amplificatorului este limitat de zgomotul care se suprapune semnalului principal, care are efectul de „ninsoare” asupra imaginii și își are originea în discontinuitățile fluxului de raze. Cu fotoni puțini imaginii îi lipsesc informațiile, iar dispoziția lor în câmpul imaginii este neregulată.

Remanența. Emisia de lumina nu începe instantaneu, odată cu începerea emisiei de raze, ci îi sunt necesare 5 milisec. pentru a atinge intensitatea maximă. De asemeni la întreruperea emisiei de raze amplificatorul se stinge progresiv pierzându-și luminozitatea cu atât mai tardiv cu cât aceasta a fost mai mare. Remanența influențează calitatea imaginii. Efectul pozitiv este că reduce fenomenul de fluctuație quantică. Efectele negative sunt legate de imaginea obiectelor în mișcare. Dacă un obiect opac are o mișcare rapidă, fondul nu are timp de a se stinge, contrastul este atenuat, iar obiectul devine transparent. Dacă obiectul mobil este foarte luminos, se produce efectul de „cometă”, sub forma unei dăre luminoase în urma sa.

Puterea de separare se definește sub forma distanței minime dintre două perechi de linii paralele, una transparentă și una opacă, la care acestea pot fi percepute separat. Se apreciază în număr de linii vizibile/centimetru. Amplificatoarele comerciale au 20-25 perechi de linii/cm.

Calitatea puterii de separare depinde de serie de factori:

- structura cât mai fină a ecranului primar
- sudura cât mai etanșă și intimă a ecranului primar pe fotocatodă
- granulația ecranului secundar cât mai fină
- constanta cât mai bună a opticii interne pentru a nu introduce distorsiuni

Puterea de separare este cu atât mai bună cu cât granulația ecranelor este mai mică, în schimb în același timp contrastul scade.

Contrastul în imagine reprezintă raportul între contrastul imaginii la intrare și cel al imaginii secundare. Raportul este întotdeauna în favoarea imaginii primare deoarece cea secundară are un voal produs de perturbările interne ale amplificatorului

Acuitatea vizuală este limitativă în plus, peste limitele date de contrast și de puterea de separare.

Nici una dintre particularitățile sus menționate nu poate fi modificată fără să se producă o perturbare concomitentă a altor funcții. Ce se câștigă cu o funcție se pierde în altă parte. Pentru a alege un amplificator cât mai util este necesar un compromis între funcții, cu orientare ținută asupra funcției de bază propusă a fi realizată cu amplificatorul respectiv.

Față de amplificatoarele clasice, apărute în 1953 s-au făcut nenumărate modificări destinate ameliorării randamentului global de utilizare. Fenomenele jenante sunt fluctuația cuantică și remanența care trebuiesc global reduse.

Pentru creșterea puterii de separare este necesară reducerea dimensiunii cristalelor mediului luminiscent al ecranului primar și reducerea grosimii acestuia.

Pentru a crește randamentul și a reduce fluctuația cuantică este necesară ameliorarea captării prin ecranul primar. S-a înlocuit Sulfura de Zinc cu Iodura de Cesium dotată cu proprietăți superioare și s-au obținut ameliorări nete.

În concluzie, apariția amplificatorului a modificat complet metodele de lucru în radioscopie și a permis introducerea unei multitudini de facilități din care au rezultat o serie de tehnici de explorare: seriografia și varianta sa actuală spot film radiografia, angiografia, subtracția digitală, endoscopia dirijată radiosopic, litotripsia etc.

LANȚUL DE TELEVIZIUNE

Nu diferă cu nimic de lanțurile de televiziune comercială.

În compoziția lanțului de televiziune sunt incluse aceleași componente ca la orice sistem de televiziune performantă.

Camera trebuie să fie dotată cu un obiectiv de înaltă performanță și cu mare deschidere.

Transmisia și recepția semnalului video. Semnalul este destinat unei transmisii prin cablu, la mică distanță, pentru mai mulți receptori concomitenți.

Monitorul și tubul de imagine formează receptorul care se încadrează în clasa monitoare profesionale în circuit închis.

Caracteristicile tehnice ale sistemului de televiziune

- numărul de linii determină finețea imaginii. Ele trebuie să fie în număr cât mai mare în special pentru sistemele destinate explorărilor vasculare sau pentru radiologia intervențională.
- puterea de separare se apreciază global pentru tot ansamblul format din amplificator și lanț TV. Se utilizează de obicei 40 linii /cm.
- ecranul trebuie să fie cât mai mare pentru a putea fi privit de la cât mai mare distanță.

Stabilizarea imaginii. O imagine corectă presupune.

- radiație suficientă
- luminozitate suficientă a imaginilor primare și secundare
- amplitudine corectă a transmisiei semnalului
- reglaje corespunzătoare ale monitoarelor

În practică se impune utilizarea unor sisteme de reglare automată a regimurilor în vederea adaptării lor la necesitățile bolnavilor. Reglajele se efectuează la nivelul sistemului de achiziție primară a imaginii pe principiul că nici un sistem electronic nu poate ameliora ceva ce nu există.

Controlul automat al emisiei de raze Röntgen se face prin trei mijloace:

- modificarea intensității: cea mai simplă, dar se ajunge uneori la valori inacceptabile.
- modificarea tensiunii: este bună în caz de creștere a opacității, dar dacă este nevoie să scadă crește contrastul atât de mult încât dispar nuanțele intermediare și rămâne numai alb și negru.
- modificarea ambelor: după un compromis în care se caută cel mai bun raport între kV și mA. Este soluția adoptată de majoritatea constructorilor.

Avantajele și dezavantajele televiziunii radiologice

Avantajele sunt:-

- activitatea la lumina zilei
- acuitate vizuală a utilizatorului mai bună
- doza de radiație necesară mai mică
- stabilitate automată permanentă a clarității imaginii
- lectura imaginilor de către mai mulți concomitent
- puncte multiple de analiză în interiorul și în afara camerei de examen
- posibilități de telecomandă, înregistrare video, etc.
- posibilități de înregistrare și prelucrare digitală a imaginii

Dezavantajele sunt infinit mai puține și neesențiale:

- lipsa unei legături strânse cu bolnavul
- pericolul unor doze prea ridicate pentru bolnav în caz de neatenție.

Digitalizarea imaginii constă în stocarea ultimei imagini pe același monitor sau pe un monitor separat și posibilitatea de postprocesare a acestei imagini ca orice imagine radiografică digitală. Se pot stoca imagini multiple și se pot șterge imagini în orice moment.

Înregistrarea magnetică nu diferă cu nimic de orice altă înregistrare audio sau video. Înregistrarea pe bandă este simplă și economică, dar nu poate evita anumite desincronizări în imagine prezente în special în caz de stop cadre.

Compact discul elimina aceste inconveniente și permite o stocare de foarte lungă durată cu riscuri minime de deteriorare a calității imaginii.

B. RADIOGRAFIA.

Reprezintă tehnica radiologică prin care fascicolul de radiație reziduală purtător al informației privitoare la structura corpului traversat este obiectivat pe un mediu sensibil fotografic.

1. MATERIALE ȘI ACCESORII NECESARE.

a. Pupitrul sau tabloul de comandă. Conține dispozitivele necesare programării parametrilor fizici de emisie a razelor incidente. Sunt permise următoarele operațiuni:

- măsura și reglajul intensității, un circuit compară permanent sarcina afișată cu cea maximă permisă și stabilește interdicția de efectuare a expunerii.
- măsura și reglajul tensiunii urmărește să existe o concordanță cât mai perfectă între valoarea afișată și cea reală.
- măsura timpului în funcție de afișaj, întreruperea se face automat.

b. Coloana porttub asigură fixarea și mobilitatea cupolei porttub. Pe cupolă se află fixate în afara tubului centrul și diafragmul. Coloana asigură mobilitatea tubului și accesoriilor sale inclusiv toate cablurile de alimentare cu curent de înaltă sau de joasă tensiune. Există trei sisteme uzuale de coloane porttub după locul lor de fixare:

- planșeu / plafon cu două șine
- fără șină pe pardoseală, ci numai pe plafon
- fără contact cu solul, cu lungime adaptabilă, telescopică.

c. Stative sunt dispozitive care susțin un receptor: film, casetă, amplificator, cameră TV.

d. Mese sunt dispozitive pe care este instalat bolnavul cel mai frecvent în decubit. Pot fi de mai multe feluri:

- simple, fixe, cu sau fără potter-bucky
- cu platou cu mobilitate pluridirecțională
- basculante cu sau fără potter-bucky
- specializate pentru neuro, uro, angio etc.

e. Selector destinat examinării țintite a unui segment anume dintr-o imagine de mai mari dimensiuni. Se realizează cu ajutorul unor ferestre decupate într-un platou de Pb.

Necesită ca accesorii compresor, frâne și program adaptat de împărțire a filmului în formatele adecvate.

f. Grilele antidifuzoare (fig.15) sunt destinate eliminării radiației difuzate de la suprafața filmului radiografic. Fascicolul de radiație reziduală are o direcție rectilinie focar/film. Spre deosebire, radiația difuzată este formată din raze cu direcții haotice. Pentru a le elimina s-a construit un dispozitiv format din lamele plane foarte subțiri separate între ele de foi de hârtie. Lamelele sunt astfel orientate încât planul lor să treacă exact prin focarul tubului situat la o distanță precisă față de grilă, numită distanță de focalizare. Grila este situată între sursă și pacient. 60-70% din razele utile pot trece fără vreo absorbție notabilă prin foițele de hârtie printre lamele foarte fine de Pb. orientate pe direcția razelor. 30-40% din raze sunt oprite de lamelele de Pb.. Orice rază care s-ar propaga pe orice altă direcție decât cea stabilită este absorbită de lamele. Imprimând o mișcare orizontală grilei se exercită efectul de ștergere al mișcării, lamelele nu se mai percep și toate razele care se propagă pe alte direcții decât cea a grilei dispar.

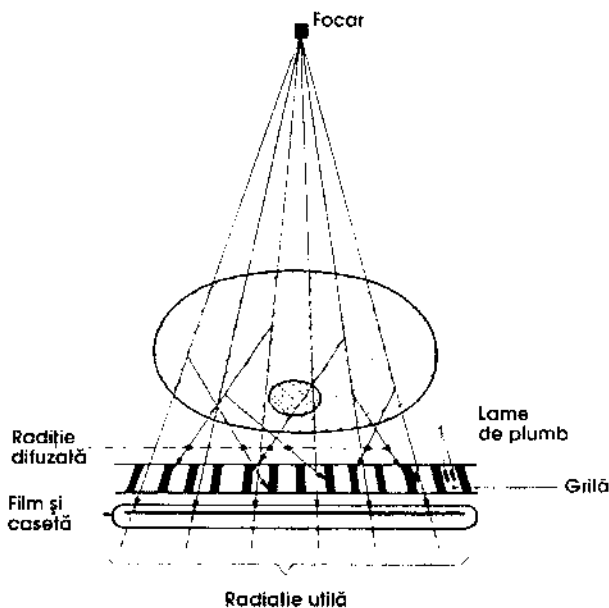


Fig. 15 - Grila antidifuzoare

Caracteristicile grilelor:

- dimensiunile exterioare
- distanța de focalizare
- numărul de lamele/unitatea de lungime
- raportul interval/înălțime a lamelelor

Există două feluri de grile după tipul de mișcare care li se poate imprima:

- grile fixe cu lamele foarte fine care nu se percep pe film
- grile mobile cu lamele groase și ele de două tipuri cu mișcare unidirecțională (cu resort) și grile cu mișcare de dute-vino

Grilele mobile sau fixe sunt focalizate. Lamelele sunt astfel orientate încât să coincidă conicității fascicolului de raze.

g. Ecranele întăritoare și casetele

Ecranele întăritoare transformă fotonii X în fotoni luminoși care impresionează puternic filmul. Lumina emisă de folii poate fi albastră (foliile sunt acoperite cu Tungstat de Calciu) sau verde (acoperite cu săruri din familia Lantanidelor). Cele cu emisie de lumină verde sunt de preferat pentru următoarele avantaje:

- ameliorează contrastul
- sunt mai puțin sensibile la radiația difuzată
- permit utilizarea de focare mai fine
- permit reducerea notabilă a intensității și kilovoltajului

Se utilizează diferite tipuri de ecrane ale căror performanțe sunt în funcție de dimensiunea granului de substanță luminiscentă. Granulul foarte fin dă o mare definiție în imagine, dar necesită timp lung de poză. Granulul mare caracterizează foliile ultrarapide cu rezoluție slabă.

Casetele sunt dispozitive în care se află montate foliile, iar între folii se instalează filmul. Foliile sunt instalate anterior de film o folie mai subțire și de sensibilitate mai mică, iar posterior de film o folie mai groasă cu sensibilitate mai mare. Cele două fețe ale casetelor sunt construite din metal sau plastic. Cea anterioară este radiotransparentă confecționată din Aluminiu, iar cea posterioară din Plumb pentru a proteja de radiații spațiul din spatele casetei.

h. Schimbătoarele de film sunt dispozitive care se utilizează în cadrul procedurilor care necesită expunerea unui număr mare de filme în timp scurt, permițând expunerea filmelor într-o cadență foarte rapidă. Sunt de tipuri diferite în funcție de formatul filmelor (film sul sau colițe separate) și de mecanica antrenării filmului. Extinderea tehnicilor de explorare digitală a redus notabil necesitatea schimbătoarelor de film.

i. Filmul radiografic este conceput ca orice film fotografic dintr-un suport transparent pe care se aplică un strat de substanță fotosensibilă (Bromura de Argint) încorporată într-un gel. Lumina sensibilizează substanța fotosensibilă iar dezvoltarea eliberează Ag. metallic și prin el produce înnegrirea filmului. Filmele diferă ca sensibilitate și rezoluție după cantitatea de granule de substanță fotosensibilă pe unitatea de volum și după dimensiunile granurilor. Numărul variază între 10^9 și 10^{12} iar granulele au un diametru între 0,5 și 3μ . Grosimea stratului activ este de ordinul a de 10 ori dimensiunea granului. Filmul radiologic are particularitatea de avea emulsie activă pe ambele fețe. Utilizarea foliilor întăritoare a permis modificări în structura filmului deoarece impresionarea luminoasă este de cca. 10 ori mai mare decât efectul direct al radiațiilor. Astfel granulul folosit este mai mare, ceea ce permite un câștig în viteza de impresionare, deoarece rezoluția este ameliorată de finețea granului foliei.

Stratul de emulsie este mai subțire lumina nereușind să penetreze straturi prea groase.

2. FORMAREA IMAGINII RADIOGRAFICE

Acțiunea directă și cea indusă prin foliile întăritoare pe care radiația o exercită asupra filmului radiografic creează imaginea latentă. Pentru ca ea să devină perceptibilă filmul necesită un tratament chimic numit dezvoltare. Rezultatul dezvoltării este o imagine în negativ. Aceasta conține suma informațiilor transmise de către fascicolul de radiație reziduală rezultat din modularea de către corpul de radiografiat a radiației incidente.

2.1. Principiile geometrice ale formării imaginii

Radiațiile Röntgen se propagă în linie dreaptă asemeni luminii, dar spre deosebire de aceasta corpurile pe care le întâlnește nu reflectă și nici nu refractă radiațiile, ci acestea traversează respectivele corpuri creând o umbră formată din zone mai mult sau mai puțin transparente.

Fascicolul de radiații are o formă conică, cu vârful în focarul tubului și baza pe placa radiografică. Transmiterea lineară și forma conică a fascicolului determină câteva reguli geometrice de bază.

1. Proiecția unui obiect pe filmul radiografic este mai mare decât obiectul (fig.16) Este unul dintre rezultatele directe ale efectului de proiecție conică.

2. Cu cât obiectul se află situat mai departe de film și mai aproape de sursă, proiecția lui este mai mult mărită (fig.17).

Derivă de la sine din același principiu al efectului de proiecție conică.

3. Un obiect plan situat paralel cu filmul apare mărit, dar nedeformat (fig.18a).

Chiar dacă se înclină fascicolul, dar se păstrează paralelismul obiectului cu planul,

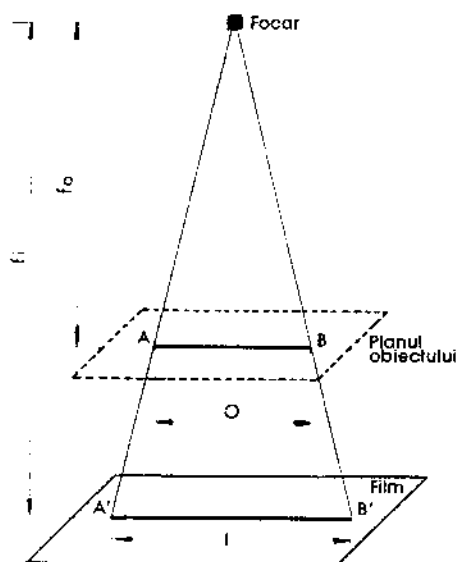


Fig. 16 - Proiecția unui obiect pe filmul radiografic este mai mare decât obiectul

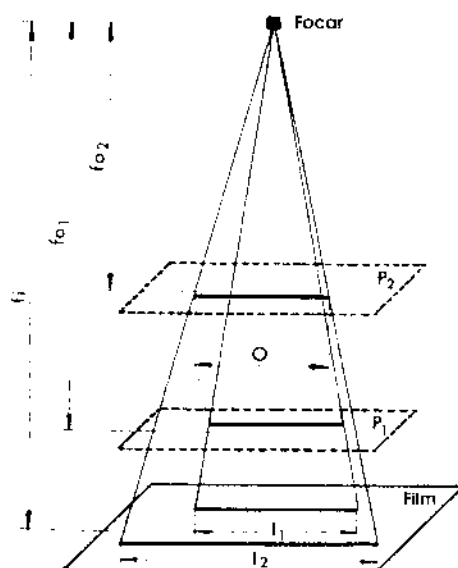
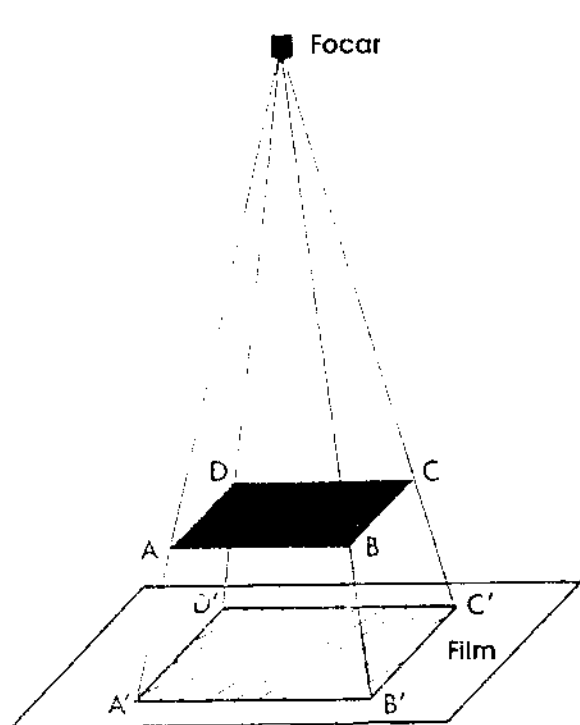
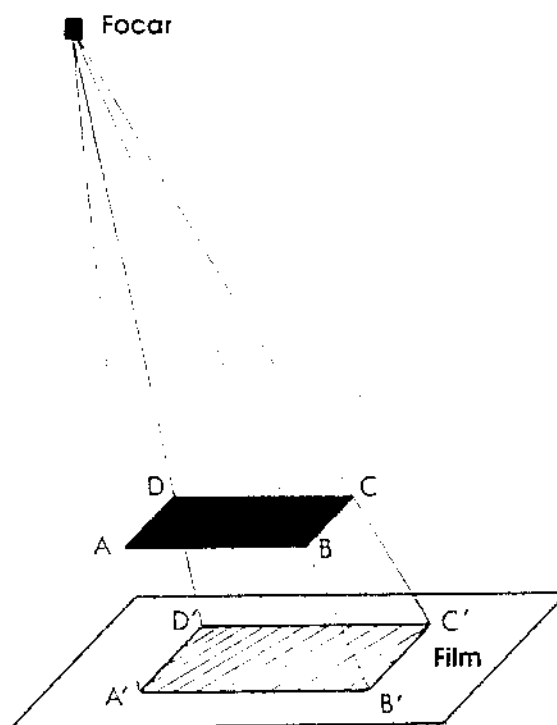


Fig. 17 - Cu cât obiectul se află mai departe de film și mai aproape de sursă, proiecția lui este mai mult mărită



a



b

Fig. 18 - a) Un obiect plan situat paralel cu filmul apare mărit, dar nedeformat
b) Înclinarea fascicolului nu modifică forma obiectului

proiecția nu-și modifică forma (fig.18b).

4. Un obiect al cărui plan este oblic față de film se proiectează deformat

ca efect al distanțelor variabile pe care diferitele părți ale obiectului le au față de planul de proiecție reprezentat de filmul radiografic.

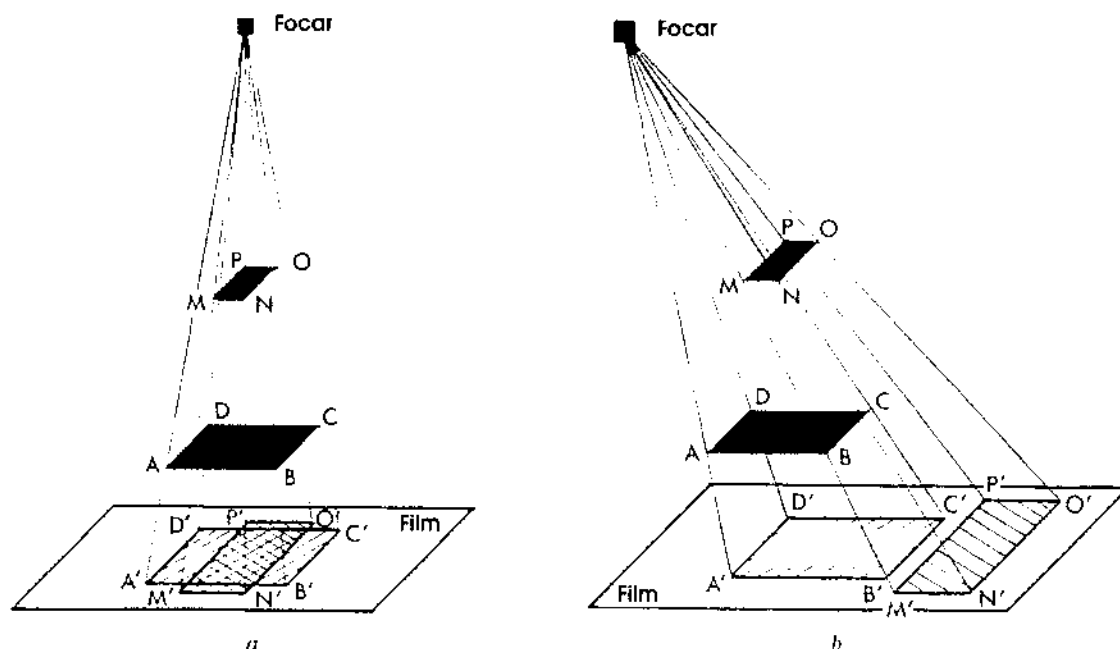


Fig. 19 - a) Două obiecte suprapuse, situate la distanțe diferite de sursă se proiectează sumate
b) Efectul de parallaxă

5. Un obiect plan dispus paralel cu razele și perpendicular pe planul filmului se proiectează ca o umbră lineară

cu o grosime mărită, dar proporțională față de obiect.

6. Două obiecte suprapuse situate la distanțe diferite față de sursă și față de planul filmului se proiectează sumate (fig.19a).

Ele nu pot fi diferențiate decât pe baza diferențelor de opacitate dintre ele. Această regulă de geometrie a imaginii este explicația celui mai constant și inevitabil artefact din radiologie și anume sumația de planuri sau zgomotul structural. Pentru a putea diferenția între cele două structuri suprapuse este necesar să se încline fasciculul de raze. **Imaginea ambelor obiecte se va deplasa în sens opus mișcării sursei de radiații. Cu cât obiectul va fi mai aproape de sursă cu atât deplasarea va fi mai mare (fig.19b).** Imaginea obținută prin înclinare va fi o imagine mărită, nedeformată și nesuprapusă. Această modificare poartă numele de efect de parallaxă și are o multitudine de aplicații în tehnica radiologică curentă, stând la baza oricăror manevre destinate departajării a două sau mai multe structuri între ele, așa numitele incidente speciale. Principiul computertomografiei se bazează de asemenea pe acest efect.

2.2. Formarea fotografică a imaginii radiografice.

Radiația Röntgen și lumina emisă de foliile întăritoare acționează asupra emulsiei fotosensibile. Intensitatea reacției chimice care duce la formarea imaginii latente este proporțională cu cantitatea de fotoni Röntgen și luminoși care au acționat asupra fiecărui punct al planului de proiecție reprezentat de filmul radiografic. Efectul acțiunii fotonice este înnegrirea filmului. Procesul de înnegrire nu este un proces întâmplător, ci el se desfășoară după o regulă sintetizată în curba de înnegrire.

CURBA DE ÎNNEGRIRE

Pe axul orizontal este figurat logaritmul cantității de raze care acționează asupra filmului, iar pe axul vertical este figurată densitatea fotografică a înnegririi apreciată pe filmul dezvoltat, fixat și uscat. Curba cuprinde șase segmente (fig.20):

- *zona de latență (I)*: cantitatea de raze este prea mică pentru a putea acționa
- *pragul (II)*: exprima atingerea unei cantități de raze suficiente pentru a putea declanșa reacția.
- *zona de proporționalitate (III)*: este partea utilă a curbei, în interiorul căreia trebuie plasate cele mai multe amănunte utile în imagine
- *zona debutului saturației (IV)*: este zona în care filmul este negru, dar detaliile încep să devină invizibile
- *zona de saturație (V)*: înnegrirea nu mai crește odată cu creșterea cantității de radiații
- *zona de solarizare (VI)*: înnegrirea scade când cantitatea de radiații crește. Este o zona fără interes în formarea imaginii medicale.

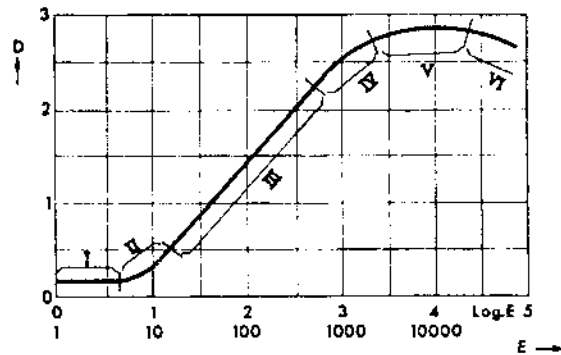


Fig. 20 - Curba de înnegrire

SENSIBILITATE, CONTRAST, GRADAȚIE

Sunt parametrii care permit aprecierea calităților unei emulsii.

Voalul de fond. În zona de latență transparența nu este niciodată perfectă, ci se constată un ușor voal. Voalul poate crește în anumite situații determinate:

- film prea vechi cu termen de valabilitate expirat
- dezvoltare prelungită sau la temperatură prea mare
- film voalat prin acțiunea involuntară a luminii

Sensibilitatea determină cantitatea minimă de raze care produc impresionarea filmului. Un film este cu atât mai sensibil cu cât este impresionat de o cantitate mai mică de raze.

Contrastul se apreciază prin compararea densității între zonele albe și negre. Gama de contrast este diferența de densitate fotografică între zona cea mai albă și zona cea mai neagră a filmului radiografic.

Gradația se apreciază prin mărimea unghiului format între abscisa și porțiunea rectilinie a curbei de înnegrire. Cu cât mai mare este unghiul cu atât este mai marcată diferența de înnegrire pentru o aceeași diferență de cantitate de radiație. Exprimă o calitate esențială a filmului și anume aceea de a permite evidențierea detaliilor cu indice de absorbție foarte mic.

2.3. Criterii de apreciere a calității imaginii.

Calitatea imaginii depinde de contrast și de definiție.

CONTRASTUL

Contrastul este diferența de înnegrire între regiuni vecine. Gama de contrast este diferența între regiunea cea mai închisă (neagră) și regiunea cea mai deschisă existente pe filmul dezvoltat și uscat. Contrastul depinde de mai mulți factori:

- diferențele de absorbție a radiației incidente
- fluctuația quantică

- pierderile de energie de-a lungul lanțului radiologic
- calitatea filmului
- procesarea (developarea)

a. Diferențele de absorbție ale radiației incidente.

Sunt funcție de: – energia fascicolului incident
– natura corpului traversat

Cu cât tensiunea utilizată pentru emisie este mai mare, cu atât contrastul va fi mai mic. Penetranța mare a fascicolului tinde să egalizeze contrastele prin sporirea numărului de structuri traversate. Modularea prin absorbție este mică, fascicolul de radiație reziduală este mai omogen.

Natura structurilor traversate acționează prin: – mărimea numărului atomic
– grosimea (masa fizică)
– densitatea

b. Fluctuația quantică

Variația în timp a numărului de fotoni existenți într-un fascicol duce la variații în numărul de fotoni care ajung să impresioneze filmul. Cu cât miliamperajul folosit este mai mare, cu atât numărul de fotoni este mai mare, iar fluctuația quantică mai slabă.

c. Pierderi de contrast legate de transferul de imagine

Sunt legate funcția de transfer de modulație prin care în mod schematic imaginea modulată a unui obiect poate fi asimilată cu o sinusoidă în care amplitudinea reprezintă contrastul, iar frecvența reprezintă dimensiunile obiectului.

O distorsionare a amplitudinii este cu atât mai mare cu cât obiectul este de mai mici dimensiuni. Ea este legată de o serie de cauze de flu sau zgomete de fond induse de unele elemente ale lanțului radiologic.

d. Calitatea filmului

Se apreciază în funcție de gama medie de contrast. Raportată la curba de înnegrire cu cât panta curbei este mai abruptă și unghiul cu orizontala mai mare, cu atât contrastul este mai mare.

e. Developarea filmului

Factorii care influențează developarea sunt :

- tipul de revelator
- timpul de developare :sensibilitatea și contrastul cresc cu timpul de developare
- temperatura de developare :cu cât temperatura este mai mare, cu atât contrastul în imagine este mai mare.

DEFINIȚIA

Este determinată de netitatea contururilor unor suprafețe cu densități diferite.

Este influențată de aceiași factori care influențează contrastul.

Un factor specific definiției este fluul radiografic, de cauze diferite

Fluul geometric: Vârful conului de emisie a radiaților nu este punctiform. Cu cât suprafața focarului tubului este mai mare cu atât fluul este mai important.

Fluul cinetic: Este legat de deplasarea obiectului în timpul pozei. Crește cu timpul de poză și cu distanța obiect / film.

Fluul de difuziune: este determinat de impresionarea filmului de către radiația difuzată care ajunge și ea pe film odată cu fascicolul transmis normal.

Fluul de ecran: Foliile întăritoare trebuiesc construite din granule de dimensiuni relativ mari pentru a le conferi o viteză de reacție suficientă. Cu cât granulele sunt mai mari și viteza mai bună și fluul este mai important.

Fluul total: nu este o sumă aritmetică, fluurile se condiționează reciproc. Ameliorările aduse unuia dintre fluuri nu se pot realiza decât cu prețul scăderii altora, cu un rezultat final uneori îndoielnic.

PUTEREA DE REZOLUȚIE

Se apreciază în număr de perechi de linii perceptibile separat pe unitate de suprafață. Contrastul obiectului radiografiat este foarte important. În condițiile unui contrast maxim (angiografie) limita inferioară de dimensiune a unui amănunt vizibil este de 350 μ pentru capilare periferice.

2.4. Ameliorarea contrastului și definiției.

Este un proces complex care trebuie să acționeze la diferite nivele, atât asupra calităților fascicolului cât și asupra filmului.

Ameliorarea contrastului radiografic ține de găsirea unei combinații optimale de folie întăritoare și film. Domeniul de contrast al obiectului este distanța între radiația cea mai slabă și radiația cea mai puternică. Pentru un contrast optimal trebuie ca domeniul de contrast să fie cât mai apropiat de gama optimală de contrast a filmului radiografic.

Alegerea constantelor electrice ale emisiei urmărește obținerea unor parametri optimali atât cantitativi cât și calitativi. Este important de știut că modificările miliamperajului sau timpului nu modifică decât cantitatea de raze ajunse la suprafața filmului, în timp ce modificarea kilovoltajului are o acțiune complexă. Creșterea kilovoltajului determină:

- o penetranță mai bună pentru organele groase sau foarte opace
- o restrângere a domeniului de contrast
- o mai bună eficiență a acțiunii directe a radiației asupra filmului

Din cele de mai sus derivă principiul că orice inițiativă de ameliorare a unui regim impropriu ales trebuie să înceapă cu adaptarea kilovoltajului. În acest sens este de știut că modificări de mA sau timp cu valori de până la 25% din valoarea inițială nu dau modificări semnificative ale înnegrii, în schimb o creștere cu 5% a kilovoltajului echivalează ca efecte asupra contrastului cu o creștere de 25%.

AMELIORAREA DEFINIȚIEI

Se poate realiza prin suprimarea fluurilor.

Fluul cinetic poate fi redus prin reducerea la maximum a timpului.

Fluul geometric se reduce prin utilizarea de focare cât mai mici, mărirea distanței sursă/obiect și (sau) reducerea distanței obiect /placă.

Fluul de difuziune este cel mai important. Pentru a-l reduce este necesar:

- câmpul de explorare să fie cât mai mic
- grosimea pacientului trebuie redusă prin compresiune, în funcție de posibilitățile locale
- în spatele casetei trebuie să existe o placă absorbantă de Pb.
- trebuie folosite sistemele potter-bucky

2.5. Contrastele artificiale.

În structura corpului omenesc există patru densități fundamentale: gazul, grăsimea, apa și calciul. Densitățile apropiate nu pot fi diferențiate în radiologia clasică. Modalitatea de vizualizare a lor în afara tehnicilor densimetrice (ecografia și computer-tomografia) este utilizarea de substanțe de contrast.

Substanțele de contrast utilizate sunt :

- cu contrast negativ - aerul sau alte gaze
- cu contrast pozitiv - solubile pe bază de Iod
- insolubile pe bază de Bariu
- cu dublu contrast se asociază de fapt cele două anterioare: Bariul și aerul în studiul mucoasei tractului digestiv

Substanțele cu contrast negativ

Se utilizează aer, gaz carbonic sau gaze inerte.

Modul de utilizare este variabil:

- completarea conținutului gazos deja existent al unui organ cavitat
- aprecierea morfologiei unei cavități virtuale (peritoneu, pleură etc.)
- disocierea unor structuri solide limitrofe (pneumomediastin, retropneumoperitoneu etc.). Au mai mult interes istoric.
- crearea unui contrast negativ în spații limitate de structuri cu densități identice (ventriculi cerebrali, articulații etc.). Și aceste metode și-au pierdut din interes odată cu apariția ecografiei, computertomografiei, și rezonanței magnetice.

Metodele cu contrast negativ au un risc crescut prin apariția de embolii gazoase.

În rest nu se diferențiază cu nimic de alte metode intervenționale.

Substanțele cu contrast pozitiv.

Substanțele Baritate. Se utilizează sub forma unei sări insolubile Sulfatul de Bariu. Este insolubil în apă și în mediile cu pH-uri variate ale tractului digestiv. Are număr atomic mare (56). Nu se resoarbe digestiv și constituie substanță de contrast de elecție pentru studiul organelor cavitare abdominale.

Substanțele Iodate. Reprezintă cea mai importantă clasă de substanțe de contrast împărțită în trei subclase de importanță diferită:

- substanțe hidrosolubile cu eliminare urinară ionice și nonionice
- substanțe hidrosolubile cu eliminare biliară, foarte rar folosite
- uleiuri Iodate de utilizare excepțională

SUBSTANȚE IODATE HIDROSOLUBILE CU ELIMINARE URINARĂ

Se administrează direct în fluxul sanguin intravenos sau intraarterial. Din circulație difuzează în țesuturi, iar de acolo sunt preluate din nou circulator și eliminate renal prin filtrare glomerulară. Se utilizează în scop diagnostic toate cele trei faze ale metabolismului lor.

Faza vasculară inițială permite explorarea formațiunilor vasculare în care s-a făcut injectarea prin angiografie sau computertomografie.

Faza de difuziune tisulară este baza analizei densimetrice a parenchimelor organelor dense prin computertomografie.

Faza de eliminare renală prin creșterea absorbției de radiații de către urina încărcată cu substanță de contrast permite o analiză morfologică a căilor urinare.

Substanțele de contrast Iodate dau reacții adverse al căror mecanism de producere nu se cunoaște exact și care se împart după gravitatea lor în:

- modificări uzuale: senzația de căldură generalizată și gustul metalic în gura
- incidente minore: greață, tahicardie
- incidente :frison, erupții cutanate, vărsături
- accidente: colaps, edem glotic, exitus.

Incidența accidentelor mortale este de aproximativ 1/1 milion de examinări.

Tratamentul incidentelor și accidentelor urmează grosso modo schema de tratament a accidentelor anafilactice. Profilaxia se face tot cu antihistaminice și hidroclorizol. Testul de sensibilitate anterior explorării este complet lipsit de valoare predictivă. Se recomandă aprecierea toleranței în momentul injectării sub forma injectării a 1-2 ml. de substanță de contrast, urmărirea comportării bolnavului timp de cca. 1 minut și continuarea injectării în caz de lipsa a simptomelor.

Incidența accidentelor și incidentelor a scăzut mult odată cu introducerea în uz curent a substanțelor Iodate nonionice. Acestea sunt substanțe cu șase atomi de Iod per moleculă, cu osmolaritate mică, apropiată de a plasmei și cu toxicitate redusă. Toxicitatea redusă se explică prin :

- hipoosmolaritate
- caracterul non ionic
- numărul mare de grupări hidroxil din structura moleculei

Acțiunea combinată a acestor proprietăți le face foarte puțin nocive, utilizabile chiar la bolnavi cu factori de risc dovediți.

SUBSTANȚE DE CONTRAST IODATE CU ELIMINARE BILIARĂ

Sunt produși cu administrare orală și absorbție intestinală care practic nu se mai folosesc și compuși hexaiodați cu administrare intravenoasă. Aceștia sunt săruri hexaiodate care se fixează de o proteina plasmatică (max. 500 mg. / litru). La nivelul hepatocitului acești compuși se elimină activ urmând calea de eliminare a pigmentilor biliari. Capacitatea de eliminare a hepatocitului este limitată. Tot ce depășește această capacitate se elimină pe cale urinară. Concentrația maximă obținută în bila este de 4%.

ULEIURILE IODATE

Au fost folosite pentru explorări speciale (micelografii, limfografii, fistulografii), dar și-au păstrat numai un interes istoric.

C. RECEPTORII DIGITALI

Reprezintă o clasă de echipamente destinate radiodiagnosticului în care receptorul informației este constituit de un sistem bazat pe achiziția și prelucrarea digitală a informației. Fluxul fonic modulat la trecerea prin corpul de radiografiat este transformat în energie luminoasă prin efectul de scintilație al unor detectori, energia luminoasă este convertită în energie electrică cu ajutorul unor convertori, iar aceasta, transformată în valori digitale este prelucrată cu ajutorul unor calculatoare.

Calculatoarele pe baza informațiilor primite reconstruiesc o imagine. Aceasta imagine este perfect conformă cu realitatea, dar este totuși un produs artificial realizat de calculator pe baza realității.

Într-un asemenea sistem, informația circulă sub forma analogă până la nivelul convertitorilor semnalului luminos în microcurenți electrici, în continuare informația circula sub forma digitală, pentru ca în final ultima operațiune de calcul să fie convertirea datelor digitale în semnal video TV analog, acesta reprezentând forma concretă sub care utilizatorul instalației primește informația.

1. FLUOROSCOPIA DIGITALĂ

Este un sistem de radioscopie în care semnalul este digitalizat, iar imaginea este generată real time într-un calculator și afișată pe ecranul unui tub catodic.

O asemenea instalație se aseamănă foarte tare cu instalațiile de fluoroscopie analoge, prezentând însă unele diferențe.

- Sistemul optic situat în față ecranului imaginii primare este dotat cu un sistem de diafragmare destinat să limiteze accesul către fotocatodă a unor fluxuri de intensitate foarte mare, necesare în unele operațiuni diagnostice (ex. angiografia).
- Camera TV trebuie aleasă cu cea mai mică remanentă, deoarece prelucrarea digitală necesită imagini fixe și clare în cadență rapidă.
- Perturbările date de fluctuația cuantică în camera TV sunt de evitat. Eliminarea lor este în special importantă pentru instalațiile de substracție digitală unde zgomotul este multiplicat de patru ori și poate perturba foarte tare imaginea.
- Din cauza necesității de a utiliza la tuburi curenți pulsați, pentru crearea intervalului de timp necesar sistemului de scanare a imaginii primare de a o achiziționa, este nevoie ca ecranul primar să poată stoca imaginea. Timpul de stocare este cu atât mai mare cu cât rezoluția cerută este mai mare (scanări multiple sau cu număr foarte mare de linii).

2. RADIOGRAFIA DIGITALĂ

Se realizează cu sisteme care generează imagini digitale ce pot fi prelucrate și afișate cu ajutorul unor calculatoare și a unor monitoare TV de înaltă rezoluție.

Există mari deosebiri între o imagine clasică analogă și una digitală. În imaginea analogă nuanțele de gri sunt date de numărul de granule de argint negru per unitatea de suprafață. Ele nu sunt perceptibile cu ochiul liber însă prin dimensiunile lor foarte mici conferă imaginii o rezoluție geometrică foarte bună. În imaginea digitală unitatea constitutivă a imaginii este pixelul, o suprafață pătrată care însumează valoric toate densitățile cuprinse în perimetrul ei. Fiecare pixel are o nuanță de gri proprie corespunzătoare densităților pe care le reprezintă. Imaginea de ansamblu este formată din alăturarea unui anumit număr de pixele, care să acopere întreaga suprafață expusă. Dimensiunea relativ mare a pixelului face ca acesta să fie perceptibil cu ochiul liber, iar rezoluția spațială a unei asemenea imagini să fie mai slabă decât cea a unei imagini analoge pe film radiografic. Minimumul de pixeli necesari pentru a percepe o pereche de linii în imagine de la 30 cm. distanță este standardul minim admis și necesită patru pixeli. Pentru o imagine de 18 x 24 sunt necesari 3600 x 4800 de pixeli. Cu cât se majorează numărul de pixeli, se reduce dimensiunea lor și crește rezoluția geometrică. În acest moment instalațiile comerciale lucrează cu 2048 x 2048 pixeli.

Calitatea inferioară a rezoluție geometrice în imaginea digitală se compensează cu o mai bună reprezentare a rezoluției de densitate. Semnalul digital permite o mai bună reprezentare a densităților mici, care sunt șterse prin penetrare pe filmul radiografic. Imaginea digitală oferă în plus posibilități de postprocesare.

Primele imagini radiografice digitale s-au obținut în anii 1990 utilizându-se plăcile fotostimulabile de fosfor. Manipularea lor este absolut similară cu a filmului radiografic. Culegerea datelor necesită un echipament special de citire.

În etapa următoare s-a trecut la utilizarea unei imagini obținute on line în afara instalației, fără să fie necesară nici o operațiune complementară. Un asemenea sistem se bazează pe expunerea unei plăci de oxisulfat de gadoliniu a cărei imagine luminoasă este preluată de o camera TV tip CCD (charge coupled device) și care se utilizează în forma direct digitală.

Un alt sistem de digitalizare a imaginii radiografice este utilizarea unei plăci de seleniu amorf încărcat în prealabil cu sarcini electrice similar cu principiul plăcilor xerox. Emisia de electroni de pe placă sub acțiunea razelor Röntgen este culeasă și transformată digital.

Cele mai actuale sisteme digitale directe sunt cele care folosesc celule de scintilație cuplate prin fibre optice cu o coroană de fotodiode sau transistori.

Toate aceste sisteme produc o imagine afișată pe un monitor de TV. Plecând de la aceasta imagine, care poate fi prelucrată în multiple feluri, se poate asigura stocarea de lungă durată pe medii magnetice și reproducerea ei pe film de imagistică.

3. ANGIOGRAFIA CU SUBSTRACȚIE DIGITALĂ

Este o metodă de apreciere a vaselor sanguine umplute cu substanță de contrast eliminând toate structurile adiacente. Instalațiile de angiografie cu substracție digitală (DSA) sunt reprezentate de o instalație de fluoroscopie/fluorografie dotată cu facilități speciale de soft și prelucrare video pe display. Imaginile utilizate sunt **masca** sau imaginea fără contrast, **seriografia cu contrast** obținută strict în aceeași poziție după injectare. Aceste imagini pot fi obținute în mod analog de pe o camera TV obișnuită sau direct digital de pe o camera CCD.

Unitățile de lucru sunt concepute cu două memorii separate care rețin masca și separat imaginile cu contrast, pe care ulterior le compara și elimină din imaginile cu

contrast masca. Rămâne în imagine numai zona de nuanțe care exprimă contrastul intravascular. Asupra tuturor acestor imagini se pot aplica programe de postprocesare în funcție de necesitățile de diagnostic.

4. COMPUTER TOMOGRAFIA

Computertomografia (CT) este o metodă imagistică prin care pe baza coeficientului de atenuare prin absorbție a radiației Rontgen și a efectului de parallaxă produs prin rotația unei surse radiogene în jurul unui corp de radiografiat, se obține o secțiune virtuală de grosime variabilă a structurilor traversate.

În esență CT este o metodă densimetrică prin care cu ajutorul unui calculator se transformă densități fizice în nuanțe de gri, necesare formării unei imagini alb / negru.

Informația imagistică se obține în CT sub formă analogă după ce a fost prelucrată digital.

Orice instalație CT este structurată în funcție de cele trei operațiuni principale necesare obținerii informației vizuale finale, și anume:

- Achiziția
- Reconstrucția
- Post - procesarea

I. ACHIZIȚIA

Se utilizează un fascicul de raze rontgen emis de un tub cu mare capacitate de disipare a căldurii. Fascicolul este colimat la grosimi care variază între 1 și 10 mm. Sursa radiogenă se rotește în jurul pacientului și emite continuu sau periodic în timpul unei rotații de 360°. Mișcarea rotatorie poate fi secvențială (curse succesive dus - întors cu pauze între ele) sau continuă. Prin efect de parallaxă poziția reciprocă a structurilor traversate se schimbă pe măsura deplasării circulare a sursei de radiații. După traversarea corpului de examinat și absorbția modulată a unei părți din radiația incidentă, fascicolul de radiație reziduală vine în contact cu un complex de cristale de scintilație. Acestea reprezintă detectorii de radiații. Cuanta de lumină emisă de fiecare cristale este variabilă de la un cristal la altul și direct proporțională cu cantitatea de fotoni care au produs-o la contactul cu cristale. Preluată de un fotomultiplicator (o celulă fotoelectrică particulară) cuanta de lumină specifică fiecărui cristal (detector) se transformă într-un micro-curent electric. Acest micro-curent reprezintă materialul brut care este oferit spre prelucrare digitală unui calculator în vederea reconstrucției imaginii.

Fiecare micro-curent este specific ca amplitudine unui anumit flux fotonic, iar acesta, la rândul lui unei anumite densități traversate de fascicul.

Pentru reconstrucția imaginii este necesar un număr cât mai mare de micro-curenți, adică de achiziții de densități. Numărul de achiziții depinde de timpul de expunere și de numărul de detectori. Cu cât timpul de expunere este mai mare și numărul de detectori de asemenea, cu atât imaginea este mai fidelă cu realitatea. Capacitatea minim admisă la o instalație CT în momentul actual este de 360 expuneri, a câte 2 milisecunde la fiecare grad de mișcare și 512 detectori. Rezultă că o imagine se reconstruiește din minimum 184.320 valori de densitate achiziționate și transformate într-un număr egal de micro-curenți. Avantajul unei asemenea tip de achiziție rotatorie este acela că operează în plan axial, perpendicular pe axul lung al corpului, adică în a treia dimensiune a spațiului, care lipsește radiologiei clasice.

Dezavantajul major este iradierea care este mare, în special în profunzimea structurilor traversate.

De la apariția primelor instalații CT, la sfârșitul deceniului al VII-lea al secolului trecut, până acum tehnica de achiziție a datelor necesare reconstrucției imaginii a suferit

o evoluție ascendentă. Cele două ameliorări importante apărute în acest răstimp au fost achiziția în mod spiral și mai recent achiziția multi-secțiuni (multi-slice).

CT spiral realizează achiziția direct asupra unui volum. Tubul se rotește continuu, iar corpul de radiografiat defilează în același timp prin dreptul fascicolului colimat. Un volum cilindric de lungime variabilă este scanat în acest fel odată, fără pauze între cursele circulare. Achiziția se face în apnee, care este unică pentru achiziția spirală și multiplu repetată la secțiunile secvențiale. Reproducibilitatea apneei este uneori defectuoasă și creează decalaje între secțiunile realizate izolat.

Achiziția multi-slice (multi-secțiuni) reprezintă descompunerea segmentului de corp scanat la fiecare cursă de 360° în patru până la 16 secțiuni concomitente de grosime de 4 - 16 ori mai mică decât grosimea nominală maximă de 1 cm. La fiecare cursă se obțin în loc de o imagine groasă, 4 - 16 imagini mai subțiri, purtătoare de detalii mai numeroase.

II. RECONSTRUCȚIA

Fiecare micro-curent electric obținut cu ajutorul fotomultiplicatorilor este convertit digital și adresat unui calculator. Acesta sintetizează datele tuturor curenților obținuți și cu ajutorul unei matrice de referință reconstruiește o „hartă” a densităților existente în fiecare volum cilindric scanat în cadrul unei curse circulare complete. Reconstrucția utilizează tehnica pixelilor. Întreaga suprafață a unei secțiuni achiziționate este împărțită într-o multitudine de unități structurale mai mici, variabile ca număr (la instalațiile utilizate în acest moment de ordinul a minim 512/512). Fiecare din aceste unități numite pixel însumează o valoare unică de densități corespunzătoare unui volum identic ca dimensiuni. Dimensiunea sa este de $1/(512 \times 512)$ din segmentul de corp radiografiat. Puse unele lângă altele asemenea unui mozaic, aceste mici pătrățele sau pixeli recompun din nuanțe de gri imaginea descompusă în cadrul achiziției. Premiul Nobel în 1969 pentru CT s-a acordat tocmai pentru punerea la punct a unui algoritm matematic de transformare a valorilor micro-curenților, proporționali cu densitățile traversate din corpul de radiografiat, în nuanțe de gri din care se compune imaginea corpului traversat. Fiecărei densități traversate îi corespunde o nuanță de gri, una singură și numai una. Fiecare nuanță de gri ca produs final analog este utilizată pentru recompunerea unei imagini în alb / negru afișate pe un ecran de televiziune.

Tot ciclul operațiunilor de reconstrucție a imaginii pleacă de la date analoge (densități sau micro-curenți) și ajunge tot la date analoge (imagine alb / negru de pe un televizor). Imaginea finală este în fapt o imagine virtuală creată de calculator, dar bazată strict pe datele reale achiziționate cu ajutorul razelor X. Gradul de perfecțiune al imaginii finale obținute este variabil în funcție de o serie de parametri, dintre care cei mai importanți sunt gradul de rezoluție și dimensiunea pixelilor. Rezoluția este de două feluri. Rezoluția geometrică se referă la cea mai mică dimensiune a unui detaliu din imagine care poate fi individualizat ca atare, iar rezoluția de densitate se referă la cea mai mică diferență între densitățile a două structuri contigue la care acestea pot fi percepute separat.

Rezoluția geometrică este dependentă de dimensiunea pixelului utilizat. Cu cât pixelul este mai mic rezoluția geometrică este mai bună, iar imaginea cu netitate mai mare. Diferența între o imagine cu pixel mai mare față de una cu pixel mic se poate realiza comparând aspectul unei icoane realizate în mozaic față de o icoană pictată. În radiologie cea mai bună calitate de imagine se obține cu ajutorul filmului radiografic (pixelul este de ordinul Angstromilor, cât este dimensiunea cristalului de sare de argint). Imaginea digitală (cu pixel de ordinul micronilor) este mai puțin netă.

Dacă imaginea CT, ca orice imagine digitală pierde la rezoluția geometrică, în schimb câștigă enorm la rezoluția de densitate. O instalație CT percepe ca separate

structuri la care diferența de densitate este infinit mai mică decât în orice alte metode radiologice sau imagistice.

În esență în momentul actual, folosind pixeli cât mai mici și sisteme de televiziune cu rezoluție ultra-high, s-au obținut imagini pe care ochiul uman le percepe perfect omogene (lise), fără să mai perceapă punctele componente (expresia pixelilor utilizați).

III. POSTPROCESAREA

Este o facilitatea comună oricăror tehnici digitale. Calculatorul folosește pentru reconstrucții o serie de date strict cuantificabile. Valoarea matematică a acestor date transformată în imagine nu poate fi alterată de percepția subiectivă a ochiului uman. În CT se utilizează în scop diagnostic o serie de valori matematice specifice, în afara celor comune tuturor sistemelor digitale, cum ar fi măsurătorile (distanțe, unghiuri, circumferințe), modificările de contrast și luminozitate, zoom-ul sau lupa electronică și altele. Valorile specifice CT sunt cele densimetrice. Se utilizează o scară convențională de densități care apreciază în subdiviziuni diferențele de densitate între cele trei medii absorbante existente în orice structură vie: compacta osoasă, apa și aerul.

Considerând apa cu o densitate 0 (zero) și aerul cu o densitate -1000 (minus o mie) se poate împărți distanța între cele două în 1000 de subdiviziuni. Fiecare subdiviziune reprezintă unitatea convențională de densitate sau unitatea Hounsfield (UH), după numele laureatului Nobel pentru CT.

Distanța între densitatea apei și a compactei osoase (cea mai radioabsorbantă, densă, structură vie) se împarte la rândul ei în alte 1000 de unități semnate convențional cu plus.

Structurile vii se pot astfel descompune în 2000 valori de densități, fiecareia dintre aceste valori corespunzându-i o anumită nuanță de gri. Posibilitatea determinării absolut obiective, cu ajutorul calculatorului, a acestor densități elimină definitiv orice posibilitate de eroare cauzată de imperfecțiunile percepției vizuale.

Postprocesarea este o funcție a instalațiilor CT al cărei avantaj este acela de a utiliza date de măsură achiziționate o singură dată, nefiind necesare achiziții repetate, cu iradiere la fiecare nouă achiziție. Operațiunile se efectuează în afara prezenței bolnavului.

Orice imagine vizuală este cu atât mai purtătoare de informații cu cât contrastul în imagine este mai bun. Plecând de la excepționala rezoluție de densitate a CT-ului s-a reușit sporirea contrastului cu ajutorul substanțelor de contrast iodate. Acestea injectate i.v., difuzează ulterior în țesuturi. Gradul de încărcare a unui țesut cu iod determină o creștere a indicelui său de atenuare. Acesta sau absorbția este variabil în funcție de gradul de vascularizare a țesuturilor și poate fi obiectivat CT. În acest fel se ameliorează randamentul de evidențiere al unor formațiuni tumorale cu vascularizație proastă, prezente în masa unor organe parenchimatoase cu vascularizație și implicit grad de încărcare tisulară cu iod mai bună.

PRINCIPII DE STABILIRE A INDICAȚIILOR DE UTILIZARE DIAGNOSTICĂ A CT-ULUI

Metoda CT are posibilitatea de a stabili densimetric parametrii absolut cerți de caracterizare a unor structuri întâlnite în orice organism omenesc.

Acestea sunt:

- calciul – o densitate pozitivă de valoare mare, albă în imagine, aceeași oriunde s-ar afla (în os sau cu localizări ectopice)
- apa – o densitate 0 sau slab pozitivă (uneori cu conținut mineral sau proteic) de asemenea întotdeauna aceeași oriunde s-ar afla
- aerul – cea mai mare valoare negativă de densitate, exprimând starea gazoasă de agregare. Valoarea este asemănătoare pentru aer sau alte gaze normale sau patologice

- grăsimea – are o densitate totdeauna negativă, atunci când nu este alterată de edem sau infiltrații tumorale. Grăsimea este esențială în buna vizualizarea a structurilor dense prin poziția sa ca țesut de împachetare în jurul tuturor viscerelor. Contrastul între densitatea negativă a grăsimii și suprafața viscerelor este mare și permite o vizualizare calitativ superioară a acestor viscere.
- sângele circulant – poate fi izolat prin încărcare cu substanță de contrast iodată. Aceasta, injectată în bolus, se regăsește în concentrație mare (alb) în vase, până la difuziunea ei în țesuturi. Orice vas de sânge permeabil poate fi astfel izolat din imaginea CT fără nici o greșeală.
- hiperdensități metalice patologice (corpi străini) – nu se încadrează în plaja de densități pentru care este programat calculatorul aparatelor CT. Reconstrucția se face eronat, sub forma unor artefacte în imagine de un aspect specific. Aceste artefacte fac posibil diagnosticul de certitudine al unui corp străin metalic inclus în segmentul de corp scanat.

Reiese că indicarea explorării CT trebuie să țină seama de virtuțile metodei în diferențierea structurilor de mai sus. De exemplu constituie indicație majoră căutarea leziunilor înlocuitoare de spațiu hepatice cu densități spontane și vascularizații diferite, dar reprezintă non indicație orice formă de hepatită cu leziuni difuze la nivel celular, imperceptibile CT.

Limitele de randament diagnostic ale metodei sunt date de dimensiunile leziunilor sau structurilor scanate. Nici cele mai performante instalații nu reușesc să individualizeze structuri sub o limită de 2 – 3 mm. O non indicație de explorare CT o constituie și imposibilitatea eliminării unor artefacte de imagine cum ar fi: artefactele de corpi metalici (proteze articulare, valve cardiace etc.) sau cele de mișcare (la bolnavii agitați sau care nu pot păstra convenabil apneea).

Imagistica CT a revoluționat diagnosticul unor segmente ale corpului cum ar fi creierul, mediastinul, organele parenchimatose abdominale, spațiul extraperitoneal. În același timp însă, sporul de diagnostic în imagistica cordului, gâtului și pelvisului este mai puțin semnificativ sau chiar nul (cord).

Oriunde computertomografia poate fi înlocuită cu metode neiradiante (eco, IRM) nu trebuie ezitat. Prin caracterul său neagresiv, costul relativ scăzut, timpul de realizare scurt și repetitivitatea nelimitată decât de iradiere, CT rămâne o metodă indispensabilă, eficientă și sigură.

V. DECODORUL

Reprezintă stația finală la care ajunge informația. La acest nivel, reprezentat de ochiul și creierul utilizatorului, se face analiza informației purtate de fascicolul de raze Röntgen. Analiza informației înseamnă în același timp integrarea ei într-un context mai larg de informații conexe clinice, biologice și imagistice eșalonate în timp.

Imaginile oferite de imagistica medicală în general și de radiodiagnostic în particular nu prezintă interes practic decât în măsura în care ele sunt percepute de creier pentru a fi reconstituite, analizate și identificate. Ele reprezintă o reducere la scară sub forma bidimensională a unei realități tridimensionale. Din această cauză nu numai aspectele obiective, ci și ambiguitățile, iluziile, halucinațiile și paradoxurile vizuale intervin conștient sau nu în exploatarea zilnică pe care utilizatorul medic o face acestor imagini. Știința decodării acestor imagini se învață.

CĂILE DE PERCEPȚIE ȘI TRANSMISIE A INFORMAȚIEI VIZUALE

Informația vizuală este receptată la nivelul **retinei** sub forma unei imagini bidimensionale inversate. Imaginea clară se realizează numai pe o arie limitată reprezentând doar 3% din suprafață totală utilă. La formarea imaginii participă 150 de milioane de bastonașe și 6-7 milioane de conuri. Acestea din urmă sunt de importanță complet secundară în viziunea imagistică. Conurile sunt destinate vederii culorilor, funcție de interes minor în condițiile în care informația în radiologie este codificată în alb-negru, sau mai precis în nuanțe de gri.

Imaginea obținută pe retină este transferată mai departe pe **calea nervilor optici**. Aceștia conțin 42% dintre axonii care vin sau pleacă de la sistemul nervos central fiind formați fiecare din cca. 1 milion de fibre. Fibrele nervilor optici se decusează parțial la nivelul chiasmei optice. 2/3 din fibrele fiecărui nerv se îndreaptă spre hemisferul contralateral. Dincolo de chiasmă, influxul nervos ia trei căi dintre care însă una este cea principală și anume prin **corpii geniculați** de fiecare parte pentru a ajunge la **cortexul vizual primar** situat în lobii occipitali.

În stare de veghe, cortexul primește de la fiecare ochi circa un miliard de informații pe secundă. Aceste informații sunt analizate în mod detaliat continuând schița de analiză primară efectuată de retină. Semnalele vizuale nu sunt tratate după un sistem ierarhic unic, ci sunt distribuite în interiorul cortexului cerebral în mai multe zone de procesare și tratament, cu funcții distincte. Fluxul de informații vizuale este vehiculat în același timp secvențial și în paralel.

- În zona vizuală primară situată în lobul occipital cel mai posterior informațiile ajung descompuse în linii orizontale, verticale, oblice și curbe.
- Zona vizuală secundară situată ventral de precedentă continuă sinteza informațiilor pentru realizarea unei schițe monocrome de imagine.
- A treia zonă vizuală situată și mai ventral completează schița din zona precedentă cu culoare.
- O arie corticală parietală posterioară este responsabilă cu atenția vizuală și face analiza spațială între diferitele componente ale câmpului vizual.
- În cortexul temporal inferior există o zonă imprecis delimitată, sensibilă la stimuli vizuali foarte variați, atât ca intensitate cât și ca formă, ceea ce face posibilă ideea că această zonă ar reprezenta zona către care converg toate informațiile tratate anterior în alte zone.

Funcția vizuală implică o arie foarte largă din cortexul cerebral și din sistemul nervos central în ansamblu. Ne putem da seama de acest lucru din faptul că 42% din axonii care vin sau pleacă de la sistemul nervos central o fac pe calea nervilor optici și că după unii autori 50% din scoarță este dedicată vederii. În afara zonelor descrise mai sus există o multitudine de alte zone destinate unele postprocesării imaginii, iar altele destinate conexiunilor cu alte simțuri și cu memoria. Astfel se realizează funcția de sinteză globală destinată vederii și anume aceea de a vedea, în sensul cel mai complex, realitatea așa cum este.

MODUL DE UTILIZARE AL IMAGINII MEDICALE

Se realizează printr-un proces complex care implică două etape de bază:

- analiza formei și
- integrarea formei

Prin **formă** se înțelege partea de interes dintr-o imagine globală. Aceasta trebuie izolată din complexul de forme care constituie imaginea brută. Forma de interes, izolată din imaginea globală urmează a fi analizată, post procesată și conectată cu alte informații în vederea obținerii diagnosticului.

1. ANALIZA FORMEI

PERCEPȚIA FORMEI implică **disocierea formei** din fond utilizând caracteristicile care realizează **pregnanța formei**.

Percepția vizuală este primordial o percepție globală în care stimulii sunt percepți disparati și nesistemizați. Când într-un ansamblu mai multe forme sunt posibile, una dintre ele devine primordială prin ceea ce se numește **pregnanță**, adică prin puterea formei de a capta atenția privitorului și de a se impregna în conștiința lui. **Pregnanța** mai implică și capacitatea de a persista dincolo de deformări sau perturbări și de a se putea evidenția chiar dacă nu este exprimată decât prin elemente fragmentare sau parțiale.

Pregnanța unei forme este construită din contrast și simetrie. În cazul unei simple forme negre pe un fond alb sau invers separația formă / fond pare ușor de realizat, cu toate că nu există o explicație corectă a modului cum se realizează selectarea a ceea ce constituie forma din totalul care reprezintă fondul. Percepția este în general imperfectă fiind deseori ambiguă sau supusă unor alterări sub formă de iluzii sau halucinații.

Izolarea unei forme dintr-un fond este cu atât mai ușoară cu cât:

- dimensiunea formei de interes este mai mare
- contrastul între formă și fond este mai mare
- forma este în mișcare față de fond

IDENTIFICAREA FORMEI

Formele care populează imaginea realității înconjurătoare sunt complexe. Formele în mișcare generează un plus de ambiguități și percepții eronate. În cazul vederii alb negru este cu atât mai greu să se efectueze identificarea formei cu cât nuanțele de gri sunt mai multe, iar imaginea mai lipsită de contrast. În acest sens a "vedea" informațiile necesare pe o imagine radiografică ține de experiența și de o abilitate perceptivă particulară pe care nu toți utilizatorii o posedă.

Se poate percepe o organizare figurală complexă dintr-un fond, fără să existe posibilitatea de **identificare** a formei, de recunoaștere a caracterelor generale și specifice, de asimilare a ei la o anumită categorie de obiecte și în fine de denumire a ei. Identificarea implică proiecția informațiilor obținute real time asupra celor deținute a priori, compararea lor. În funcție de această comparație se comandă de către sistemul nervos central operațiunile motorii necesare mișcării globilor oculari pentru obținerea tuturor informațiilor necesare.

Imaginea care se formează pe retină este clară numai dacă s-a format în zona foveei, adică aproximativ pe o suprafață reprezentând un grad din cele 180 ale câmpului vizual. Suprafață corespunzătoare la 6 grade nu are decât 25% netitate.

Mobilitatea privirii este o funcție esențială a privirii conștiente.

Ochiul nu percepe imaginea ca un aparat fotografic pe toată suprafața expusă. Pentru a explora ansamblul unei scene cu maximum de netitate ochii efectuează constant micromișcări sub formă de salturi și fixări succesive, care determină stimuli retinieni. De la primul stimul creierul efectuează operațiuni de selecție, triaj, filtraj și ponderare a informațiilor primite. Ca rezultat se comandă sistemului muscular al globului ocular mișcările destinate obținerii de informații suplimentare.

Orice imagine radiologică se examinează printr-o baleiere care vizează punctele importante. La sfârșitul unei asemenea operațiuni un radiolog experimentat are totuși un procent de 10-30% omisiuni pe o radiografie toracică.

S-au realizat studii complexe care au evidențiat modul de baleiere al unei imagini radiografice și punctele de fixare a privirii. S-a demonstrat că 50% din fixările de privire acoperă 20% din suprafața filmului, fiecare punct de fixare având un diametru la limita de rezoluție geometrică a unei radiografii și anume 3 mm. Nodulii pulmonari nu sunt identificați în radiologia standard decât rareori sub diametrul de 8 - 10 mm. Cele mai

frecvente fixări ale privirii pe o radiografie pulmonară sunt concentrate la vârfuri, în regiunea perihilară și în al treilea rând la periferie, deci în zonele în care se acumulează patologia cea mai frecventă.

Reconstrucția spațială este o operațiune frecvent necesară în radiologie și în special în aplicațiile ei imagistice care operează cu secțiuni axiale cum este computertomografia. În ansamblu, vederea radiologică este o imagine simplificată bidimensională a unei realități care există tridimensional. În viziunea obișnuită vedem spațial folosind anumite efecte optice care creează profunzimea și anume perspectiva, efectul de acoperire și umbrele.

Efectul de perspectivă este acela conform căruia un obiect este cu atât mai mic cu cât este mai depărtat de ochiul observatorului.

Efectul de acoperire este reprezentat de fenomenul prin care un obiect situat mai aproape de ochiul examinatorului întrerupe contururile altui obiect situat mai departe, adică îl acoperă.

Efectul de umbră indică sensul luminii și creează adâncime oricărei imagini plane.

2. INTEGRAREA FORMEI.

Reprezintă suma proceselor descrise și anume perceperea fizică a formei, urmată de analiza și postprocesarea ei mentală, iar ulterior conectarea imaginii obținute cu date conexe vizuale sau nevizuale, prezente sau din experiența trecută. Rezultatul este o imagine conștientă apropiată la maximum de realitate.

O percepție corectă, urmată de o analiză mentală bazată pe un fond cât mai amplu de informații anterioare aduse de experiență, duce în Radiologie la o cale finală comună care este interpretarea corectă a realității codificate, descompuse și recompuse ulterior. Imagistica medicală, adică utilizarea calculatoarelor cu programe de reconstrucție de imagine, a permis aprofundarea și ameliorarea atât a analizei imaginii primare cât și a reconstrucției mai corecte. Calculatoarele însă nu pot reprezenta mai mult decât un instrument de lucru, ele completează activitatea mintală, dar nu se pot substitui ei.

CAPITOLUL II

ALTE METODE NEIRADIANTE DE EXPLORARE IMAGISTICĂ

A. ECOGRAFIA - NOȚIUNI DE ANATOMIE ȘI SEMIOLOGIE ECOGRAFICĂ

Adela Mihalcea

INTRODUCERE

Ecografia este o metodă de diagnostic și terapie imagistică ce utilizează ca substrat radiațiile ultrasonore.

Ultrasunetele (US) sunt vibrații mecanice care se propagă în mediul înconjurător sub formă de unde și se caracterizează prin următoarele proprietăți:

1. amplitudinea
2. frecvența – gama de frecvențe a ultrasunetelor este de 16 KHz-103 MHz, dar în ultrasonografia medicală se utilizează frecvențe de **2,5 – 20 MHz**
3. perioada de oscilație
4. intensitatea acustică
5. viteza de propagare – variază în funcție de mediul de propagare iar valoarea sa medie în mediile biologice este 1540 m/s.

Aceste proprietăți influențează comportamentul US la propagarea prin diferite medii biologice. Interacțiunea cu aceste medii determina fenomene fizice de reflexie, refracție și absorbție care modifică fasciculul ultrasonor inițial iar variațiile obținute sunt utilizate în ultrasonografie.

PRINCIPIUL METODEI

Principiul de funcționare al ecografiei este derivat din cel al sonarului, dispozitiv utilizat prima dată în primul război mondial la detectarea submarinelor (1917).

Ecografia se ocupă cu studiul modificărilor suferite de un fascicul de ultrasunete care traversează medii cu proprietăți acustice diferite. La zona de contact dintre două medii diferite din punct de vedere acustic apar fenomene de reflexie refracție și absorbție ale undelor incidente. Undele reflectate, numite ecouri sunt recepționate și decodificate. Dacă se cunoaște viteza de propagare și timpul scurs între emisia fasciculului incident și recepționarea ecoului se poate aprecia distanța dintre sursa de ultrasunete și obiectul țintă, apreciindu-se poziția acestuia.

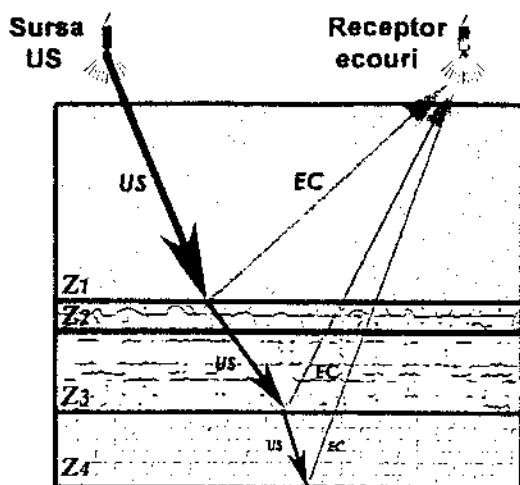


Fig. 1 - La nivelul interfețelor dintre diferite medii, fasciculul incident (US) suferă fenomene de reflexie. Undele reflectate (EC) sunt recepționate și decodificate. Z 1-4 - medii cu impedanțe acustice diferite.

MEDIUL DE PROPAGARE

Sursa de ultrasunete determină frecvența și perioada fasciculului ultrasonor incident. Viteza de propagare a acestuia depinde de proprietățile acustice ale mediilor traversate. Mediile de propagare sunt caracterizate din punct de vedere acustic de două constante: impedanța acustică și coeficientul de atenuare, valorile acestora explicând diferențele de comportament ale ultrasunetelor ce traversează medii diferite.

Impedanța acustică

Este o caracteristică a mediului de propagare proporțională cu densitatea mediului și cu viteza de propagare a ultrasunetelor:

$$Z = d \times c$$

unde Z este impedanța acustică, d este densitatea mediului traversat, iar c este viteza de propagare a US.

Zona de trecere de la un mediu cu impedanța $Z1$ la un mediu cu impedanță diferită, $Z2$, se numește **interfață**, existența interfețelor fiind esențială în apariția fenomenelor de reflexie și deci a ecourilor (fig. 1).

În tabelul 1 sunt prezentate valorile Z pentru câteva din cele mai frecvent întâlnite medii biologice. Diferențele foarte mari dintre impedanțele acustice în cazul aerului respectiv a structurilor osoase explică comportamentul acustic total diferit al acestor structuri (fig. 2).

Tabel 1. Impedanța acustică.

Z_{aer}	$0,0004 \times 10^5$
$\text{pg/cm}^2\text{s}$	
$Z_{\text{apă}}$	$1,48 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$
Z_{ficat}	$1,65 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$
Z_{os}	$7 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$

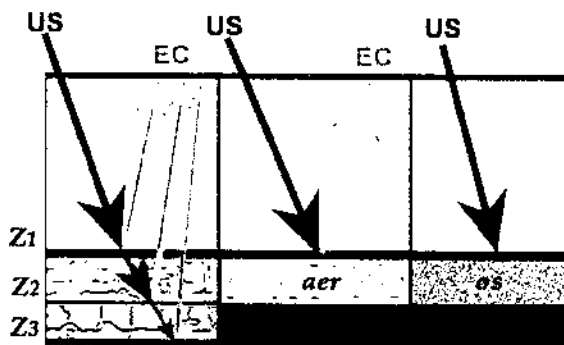


Fig. 2 - Apariția ecourilor. Z1-3 - medii cu impedanțe acustice diferite.

Coeficientul de atenuare

Coeficientul de atenuare este determinat de frecvența de emisie și densitatea mediului. Cu cât mediile traversate au densitate mai mare cu atât gradul de atenuare a fascicului incident va fi mai mare. Valorile atenuării sunt maxime pentru os, calcificări, obiecte metalice. Interacțiune fascicului ultrasonor incident cu acestea duce la atenuarea până la dispariție a ultrasunetelor.

APARIȚIA ECOURILOR

Ecoul este semnalul ultrasonor apărut dacă o parte din energia fascicului incident se întoarce la emițător sub formă de fascicul reflectat.

Apariția ecourilor depinde de mai multe **condiții obligatorii**:

1. trecerea prin medii cu impedanțe acustice diferite;
2. existența fenomenului de reflexie;
3. energia fascicului reflectat să fie suficient de mare pentru a nu fi complet atenuată;
4. reflecția să se facă în direcția receptorului (transductor).

Existența fenomenului de reflexie este consecința existenței unei diferențe de impedanță acustică la nivelul zonei de contact, a interfaței, dintre două medii diferite acustic.

Interfața dintre aer cu orice altă structură determină o reflexie totală a fascicului incident cu apariția **fenomenului de reverberație**. Ecografic acest fenomen apare sub forma unei imagini „**în coadă de cometă**”. Pentru a împiedica reverberația între sondă și tegumente se interpune gelul ultrasonografic (o suspensie de gelatină și apă care asigură formarea unei pelicule continue ce înlătură aerul fără a modifica proprietățile ultrasunetelor). Din același motiv examinarea ecografică a organelor ce conțin aer (plămân, structuri digestive) este imposibilă. Totuși organele digestive pot fi examinate ecografic dacă nu sunt complet destinse de aer, situație frecventă în patologia digestivă sau după umplerea lor cu apă.

O altă condiție pentru apariția ecourilor este ca energia să fie suficient de mare în cazul fascicului incident pentru a putea fi transmis, iar în cazul celui reflectat pentru a fi recepționat. Traversarea unor medii cu un coeficient de atenuare foarte mare (os, calcificări) determină absorbția totală a fascicului incident. Consecința este lipsa completă a ecourilor și deci a informațiilor din zona care se află mai profund față de structura puternic atenuantă și crearea unui **fenomen de umbră acustică posterioară**, sau „**con de umbră**” utilizat ca element semiologic în ultrasonografie.

TRANSDUCTORUL

În ecografie sursa de ultrasunete poartă numele de **transductor (sondă)**. Transductorul are o funcție complexă fiind alternativ emițător de ultrasunete și receptor de ultrasunete reflectate (ecouri), într-un ciclu care se repetă de câteva ori pe secundă.

Transductorii sunt construiți din blocuri de cristale ceramice sintetice, care au proprietăți speciale și funcționează utilizând un fenomen fizic numit **efect piezoelectric**.

Într-o primă etapă sub acțiunea unei diferențe de potențial aplicate alternativ la nivelul fețelor cristalelor, acestea își modifică dimensiunile, particulele lor generând oscilații mecanice. Aceste oscilații se propagă în mediul din jur sub formă de unde ultrasonore (fascicul incident).

În a doua etapă dacă asupra aceluiași cristal se aplică un fascicul de ultrasunete (fasciculul reflectat) acesta generează o diferență de potențial proporțională cu energia acustică a ecoului. Acest potențial electric este rezultatul interacțiunii fasciculului ultrasonor incident cu mediile prin care ultrasunetele se propagă și va constitui un „cod de descifrare” al informațiilor conținute în zonelor străbătute de ultrasunete.

Alegerea transductorului se face în funcție de regiunea explorată, tipul de pacient și organul țintă.

Frecvența de emisie a sondei se numește **frecvență nominativă**. Există un raport invers proporțional între valoarea frecvenței nominative și penetrabilitatea fasciculului ultrasonor.

Cele mai utilizate frecvențe sunt de 3,5-5 MHz. Acestea sunt folosite în explorarea organelor abdominale, permițând un examen complet al acestora. În pediatrie se utilizează sonde cu frecvențe de 5 MHz.

Transductoarele cu frecvențe nominative mai mari, de 5-7 MHz, sunt utilizate în explorarea organelor superficiale (regiunea cervicală, pediatrie, sân, testicol, etc.), a tubului digestiv și peritoneului precum și în explorarea endocavitară.

Sondele care emit frecvențele mai mici de 3,5 MHz, cu o penetrabilitate mare, se folosesc în explorarea organelor foarte profunde și la examinarea persoane obeze.

Transductoarele moderne au o bandă de frecvențe variabile în care operează (de exemplu 3,5-5 MHz).

În funcție de forma sondei acestea pot fi:

1. convexe – cel mai frecvent tip utilizat;
2. liniare – sunt sondele cu frecvențe nominative mari și au rezoluție mare; utilizate în pediatrie, obstetrică-ginecologie, intraoperator;
3. radiare – sunt mici, putând pătrunde în spațiile intercostale – utilizate în cardiologie.

În funcție de zona explorată există sonde de suprafață sau endocavitare – endo-rectale, endovaginale.

În gastro-enterologie se utilizează transductori miniaturali atașați unui aparat de endoscopie. Prin combinarea celor două metode imagistice - ecoendoscopie, se explorează tubului digestiv - esofag, stomac, colon, cu oferirea de detalii asupra modificărilor parietale ale organelor investigate. De asemenea se pot explora vasele toracice și mediastinul. Există și transductori pentru explorarea endovasculară folosiți în diagnosticul și tratamentul unor afecțiuni vasculare.

TIPURI DE ECOGRAFIE

În evoluția metodei au existat mai multe tipuri de decodificare și cuantificare a informației conținute în ecourile recepționate.

Primul mod de interpretare a fost **modul A** (amplitudine). După emiterea unui fascicul incident se obținea un grafic cu variațiile de amplitudine ale ecourilor recepționate din zonele traversate.

Ulterior s-a reușit o corelare a valorilor ecourilor cu cea a timpului - **modul M** sau timp - mișcare. Acesta este încă utilizat în ecocardiografie pentru evaluarea mișcărilor valvulare.

Evoluția remarcabilă s-a produs odată cu apariția **modului B** (brilliance). Fiecărui ecou recepționat i se atribuie un punct luminos, luminozitatea acestuia fiind proporțională cu intensitatea ecoului. Imaginea obținută este bidimensională și compusă dintr-o infinitate de puncte de luminozitate diferită. Dacă se asociază luminozității o scală de gri se obțin imagini bidimensionale, alb-negru cu o multitudine de nuanțe de gri intermediare, corespunzătoare ecourilor recepționate (fig.3).

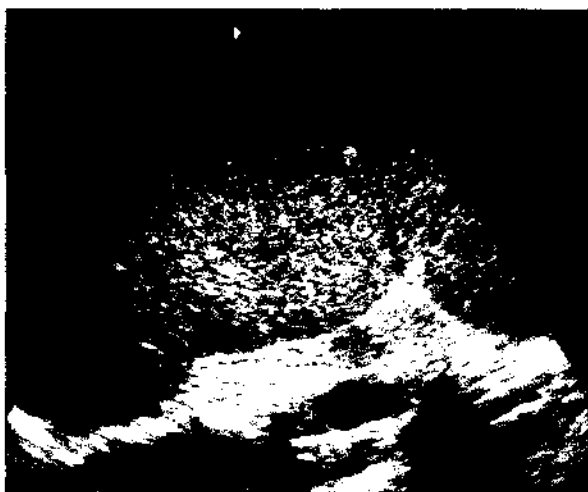


Fig. 3 - Achiziție Mod B - fiecărui ecou i se atribuie un punct luminos, luminozitatea fiind proporțională cu intensitatea ecoului. Se obține o hartă 2D de puncte luminoase la care se asociază o scală de gri.

Prin evoluția sistemelor de emisie dar și a celor de achiziție, cu o succesiune foarte rapidă a ciclurilor emisie-recepție, azi examinarea se face cu corelarea exactă a imaginii cu timpul - modul dinamic, imaginea fiind obținută practic în timp real.

Ultrasonografia Doppler utilizează efectul Doppler: un sunet emis de o sursă cu o frecvență constantă este recepționat de către un receptor fix cu o frecvență mai mare când sursa se apropie de receptor și cu o frecvență mai mică când sursa se îndepărtează de acesta. Această diferență de frecvență la recepție permite o evaluare a structurilor în mișcare față de receptorul fix (sonda) - sânge, jet de urină, etc.

Există mai multe tipuri de achiziție Doppler: continuu, pulsatil, color, angio-power Doppler.

Ultrasonografia Doppler pulsat permite identificarea grafică a tipului de flux arterial sau venos și calcularea unei multitudini de constante vasculare - debit, viteză sistolică și diastolică, indici de rezistență și pulsatilitate, grad de stenoză, etc. Toate acestea fac ecografia Doppler indispensabilă în evaluarea cardiacă și a structurilor vasculare (fig. 4).

Doppler-ul continuu permite evaluarea vaselor periferice, semnalul emis fiind sub forma de sunete în domeniul audibil.

În **modul Doppler color** se face o codificare în culori a sensului de mișcare a sângelui prin raportate la transductor. De exemplu dacă sângele se îndreaptă spre sondă, culoarea vasului va fi roșie, indiferent dacă este vorba de o venă sau de o arteră. Dacă însă sensul de curgere este de îndepărtare de sondă, culoarea va fi albastră (fig. 5).

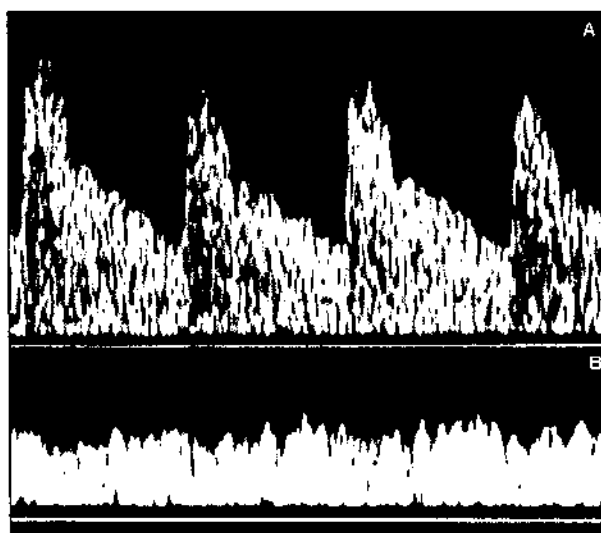


Fig. 4 - Achiziție Doppler
A. semnal bifazic, de tip arterial;
B. semnal în platou, de tip venos.

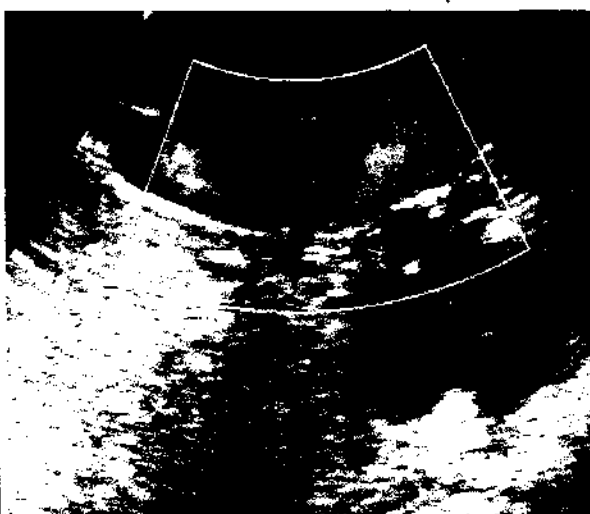


Fig. 5 - Achiziție Doppler color - sângele care vine spre sondă este roșu (săgeată albă) iar cel care se îndepărtează este albastru (săgeată neagră)

Power-Doppler este o aplicație a efectului Doppler, care nu face însă o codare a sensului de circulație, ci are o sensibilitate mai mare de detectare a fluxurilor sanguine, chiar și a celui cu viteze foarte lente, element deosebit de util în detectarea trombozelor vasculare sau în caracterizarea leziunilor tumorale (fig. 6).

În ultimii ani au apărut noi direcții de dezvoltare ale ecografiei.

Sistemul de amplificare a imaginii prin sistemului „armonic” (THI) crește sensibilitatea și specificitatea diagnostică în evaluarea tumorală. Tot aici se încadrează substanțele de contrast ecografic care permit o îmbunătățire a performanțelor achiziției Doppler.

Ecografia tridimensională diversifică și crește performanța metodei mai ales în domeniul obstetricii obținându-se imagini de detaliu asupra morfologiei fătului utile în detectarea prenatală a malformațiilor fetale.

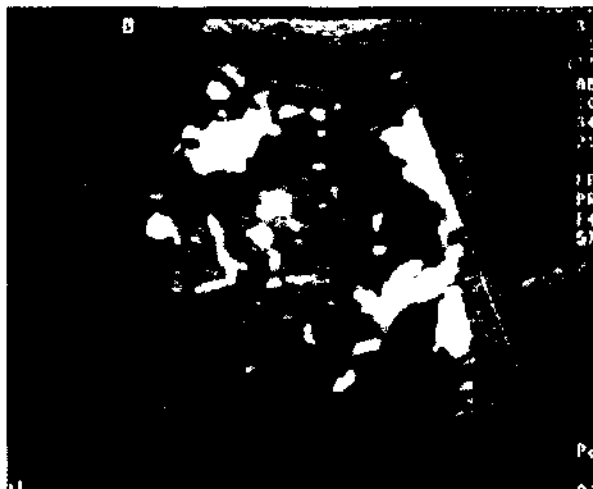


Fig. 6 - Achiziție Power-Doppler - vascularizație de tip tumoral într-un hepatocarcinom

EXAMINAREA ECOGRAFICĂ

Examinarea ecografică trebuie practică doar de persoane calificate, cu pregătire de specialitate și cu experiență. Deși există domenii supraspecializate de ecografie (cardiacă, obstetricală), un ecografist competent trebuie să aibă cunoștințe temeinice de clinică și imagistică generală.

Pentru explorarea organelor abdominale pregătirea pacientului este minimă – pacient „a jeun” și vezica urinară în repleție pentru explorarea organelor pelvine. Pentru explorarea tubului digestiv organele examinate se pot umple cu apă. Nu este necesară nici o pregătire pentru explorarea organelor superficiale.

Întotdeauna între sondă și tegumente se interpune gelul ecografic.

Fiecare organ trebuie investigat după un algoritm strict, atât el cât și întreaga regiune.

Spre deosebire de alte metode imagistice achiziția ecografică se poate practica în orice plan, obținându-se secțiuni axiale, sagitale, oblice, etc. Există o codificare a imaginii în funcție de planul de secțiune axial sau longitudinal. Astfel pe o imagine achiziționată în plan axial ceea ce apare în partea de sus a imaginii reprezintă planurile superficiale, situate aproape de transductor, ceea ce este în partea de jos va reprezenta planurile profunde, iar partea stângă a imaginii corespunde părții drepte a pacientului (fig.7).

Dacă secțiunea este în plan longitudinal elementele de anterior și posterior se mențin ca și la imaginea axială dar se modifică corespundența dreapta-stânga, astfel încât ceea ce este la stânga imaginii corespunde regiunii craniene a pacientului iar ceea ce este la dreapta regiunii caudale (fig.8).

Ecografia prezintă o serie de avantaje și nu are practic alte contraindicații decât cele care țin de limitele metodei.

Examenul este rapid obținându-se într-un timp de ordinul minutelor un maxim de informații, cu obținerea directă a unui diagnostic imagistic sau, atunci când există probleme de diagnostic diferențial, cu posibilitatea de orientare imediată spre o metodă imagistică complementară.

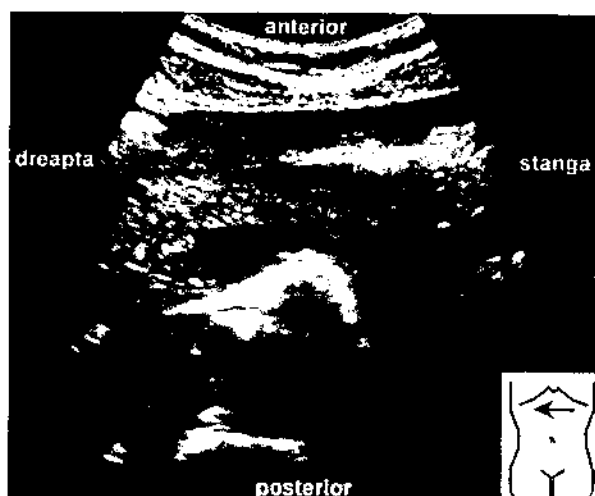


Fig. 7 - Secțiune axială în etajul abdominal superior. În schemă este arătată poziția transductorului, vârful săgeții marcând dreapta.

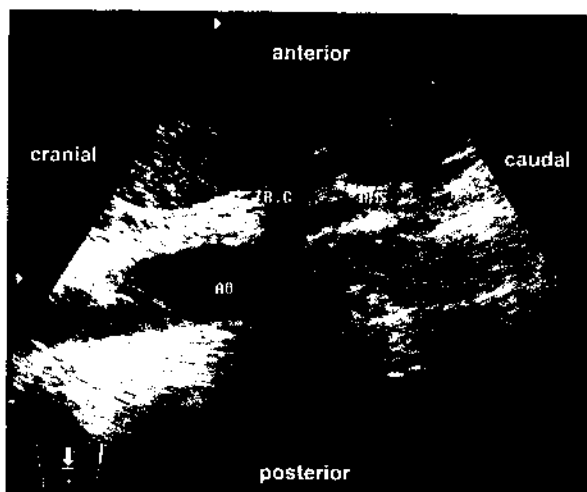


Fig. 8 - Secțiune longitudinală în etajul abdominal superior. În schemă este arătată orientarea transductorului.

Ecografia prezintă o sensibilitate mare de evaluare pentru un număr mare de organe și afecțiuni, este lipsită de nocivitate și relativ ieftină.

Deoarece achiziția este în timp real, ecografia este o metodă operator dependentă, fiind necesară o practică aprofundată și o bună cunoaștere atât a normalului, cu toate variantele sale, cât și a patologiei zonei explorate. Ecografistul trebuie să fie conștient de limitele metodei, de posibilitățile aparatului cu care lucrează dar și de propriile competențe și limite.

INDICAȚIILE ECOGRAFIEI

Putem clasifica indicațiile ecografiei în două mari grupe:

1. indicații de tip diagnostic și de evaluare post-terapeutică;
2. aplicații terapeutice

În prima grupă vom include explorarea tuturor organelor abdominale, explorarea cordului și vaselor, a sânelui, tiroidei și testiculului, etc.

Una din cele mai dependente specialități de ecografie este obstetrica. Ecografia face diagnosticul pozitiv de sarcină de la vârsta de 5 săptămâni de amenoree în ecografia abdominală și de 3 săptămâni la ecografia endovaginală. Ecografic se stabilește cu exactitate numărul de embrioni, vârsta sarcinii și există criterii de evaluare a creșterii fătului apreciindu-se modul său de dezvoltare pe toată evoluția sarcinii (fig. 9). Ecografia face diagnosticul precoce al unei întregi patologii fetale, de la forme de malformații mari cu răsunet asupra viabilității fătului, până la detalii de finețe, cum sunt de exemplu reconstrucțiile tridimensionale care pun în evidență malformații complexe faciale fetale (fig. 10).

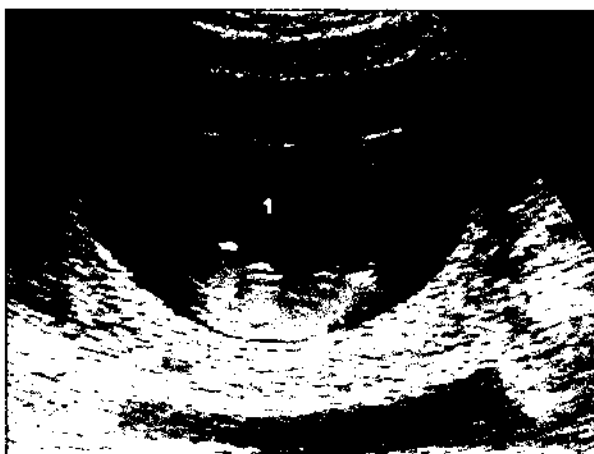


Fig. 9 - Sarcină la 10 săptămâni de amenoree. Se vizualizează sacul embrionar (1) în interiorul căruia există embrionul (2).

Există o supraspecializare a ecografiei cu aplicații în studiul aparatului musculo-scheletal sau în oftalmologie.

La indicațiile diagnostice vom include punctiile citologice și bioptice efectuate sub ghidaj ecografic. Vizualizarea în timp real atât a organului țintă cât și a acului de puncție face ca metoda să aibă performanță foarte mare evitând în același timp riscul de complicații.

Aplicațiile terapeutice ale ecografiei sunt date de efectuarea sub ghidaj ecografic al unor drenaje de colecții, de nefrostomii sau colecistostomii.

Ghidajul ecografic este folosit și în tratarea unor tumori cum sunt de exemplu alcoolizarea hepatocarcinoamelor sau tratamentul prin radiofrecvență a tumorilor hepatice.

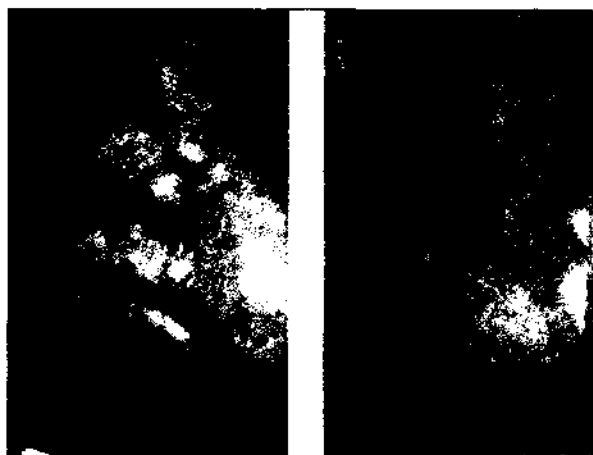


Fig.10 - Reconstrucție 3D a feței fetale cu evidențierea nasului și gurii în incidențe de față și profil („primul portret de familie”).

ELEMENTE DE SEMIOLOGIE ECOGRAFICĂ

Organismul uman are o multitudine de componente diferite din punct de vedere acustic, cu impedanțe și coeficienți de atenuare variate. Între diferitele organe există limite nete de demarcație, marcate de interfețele ecografice. Diferitele tipuri de structuri au un comportament ecografic diferit și specific, acesta fiind utilizat în recunoașterea organelor și a modificărilor lor patologice.

Vom grupa principalele tipuri de structuri întâlnite în lichidiene, solide și gazoase. Deși în majoritatea situațiilor cele trei grupe mari se combină, determinând imagini complexe, fiecare își păstrează proprietățile și deci caracteristicile ecografice, fiind astfel identificabile.

STRUCTURILE LICHIDIENE

Structurile lichidiene pure nu generează ecouri - imaginile apar **anecogene** sau **transonice**. Dacă aceste structuri lichidiene au o vâscozitate mai mare pot determina apariția unui număr mic de ecouri în interior generând imagini hipoeogene.

Indiferent de tipul de lichid toate aceste elemente lichidiene determină la interfața lor cu un alt tip de structură un fenomen de amplificare a fasciculului de ultrasunete concretizat prin **fenomenul de întărire posterioară**, care face ca interfața dintre lichid și o altă structură să fie subliniată și mai evidentă (fig. 11).

Structuri lichidiene pot fi găsite în mod normal în organismul uman - bila, sângele, urina.

Structuri lichidiene patologice sunt ascita, colecțiile, leziunile chistice (fig. 12).

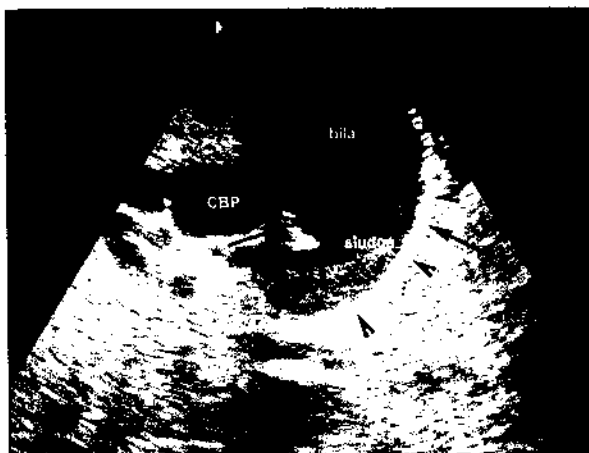


Fig. 11 - Colecist cu pereți ecogeni (săgeți), conținut transonic în 1/3 superioare - bilă, și hipoecogen în 2/3 inferioară - sludge (noroi biliar). Fenomen de întărire posterioară (capete de săgeată).

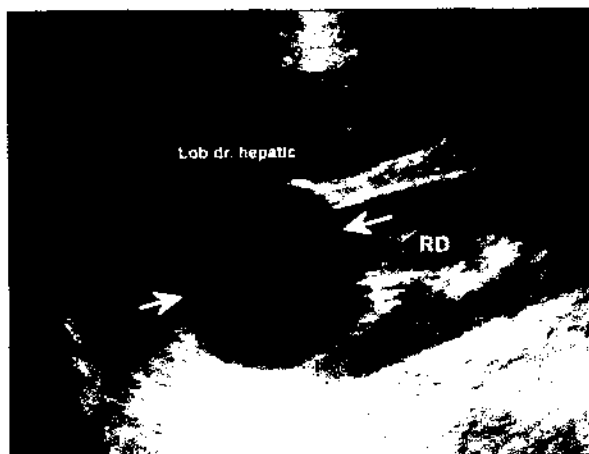


Fig. 12 - Leziune transonică - chist (săgeți), situată la polul superior al rinichiului drept (RD).

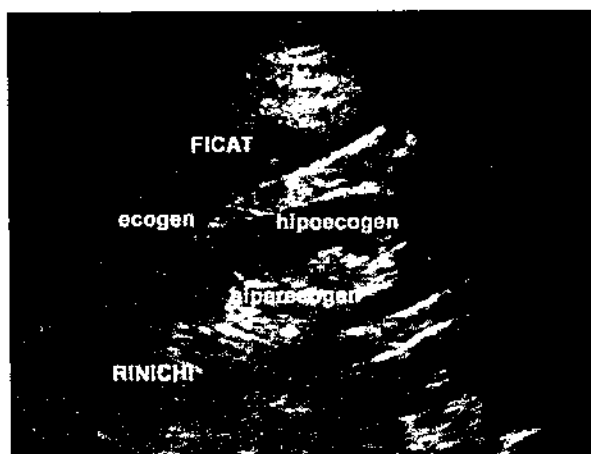


Fig. 13 - Se vizualizează concomitent ficatul - ecogen și rinichiul drept cu parenchim hipoecogen și regiune sinusală hiperecogenă.



Fig. 14 - Leziune ecogenă (săgeți) situată într-un parenchim foarte heterogen - tumoră hepatică pe ciroză hepatică.

STRUCTURILE PARENCHIMATOASE

Structurile parenchimotoase pot fi ecogene, hipoecogene sau hiperecogene.

Se consideră ca reper de structură ecogenă parenchimul hepatic normal. În raport cu acesta pancreasul are o structură hiperecogenă iar parenchimul renal o structură hipoecogenă. Grăsimea, structurile ligamentare, pereții vaselor sunt structuri hiperecogene (fig. 13).

Ecogenitatea unei leziuni intraparenchimotoase (tumoră, infiltrație, etc.) se apreciază în funcție de parenchimul sănătos din jur:

1. leziunile ecogene intraparenchimotoase se diferențiază cu dificultate parenchimul adiacent asemănător ca semnal și se detectează adesea doar prin modificările indirecte pe care le determină asupra țesutului din jur - deformare de contur, compresie, deplasare de vase (fig. 14);
2. leziunile hipoecogene - trebuie diferențiate de lichidele cu vâscozitate mare prin lipsa fenomenul de întărire posterioară (fig. 15);
3. leziunile hiperecogene (fig. 16).

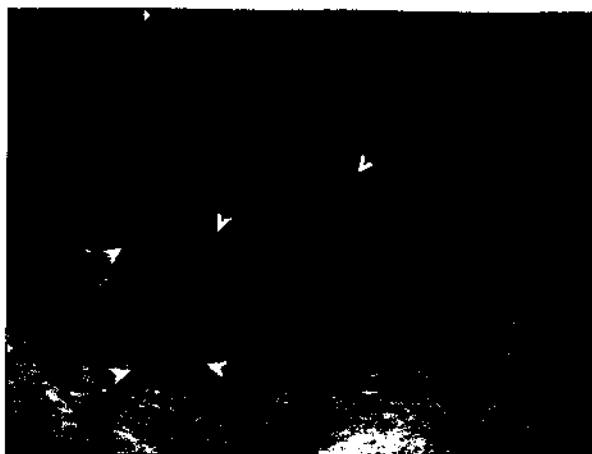


Fig. 15 - Leziuni hipoecogene, mici, multiple diseminate intrahepatic (capete de săgeată) - metastaze hepatice

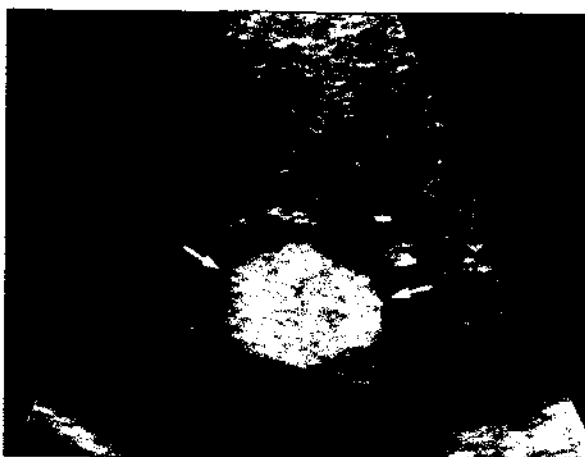


Fig. 16 - Imagine nodulară hiperecogenă (săgeți) - hemangiom hepatic.

STRUCTURILE OSOASE

Structurile osoase, calcificările sau elementele metalice au valori foarte mari ale impedanței acustice și coeficientului de atenuare și determină imagini **hiperecogene**. Ele absorb în totalitate fasciculul ultrasonor cu apariția secundară a **fenomenului de atenuare** și a **conului de umbră posterioară** (fig. 17). Prezența conului de umbră este un element de diagnostic semiologic important. Existența sa poate semnala o structură calcară normală - os sau patologică - calculi, catetere de drenaj, material chirurgical. De notat că în cazul leziunilor foarte mici, de ordinul milimetrilor conul de umbră posterioară poate lipsi (de exemplu în microlitiiza renală).

STRUCTURILE GAZOASE

Structurile gazoase determină reflexia totală a fasciculului ultrasonor incident cu apariția unor imagini **hiperecogene** cu **fenomen de reverberație asociat** (fig. 18).

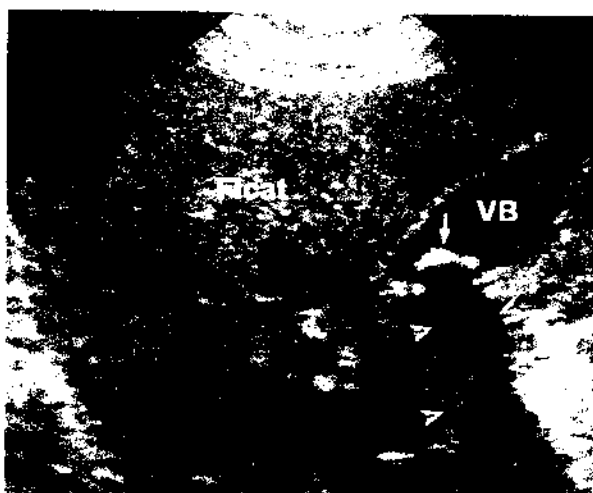


Fig. 17 - Calcul situat în vezicula biliară (VB) - imagine hiperecogenă (săgeată), cu con de umbră posterioară (capete de săgeți)



Fig. 18 - Perete toracic: Coaste hiperecogene (C) cu con de umbră posterioară (capete de săgeată). Pleura (PL) marchează interfața cu aerul pulmonar cu apariția efectului de reverberație - (săgeți negre).

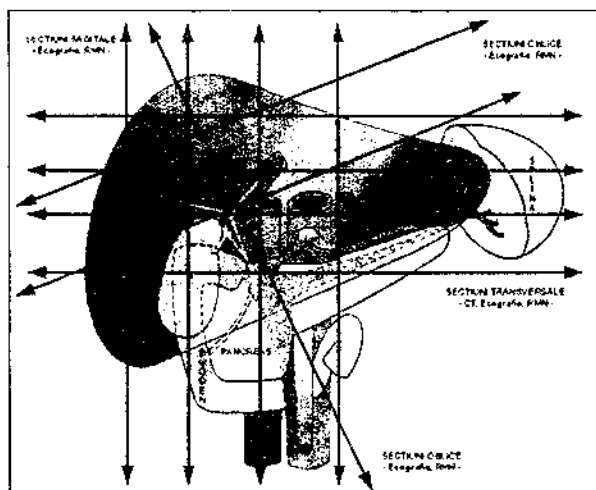
În condiții patologice prezența aerului semnalează adesea complicații grave: pneumoperitoneu, colecții cu germeni anaerobi, etc.

1. vizibilitatea segmentului investigat;
2. poziția acestuia;
3. elemente de morfometrie - dimensiunile, forma, contururile;
5. ecostructura;
6. existența elemetelor patologice cu precizarea localizării, dimensiunilor, conturului, structurii și raporturilor lor, precum și a leziunilor asociate.

NOTIUNI INTRODUCTIVE DE ECOGRAFIE ABDOMINALĂ

Pentru o abordare mai facilă a unei regiuni anatomice, pentru recunoașterea și orientarea în spațiu și pentru interpretarea cât mai exactă a modificărilor apărute într-o anumită zonă primele elemente ce trebuie recunoscute și analizate sunt structurile vasculare.

Vasele sanguine sunt structuri canalare, cu pereți ecogeni și cu lumen anecogen. Traiecte lor sunt liniare sau sinuoase, iar aspectul ecografic variază în



57

funcție de incidență - vor fi rotunde în secțiuni perpendiculare pe vas, respectiv tubulare în secțiunile practicate în axul longitudinal al vasului.

Arterele

Cele mai importante **artere** identificabile în abdomenul superior și mijlociu sunt:

1. aorta;
2. trunchiul celiac, artera hepatică și artera splenică;
3. artera mezenterică superioară;
4. arterele renale;
5. arterele iliace.

Arterele sunt pulsatile, au pereți ecogeni, sunt necompresibile iar semnalul Doppler este de tip sistolo-diastolic cu variații morfologice în funcție de teritoriu.

Ecografic se analizează diametrul vasului, traiectul său și ramurile sale.

Aorta este principalul ax arterial abdominal. Ea are un calibru de 20-25mm, pereți ecogeni și este intens pulsatilă. Localizată lateral stânga de linia mediană, va fi vizualizată în ax longitudinal și axial, pe toată lungimea sa până la bifurcație. Ramurile sale vor fi detectate și analizate (fig. 20).

Originea trunchiului celiac și cea a arterei mezenterice superioare se situează pe fața anterioară a aortei abdominale și sunt primele emergente ale acesteia.

Trunchiul celiac are un traiect scurt ventral, după care se ramifică în cele 3 ramuri, dintre care ecografic sunt ușor vizibile artera hepatică și artera splenică (fig. 21).

Artera mezenterică superioară are un traiect descendent cranio-caudal, paralel cu lumenul aortei (fig. 22).

Examinarea arterelor renale este mai dificilă datorită poziției lor profunde și depinde în mare măsură de morfotipul pacientului și de experiența ecografistului. Ele au originea pe fețele laterale ale aortei și au un traiect spre lateral și posterior, fiind situate dorsal de venele renale (fig. 23). Analiza arterelor renale și a ramificațiilor intrarenale este deosebit de utilă în evaluare hipertensiunii arteriale.

O examinare vasculară completă presupune obligatoriu analiza Doppler cu identificarea direcției fluxului sanguin, a vitezelor sistolocă, diastolică și medie. Se măsoară debitul circulator și anumiți indici hemodinamici care dau detalii despre normalitatea vasului și indirect a teritoriului vascularizat.

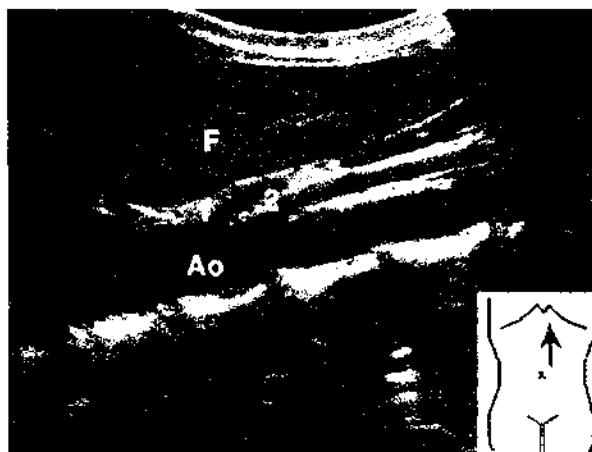


Fig. 20 - Secțiune sagitală - aorta abdominală (Ao) cu primele sale emergente - trunchiul celiac (1) și artera mezenterică superioară (2). F - lob stâng hepatic.

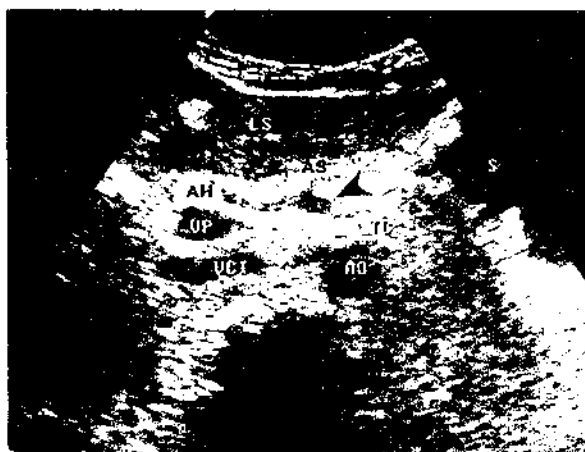


Fig. 21 - Secțiune axială. Se vizualizează aorta (Ao), vena cavă inferioară (VCI), trunchiul celiac (TC - cap de săgeată) și cele două ramuri ale sale, artera hepatică (AH) și artera splenică (AS).

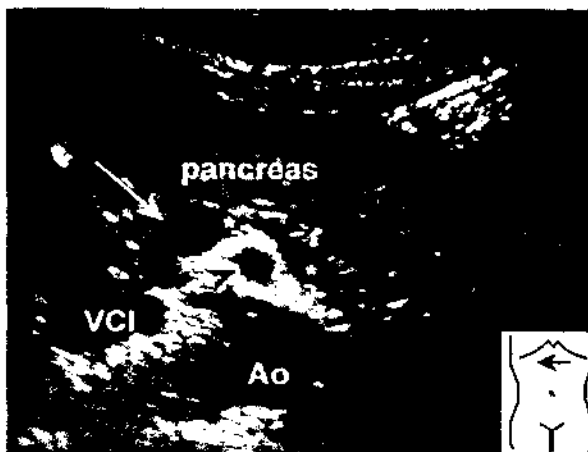


Fig. 22 - Secțiune axială - aorta abdominală (Ao) și VCI în plan profund. Artera mezenterică superioară (cap de săgeată). Confluent spleno-mezenteric (săgeată albă). Vena splenică - asterisc

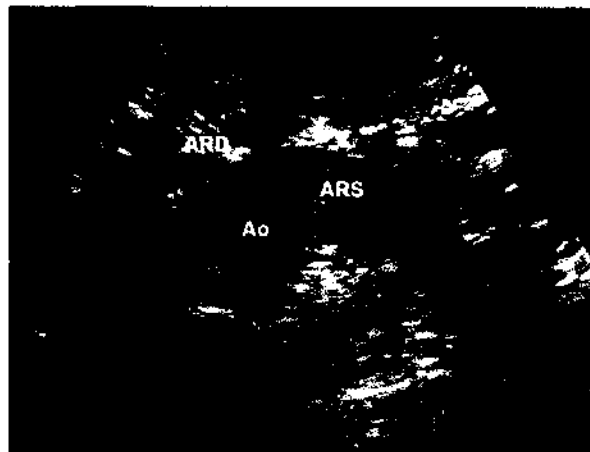


Fig. 23 - Secțiune axială la nivelul emergenței arterelor renale dreaptă (ARD) și stângă (ARS).

O îngustare de lumen arterial cu modificări importante de flux regional este sugestivă pentru o stenoză. Ecografic se poate evalua gradul acesteia și se vor aprecia consecințele hemodinamice în teritoriu.

O dilatație pe traiectul unui vas, cu flux turbulent la nivelul dilatației apare în anevrismele arteriale (fig. 24).

Prezența intraluminală a unui material ecogen, aderent la perete sugerează o tromboză parietală.

Venele

Venele identificabile abdominal sunt:

1. vena cavă inferioară;
2. venele hepatice
3. vena portă
4. vena splenică
5. vena mezenterică superioară
6. venele renale
7. venele iliace

Venele au pereți mai fini și mai puțin ecogeni decât arterele, sunt compresibile și prezintă variații de calibru care depind de mișcările respiratorii. Spectrul lor este în platou, iar gama de viteze este mai mică decât la artere.

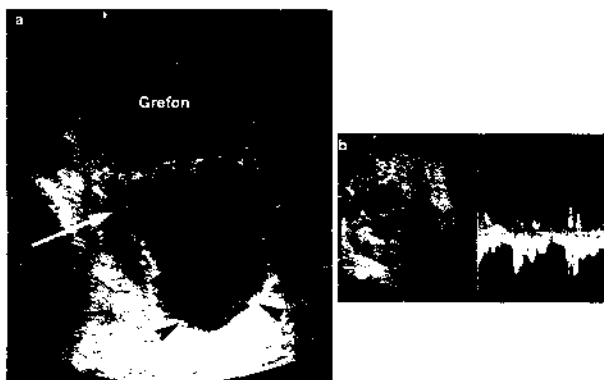


Fig. 24 - Transplant renal

a) se vizualizează grefonului renal în vecinătatea căruia se dezvoltă o imagine transsonică, pediculată (săgeată).

b) la examinarea Doppler aceasta prezintă flux turbionar cu semnal de tip arterial - anevrism de arteră iliacă internă.

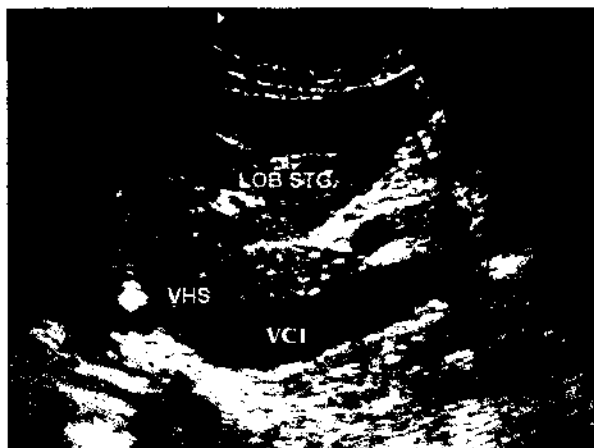


Fig. 25 - Secțiune sagitală - în plan profund vena cavă inferioară (VCI) și vena hepatică stângă (VHS). În plan anterior lobul stâng hepatic.



Fig. 26 - Vena portă (VP) la nivelul hilului hepatic și raportul său cu calea biliară principală (CBP).

Vena cavă inferioară este principalul ax venos abdominal. Localizată lateral dreapta de linia mediană va fi vizualizată în ax longitudinal și axial, pe toată lungimea (fig. 25).

Vena splenică are un traiect aproape axial, traversând abdomenul din flancul stâng în cel drept. Ea este principalul element anatomic de reper pentru pancreas, față de care este situată posterior și pe care îl însoțește pe aproape toată lungimea (fig. 22).

Vena mezenterică superioară are un traiect ascendent, paralel și lateral dreapta față de artera mezenterică superioară. Prin unirea cu vena splenică formează vena portă, confluentul lor fiind un element de reper important pentru regiunea cefalică pancreatică (fig. 22).

Vena portă are un traiect ascendent și oblic dreapta, proiecția sa fiind practic perpendiculară pe rebordul costal. Ea se ramifică la nivelul hilului hepatic în două ramuri, dreaptă și stângă, câte una pentru fiecare lob hepatic (fig. 26, 27, 28).

Venele hepatice sunt de obicei în număr de trei: vena hepatică dreaptă, medie și stângă. Au un traiect ascendent antero-posterior și se varsă în vena cavă inferioară, în ultimul segment al acesteia (fig. 29).

Ca și la artere, prezența intralumenală a unui material ecogen sugerează o tromboză intravasculară. Tromboza poate fi tumorală în cazul unei invazii tumorale de vecinătate sau poate fi cu tromb simplu (de exemplu în coagulopatii) (fig. 30).

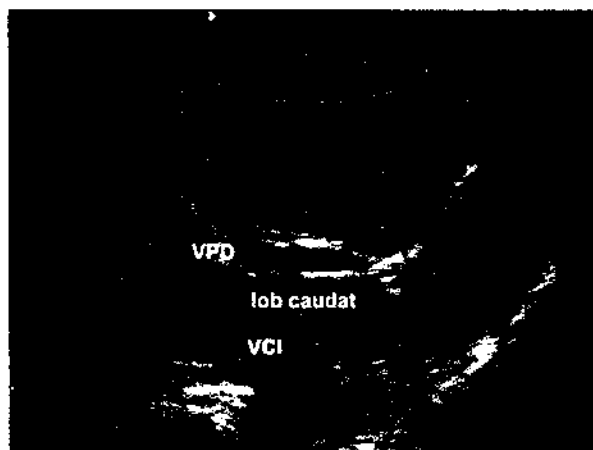


Fig. 27 - Ramul drept de venă portă (VPD).

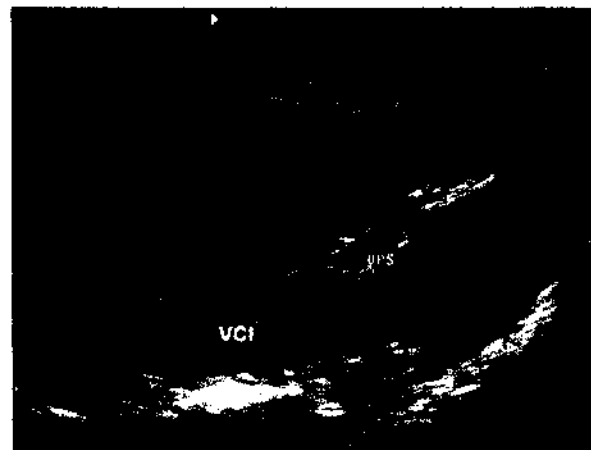


Fig. 28 - Ramul stâng de venă portă (VPS).

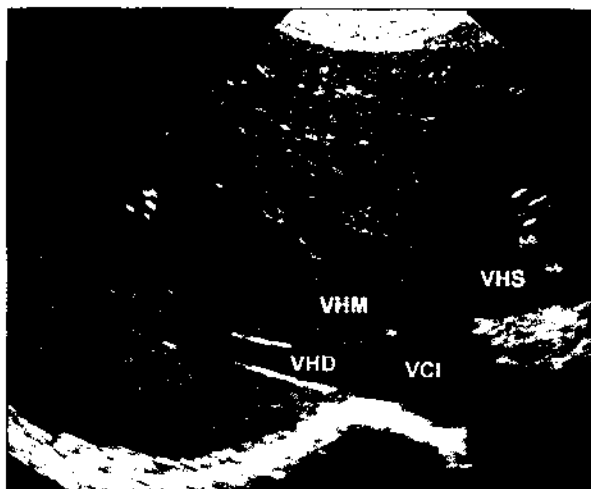


Fig. 29 - Venele hepatice dreaptă (VHD), medie (VHM) și stângă (VHS).



Fig. 30 - În lumenul venei cave inferioare (VCI) există material ecogen - tromb (săgeată) .

ECOGRAFIA HEPATICĂ

Ficatul beneficiază actualmente de o întreagă paletă de metode imagistice noninvazive de explorare: ultrasonografia, computer-tomografia (CT), scintigrafia și imagistica prin rezonanță magnetică (IRM).

Ecografia rămâne însă metoda de primă intenție în screeningul afecțiunilor hepatice, permițând obținerea rapidă și cu costuri minime a unei multitudini de informații asupra morfologiei ficatului. Toate elementele sale anatomice sunt identificabile ecografic și o mare parte din patologia hepatică posedă caractere ecografice suficiente pentru a stabili direct un diagnostic.

Examenul CT și IRM vin să completeze ecografia prin caracterizarea de detaliu a structurilor și leziunilor hepatice.

Ecografia determină cu precizie:

1. topografia, morfologia, dimensiunile și volumul ficatului;
2. variantele anatomice de dezvoltare – ficat vertical, orizontal, hipertrofie a unui sau mai multor segmente, etc;
3. aspectul conturilor - regularitate, boseluri;
4. vizualizează fisurile și ligamentele hepatice;
5. permite explorarea hilului hepatic cu identificarea structurilor vasculare și a căilor biliare în hil și a ramificațiilor lor intrahepatice;
6. raporturile ficatului cu elementele anatomice ale hipocondrului stâng - peretele abdominal, diafragul, rinichiul drept, glanda suprarenală dreaptă, vena cavă inferioară, duodenul, pancreasul, stomacul.

Ecografia permite studiul ficatului în orice plan de secțiune: axial, longitudinal, oblic astfel încât întreaga sa suprafață poate fi vizualizată. Tehnica de examinare este simplă și nu necesită o pregătire prealabilă a pacientului.

Ficatul prezintă două fețe: diafragmatică și viscerală. Fața diafragmatică este în contact intim și fixată la diafragm prin intermediul ligamentului falciform. Este zona cel mai greu accesibilă ecografic, fiind mascată de aerul de la nivelul bazei plămânului drept și de coaste (fig. 31).

Pe **fața viscerală** este situat *hilul hepatic* care conține principalele structuri vasculare. La nivelul hilului hepatic canalul hepatic comun ocupă partea dreaptă a pla-

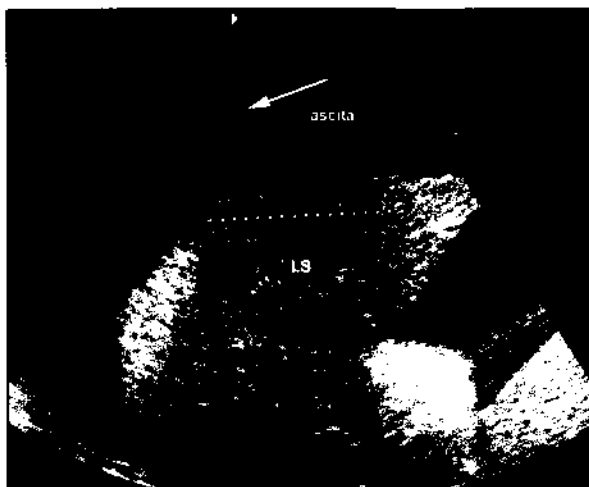


Fig. 31. Fața diafragmatică a lobului stâng (LS) și ligamentul falciform (săgeată) vizibile datorită ascitei.

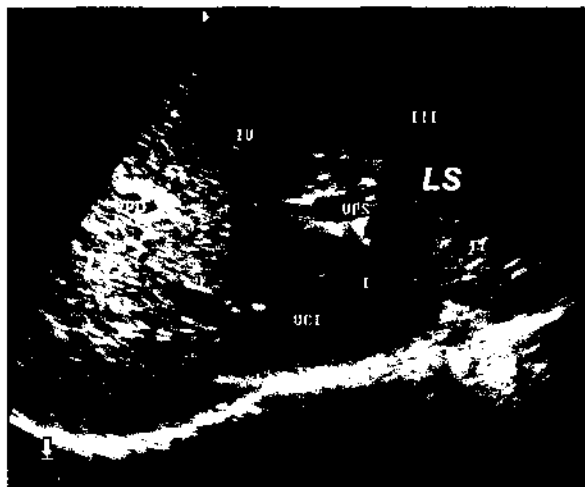


Fig. 32. Fața viscerală a ficatului. Se vizualizează lobi drept (LD) și stâng (LS), venele porte dreaptă (VPD) și stângă (VPS) și segmentele hepatice (I - VIII).

nului anterior, la stânga acestuia găsindu-se artera hepatică. Planul posterior este format de vena portă. Două scizuri vin în raport cu hilul participând la segmentația hepatică: anterior scizura ligamentului rotund și posterior scizura ligamentului Arantius. Pe fața viscerală se află și patul colecistic care participă la formarea fisurii principale (fig. 32).

Ficatul este învelit în capsula Glison care apare ca o fină bandă hiperecogenă situată la periferia parenchimului hepatic. Structurile ligamentare (ligamentul falciform, ligamentul rotund, ligamentul venos) și fisura principală hepatică determină imagini liniare hiperecogene ce împart ficatul în lobii drept și stâng.

Structura hepatică este ecogenă și omogenă (fig. 33). Ecogenitatea sa se apreciază în funcție de cea a parenchimului renal (hipoecogen) și cea a pancreasului (hiperecogen). Orice modificare de ecogenitate localizată sau difuză poate fi manifestarea unei leziuni parenchimatose (fig. 34).

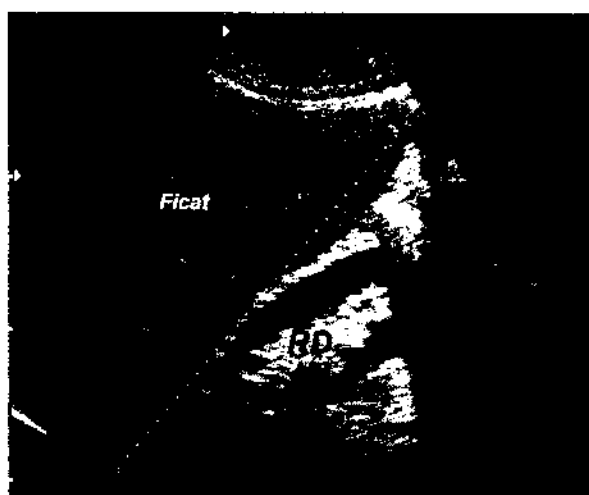


Fig. 33 - Structură hepatică normală. Parenchimul hepatic este ecogen față de cel renal, hipoecogen.

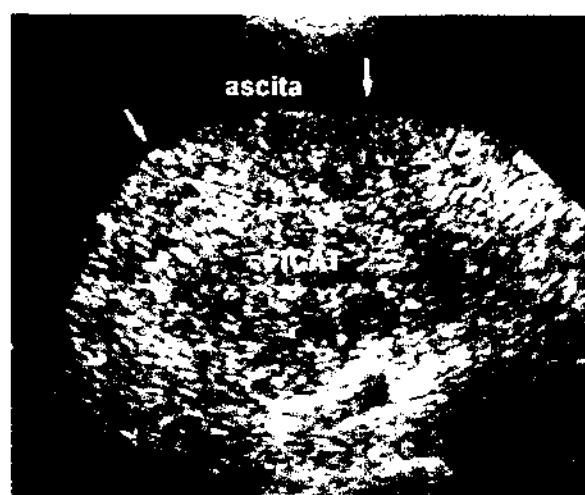


Fig. 34 - Ciroza hepatică. Multiple leziuni micronodulare înlocuiesc parenchimul hepatic normal dându-i un aspect granular. Conturul hepatic este boselat (săgeți) și există ascită.

În mod normal singurele structuri individualizabile intrahepatic sunt ramificațiile portale și cele ale venelor hepatice, diferențiabile în funcție de traiectul și de ecogenitatea pereților lor. Ele apar ca elemente canalare, anecogene cu pereți ecogeni și pot fi urmărite pe tot traiectul de la origine la vărsare. Se apreciază calibrul, permeabilitatea, iar în modul Doppler se stabilesc direcția de circulație și se măsoară constantele vasculare (viteza, debitul, etc).

Vena portă și ramurile sale sunt structuri vasculare cu perete propriu ecogen, cu distribuție hilifugă. Calibrul venei porte în hil este de 10-12 mm (fig. 26, 28).

Venele hepatice au pereți mai fini și mai puțin ecogeni decât vasele portale și au distribuție centripetă spre vena cavă inferioară (fig. 29).

În funcție de distribuția ramurilor venei porte și a venelor hepatice precum și a structurilor ligamentare se determină segmentația hepatică. Ficatul are 2 lobi și 8 segmente (fig. 32). Cunoașterea exactă a morfologiei hepatice, a segmentației și a distribuției vasculare hilare și intrahepatice este esențială în localizarea leziunilor parenchimatoase și este obligatorie în bilanțul terapiei chirurgicale moderne și în transplantul hepatic cu donator viu.

Ramurile arteriale și canalele biliare intrahepatice nu se vizualizează decât dacă sunt dilatate (de exemplu arterializarea hepatică din hipertensiunea portală, respectiv obstrucția de căi biliare din tumorile hilare hepatice).

Căile biliare intrahepatice sunt detectabile doar la nivelul hilului, în schimb sunt bine individualizabile canalul hepatic comun și canalul coledoc.

Examenul ecografic este fundamental în patologia hepatică evidențiindu-se:

1. leziuni difuze (steatoză hepatică, tulburări vasculare);
2. focalizate (chiste, tumori benigne sau maligne)
3. patologia vasculară hepatică este de asemenea apanajul ecografiei.

Anomaliile de structură sau ale elementelor canalare decelate ecografic se caracterizează ca poziție, formă, dimensiuni, contururi, ecostructură și raporturi.

Leziunile chistice sunt imagini transonice, rotunde, cu pereți fini, uneori septate în interior - chiste biliare (fig. 35). Identificarea unei perete gros, ecogen și a calcificărilor parietale sunt sugestive pentru chistul hidatic (fig. 36). Prezența în interiorul unui chist a unor mici cavități chistice (vezicule fiice) sau a unui fald hiperecogen ce plutește în interior (membrana proligeră decolată) apar tot în hidatidoză (fig. 37). În schimb prezența intrachistică a unui țesut ecogen, polilobat este foarte sugestiv pentru o tumoră chistică.

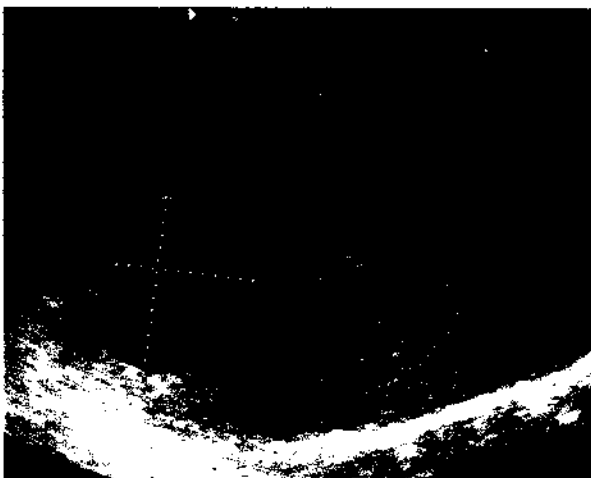


Fig. 35 - Imagine transonică, ovalară, cu pereți fini - chist hepatic .



Fig. 36 - Imagini transonice, cu perete gros, ecogen și calcificări parietale (săgeți) - chiste hidatice hepatice.

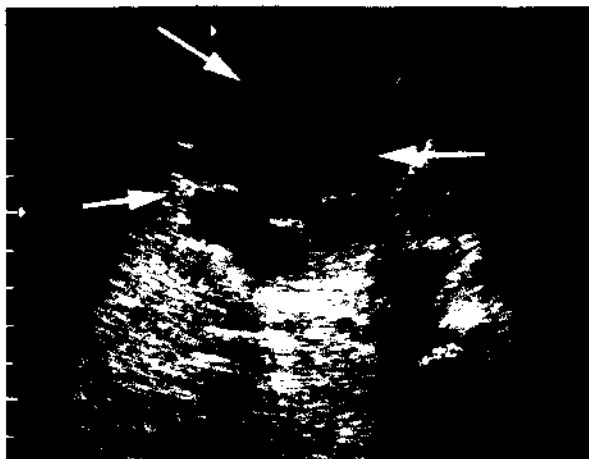


Fig. 37 - Multiple cavitații chistice - vezicule fiice în interiorul unei leziuni mari (săgeți) cu pereți calcificați (cap de săgeată) - chist hidatic hepatic.



Fig. 38 - Leziuni hipocogene, cu peretele gros, ecogen, dar care prezintă fenomen de întărire posterioară (săgeți) - abcese hepatice.

Abcesele prin conținutul lor semifluid sunt hipocogene dar prezintă fenomen de întărire posterioară. Peretele lor este gros și ecogen. În abcese cu germeni anaerobi în interiorul leziunii se pot vedea imagini de reverberație date de prezența unor bule de gaz (fig. 38).

Tumorile benigne și maligne sunt foarte polimorfe ecografic. Există puține leziuni cu caractere tipice care pot fi încadrate doar ecografic. Hemangiomele mici au un aspect ecografic tipic - sunt leziuni nodulare, hiperecogene, omogene (fig. 39). În rest tumorile hepatice pot îmbrăca orice dimensiune, formă sau structură (fig. 40, 41). Diagnosticul



Fig. 39 - Imagine nodulară hiperecogenă, omogenă - hemangioam hepatic.



Fig. 40 - Multiple imagini nodulare (capete de săgeată) cu zona centrală transonică (asterics) și perete gros - metastaze chistice.

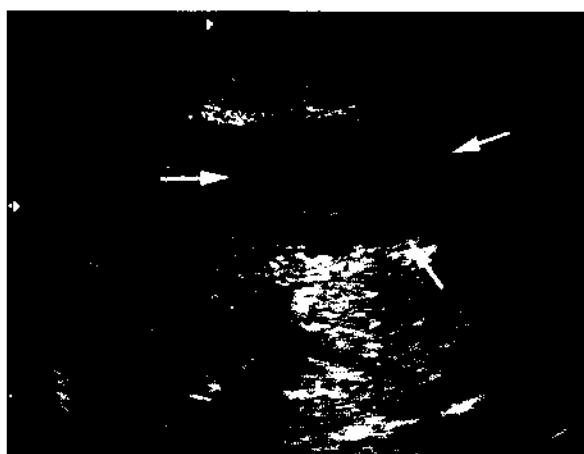


Fig. 41 - Imagine nodulară hipocogenă, neomogenă cu contur neregulat - hepatocarcinom.

pozitiv necesită în general investigații imagistice suplimentare CT sau IRM. Ecografia este însă cea mai simplă metodă de ghidaj a puncțiilor bioptice, diagnosticul anatomo-patologic rămânând singurul care poate pune un diagnostic de certitudine.

Pe lângă aportul diagnostic cert ecografia este o metodă de ghidaj pentru o serie de metode de terapie radiointervențională. Se pot trata leziuni chistice (alcoolizare), abcese (drenaj) sau tumori maligne (radiofrecvență, alcoolizare) etc.

VEZICULA BILIARĂ. CALEA BILIARĂ PRINCIPALĂ

Ecografia este metoda imagistică de elecție în examinarea veziculei biliare, permițând aprecierea dimensiunilor, a grosimii parietale, a conținutului colecistic și a raporturilor sale cu structurile învecinate. Ecografic se poate studia contractilitatea VB prin administrarea unui prânz colecistochinetic (prânzul Boyden).

Vezicula biliară este un organ cavităar, situat pe fața infero-anterioară a ficatului. Patul vezicular participă la formarea fisurii principale ce separă cei doi lobi hepatici. Colecistul este localizat în fosa veziculară venind în raport cu segmentele IV și V hepatice dar există cazuri în care se dezvoltă extrahepatic.

Există o mare variabilitate morfologică și topografică a VB. Axul mare vezicular poate fi longitudinal, orizontal sau oblic. Fundul vezicular are o topografie antero-laterală iar porțiunea infundibulară este postero-internă. Forma sa este ovalară sau piriformă cu axul mare orientat oblic anterior și la dreapta.

Diametrele și volumul veziculei biliare variază cu starea funcțională și cu eventualele modificări patologice. Un diametru transvers mai mare de 5-6 cm este considerat patologic. Lungimea VB este de aproximativ 6-8 cm. Peretele vezicular este ecogen, net, regulat și nu depășește 3 mm în grosime. Conținutul veziculei biliare este anecogen, și omogen (fig. 42).

Medial colecistul are raporturi cu pediculul hepatic și cu duodenul descendent.

Canalul cistic se poate evidenția uneori ca un canal transonic fin ce conectează colecistul cu calea biliară principală (fig. 43).

Calea biliară principală (CBP) poate fi identificată la nivelul pedicului hepatic sub forma unei imagini, transonice cu diametrul de 3-6 mm (fig. 26). Ecografic canalul

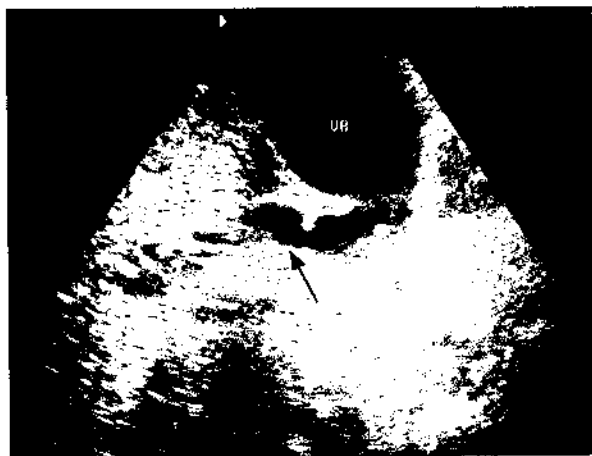
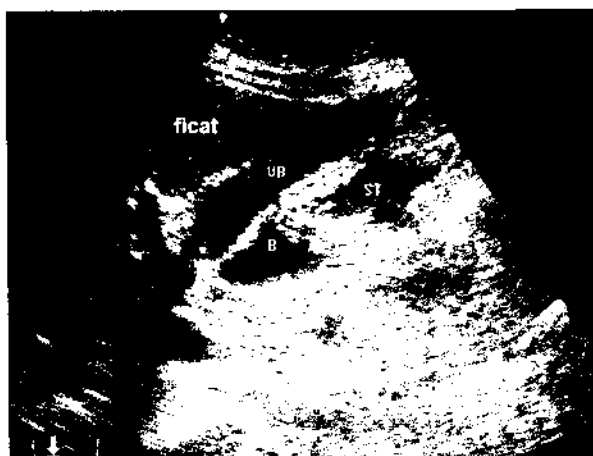


Fig. 42 - Colecist (VB) în ax longitudinal și raporturile sale cu ficatul, stomacul (ST) și duodenul (B - bulbul duodenal).

Fig. 43 - Colecist (VB) în ax longitudinal. Se vizualizează canalul cistic (săgeți).



Fig. 44 - Colecistul destins conține mai multe imagini hiperecogene mici (săgeată) și prezintă un perete îngroșat, ecogen (capete săgeată) - colecistită litiazică.



Fig. 45 - Dilatație de căi biliare intrahepatice (CB) cu decalibrarea căi la nivelul canalului hepatic comun (N) - tumoră de cale biliară.

hepatic comun și coledocul se urmăresc pe aproape tot traiectul, dar segmentul distal intrapancreatic coledocian este adesea greu vizibil datorită interpoziției structurilor digestive destinsse de gaze.

Coledocul intracefalic pancreatic apare sub forma unei imagini circumscrise cu diametrul maxim admis 9 mm.

Diagnosticul afecțiunilor colecistului aparține ecografiei - malformații, litiază, colecistită acută și cronică, tumori veziculare, etc (fig. 44).

Patologia căilor biliare cu dilatație de căi biliare beneficiază de examenul ecografic, acesta putând pune diagnosticul de obstacol, arătând tipul de leziune (litiază, tumoră intracanalară, compresie extrinsecă, etc) și nivelul obstrucției (căi biliare intrahepatice, CBP, regiune cefalică pancreatică) (fig. 45).

ECOGRAFIA PANCREASULUI

Examinarea ecografică a pancreasului este deseori dificilă datorită poziției sale profunde și a interpoziției de gaze din stomac și colon.

Situat retroperitoneal și cu o dispoziție axială are raporturi posterior cu vena splenică, care îl însoțește pe aproape toată lungimea, fiind utilizată ca reper în identificarea sa.

Ecografic se vizualizează capul și corpul pancreatic, coada fiind adesea inexplorabilă datorită interpunerii conținutului aeric al colonului transvers și stâng. Regiunea cefalică este cea mai voluminoasă și măsoară 30-34 mm diametru maxim (fig. 46, 47). La nivelul său se disting, ca elemente canalare fine, segmentul intrapancreatic al coledocului și uneori segmentul distal al Wirsungului (maxim 2 mm diametrul normal).

Structura pancreasului este hiperecogenă și omogenă, iar conturul său este net și regulat.

Deși ecografic se identifică leziuni inflamatorii acute și cronice (fig. 48, 49), precum și leziuni tumorale (fig. 50), accesul redus la întregul organ necesită completare prin examen CT (vezi capitolul Explorarea radio-imagistică a pancreasului).

În pancreatita acută cu fuzee peripancreatice ecografia este o bună metodă de ghidaj pentru drenajul percutanat.

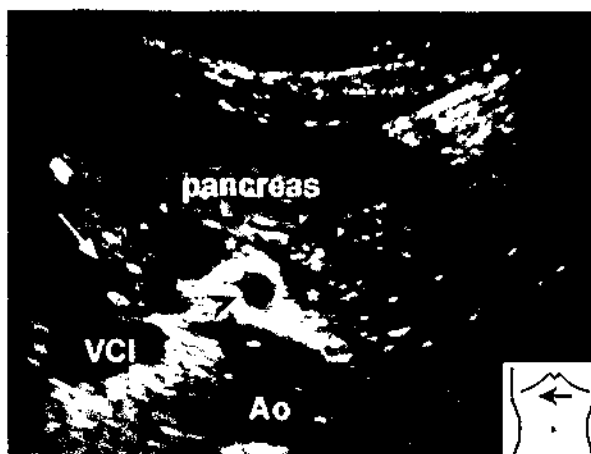


Fig. 46 - Pancreas - cap, corp. Se vizualizează canalul Wirsung (capete de săgeată) și segmentul distal coledocian (săgeată).



Fig. 47 - Pancreas - coada (PA) și raportul său cu vena splenică (VSP).

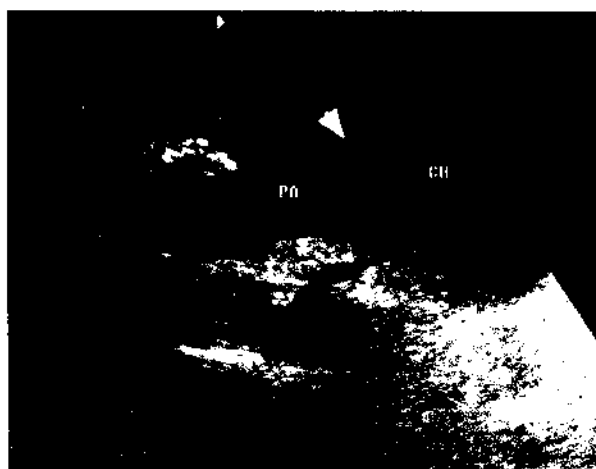


Fig. 48 - Pancreatită acută cu vizualizarea unei leziuni chistice (CH) la nivelul corpului.

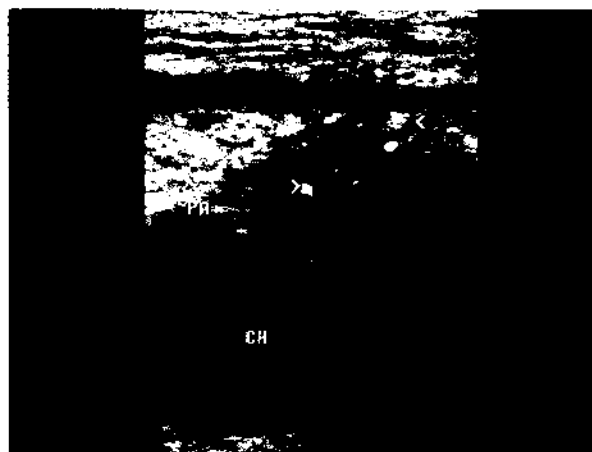


Fig. 49 - Pancreatită cronică cu vizualizarea unei leziuni chistice (CH) cefalice și a unor microcalcificări (capete de săgeată) la nivelul corpului.

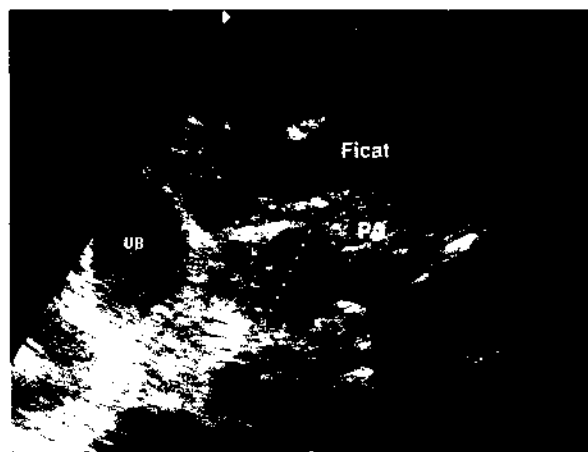


Fig. 50 - Pancreas - cap, corp. Se vizualizează la nivelul capului o imagine hipoecogenă, imprecis delimitată, neomogenă - tumoră malignă.

ECOGRAFIA APARATULUI RENO-URINAR

Rinichii sunt ușor accesibili ecografiei prin abord lateral sau posterior.

Se apreciază poziția, mobilitatea, dimensiunile, conturul renal. Ecografic se pot analiza:

1. capsula renală - apare ca o bandă fină hiperecogenă ce delimitează conturul renal;
2. parenchimul renal - este hipoecogen, omogen și de grosime mai mare la nivelul polilor. La copii există o diferențiere cortico-medulară netă, vizualizându-se piramidele renale care apar mai hipoecogene decât corticala. Această diferențiere dispare la adult.
3. sinusul renal - este hiperecogen și neomogen, datorită existenței de țesut adipos și a multiplelor elemente canalare (vase, căi urinare) care au pereți ecogeni (fig. 51, 52).

În mod normal sistemul pielocaliceal nu se poate diferenția în interiorul regiunii sinusale. Cavitățile devin vizibile când încep să se dilate.

Ureterele normale nu se pot identifica ecografic. Singurele segmente ureterale vizibile normal sunt porțiunea proximală, la nivelul joncțiunii pielo-ureterale și ostiumurile ureterale. Dacă sunt dilatate ureterele devin vizibile și pot fi urmărite pe traiect.

Vezica urinară variază ca dimensiuni și formă în funcție de gradul de repleție. Examinarea sa se face atât în repleție completă cât și post-micțional pentru a aprecia reziduul vezical. Este un organ cavitătar, transonic cu perete fin, de grosime egală pe toată circumferința. Conținutul vezical este omogen.

La bărbat vezica urinară prezintă raporturi infero-posterior cu prostata și veziculele seminale.

La femeie vezica urinară plină reprezintă o bună „fereastră ecografică transonică” pentru examinarea uterului și a celor două anexe.

Ecografia este prima metodă imagistică utilizată în explorarea afecțiunilor reno-vezicale, completându-se cu urografia și examenul CT.

Ecografic se evidențiază calculii renali (fig. 53), dilatația de căi urinare precizându-se locul și frecvența cauzei obstrucției (fig. 54), leziunile tumorale (fig. 55, 56, 57), leziuni inflamatorii, etc (vezi și capitolul de radio-imagistica aparatului reno-urinar).

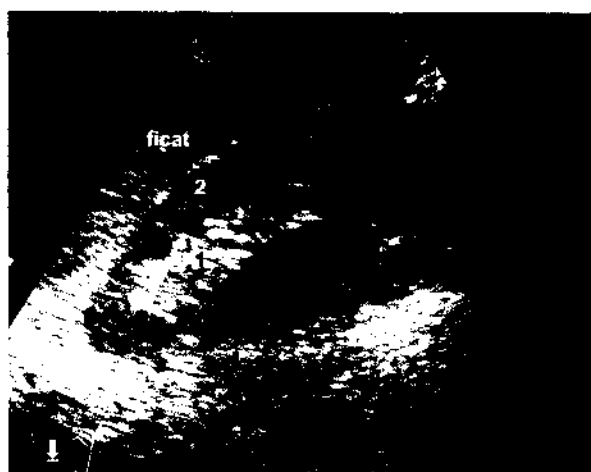


Fig. 51 - Rinichi drept în ax longitudinal cu vizualizarea regiunii sinusale (1) și a parenchimului renal (2).

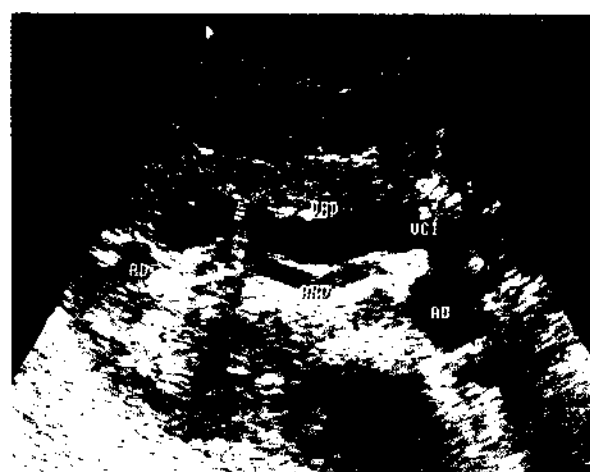


Fig. 52 - Rinichi drept în ax transversal cu vizualizarea pediculului vascular.

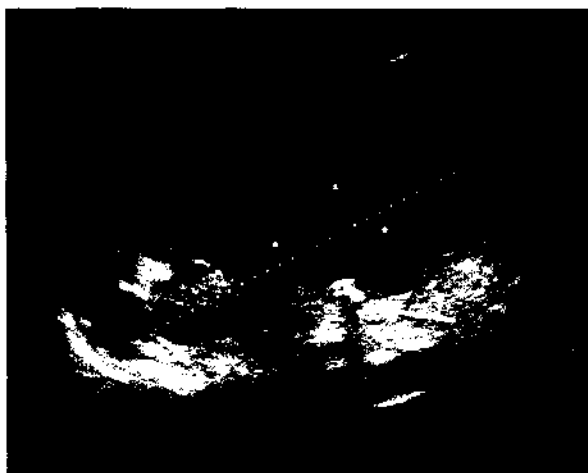


Fig. 53 - Rinichi drept - litiază bazinetală (săgeată) cu dilatarea sistemului pielocaliceal (asterics).



Fig. 54 - Rinichi drept - litiază ureterală joasă cu dilatarea importantă a sistemului pielocaliceal (capete de săgeată) și a ureterului supraiacent (săgeți) .

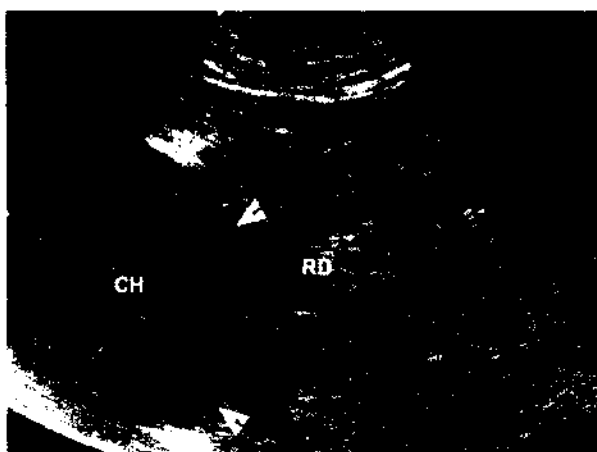


Fig. 55 - Voluminoasă leziune transonică (CH), cu pereți fini (capete de săgeată), situată la nivelul polului superior renal (RD) - chist renal.



Fig. 56 - Leziune hiperecogenă (capete de săgeată), cu contur neregulat ce se dezvoltă extrinsec, la polul inferior al rinichiului drept, deformând conturul renal - tumoră renală.

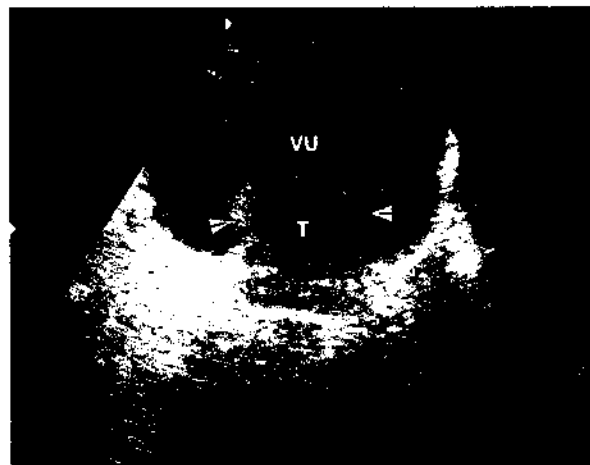


Fig. 57 - Vezică urinară (VU) la baza careia proiemină intraluminal o leziune ovalară, omogenă (T) cu contur net (capete de săgeată) - adenom de prostată.



Fig. 58 - Splină normală - structura ecogenă, omogenă.

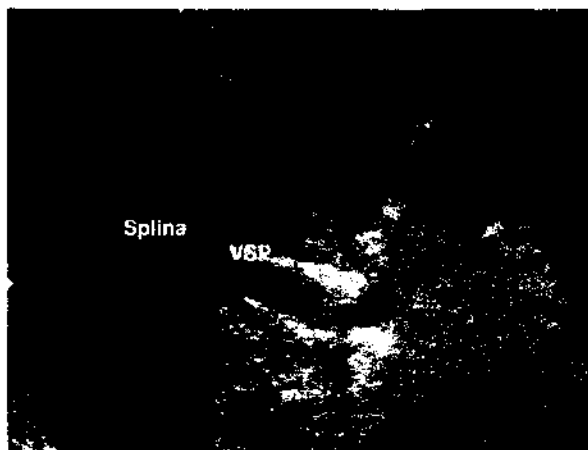


Fig. 59 - Splina și vena splenică (VSP) la nivelul hilului.

ECOGRAFIA SPLINEI

Splina este un organ ușor explorabil ecografic. Situată în hipocondrul stâng, ea se examinează cu pacientul în decubit lateral drept, printr-un abord lateral și ușor posterior, pentru a elimina eventualele artefacte date de raporturile splinei cu unghiul stâng al colonului.

Dimensiunile sale variază mult, acceptându-se ca diametru longitudinal maxim valoarea de 12-12,5cm.

Structura splenică este ecogenă, omogenă, asemănătoare cu cea a parenchimului hepatic (fig. 58).

În hilul splenic se examinează vena splenică (fig. 59). Calibrul acesteia nu trebuie să depășească 10mm.

Cea mai frecventă leziune splenică este splenomegalia care însoțește o serie de afecțiuni și sindroame (boli hematologice, ciroză hepatică, etc) (fig. 60).

Rar se pot diagnostica și leziuni tumorale benigne sau maligne, izolate sau în cadrul unei afecțiuni sistemice (fig. 61).



Fig. 60 - Splenomegalie (14,5 cm ax longitudinal), omogenă - sindrom limfoproliferativ.

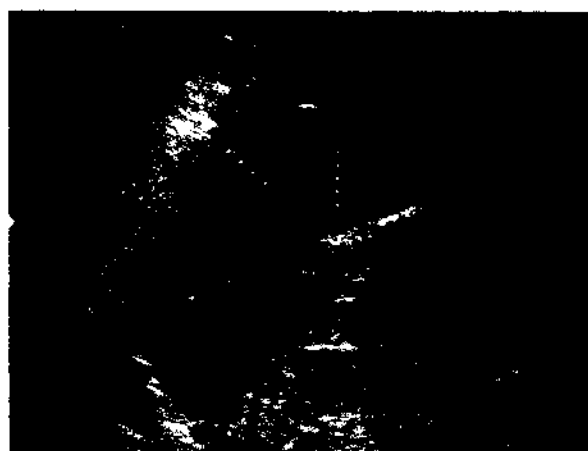


Fig. 61 - Splină - structura neomogenă, cu leziuni nodulare hiperecogene (markeri) - limfom splenic.



Fig. 62 - Splină - structura ecogenă, omogenă. În hil multiple imagini transonice, tortuoase cu semnal Doppler de tip venos (săgeți) - dilatații venoase în hipertensiunea portală.

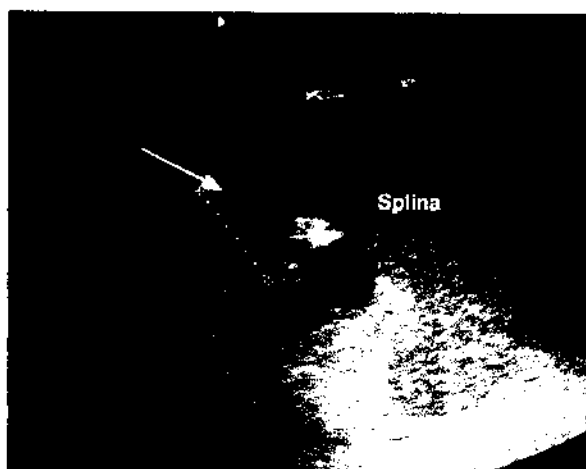


Fig. 63 - Splină - structura ecogenă, omogenă. În hil multiple imagini nodulare hipoecogene (săgeți) - adenopatii tumorale.

La nivelul hilului splenic se pot vizualiza dilatații venoase secundare unei hipertensiuni portale sau adenopatii (fig. 62, 63).

NOȚIUNI ELEMENTARE DE IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ

D. Cuzino

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Imagistica prin rezonanță magnetică (IRM) este metoda care folosește proprietățile magnetice ale protonilor de hidrogen din corpul omenesc format în proporție de peste 90% din apa. Caracteristicile cele mai importante ale metodei sunt reprezentarea tridimensională, caracterul neinvaziv și contrastul spontan intertisular de bună calitate. Inițial metoda s-a numit rezonanță magnetică nucleară, dar ulterior denumirea universal acceptată a devenit Imagistică prin Rezonanță Magnetică, prescurtată IRM pentru a evita orice confuzie legată de cuvântul „nuclear”.

Practic, pacientul este introdus într-un câmp magnetic de intensitate crescută ce aliniază toți protonii din organism pe aceeași direcție. Alinierea protonilor în câmp magnetic se va face paralel cu câmpul magnetic principal sau antiparalel cu el. Alinierea paralelă corespunde cu un nivel minim energetic, iar cea antiparalelă cu unul maxim. Protonii aliniați nu se vor afla însă în repaus, ci într-o mișcare permanentă de precesie asimilată pentru o bună înțelegere a fenomenului cu mișcarea titirezului în jurul unui ax imaginar.

Cu ajutorul unor bobine de gradienti se induce un alt câmp magnetic, de scurtă durată ce interacționează cu câmpul magnetic principal. Variațiile de câmp magnetic sunt măsurate cu ajutorul unor bobine de gradienti cu rol dublu, emițător și receptor localizate în contact cu zonele de explorat ale corpului. Este nevoie de trei bobine de gradienti pentru modificarea controlată a câmpului magnetic principal în cele trei direcții ale spațiului.

Câmpul magnetic rezultat se datorează aplicării unui puls de radiofrecvență. Dacă radiofrecvența are aceeași valoare cu cea a diferenței dintre cele două niveluri de energie protonii din zona examinată vor intra în rezonanță. Rezonanța reprezintă schimbul de energie între două sisteme ce oscilează cu aceeași frecvență.

Intensitatea câmpului magnetic folosit în aplicațiile medicale variază de la 0,1 la 3 tesla (1 tesla = 10.000 gauss, iar câmpul magnetic terestru are valori de aproximativ 0,05 gauss).

DESPRE T1, T2 ȘI DENSITATEA PROTONILOR

Vectorul de magnetizație rezultat poate fi definit în raport cu un sistem clasic de reprezentare spațială cu 3 axe x, y, z. Prin proiecția acestui vector pe axa z îl putem denumi vector de magnetizație longitudinală, iar în raport cu sistemul de axe xy îl denumim vectorul de magnetizație transversală.

Oprirea câmpului magnetic ce a interacționat cu câmpul magnetic principal determină întoarcerea la poziția de echilibru, de aliniere paralelă sau antiparalelă a spinilor protonilor. Acest fenomen poartă denumirea de relaxare. Relaxarea poate fi longitudinală și transversală și este nevoie de un anumit interval de timp ca să se producă. Timpii de relaxare descriu curbe exponențiale ascendente și respectiv descendente și au fost denumiți T1 și T2.

T1 este timpul necesar ca magnetizația longitudinală să recupereze 63% din valoarea sa inițială.

T2 este timpul necesar ca magnetizația transversală să piardă 63 % din valoarea sa.

T1 depinde de structura rețelei ce înconjoară protonii și este denumit și timpul de relaxare spin - rețea. Țesuturile au timpi de relaxare diferiți. Este și motivul pentru care există contrast în IRM.

T2 depinde de interacțiunea reciprocă a spinilor în rețea și este denumit timpul de relaxare spin - spin.

Lichidele prezintă timpi de relaxare atât în T1, cât și în T2 lungi iar grăsimea scurți (la 1 T LCR are T1 de 2500 ms și T2 de 1400ms, iar grăsimea T1 de 240 ms și T2 de 84 ms).

Măsurarea magnetizației protonilor de hidrogen permite realizarea unei imagini ce reflectă concentrația lor tisulară. Lichidele bogate în hidrogen sau edemul bogat în apă prezintă semnal intens ceea ce nu se întâmplă în cazul calcificărilor, corticalelor osoase, sau aerului. Acest tip de imagine este o imagine ponderată în densitate de protoni.

ELEMENTE DE SEMIOLOGIE IRM

Interpretarea imaginilor obținute prin IRM se bazează pe obținerea semnalului. Semnalul fiecărei structuri tisulare obținute este caracterizat printr-o anumită intensitate. Structurile care apar albe sau strălucitoare prezintă hipersemnal, în timp ce structurile negre, cu tonuri închise prezintă hiposemnal. Termenul de izointens se referă la structurile patologice al căror semnal poate fi raportat la structuri vizibile în aceeași imagine. Structurile patologice pot avea însă și semnal intermediar, cu un ton de gri între hiper și hiposemnal.

Grăsimea este albă în T1, prezintă hipersemnal și mai puțin albă, prezintă semnal intermediar în T2. Apa este neagră în T1, prezintă hiposemnal și hipersemnal în T2, este albă.

În T1 prezintă hipersemnal în afara de grăsime și sângele în stadiu de methemoglobina în stadiu subacut, fluidele cu concentrație proteică mare, melanina și substanța de contrast pozitivă folosită în IRM, gadolinium.

În T2 calciul, gazul, țesutul fibros „matur” și sângele în stadiu cronic prezintă hiposemnal, în timp ce apa și structurile bogate în apă cum sunt tumorile sau leziunile cu edem important prezintă hipersemnal.

PARAMETRII TEHNICI ȘI SECVENȚE UTILIZATE

Pentru obținerea semnalului este nevoie de aplicarea de pulsuri de radio-frecvență succesive. Secvența clasică este aceea de tip spin ecou (SE) secvență ce constă în aplicarea unui impuls de 90 de grade în scopul basculării momentului magnetic rezultat în plan transversal. După oprirea impulsului de radiofrecvență se aplică un al doilea semnal, de 180 de grade cu rolul de a refaza protonii și a permite recepționarea semnalului. Această secvență este constituită din multiple impulsuri de 90 de grade urmate de impulsuri de 180 de grade. Definim termenul de timp de ecou (TE) intervalul ce separă impulsul de 90 de grade de recepționarea semnalului. Timpul de repetiție (TR) reprezintă intervalul de timp ce separă două impulsuri de 90 de grade diferite. În funcție de valorile parametrilor TR și TE selectate putem obține o secvență ponderată T1 favorizând relaxarea longitudinală sau o secvență ponderată T2 favorizând relaxarea transversală. În T1 valorile TR și TE sunt mici, iar în T2 sunt mai mari.

Principiul general care stă la baza imagisticii medicale este acela al divizării obiectului de analizat în volume elementare denumite voxel. Fiecare voxel stă la baza obținerii unui semnal specific. Pentru obținerea unei imagini de ansamblu este nevoie de un calculator și de o operație matematică denumită transformarea Fourier.

Timpul de achiziție al unei imagini depinde de valoarea timpului de repetiție, de numărul de linii al matricei și de numărul de achiziții. Deoarece secvențele devenite deja clasice de tip SE necesită intervale de timp foarte lungi pentru achiziție s-au dezvoltat tehnici ce folosesc diverse artificii pentru scurtarea intervalului de timp dedicat examinării. S-au dezvoltat astfel secvențele de gradient ecou (GRE) ce au înlocuit impulsul de radiofrecvență de 90 de grade cu impulsuri ce au alte valori ale unghiului de basculare

a vectorului de magnetizație cuprinse între 20 și 60 de grade și de TR mult mai mici. O altă tehnică de reducere a intervalului de timp necesar examinării o constituie citirea simultană a mai multor linii ale matricei, tehnică ce necesită însă gradienti de câmp magnetici foarte performanți.

Imagini cu mare utilitate practică în IRM se pot obține și anulând semnalul specific al unor structuri cum sunt grăsimea și apa liberă, aspect ce poate scoate mai bine în evidență compoziția tisulară a țesuturilor modificate patologic. Acestea sunt secvențele de tip inversie recuperare ce încep cu un impuls de 180 de grade și cu un impuls cu frecvență specifică structurii pe care dorim să o anulăm.

ARTEFACTELE ÎN IRM

Obiectivele cunoașterii principalelor artefacte permit reducerea anularii sau evitarea interpretării lor greșite.

Artefactele de mișcare se pot datora mișcărilor necontrolate ale pacientului în timpul examinării sau mișcărilor fiziologice cum sunt respirația, bătăile cordului sau ale marilor vase. Se transmit în direcția codării de fază. Pot fi evitate prin mai multe procedee. Cel mai eficient este acela de a reduce cât mai mult durata de achiziție a secvenței și a efectua examinarea cu respirația blocată. Programarea unor benzi de presaturație ce acoperă structurile mobile pot fi de asemenea eficiente. Mișcările cordului pot fi suprimate prin utilizarea gatingului cardiac - sincronizarea mișcărilor cardiace cu perioada de achiziție.

Artefactele feromagnetice se datorează distorsiunii locale a câmpului magnetic în vecinătatea substanțelor metalice. Aceste artefacte sunt mai evidente în secvențele de tip EG și EPI.

Artefactele de susceptibilitate magnetică se datorează unei distorsiuni locale a câmpului magnetic prin crearea unui gradient de câmp magnetic intrinsec la interfața aer - țesut. Aceste secvențe sunt mai evidente de asemenea în secvențele EG și EPI. Pot fi de asemenea reduse prin utilizarea unui TE scurt și a unor voxeli de mici dimensiuni.

Artefactele de deplasare chimică se datorează erorilor de înregistrare a semnalului în direcția de codare în frecvență întrucât frecvența de rezonanță a apei și a grăsimii este diferită. Se pot observa în sensul codării în frecvență. Se manifestă la nivelul interfeței dintre un țesut bine hidratat ce este înconjurat de grăsime (de exemplu la nivelul rinichilor). Se traduce prin prezența unui lizereu alb de o parte și un altul negru pe de altă parte. Aceste artefacte pot fi evitate prin utilizarea gradientilor puternici.

Artefactele de repliere (aliasing artefact). Apar atunci când FOV este prea mic în raport obiectul examinat. Replierea în sensul codajului de fază poate fi evitată prin utilizarea unui filtru sau a unei creșteri a frecvenței de repetiție precum și a unui FOV rectangular.

SUBSTANȚELE DE CONTRAST UTILIZATE ÎN IRM

Obiectivul utilizării lor este acela de a ameliora contrastul dintre o structură patologică și un țesut normal.

Chelatul de gadolinium - produsul paramagnetic clasic are efect predominant T1. În secvențele ponderate T1 el crește semnalul țesuturilor în care se fixează. Principiul utilizării acestor produși de contrast este acela de a capăta proprietăți de magnetizare proporționale cu intensitatea câmpului magnetic atunci când sunt plasați într-un câmp magnetic principal. Induc un câmp magnetic local ce diminuează T1 și în mai mică măsură T2. Acești produși de contrast au o distribuție extra-celulară comparabilă cu cea a produșilor de contrast iodați cunoscuți în radiologie. În concentrație mare pot diminua T2 și intensitatea semnalului. Putem observa acest fenomen de exemplu la nivelul părții inferioare a vezicii urinare.

Produsele de contrast superparamagnetice - se magnetizează mult mai intens față de cele paramagnetice în prezența câmpului magnetic principal. Induc o heterogenitate locală a câmpului magnetic atunci când sunt plasați într-un câmp magnetic principal și o diminuare a T2. De exemplu produsele superparamagnetice utilizate pe cale generală sunt specifice celulelor sistemului reticulo-endotelial. Le putem administra și per os de exemplu pentru diminuarea semnalului conținutului digestiv pentru ameliorarea reperajului structurilor digestive.

SPECTROSCOPIA ȘI IRM FUNCȚIONALĂ

Spectroscopia IRM permite analiza in vivo a structurilor tisulare orientând diagnosticul în cazul leziunilor cu aspect imagistic asemănător și implicit conduita terapeutică.

Semnalul obținut prin IRM funcțională oferă informații legate de hemodinamica cerebrală și oxigenarea sanguină. În plus prin detecția modificărilor subtile prin IRM funcțională putem construi o hartă a centrilor cerebrali. Aceasta construcție virtuală este importantă în leziunile cerebrale tumorale în care intervenția chirurgicală trebuie să îndepărteze țesutul patologic fără a leza centrul important cum sunt cei ai scrisului sau al vorbirii.

CONTRAINDICAȚIILE IRM

Contraindicațiile cele mai importante sunt legate de materialele cu susceptibilitate magnetică ale căror interacțiuni cu câmpul magnetic poate produce prin smulgere sau pierdere a funcționalității consecințe grave asupra sănătății pacientului. Acestea sunt pacemaker-urile cardiace, implantele cochleare, anumite proteze valvulare cardiace, stimulatoarele de creștere osoasă, clipurile sau coilurile pentru anevrismele arteriale și în general orice corp străin metalic introdus în organism. Orientarea modernă actuală a producătorilor de dispozitive medicale este aceea de a introduce materiale non-fero-magnetice, însă este de importanță vitală anamneza și chestionarea amănunțită a fiecărui pacient înaintea introducerii acestuia în câmp magnetic. În afara contraindicațiilor ferme și față de care nu trebuie să se facă nici un fel de excepție IRM prezintă și contraindicații relative la pacienții intens febrili cărora investigația poate să le crească și mai mult temperatura corpului, la pacienții necooperanți, la cei aflați în comă, la pacienții cu mișcări necontrolate, la claustrofobi precum și la femeile gravide în special în primul trimestru de sarcină.

PRINCIPALELE APLICAȚII CLINICE

CREIERUL

Cu excepția traumatismelor acute, la care tomografia computerizată evidențiază mai bine raporturile unor posibile fracturi cu parenchimul cerebral precum și a hemoragiilor intracerebrale, IRM prezintă indicații în toate afecțiunile cerebrale.

Leziunile vasculare de tipul ischemiilor sau infarctelor cerebrale pot fi puse în evidență în oricare etapă de constituire și beneficiază de algoritm modern de investigare în care se poate vizualiza starea sistemului arterial evidențiabilă prin angiografie RM în paralel cu starea parenchimului cerebral.

Leziunile hemoragice pot fi vizualizate de la debut, nelimitat în timp, semnalul sângelui modificându-se în timp ce se transforma din oxihemoglobină în deoxihemoglobină, methemoglobină, hemosiderină și feritină. În T1 doar methemoglobina prezintă hipersemnal, acest aspect particularizându-i semnalul. Prin informațiile suplimentare pe care le obținem IRM poate identifica sursa sângerării, malformațiile arterio-venoase rupte, hemoragiile intratumorale, leziunile neuronale difuze post-traumatice,

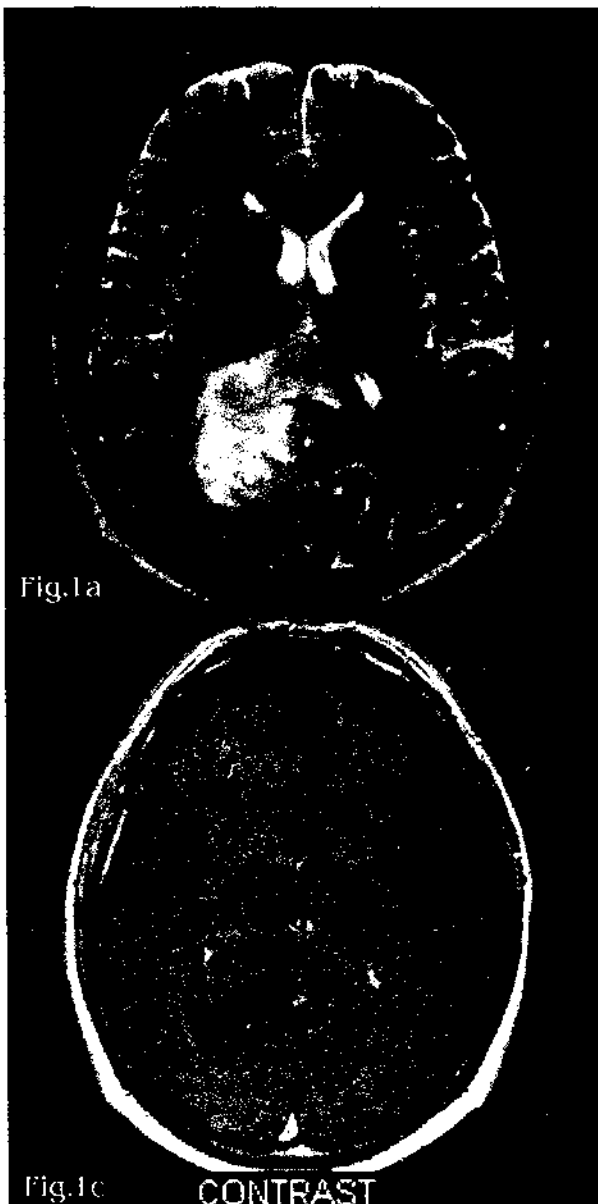


Fig.1a

Fig.1b

Fig.1

- a. Secțiune axială cerebrală ponderată T2. Se vizualizează prezența unei formațiuni tumorale cerebrale infiltrative.
- b. Secțiune în plan frontal. Secvență de tip FLAIR. Se evidențiază prezența formațiunii tumorale ce infiltrază corpul calos.
- c. Secțiune axială T1 post-contrast evidențiază aspectul hipointens neregulat neomogen și priza discretă de contrast a formațiunii tumorale.

transformările hemoragice în infarcte cerebrale. Prin secvențele specifice de tip ecou de gradient și susceptibilitatea magnetică crescută a acestor secvențe sângerările cerebrale pot fi identificate în orice stadiu.

Leziunile tumorale beneficiază de avantajul achizițiilor directe în orice plan, de specificitatea semnalului în anumite formațiuni tumorale, de complementaritatea angiografiei IRM ce oferă informații legate de raporturile vasculare arteriale sau venoase din vecinătate și atunci când este posibil de spectroscopie RM pentru detalierca componentelor biochimice a leziunii. În serviciile de neuroradiologie sub control IRM se pot realiza punctii biopsii tumorale pentru ghidarea conduitei terapeutice.

Leziunile infecțioase de tipul encefalitelor, abceselor cerebrale pot fi foarte eficient și eficient evidențiate și monitorizate.

Afecțiunile substanței albe cum este de exemplu scleroza multiplă beneficiază de evidențierea și aprecierea caracterului activ sau inactiv al leziunilor. În aceste cazuri IRM este indispensabilă pentru selectarea pacienților ce pot fi tratați cu interferon, iar în aceste cazuri în urmărirea evoluției leziunilor.

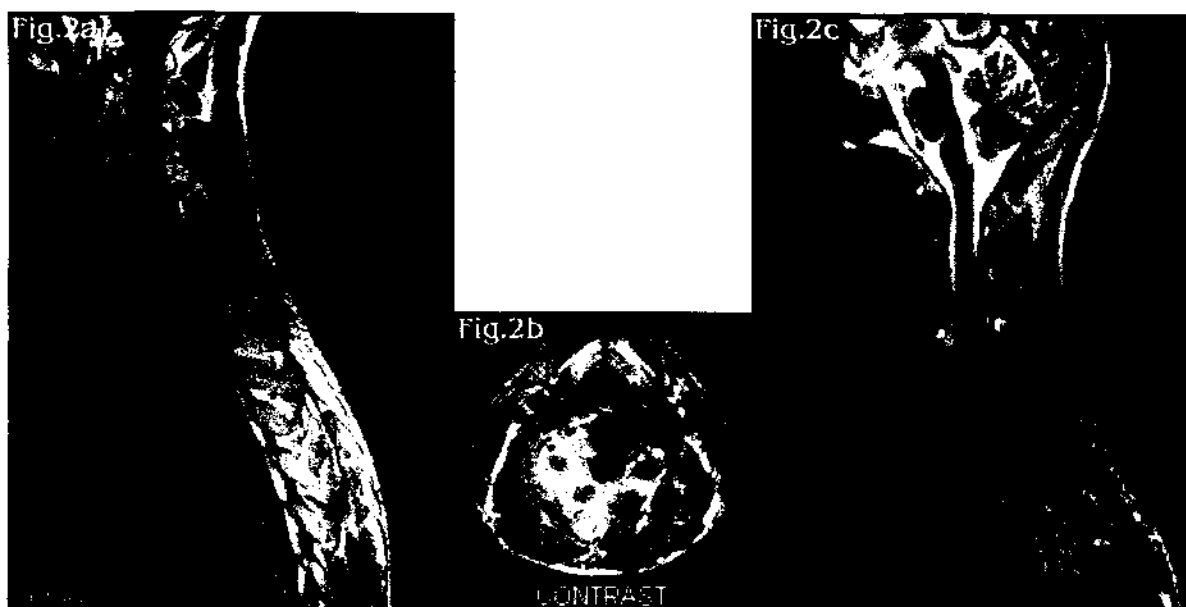


Fig.2

- Secțiune sagitală T1 post-contrast prin coloana vertebrală cervicală. Formațiune tumorală vertebrală malignă la C4.
- Secțiune axială T1 post-contrast la nivel C4. Se evidențiază extensia în părțile moi a tumorii cu caractere maligne.
- Secțiune sagitală T2 evidențiază semnalul hiperintens T2 al formațiunii tumorale.

Patologia selară și paraselară poate fi foarte bine evaluată prin IRM. De exemplu în cazul microadenomului hipofizar IRM cu secvențe dinamice și achiziția în planul frontal oblic al tijei pituitare este singura metodă imagistică eficientă cunoscută în prezent.

Malformațiile arteriovenoase și anevrismele sunt evaluate foarte eficient prin secvențele de angiografie RM cu și fără substanță de contrast paramagnetică.

Malformațiile cerebrale și gradul de mielinizare al creierului copilului pot fi evaluate corect doar prin IRM.

PATOLOGIA O.R.L.

După examenul clinic și în majoritatea cazurilor complementar examenului CT, IRM poate oferi informații mai detaliate legate de starea mucoaselor, apartenența leziunilor la un anumit compartiment și gradul de implicare vasculară al leziunilor. Acest aspect este deosebit de util în special în leziunile tumorale în care IRM poate aprecia semnele IRM de benignitate sau malignitate ale leziunilor. Examenul poate fi completat și cu angiografie IRM ce poate furniza informații suplimentare legate de raporturile vasculare.

COLOANA VERTEBRALĂ ȘI MĂDUVA

Afecțiunile degenerative ale coloanei vertebrale pot fi foarte eficient evaluate IRM. Secțiunile în plan sagital direct și transversal oblic în planul discal evaluează herniile, protruziile, debordurile discale și starea osului, a discului intervertebral și a sistemului vascular local.

Infecțiile de tipul spondilodiscitelor cu germeni specifici și nespecifiți, complicațiile locale post-operatorii pot fi evaluate și monitorizate IRM.

Tumorele osoase vertebrale primare și metastazele beneficiază de secvențe și de algoritmi de explorare specifici. În majoritatea cazurilor trebuie evaluate complementar cu ajutorul CT.



Fig.3

a. Secțiune sagitală T2 prin coloana vertebrală toracală. Se evidențiază prezența unei formațiuni tumorale medulare cu semnal neomogen T2, hiperintens în porțiunea cranială și intermediar caudal.

Tumorile vertebro-medulare pot fi evaluate din punct de vedere al specificității semnalului și al compartimentului din care provin și pot fi clasificate în: intrarahidiene, extradurale, intradurale și intramedulare. Tot IRM pot fi evaluate eficient tumorile altor compartimente în legătura cu diversele structuri intrarahidiene.

Malformațiile arteriovenoase intrarahidiene pot fi evaluate eficient IRM prin un sistem de angiografie RM, iar aspectul semnalului și repercusiunile asupra măduvei pot fi foarte bine explorate IRM.

Mielitele și bolile substanței albe cu leziuni medulare pot beneficia de explorare IRM ce stabilește extensia leziunilor și prin administrarea substanței de contrast caracterul activ sau inactiv al leziunilor.

SISTEMUL CARDIOVASCULAR

Datorită dezvoltării tehnicilor de corelare a scanării în timpul diastolei cardiace corelată cu apnee ce necesită colaborare deplină a pacientului IRM poate evalua în prezent aspectul morfologic și funcțional al cordului. Prin tehnicile de angiografie RM pot fi vizualizate eficient fluxul sanguin și starea peretelui vascular. Corelativ cu ecografia și sistemul de scanare CT ultrarapidă, de tip multislice IRM poate evalua complementar starea cordului și a marilor vase, foarte util în malformațiile cardiace, în tumorile cardiace primare sau în cele care invadează cordul. Angiografia RM evaluează foarte eficient stenozele arteriale, tumorile vasculare de tipul hemangioamelor, stenozele și disecțiile vasculare.

TORACELE ȘI MEDIASTINUL

Patologia tumorală sau infecțioasă a peretelui toracic, mediastinală sau pulmonară cu extensie către structurile vasculare sau nervoase de vecinătate poate beneficia de explorarea IRM ce prezintă avantajul realizării în același timp a secvențelor în plan frontal direct, a angiografiei RM și al diferențierii intertisulare nete.

ORGANELE ABDOMINALE ȘI PELVINE

IRM prezintă avantajul față de celelalte metode imagistice al realizării planurilor frontale sau oblice directe în vederea localizării mai exacte a unei leziuni înaintea intervenției chirurgicale și al secvențelor cu supresie de grăsime sau doar a structurilor cu conținut bogat în apă permițând vizualizarea sistemului biliar sau a căilor de excreție urinară.

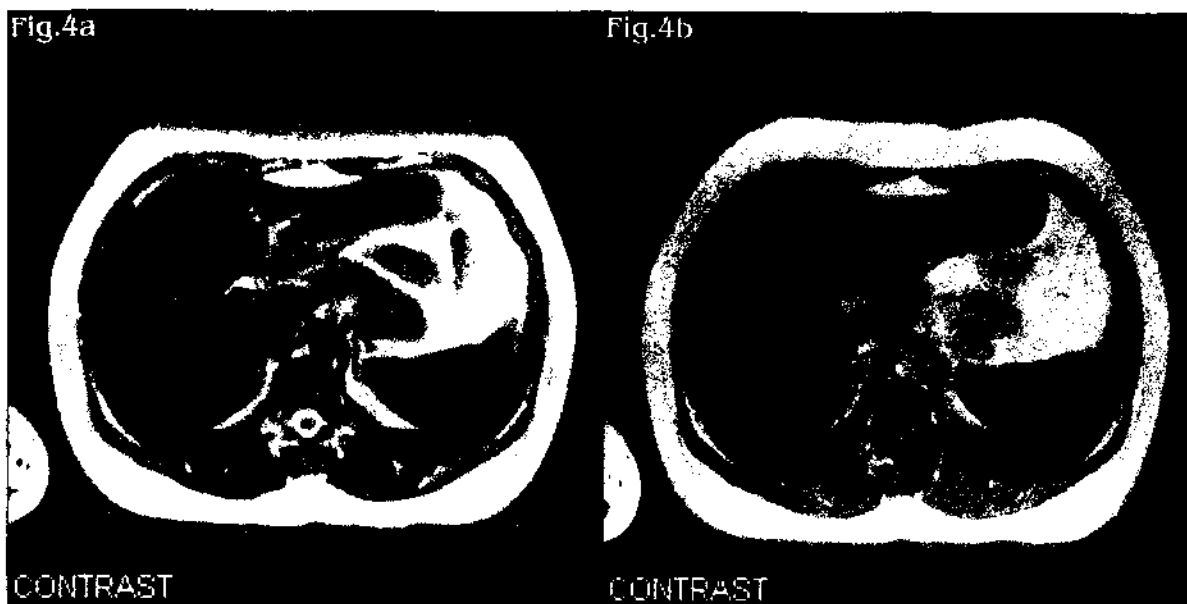


Fig.4

- a. Secțiune axială prin abdomen. Imagine ponderată T2. Se vizualizează prezența unei formațiuni tumorale cu hipersemnal T2 ce deplasează anterior vena suprahepatică medie.
b. Secțiune axială T1 post-contrast la același nivel.

Colangiopancreatografia prin RM a devenit o metodă de explorare intrată deja în algoritmul obișnuit de explorare a căilor biliare, secvențele cu secțiuni subțiri permițând evidențierea unor zone cu dimensiuni reduse și dificil de explorat prin alte metode.

În cirozele hepatice poate diferenția în special cu ajutorul substanțelor de contrast super-paramagnetice mai specific nodulii de regenerare de leziunile tumorale nodulare.

Urografia RM cu și fără substanță de contrast permite atât evaluarea morfologică cât și funcțională a sistemului urinar.

În patologia uterină IRM evaluează foarte exact dimensiunile și aspectul morfologic. Prin modificările de semnal și starea organelor învecinate precum și a sistemului limfatic (vizualizarea adenopatiilor) în cazul leziunilor tumorale, IRM poate evalua cu specificitate crescută elementele de benignitate sau malignitate ale unei tumori.

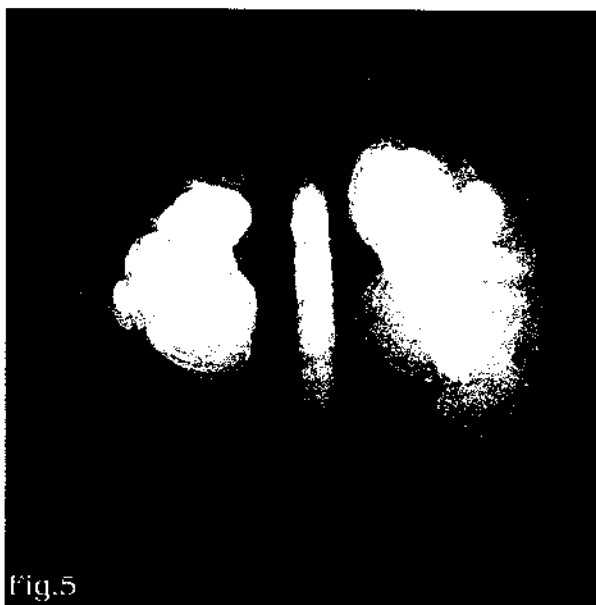


Fig.5

Imagine urografică RM.
Se evidențiază ureterohidronefroza bilaterală

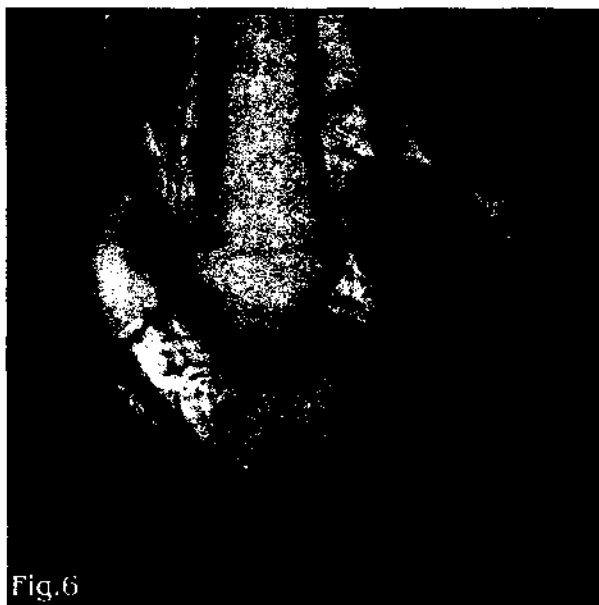


Fig.6

Secțiune sagitală prin genunchi.

Secvență ponderată T1, aspect normal

SISTEMUL MUSCULOSCHELETAL

Leziunile traumatiche ale părților moi, sistemului ligamentar, tendoanelor și mușchilor pot fi în prezent cel mai bine vizualizate și monitorizate imagistic prin IRM.

Articulațiile complexe cum sunt cele ale genunchiului, gleznei, umărului, cotului mâinii sau articulația temporomandibulară beneficiază de explorarea IRM prin evidențierea sistemului ligamentar, a cartilajului de acoperire, a meniscurilor interarticulare, a structurilor osoase din vecinătate. Lichidul intraarticular poate fi foarte bine pus în evidență în secvențele T2, (secvențe cu rol artrografic) și este indicatorul stării de sănătate a articulației. Hemoragiile difuze intramusculare sau hematoamele localizate intramusculare pot fi eficient evidențiate, iar avantajul metodei constă și în vizualizarea sistemului vascular și a structurilor nervoase din vecinătate.

IRM evidențiază gradul leziunilor meniscale și repercusiunile acestora asupra întregului sistem articular.

Tumorele musculoscheletale și articulare pot fi evidențiate în stadiu precoce, iar IRM criteriile de benignitate sau malignitate au specificitate crescută.

Osteonecroza aseptică poate fi evidențiată în stadiu precoce, aspect deosebit de important întrucât în prezent tratamentul în primele stadii are eficiență crescută.

CONCLUZII

Viitorul apropiat oferă prin îmbunătățirea softurilor calculatoarelor performanțe din ce în ce mai spectaculoase atât în CT cât și IRM.

În prezent avantajele IRM față de CT sunt absența radiațiilor ionizante, posibilitatea obținerii de imagini multiplanare, detalii anatomice mai complexe, sensibilitate mai mare în detecția alterărilor tisulare patologice (de exemplu edemul cerebral, infiltrația măduvei osoase), capacitatea de a caracteriza țesuturi în funcție de semnalul în anumite tipuri de secvențe, precum și contrast intertisular mai crescut.

CT este superioară IRM în evaluarea calcificărilor anormale de exemplu din sistemul musculoscheletal. Această superioritate este dată de absența semnalului structurilor calcificate în IRM și vizualizarea corticalelor osoase și a osului trabecular în foarte bune condiții în cazul CT.

CT este metoda de elecție pentru evaluarea patologiei toracelui, abdomenului și organelor pelvine, IRM având în aceste cazuri valoare complementară și ajutând la

elucidarea problemelor de diagnostic. CT este mai ieftină decât IRM, iar durata de examinare în cazul CT este de câteva minute, în timp ce un examen complet IRM poate dura și 60 de minute.

Progresele IRM au contribuit la evoluția majorității specialităților medicale, astfel încât există în prezent afecțiuni ce nu pot fi diagnosticate sau nu pot fi tratate decât după un examen IRM. IRM trebuie văzută însă ca o verigă în algoritmul diagnostic, valoarea ei nu trebuie absolutizată, iar indicațiile și limitele ei trebuie cunoscute de către fiecare medic în domeniul specialității sale.

CAPITOLUL III

RADIOIMAGISTICA TORACELUI

S.A. Georgescu, M. Grasu

I. ANATOMIA RADIOLOGICĂ A TORACELUI

Pe radiografia toracică se vizualizează cușca toracică, plămânul, mediastinul și cordul. Plămânul apare ca o plajă de densitate gazoasă constituită de aerul conținut în elementele aerate ale sale, (alveole și bronșii) și pe care apare suprapusă prin supraimpresie o rețea de opacități hidrice, reprezentând interstițiul și vasele arteriale pulmonare. Între cei doi plămâni, în poziție mediană, se vede mediastinul format tot din elemente anatomice de densitate hidrică. Cordul și pericardul sunt considerate și se descriu ca o entitate anatomică separată, deoarece modificările pe care le pot dezvolta urmează legi diferite de restul structurilor mediastinale. Totul este conținut de cușca toracică, o structură mixtă osoasă și de țesuturi moi.

În tot acest complex de structuri există structuri vizibile și structuri invizibile. Noțiunea de invizibil se definește prin imposibilitatea de departajare a unor structuri de densități asemănătoare situate în raport de contiguitate din cauza sumăției de planuri sau a slabei rezoluții de densitate care caracterizează explorarea radiologică convențională.

Tehnicile mai noi de explorare a toracelui, în special cele densimetrice și dintre ele în special computertomografia au ameliorat rezultatele explorării prin eliminarea sumăției și analiza densimetrică obiectivă a structurilor. Au dispărut în acest fel confuziile și incertitudinile asupra a cinci structuri caracterizabile computertomografic de o manieră indubitabilă și anume: aerul, fluidele necirculante, calciul, grăsimea și sângele circulant.

A. CUTIA TORACICĂ

Este constituită din piese scheletice și structuri moi din care se pot vizualiza o serie de mușchi, glanda mamară și depozitele de grăsime.

1. SCHELETUL TORACIC

Este format din coloana vertebrală toracală, sternul și coastele. Se mai văd pe radiografie oasele centurii scapulare: claviculele, scapulele și epifizele proximale ale humerusurilor.

Coloana vertebrală toracală se poate vedea pe *radiografia de față* în funcție de regimul utilizat pentru efectuarea radiografiei. Astfel, un regim normal nu permite decât vizualizarea primilor trei sau patru corpi vertebrali. Cu cât radiografia este mai dură

cu atât se pot vedea mai mulți corpi vertebrali chiar cei toracali inferiori, până la diafragm. Incidența postero-anterioară este limitată ca posibilități de analiză a corpurilor vertebrali.

Se văd bine:

- corpul vertebral și procesul spinos în incidența ortogradă.

Se văd parțial:

- procesele transverse care sunt parțial acoperite de capul coastelor cu care se articulează
- pediculii în incidența ortogradă, sumați cu corpul și numai pe vertebrele din centrul radiografiei unde raza centrală cade paralel cu ei
- spațiul intervertebral cu cele două platouri limitrofe tot numai pe acele vertebre care nu au poziția modificată prin cifoza fiziologică adică acele platouri care au suprafața paralelă cu raza incidentă centrală.

Pe *radiografia de profil* se văd bine:

- corpul vertebral cu spațiile intervertebrale
- procesul spinos în incidența longitudinală
- pediculii vertebrali

Se văd parțial:

- găurile de conjugare, cele de partea de care s-a efectuat radiografia și numai cele a căror circumferință cade perfect perpendicular pe raza centrală. Găurile de partea opusă se proiectează concentric și numai pe vertebrele din centrul radiografiei
- procesele transverse - nu pot fi separate de capetele coastelor

Sternul nu se vede pe *radiografia de față* deoarece este înglobat în opacitatea mediastinală. Punerca lui în evidență este posibilă numai într-o incidență ușor oblică, în care prin rotație sternul se deplasează dincolo de marginea mediastinului. Examenul computertomografic permite explorarea axială și implicit vizualizarea ambelor fețe ale sternului.

Pe *radiografia de profil* sternul se vede în incidența de profil putându-i-se analiza forma, curburile și structura pe segmente.

Coastele constituie conturul extern al toracelui. Sunt apreciate totdeauna comparativ pe cele două hemitorace. Pe *radiografia de față* se descriu:

- numărul: poate prezenta variații care afectează în principal coastele extreme. Existența de coaste suplimentare, dintre care cea mai cunoscută este coasta cervicală, este varianta cea mai curentă. Coaste în minus sau rudimentare s-au descris în special la nivelul vertebrelor T₁₁-T₁₂.
- dimensiunile: nu există o standardizare a lățimii coastelor, dar se consideră că lățimea lor nu trebuie să depășească lățimea porțiunii mediane a corpului claviculei. Arcurile anterioare sunt mai late decât cele posterioare. Lățimea arcurilor este diferită în funcție de incidența radiografiei de față (postero-anterioară sau antero-posterioară).
- orientarea: arcurile posterioare sunt orizontale sau ușor oblice înspre lateral și caudal. Arcurile anterioare sunt mult mai oblice decât cele posterioare, oblicitatea lor fiind orientată caudal și medial. Calcificările de la nivelul cartilajelor costale urmează direcția coastei respective, cu excepția celor de la nivelul coastelor 9-11 care sunt orientate cranial și medial.
- structura: coasta este un os spongios cu corticala subțire dar bine vizibilă. Nu se deosebește cu nimic de structura altor oase spongioase, late.
- conturul: trebuie să fie net și regulat.
- spațiile intercostale: sunt egale și simetrice.

Radiografia de profil nu aduce nimic semnificativ în plus la analiza morfologică a coastelor. Poate face precizări utile asupra conexiunii sterno-costale variabilă în funcție de poziția în plan sagital a sternului.

Claviculele se proiectează suprapuse apexurilor pulmonare. Proiecția articulațiilor sterno-costale trebuie să fie echidistantă față de proiecția liniei care unește apofizele spinose.

Scapulele apar și ele în mod inevitabil pe radiografia de față deși poziționarea standard în incidența postero-anterioară urmărește tocmai eliminarea lor din câmpul pulmonar.

2. PĂRȚILE MOI PARIETALE TORACICE

Sunt reprezentate de mușchi, grăsimea subcutanată și glanda mamară. Se suprapun prin sumă transparentei câmpurilor pulmonare materializându-se sub formă de opacități. Fiind dispuse simetric se apreciază comparativ între un hemitorace și altul. Variațiile individuale provin din gradul de dezvoltare al musculaturii toracice și din gradul de dezvoltare a paniculului adipos. Calcificările mamelonare au o incidență mică, apar de regulă la femei după cincizeci de ani și sunt simetrice.

B. PULMONUL

Este constituit din căi aeriene, structuri destinate schimburilor respiratorii și țesut de susținere.

1. TRAHEEA ȘI BRONȘIILE PRIMITIVE

Sunt vizibile prin subtracție, sub forma de transparente în masa opacităților hidrice de la nivelul mediastinului sau hilurilor.

Pe *radiografia de față* traheea este situată median, coboară rectiliniu și ușor deviat spre dreapta, are forma unei benzi cu marginile paralele, de lățime egală pe toată lungimea. Poate prezenta două amprente marginale:

- amprenta aortică pe marginea stângă, imediat cranial de bifurcație
- amprenta azygos pe marginea dreaptă, perfect simetric cu precedenta

Bifurcația traheei se proiectează la nivelul vertebrelor T₄-T₅. Unghiul dintre cele două bronșii primitive este, la nivelul bifurcației de 40°-70°.

Bronșia primitivă stângă este mai lungă, mai orizontală și mai posterioară decât dreapta.

Crosa venei azygos se proiectează paramediastinal drept inferior, sub forma unei opacități nodulare, care se modifică în decubit sau în expir (se mărește).

Pe *radiografia de profil* imaginea traheei este asemănătoare cu cea de față, iar orientarea este caudală și dorsală începând de la apertura toracică superioară. Bronșia primitivă dreaptă pare să continue traheea. Bronșia primitivă stângă, care are un traiect mai orizontal, apare ca o imagine rotund-ovoidală suprapusă porțiunii inițiale a bronșiei primitive drepte depășind-o posterior.

2. SCIZURILE ȘI SEGMENTAȚIA PULMONARĂ

Pulmonul este acoperit în întregime, cu excepția regiunilor hilare, de pleura viscerală. Aceasta generează septuri, constituite din două foițe, care pătrund între lobii pulmonari formând scizurile, închise în extremitatea lor medială în fund de sac și comunicând în extremitatea opusă cu marea cavitate pleurală.

De **partea dreaptă** există trei lobi împărțiți în zece segmente. Lobul superior cuprinde trei segmente, cel mijlociu două, iar cel inferior cinci. Scizura oblică sau scizura

mare separă lobul inferior de ceilalți doi. Ea este orientată dinspre cranial spre caudal și dinspre dorsal spre ventral. Scizura orizontală sau scizura mică separă lobul mijlociu de cel superior. Ea este orizontală, paralelă cu planul diafragmului și se racordează cu scizura oblică la nivelul hilului pulmonar.

De **partea stângă** există numai doi lobi: superior și inferior, cu numai nouă segmente. Lobul superior înglobează sub denumirea de lingula, lobul mijlociu. Din lobul inferior lipsește frecvent segmentul paracardiac. Cei doi lobi de partea stângă sunt separați între ei de o unică scizură, simetrică scizurii oblice (mari) de pe partea dreaptă.

Scizurile, indiferent pe ce parte, sunt vizibile pe radiografie sub forma unor benzi fine numai atunci când razele sunt paralele cu suprafața lor. Această condiție nu se realizează decât pe radiografia de profil. Scizura orizontală este vizibilă și pe radiografia de față. Ambele scizuri, indiferent de incidență, sunt conectate cu hilul pulmonului de partea respectivă, iar de partea dreaptă ambele scizuri se conectează și între ele la același nivel. Posibilitatea de a le vedea pe radiografie este un test al expansiunii normale a lobilor pe care îi separa.

Arborele bronșic se divide după criterii topografice în bronșii din ce în ce mai mici, care deservesc unitățile structurale ale plămânului. Bronșiile de gradul doi sunt bronșiile lobare, iar cele de gradul trei deservesc segmentele. Proiecția radiologică a fiecărui segment este caracteristică, dar nu poate fi stabilită corect decât prin apreciere în dubla proiecție, de față și de profil.

3. VASELE PULMONARE

Trunchiul arterei pulmonare nu este vizibil decât în segmentul său cel mai cranial, a cărui margine externă formează arcul mijlociu stâng al cordului. El se divide în două ramuri: - *ramura dreaptă* este orizontală sau ușor oblică înspre caudal, este situată în întregime în mediastin și se divide înainte de a atinge hilul într-o ramură superioară și una inferioară. - *ramura stângă* este mai scurtă, are un traiect ușor ascendent și orientat spre caudal.

Hilul pulmonar stâng este aproape totdeauna situat mai cranial decât cel drept.

Rapoartele reciproce ale ramurilor hilare ale arterei pulmonare cu bronșiile primitive sunt diferite în cele două hiluri:

- în *hilul drept* artera este situată ventral de bronșia cu care merge paralel
- în *hilul stâng* artera ocolește bronșia dinspre ventral spre dorsal. După ce intersectează bronșia prin cranial, artera coboară dorsal de bronșie și se divide.

Arterele pulmonare se divid în fiecare pulmon urmând exact diviziunea bronșică. Capilarele alveolare se ramifică în septurile interalveolare și se reunesc pentru a forma o rețea de capilare venoase cantonate în septurile interlobulare la distanță de arterele corespunzătoare. Pe măsură ce confluează unele cu altele, venele ajung să formeze patru trunchiuri venoase care se varsă în atriul stâng.

La subiectul în ortostatism presiunea în vasele pulmonare este mai mare la baze decât la vârfuri ca rezultat al greutatei coloanei de sânge, efect al gravitației. Această diferență explică de ce vascularizația este mai bogată la baze decât la vârfuri.

Circulația nutritivă a plămânului este asigurată de arterele bronșice, ramuri din sistemul aortic. Ele sunt de calibru mult mai mic, urmează tot traiectul ramificațiilor bronșice, dar nu sunt identificabile radiologic. Cele două sisteme sunt complet independente, anastomoze între ele neexistând decât la nivel de capilare și la nivel de arteriole precapilare.

Circulația limfatică este asigurată de o rețea care urmează traiectul venelor și face prima stație ganglionară la nivelul hilurilor.

Pe filmul radiografic, circulația intrapulmonară este vizibilă în trei sectoare distincte desfășurate pe orizontală:

- un sector hilar, care cuprinde hilurile și ramificațiile primare din hiluri. În acest sector se includ arterele mari și venele colectoare lobare.
- un sector central situat concentric în jurul hilurilor, până la o distanță de maximum 2-2.5 cm. de peretele toracic și care cuprinde ramificațiile arteriale de ordinul trei și mai mult până la nivel de arteriolă. Acest sector conține așa zisul "desen pulmonar" format din benzi opace, distribuite radiar dinspre hiluri spre periferie, de grosime progresiv descrescătoare spre peretele toracic, divizate dicotomic, reprezentând arterele. Venele au traiect variabil orientat mai orizontal și nu pot fi identificate radiografic.
- un sector periferic sau "mantaua pulmonară", care corespunde segmentului capilar. Ca efect al dimensiunilor foarte mici, capilarele pulmonare nu sunt identificabile pe radiografie, ca de altfel și structurile conjunctive care le conțin. În aceste condiții și în lipsa sumăției altor elemente structurale mai mari, pulmonul periferic pe o distanță de cca. 2-2.5 cm. de la perete este complet lipsit de structură, inclusiv de desen vascular.

4. PARENCHIMUL PULMONAR

Cea mai mare parte a parenchimului pulmonar este ocupat de aer. Restul este constituit din interstițiul pulmonar care este conjunctivo-vascular, adică format din pereții bronșiilor intrapulmonare, din artere, vene, limfatice și septuri interalveolare. Toate aceste componente sunt unite între ele de un conjunctiv și susțin alveolele.

Lobulul pulmonar secundar este unitatea structurală și funcțională de bază a plămânului. Subsegmentele, segmentele și lobii trebuiesc considerate agregate de lobuli pulmonari secundari.

Lobulul secundar are un diametru de 0,3-3 cm. la adult. Sunt în medie cinci mii de lobuli secundari pentru cei doi plămâni. Fiecare lobul este conectat la arborele traheo-bronșic în particular la bronșiile terminale. El mai include în economia lui arteriola situată central cu patul capilar aferent. Venulele și limfaticele sunt situate la periferia lobulului în conjunctivul perilobular.

Arborele traheo-bronșic se divide după sistemul dicotomic. Fiecare bronșie dă naștere la două bronșii cu diametru egal a căror suprafață de secțiune sumată este de regulă cu cca. 20% mai mare decât a bronșiei sușă. Regula enunțată nu mai este strict valabilă la nivelul bronșiolelor terminale, unde se pot naște și 2-3 ramuri dintr-o bronșie inițială. Diferența structurală între bronșii și bronșiole se face prin aceea că primele conțin în structura lor cartilajiu, în timp ce bronșiolele nu-l mai au.

Într-un mod mai sintetic, asociind structuralul și funcționalul împărțirea structurilor pulmonare se mai poate face în structuri de transport și structuri de schimburi și transport. Cea mai mică structură cu funcție eminentă de conducere este bronșiola terminală. Teritoriul deservit de o bronșiolă terminală se numește acin sau lobul pulmonar primar. Acesta are un diametru de aproximativ 5 mm., iar trei până la șase acini formează un lobul secundar. Schimburile respiratorii încep la nivelul bronșiolei respiratorii, numită astfel deoarece alveolele pot fi conectate direct la ea.

Dincolo de bronșiola respiratorie se găsesc în ordine: canalele alveolare, sacii alveolari și alveolele. Alveolele nu sunt structuri terminale în sensul propriu al cuvântului, căci alveolele provenind din saci alveolari diferiți comunică între ele prin porii Kohn. Alveolele mai pot comunica prin intermediul canalelor Lambert cu bronșiolele preterminale. În acest fel aerul poate pătrunde în alveole shuntând bronșiolele respiratorii și canalele alveolare. Aceste căi de shunt explică o serie de mecanisme particulare de apariție și repartitie a atelectaziilor, inflamațiilor alveolare, a pneumoconiozelor și a emfizemului.

Alveolele sunt mărginite de un endoteliu care este în contact direct cu peretele capilarelor pulmonare realizând membrana alveolo-capilară prin care se asigură

schimburile respiratorii. Suprafața internă a alveolelor este acoperită de un fluid tensioactiv numit surfactant care menține alveola necolabată și pulmonul expansionat.

Septul interalveolar este acoperit pe cele două fețe ale sale de epiteliul alveolar constituit din două tipuri de celule: pneumocitele membranoase (tip I) și pneumocite granuloase (tip II) unite între ele prin legături etanșe. Pneumocitele granuloase se intercalează printre cele membranoase dispuse sub forma de dale și conțin incluzii citoplasmice formate din surfactant.

5. DIAFRAGMUL

Este o structură musculo-aponevrotică ce separă cavitatea toracică de cavitatea abdominală. Proiecția radiologică a fiecărui diafragm în parte este reprezentată de o cupolă convexă înspre cranial și care se racordează cu peretele toracic într-un unghi ascuțit lateral. Ca urmare a acestui tip de configurație, langheta de plămân din fundul de sac posterior se proiectează pe radiografia de față sub nivelul de proiecție al conturului cupolei. Acest segment de plămân este ecranat de viscerele abdominale, în special de partea dreaptă de către ficat, iar desenul pulmonar se poate vedea numai prin transparența abdominală obținută prin utilizarea de raze dure.

Diafragmele sunt mobile. În inspir profund cupola diafragmatică dreaptă coboară până la nivelul arcului anterior al coastei a șasea, sau a arcului posterior al coastei a noua.

Pe radiografia de profil cupola diafragmatică stângă, spre deosebire de cea dreaptă, are treimea anterioară a conturului ștersă prin siluetaj cu masa cordului.

6. MEDIASTINUL

Este reprezentat din punct de vedere anatomic de o masă de țesut celulo-grăsos încadrat lateral de cei doi plămâni, de stern anterior, de coloana vertebrală posterior și de diafragm caudal. Mediastinul se continuă liber spre cranial cu spațiul cervical, iar spre caudal se continuă cu spațiul retoperitoneal via spațiul retrocruial și cu spațiul peritoneal prin hiatusurile anatomice. În această masă de țesut de „împachetare” sunt conținute formațiuni anatomice cu structuri diferite. Rezoluția de densitate a radiografiei standard nu permite analiza intrinsecă a mediastinului, adică nu permite diferențierea acestor structuri între ele. Mediastinul apare pe radiografia de față ca o opacitate triunghiulară cu baza pe diafragm și vârful cranial, cu margini nete și conținut relativ omogen. Dintre formațiunile anatomice conținute de mediastin, singure traheea și bronșiile primitive sunt spontan vizibile prin subtracție de densități.

Contururile mediastinale reprezintă interfața dintre masa mediastinală mediană și pulmonii acriți. Contrastul solid/aer face ca aceste contururi să fie foarte bine vizibile. Marginile umbrei mediastinale sunt date de formațiuni vasculare și sunt standardizate atât pe radiografia de față cât și pe cea de profil.

Marginea dreaptă este formată din trei arcuri:

- arcul superior: scurt, de ordinul a 1-2 cm., rectiliniu, situat imediat caudal de proiecția claviculei, perpendicular pe conturul inferior al acesteia. Este dat de trunchiul brahiocefalic venos drept.
- arcul mijlociu: alungit, cu curbura variabilă cu vârsta (mai bombat la adultul de vârsta a două), aproximativ paralel cu marginea dreaptă a corpurilor vertebrale. Este dat de vena cavă superioară. Aceasta este în raport intim medial și anterior cu aorta ascendentă. Modificările aortei sunt cele care prin împingerea venei cave determină bombarea arcului cu vârsta.
- arcul inferior: este proiectat supradiafragmatic, orientat în continuarea precedentului.

dar înclinat spre lateral și rotunjit spre interior imediat supradiafragmatic unde se racordează cu diafragma în unghi ascuțit. Este dat de atriul drept.

Marginea stângă este mai înclinată dinspre medial spre lateral și constituită din patru arcuri date în ordine dinspre cranial spre caudal de către:

- arcul superior: perfect simetric atât ca formă cât și ca lungime și poziție cu cel de partea dreaptă. Este proiecția porțiunii ascendente a arterei subclavii stângi.
- butonul aortic: este un arc scurt, cu curbura accentuată, care apare la vârsta școlară și crește ca dimensiuni progresiv cu vârsta. Este dat de proiecția ortogradă a marginii externe a porțiunii orizontale a crosii aortice.
- arcul mijlociu : reprezintă porțiunea de sub butonul aortic până la arcul apexului cardiac. Este un arc cu curbura mică, oblic spre lateral și reprezintă proiecția porțiunii finale a marginii laterale a trunchiului arterei pulmonare.
- arcul inferior: numit și arcul ventricular, începe la nivelul incizurii care delimitează de obicei inferior arcul arterei pulmonare, coboară lateralizându-se, iar în segmentul supradiafragmatic se reîncurbează spre medial făcând cu diafragma un unghi ascuțit, unghiul cardio-frenic lateral stâng Este dat de proiecția peretelui lateral al ventriculului stâng, dar înglobează în economia sa și ventriculul drept care se sumează celui stâng, fiind situat anterior.

Imaginea de profil. Mediastinul se întinde de la stern până la coloana vertebrală și nu poate fi delimitat nici anterior nici posterior. În schimb în interiorul lui se pot individualiza spontan unele structuri (traheea, cordul, marile vase, timusul la copil) și cu substanța de contrast per os esofagul.

Conținutul mediastinal se poate aprecia în incidența axială prin explorare computertomografică. Formațiunile mediastinale lumenale pot fi vizualizate prin bronhografie, angiografie sau examenul cu esofag baritat, efectuându-se umplerea lor cu substanțe de contrast specifice. Examenul radiologic convențional cu raze dure permite punerea în evidență a liniilor mediastinale. Acestea reprezintă proiecția în plan frontal a unor interfețe la nivelul cărora parenchimul pulmonar vine în contact cu anumite formațiuni anatomice mediastinale situate în planuri diferite în sens dorso-ventral. Cele mai bine individualizate linii mediastinale sunt:

- mediane:
 - linia paramediastinală anterioară situată dorsal de manubriul sternal la locul de acolare a celor două langhete anterioare ale plămânilor. Nu depășește cranial marginea superioară a manubriului.
 - linia paramediastinală posterioară se formează la locul de acolare a langhetelor pulmonare posterioare, prevertebral. Se întinde cranial de marginea superioară a manubriului.
- de partea dreaptă:
 - linia paravertebrală
 - linia paraesofagiană care are o formă sinuoasă, întinzându-se de la marginea bronșiei primitive până la diafragm
 - liniile paravenoase se formează în jurul formațiunilor venoase de sus în jos: vena cavă superioară, vena azygos, vena cavă inferioară.
- de partea stângă:
 - linia paravertebrală stângă
 - linia paraaortică marchează marginea posterioară a crosii și marginea externă a aortei descendente.

De notat că toate aceste linii nu sunt totdeauna vizibile și că necesită în mod obligatoriu o radiografie cu regim adecvat și un examinator avizat.

Anatomia radiologică a mediastinului a devenit mult mai clară odată cu posibilitatea de a o studia în secțiuni reconstruite pe viu. În acest moment se pot realiza atât secțiuni axiale prin computertomografie cât și secțiuni directe în plan frontal sau sagital prin rezonanță magnetică. Secțiunile directe în plan axial realizate prin computertomografie beneficiază și de avantajul vizualizării concomitente a tuturor structurilor mediastinale indiferent densitatea lor.

Studiul anatomic axial al toracelui se realizează prin nouă secțiuni anatomice standard, dinspre cranial spre caudal:

- **secțiunea prin articulațiile sterno-claviculare:** este caracterizată prin existența la acest nivel a vaselor supraaortice în incidență ortogradă. Ele sunt în număr de cinci: trei arteriale, dinspre dreapta spre stânga: trunchiul brahiocefalic arterial, artera carotidă comună stângă și subclavia stângă și două venoase: cele două trunchiuri brahiocefalice venoase drept și stâng. Manubriul sternal prezintă pe fața sa posterioară articulațiile sternoclaviculare iar între fața sa posterioară și vasele specificate se formează extremitatea cranială a spațiului prevascular.
- **secțiunea prin trunchiul brahio-cefalic venos stâng:** este caracterizată de prezența în desfășurare longitudinală a porțiunii orizontale trunchiului brahio-cefalic venos stâng, interceptat în porțiunea care traversează mediastinul de la locul său de formare spre locul de unire cu trunchiul drept. Emergențele arteriale din crosă sunt situate posterior de el, iar anterior se află spațiul prevascular, în mod particular extremitatea superioară a lojei timice în care se află polul superior al glandei.
- **secțiunea prin crosa aortei:** se caracterizează prin prezența crossei orizontale de forma unei benzi groase, rotunjite la cele două extremități, oblică dinspre anterior spre posterior și dinspre dreapta spre stânga. Lateral spre dreapta și dorsal față de aorta ascendentă se proiectează vena cava superioară. Aortele mai derulate sunt mai lungi și pot depăși spre dreapta proiecția venei cave. Pe fața posterioară a venei cave superioare se poate vedea locul de vărsare al venei azygos. Anterior de porțiunea ascendentă a crossei continuă spațiul prevascular. Spațiul Baretty este delimitat de vena cavă lateral, aorta medial și ventral, traheea medial și dorsal.
- **secțiunea prin fereastra aorto-pulmonară:** este o secțiune suprahilară pulmonară. Din fereastra aorto-pulmonară se vede peretele ventral constituit de peretele posterior al aortei ascendente, peretele medial dat de trahee și cel lateral dat de pulmon prin intermediul pleurei. În mod particular în fereastra aorto-pulmonară se pot pune în evidență ganglioni limfatici vizibili în număr de până la maxim nouă și cu dimensiuni de până la maximum un centimetru.
- **secțiunea prin hilul pulmonar stâng:** primul dintre hiluri care se întâlnește în coborâre dinspre cranial spre caudal. Secțiunea se situează imediat caudal de bifurcația traheei și se caracterizează prin existența bronșiei primitive stângi și a ramului stâng al arterei pulmonare. Cele două nu pot fi interceptate concomitent în incidența longitudinală deoarece porțiunile lor orizontale nu sunt situate în același plan axial. Artera încrucișează bronșia prin cranial după care coboară în contact cu conturul posterior al bronșiei primitive. În spațiul dintre cele două bronșii se situează spațiul subcarinal cu grupul ganglionilor carinali.
- **secțiunea prin hilul pulmonar drept:** dezvăluie alte rapoarte bronșie / arteră decât cele din hilul stâng. Artera merge paralel cu bronșia, artera ventral și bronșia dorsal. Artera pulmonară dreaptă continuă direct traiectul trunchiului arterei pulmonare și se îndreaptă dinspre ventral spre dorsal și dinspre stânga spre dreapta.
- **secțiunea cardiacă cranială sau secțiunea atrială:** interceptează cele două atrii, cel stâng situat posterior, iar cel drept anterior și spre dreapta față de precedentul.
- **secțiunea cardiacă caudală sau secțiunea ventriculară:** poate pune în evidență

ventriculul stâng, voluminos, situat la stânga și anterior și pe cel drept situat la dreapta și anterior de precedentul. Pericardul mărginit de două straturi de grăsime se poate urmări pe tot conturul ventral și lateral. Pericardul posterior nu se poate izola din cauza contactului intim al cordului cu structurile retrocardiace.

Ca o notă generală pentru secțiunile cardiace este de notat că secțiunile computertomografice nu sunt fiabile din cauza artefactelor de mișcare ale cordului.

– **secțiunea prin spațiile retrocrurale:** constituie partea cea mai caudală a toracelui. În spațiile retrocrurale se pot pune în evidență numai în situații speciale formațiunile anatomice care trec pe aici. Dintre toate, cel mai adesea se pot vedea vena azygos și 1-2 ganglioni limfatici de dimensiuni subcentimetrice. Pe la acest nivel se poate face comunicarea directă dintre mediastin și spațiul retroperitoneal.

7. CORDUL

Are forma unui ovoid tăiat a cărui poziție intratoracică se raportează la două axe principale: axul median al toracelui și axul bază/apex al cordului, un ax care este perpendicular pe bază și atinge centrul apexului.

Față de planurile standardizate cordul are o înclinație multiplă de câte 45° față de fiecare dintre ele.

Explorarea radiologică a cordului implică rotația lui în jurul axelor descrise. Rotația permite departajarea structurilor cardiace între ele prin efectul de paralaxă. Rotația în jurul axelor recunoaște și un centru de rotație reprezentat de valva aortică.

În explorarea radiologică standard a cordului trebuie plecat de la două principii de bază:

- imaginea radiologică a cordului este expresia proiecției conturilor externe ale organului
- orientarea spațială a cavităților este diferită de cea acceptată clasic drept cord drept sau stâng. Cavitățile cardiace drepte sunt anterioare, iar cele stângi sunt posterioare.

De aici derivă limitele examenului radiologic standard care se limitează la aprecieri asupra dimensiunilor exterioare ale cavităților, fără a putea aduce date concludente asupra structurii intrinseci.

Din punct de vedere tehnic radiografia toracică de față cu raze dure și radiografia de profil stâng cu esofag baritat sunt suficiente pentru evidențierea tuturor cavităților, precum și a marilor vase.

ATRIUL STÂNG

Este o cavitate voluminoasă de formă aproximativ sferică proiectată în centrul opacității cardiace și considerată cea mai cranială și cea mai dorsală dintre cavități. În mod normal nu se vede pe radiografia de față. Posterior atriu stâng este în raport nemijlocit cu esofagul. Raportul dintre atriu stâng și esofag este un raport de contiguitate, primul fiind tangent la cel de al doilea căruia nu îi modifică cu nimic traiectul, calibrul sau conturul. Prin transparența cordului se poate vedea că atriu stâng are rapoarte craniale cu bifurcația traheei. Caudal atriu stâng nu atinge niciodată diafragma.

VENTRICULUL STÂNG

Formează apexul cardiac. Se proiectează pe radiografia de față sub forma arcului inferior stâng. Acesta ține de la incizura de separare a arcului arterei pulmonare până la diafragm. Conectarea arcului ventricular stâng cu diafragma se face printr-un unghi ascuțit, reprezentând unghiul cardio-frenic stâng. Acest unghi poate fi uneori amputat printr-o bandă de intensitate intermediară între intensitatea opacității cordului și cea a transparenței pulmonului și care reprezintă proiecția fundului de sac lateral al pericardului

Pe radiografia de profil ventriculul stâng formează porțiunea cea mai caudală a marginii posterioare a cordului, adică segmentul supradiafragmatic. Unghiul cardio-frenic posterior poate fi și el amputat de proiecția venei cave inferioare.

VENTRICULUL DREPT

Este inclus tot în economia apexului cardiac. El se află situat anterior de ventriculul stâng, acoperit de acesta, neajungând să participe la formarea marginii stângi a arcului inferior. Ca urmare, ventriculul drept este o cavitate invizibilă pe radiografia de față. Segmentul de arc inferior stâng sub care se află ventriculul drept este segmentul cel mai cranial al arcului.

Pe radiografia de profil ventriculul drept se proiectează în porțiunea cea mai caudală a marginii anterioare, începând de la nivelul unghiului cardio-frenic anterior.

ATRIUL DREPT

Este cavitatea cea mai etalată pe diafragm. Este situată anterior și lateral drept față de atrul stâng. Pe radiografia de față este proiectat la nivelul arcului inferior drept.

Nu se vede pe radiografia de profil.

AORTA

Sunt vizibile parțial toate segmentele ei cu excepția aortei inițiale supralvalvulare care este înglobată integral în opacitatea mediastinală.

Marginea externă a aortei ascendente formează arcul superior drept la indivizii normali în vârsta de peste cincizeci de ani.

Marginea laterală stângă a porțiunii orizontale a crosei formează butonul aortic.

Marginea laterală stângă a aortei descendente toracice se proiectează paralel stânga cu coloana vertebrală toracală și este vizibilă prin transparența cordului pe radiografiile penetrate.

Crosa aortică desfășurată se vede pe radiografia de profil stâng sau mai bine în incidență oblică anterioară stângă în care planul crosei se proiectează paralel cu planul filmului radiografic.

Toate aceste segmente sunt mai bine vizibile la indivizii mai în vârstă la care aorta este de opacitate mai mare.

VENA CAVĂ SUPERIOARĂ

Formează arcul superior drept. Se continuă nemijlocit cranial cu proiecția trunchiului brahio-cefalic venos drept. Nu are proiecție specifică de profil.

VENA CAVĂ INFERIOARĂ

Se proiectează pe radiografia de față sub forma unei benzi care amputează unghiul cardiofrenic drept, iar de profil sub forma unei benzi similare care amputează unghiul cardiofrenic posterior.

Față de datele anatomiei radiologice clasice, pentru ușurarea raționamentului clinic, sunt de aplicat câteva principii care reprezintă derogări de la legile anatomiei – arcul superior drept este considerat un arc aortic, situațiile de mărire electivă numai a venei cave superioare fiind mult mai rare decât cele de mărire a aortei – măririle de cavități cardiace drepte afectează cel mai frecvent ambele cavități.

Deci se recomandă utilizarea noțiunii de cord drept însumând tot ce se vede din atriu plus ventricul, cumulat.

Aspectul radiologic normal al mediastinului și cordului este variabil în funcție de o serie de elemente tehnice sau conformaționale.

VARIAȚII ÎN FUNCȚIE DE VÂRSTĂ

Se referă la variații de volum cardiac și la modificări de configurație.

La nou născut și sugar cordul este proporțional mai mare, raportat la cutia toracică. Pe măsura creșterii în vârstă, diametrul transversal al cordului este din ce în ce mai mic față de cel al toracelui ca urmare a creșterii acestuia și ulterior ca efect al instalării emfizemului pulmonar.

Creșterea în vârstă determină apariția butonului aortic la vârstă școlară și ulterior bombarea lui după patruzeci și cinci de ani. Ca efect al bombării aortei ascendente se accentuează progresiv cu vârsta și arcu superior drept.

II. SEMIOLOGIA GENERALĂ RADIOLOGICĂ A TORACELUI

Imaginea radiologică toracică este structurată din transparente și opacități. Cele două noțiuni sunt expresia optică a gradului de atenuare a fasciculului de radiații produs la trecerea prin structurile traversate. Gradul de atenuare este la rândul lui dat de gradul de absorbție a radiațiilor în fiecare din structurile traversate.

Radiația reziduală, rezultată prin atenuarea și modularca fasciculului de radiație incidentă este cea care produce imaginea radiologică, sub forma unor combinații de nuanțe de gri variind între aproape alb și aproape negru.

În funcție de modalitatea de obiectivare a radiațiilor reziduale se pot obține imagini diferite, cea radiografică și cea radioscopică, una fiind negativul celeilalte.

Pe radiografie noțiunea de transparent corespunde unei zone cu absorbție mică, indice de atenuare mic, cantitate de radiație reziduală mare, efect fotochimic crescut, reducerea unei cantități de Ag. metallic în cantitate mare, adică nuanță închisă. Noțiunea de opac este inversul precedentei; atenuare mică, radiație reziduală mare, reducerea de Ag. metallic puțin, nuanță deschisă.

În radioscopie atenuarea mare duce tot la radiație reziduală puțină, care însă duce la obținerea unei luminozități prin fluorescența slabă și obținerea unei nuanțe închise. Procesul se desfășoară identic cu cel din radiografie până la nivelul mediului de obiectivare a radiației reziduale, unde rezultatul este inversat, nuanțele închise corespund celor deschise din radiografie și se definesc ca opacitate.

Noțiunile de opacitate și transparentă nu pot fi cuantificate riguros corect decât în tehnicile digitale unde algoritmul matematic de reconstrucție virtuală a imaginii se bazează pe transformarea unui anumit indice de absorbție în aceeași nuanță de gri. Oriunde și oricând apare același indice de atenuare el se transformă strict în aceeași nuanță de gri.

În tehnicile convenționale aprecierea opacităților și transparentelor este subiectivă. Pentru eliminarea pe cât posibil a subiectivului în apreciere, se aplică principiul comparației în aceeași imagine a unor opacități sau transparente variabile cu unele fixe și anume aerul și osul. Ca aer se folosește aerul din plămân. Ceea ce este mai transparent decât plămânul poartă numele de hipertransparentă, ce este mai puțin transparent decât plămânul poartă numele de opacitate. Intensitatea sau gradul de opacități se apreciază în funcție de opacitatea costală, opacitățile fiind de intensitate costală, subcostală sau supracostală.

Transparenta pulmonară este exprimată de intensitatea nuanței închise a suprafețelor mărginite de opacitățile peretelui toracic și este totdeauna mai mică decât transparenta aerului din jurul toracelui prin atenuarea dată de suma structurilor parietale ale pereților anterior și posterior, atunci când ne referim la radiografia în incidență clasică postero-anterioară. Un coeficient de reducere a transparentei este dat și de existența desenului pulmonar, adică a acelor structuri absorbante care constituie scheletul dur al pulmonului. Desenul pulmonar este format din benzi opace, care pentru a deveni vizibile pe radiografie trebuie să aibă o masă suficientă pentru a absorbi o cantitate de raze minimală pentru a se atenua corespunzător fasciculul și a se materializa pe filmul radiografic. Desenul pulmonar lipsește în mod normal numai la nivelul "mantalei pulmonare" o bandă de cca. 2-2,5 cm. grosime, paralelă cu peretele lateral toracic, unde există plămân, dar în structura acestuia nu există decât elemente solide prea fine pentru a fi suficient de radioabsorbante, capilare vasculare, pereți alveolari, septuri interalveolare sau interlobulare.

Elementele desenului pulmonar normal au următoarele caractere de recunoaștere:

- au formă de benzi opace
- sunt dispuse radiar dinspre hiluri spre periferie
- au o grosime progresiv descrescătoare dinspre hiluri spre periferie
- se termină periferic prin diviziune dicotomică.

Ele sunt considerate în semiologia radiologică pulmonară ca markerul prezenței plămânului pe o arie dată.

Noțiunea de bandă în semiologia radiografică a pulmonului este reprezentată de o opacitate lineară mărginită de ambele părți de transparențe aerice. Banda se deosebește de contur, care este tot o opacitate lineară, dar mărginită de transparență de o singură parte și exprimă locul de contact al unor structuri solide sau lichide (marginea mediastinului, cupolele diafragmatice etc.) cu transparența pulmonului.

Benzile desenului pulmonar normal pe o radiografie de față în ortostatism și inspir profund sunt cele mai numeroase și mai groase la bazele pulmonului, deoarece arterele pulmonare care constituie principalul element anatomic constituent al desenului sunt cele mai pline de sânge.

Numărul și grosimea benzilor este principalul indicator al prezenței plămânului și a stării sale circulatorii.

Leziunile periferice parietale sau pleurale împing medial plămânul și apar fără prezență de desen pulmonar sumat lor. Leziunile intraparenchimatoase sunt înconjurate de jur împrejur de plămân al cărui desen se sumează cu leziunea prin suprapunere. Lipsa unei zone de plămân normal face însă ca numărul acestor elemente să fie mai mic în aria de proiecție a imaginii patologice. Rezultă:

- opacități sau transparențe + vascularizație normală = localizare parietală
- opacități sau transparențe + vascularizație absentă = localizare pleurală
- opacități sau transparențe + vascularizație redusă = localizare parenchimatoasă

În semiologia generală a plămânului mai operează câteva semne cu aplicabilitate variată.

SEMNUL SILUETEI sau **fenomenul de siluetaj** se referă la opacitățile placate pe un contur, ca de exemplu mediastinul sau cupola diafragmatică. Conturul mediastinal nu este expresia liniară a unei suprafețe plane, ci este curb. Anterior și posterior de el se afla porțiuni de pulmon care se sumează mediastinului. Opacitățile placate pe conturul mediastinului pot proveni din mediastinul propriu zis sau din aceste langhete de plămân sumate. Opacitatea cu punct de plecare în mediastin are un contur extern bine vizibil prin contrastul creat de pulmonul mulat pe masa opacă, dar are un contur intern a cărei intensitate este strict similară celei a mediastinului, cu care nu poate crea un contrast și de aceea nu este identificabil. Spre deosebire de opacitățile mediastinale, cele pulmonare au conturul intern delimitat de transparența aerică pulmonară, iar prin subtracție sau contrast negativ aeric, acest contur este identificabil în masa opacității globale a mediastinului.

Fenomenul de siluetaj este reprezentat de ștergerea unor contururi de către opacități care nu dispun de interfață cu contrast diferit între ele și conturul limitrof. Un epanșament fluid pleural nu este separat de marginea cordului sau cupola diafragmatică decât de foita pleurei parietale subțire și densă. Rezultatul este comasarea opacității lichidiene pleurale cu conturul mediastinului sau diafragmului, adică ștergerea lor.

Semnificația sintetică a fenomenului de siluetaj este precizarea rapoartelor de contact direct a două opacități limitrofe.

BRONHOGRAFIA AERICĂ. Bronșiile normale nu sunt vizibile radiologic. Nu există contrast de transparență între aerul din bronșie și cel din alveolele înconjurătoare, iar peretele bronșiei este prea subțire pentru a putea fi vizualizat. Bronșiile devin vizibile prin contrast pozitiv atunci când se umplu cu fluid și devin opace în contrast cu

structurile penummatizate înconjurătoare sau prin contrast negativ. Acesta se realizează în condițiile dispariției aerului din alveole. Bronșia rămâne transparentă în formă de bandă prin contrastul dintre aerul bronșic și fluidul alveolar. Bronhografia aerică este unul dintre cele mai fiabile semne radiologice de precizare a naturii alveolare a unei opacități pulmonare. În acest sens importanța sa diagnostică este esențială în infirmarea naturii neoplazice a unor opacități de natură incertă. Neoplasmele pulmonare primitive sau secundare nu dau aproape niciodată opacități cu caractere alveolare.

MODIFICĂRI DINAMICE ALE STRUCTURILOR TORACICE

Sunt efectul a două fenomene fiziologice: respirația și pulsațiile cordului.

Inspirul determină modificări ale structurilor parietale toracice.

Orizontalizarea coastelor reprezintă ascensionarea arcului lor anterior și mărirea spațiului intercostal. Compararea modificărilor regiunilor limitrofe și a regiunilor controlaterale simetrice poate permite o apreciere relativ corectă.

Cupolele diafragmatice se coboară și se orizontalizează în inspir. În expir se ascensionează. Alterările de mobilitate pot interesa un hemidiafragm în întregime și atunci sunt de natură nervoasă (pareza de nerv frenic) sau pot fi segmentare când sunt determinate de alterări musculare sau de aderențe la structurile vecine (pleură).

Parenchimul pulmonar este mai transparent în inspir prin deplisarea alveolelor și pneumatizarea maximă a lor. Nedeplisările parțiale de spațiu alveolar pot duce la apariția de opacități nodulare, de slabă intensitate cu contururi șterse.

Mediastinul și cordul coboară și se alungesc în inspir. În expir cordul se ascensionează, se orizontalizează și se rotește posterior. Raza de curbură a crosei aortice se mărește în expir și duce la lărgirea mediastinului. Rezultă obligația inspirului profund pentru aprecierea dimensiunilor și aspectului conturului mediastinal.

Cuantificarea tuturor acestor parametri este imposibilă, ei fiind variabili de la individ la individ sau funcție de o multitudine de condiții fiziologice și conformaționale.

Pulsațiile cordului și marilor vase arteriale nu mai constituie o prioritate radiologică fiind mai bine evidențiable ecografic.

Cordul, aorta și artera pulmonară sunt dotate cu pulsații diferite ca aspect și ca amplitudine. Studiul lor morfologic se poate efectua kimografic. Metoda kimografiei păstrează un interes istoric din cauza nefiabilității ei. Semiologia pulsațiilor implică analiza alterărilor apărute la pulsațiile normale și existența de pulsații la nivelul formațiunilor nepulsatile. Acestea din urmă pot apare la nivelul venei cave superioare sau a hilurilor pulmonare în incompetențele valvei tricuspide. Aceste modificări necesită explorare radiosopică, cu o acuitate vizuală excelentă și multă experiență din partea radiologului.

CARACTERUL OPACITĂȚILOR PULMONARE

Orice opacitate pulmonară se definește în funcție de o serie de parametri:

Numărul: este important în special în ceea ce privește precizarea noțiunii de opacitate unică sau opacități multiple. Cel două ipostaze orientează diagnosticul diferențial și explorarea ulterioară în direcții diferite.

Forma: este variabilă și împarte opacitățile în trei forme de bază:

- nodulare – rotund ovalare
- în benzi – lineare de grosime variabilă
- masive – de forme geometrice (triunghiulare) sau de forme nedefinite

Dimensiunile – exista o limita de rezoluție geometrică de aproximativ 0,3 mm. sub care imaginile nu pot fi evidențiate. Opacitățile nodulare sunt semiologic mai strâns legate de dimensiuni. În acest sens ele se împart în:

- micronoduli cu diametrul de maximum 3 mm.
- noduli cu diametrul între 3 mm. și 10 mm.
- macronoduli cu diametrul mai mare de 10 mm.

Grosimea opacităților în benzi este și ea variabilă, dar mai puțin relevantă și deci utilă pentru diagnostic.

Intensitatea: nu este strict legată de dimensiuni, ci și de structură.

Este cuantificabilă numai prin apreciere comparativă cu alte structuri de pe aceeași radiografie, și anume coastele sau mediastinul. Cel mai obișnuit se apreciază intensitatea ca fiind costală, subcostală sau supracostală. Rezultă opacități hidrice, opacități solide sau calcificări.

Structura: este omogenă sau neomogenă după cum în masa opacității există incluzii cu indice de atenuare diferit de al masei principale. Neomogenitățile negative pot fi zone fluide într-o masă solidă (necroze, abcedări etc.) sau gazoase de cauză endogenă (septice) sau exogenă (comunicări cu căile respiratorii). Neomogenitățile pozitive provin prin adăugare de imagine și sunt cel mai frecvent calcificări. Semnificația semiologică a calcificărilor este precizarea naturii benigne, inflamatorii sau tumorale.

Contururile: se referă la două aspecte: forma și netitatea. Forma boscelată spre deosebire de cea regulată poate exprima multitudinea unor leziuni confluențe. Conturul net este specific unor leziuni vechi și (sau) cu caracter neinvaziv. Tumorile maligne prin capacitatea lor invazivă din aproape în aproape dau contururi șterse și de formă neregulată.

Poziția: trebuie întotdeauna stabilită în funcție de structurile limitrofe. Apartenența la peretele toracic, la pleură, la mediastin, la scizuri, la cord, la diafragm este precizabilă cu ajutorul unor semne specifice. Apartenența la parenchimul pulmonar propriu-zis trebuie fixată după lobi sau segmente pentru a facilita explorarea ulterioară sau în ultimă instanță abordul chirurgical.

Existența leziunilor limitrofe: o opacitate poate fi încadrată într-un proces mai extins. Acesta poate fi epi fenomen al opacității de bază și atunci este cel mai frecvent de natura benignă sau poate fi cauză a opacității și atunci poate avea orice natură.

Fără îndoială schema de caractere de mai sus nu se poate aplica ad. literam oricărui tip de opacitate. Variațiunile pe tema dată constituie tocmai dinamismul diagnosticului opacităților pulmonare și gradul de dificultate crescut al diagnosticului diferențial al acestor opacități.

CARACTERELE GENERALE ALE HIPERTRANSPARENȚELOR

Fenomenul de hipertransparență definește o categorie de modificări elementare exprimate prin accentuarea transparenței unei regiuni a plămânului, care depășește în grade diferite tonalitatea normală. Este rezultatul unei creșteri a cantității de aer sau a unei scăderi a cantității de structuri solide pe o arie difuză sau circumscrisă pulmonară. Elementul esențial în definirea unei hipertransparențe este prezența sau absența desenului pulmonar suprapus (vezi mai înainte). Transparențele difuze nu au o limită netă de demarcație spre deosebire de cele localizate care sunt adesea limitate de un perete opac și poartă numele de cavități.

III. SINDROAMELE TORACICE

Opacitățile și hipertransparentele toracice pot fi sistematizate în funcție de o multitudine de factori. Dintre toate aceste sistematizări o vom adopta pe cea care împarte leziunile pulmonare după porțiunea de parenchim afectată în mod primordial.

Toracele este reprezentat radiografic de imaginea cutiei toracice, a pulmonului, a mediastinului și a cordului, într-o îmbinare particulară și specifică.

Patologia specifică fiecăruia dintre aceste segmente este caracterizată de semne radiologice care permit încadrarea leziunilor și aprecieri asupra etiologiei proceselor patologice.

Sunt descrise, după localizarea lor, următoarele sindroame toracice:

Sindromul parietal -----înglobând leziunile dezvoltate la nivelul toracelui osos sau al structurilor moi toracice.

Sindromul pleural -----însușind ansamblul leziunilor foitelor pleurale și scizurilor.

Sindroamele pulmonare ---constituite dintr-un complex de leziuni care se împart în funcție de localizare în:

- **sindrom alveolar** -----dat de invazia fluidă a alveolelor

- **sindrom interstițial** -----reprezentând leziunile specifice conjunctivului de legătură al pulmonului

- **sindrom bronșic** -----suma leziunilor morfologice și de ventilație date de alterarea parietală bronșică

- **sindrom vascular** -----înteresează atât vasele arteriale cât și pe cele venoase

- **sindromul parenchimos** -reprezentând o pan leziune pulmonară în care sunt în egală măsură afectate toate părțile constitutive ale parenchimului. Este descris în două forme primare:

- forma condensantă și

- forma cavitară

Sindromul mediastinal -----însușind semnele de diagnostic ale creșterilor de volum ale mediastinului, constituind sindromul de „mediastin tumoral”.

Sindromul cardiac -----sintetizând particularitățile radiografice ale modificărilor - de volum și
- de configurație ale opacității cardiopericardice.

I. SINDROMUL PARIETAL

Grupează ansamblul de semne radiologice care traduc o atingere a peretelui toracic, adică a părților moi sau ale scheletului osos.

1. LEZIUNI ALE PĂRȚILOR MOI

Se pot prezenta sub următoarele aspecte:

- creșterea localizată a grosimii peretelui toracic
- creșterea sau reducerea difuză a grosimii peretelui toracic
- calcificări parietale
- hipertransparențe ale structurilor moi

1.1. CREȘTERI LOCALIZATE ALE GROSIMII PERETELUI TORACIC

Se exprimă radiologic sub forma unei mase tumorale suprapuse câmpurilor pulmonare. Se prezintă ca opacități dense, omogene, de intensitate variabilă (de obicei mică), cu structură variabilă în funcție de dimensiunile și natura masei patologice și de incidența fascicolului de raze.

În incidența de față (fig.1.A):

- opacitatea apare proiectată aparent în plin parenchim pulmonar
- contururile opacității apar în mod specific nete pe o porțiune a circumferinței (cea mulată de structurile aerice limitrofe: pulmon sau aerul atmosferic) și șterse pe porțiunea care constituie baza de implantare a tumorii pe peretele toracic. Aspectul de contur în întregime șters sau în întregime net este posibil.

În incidența tangențială (fig.1.B):

- localizarea opacității este periferică, omogenă, cu contur net
- contactul cu conturul periferic al toracelui se face prin racord în pantă lină
- opacitățile situate intracavitar sunt bordate spre parenchimul pulmonar de un lizereu caracteristic format din două straturi concentrice:
 - unul periferic, transparent, mulat pe tumoră și care reprezintă grăsimea extrapleurală
 - altul medial, concentric cu precedentul, opac, constituit din cele două foite pleurale împinse dinspre exterior spre parenchimul pulmonar.

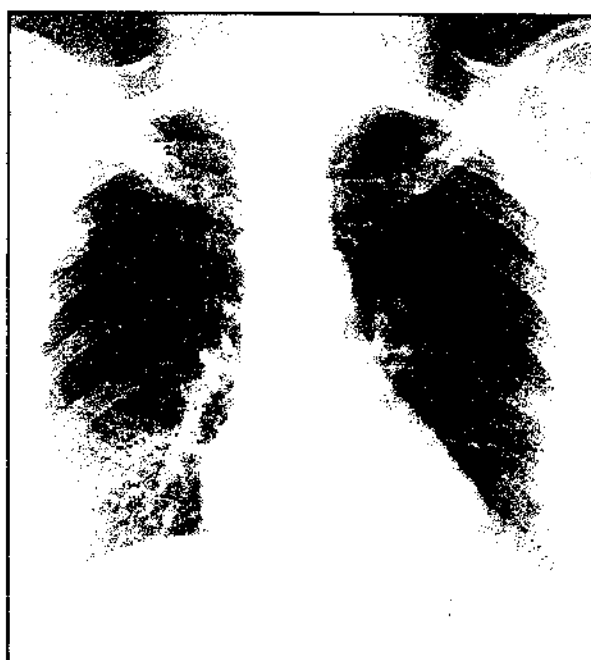


Fig. 1 Nodul opac cu punct de plecare parietal (săgeată)

Creșterile localizate de grosime ale peretelui toracic dezvoltate în exteriorul cavității toracice nu au lizereu specific, dar sunt abordabile la examenul clinic.

1.2. CREȘTERI SAU REDUCERI DE GROSIME DIFUZE ALE PERETELUI TORACIC

Nu pot fi apreciate decât prin comparație cu toracele opus.

Creșterea de grosime este rară și apare în afara situațiilor patologice numai la unele persoane, care dezvoltă exagerat unul dintre mușchii pectorali.

Reducerea de grosime este mai frecventă și se traduce printr-o hipertransparență, fără modificări de circulație pulmonară și fără hiperinflație.

Poate fi:

- congenitală prin: - asimetrie toracică
 - agenezia marelui pectoral (sdr. Poland)
- dobândită după: - mastectomie
 - atrofie musculară prin afecțiuni neurologice

1.3. CALCIFICĂRI PARIETALE

Sunt în mod obișnuit structurate nodular, dimensiunile, forma și structura nodulilor fiind foarte variabilă.

Reprezintă de obicei:

- adenopatii axilare sau subclaviculare
- parazitoze (trichineloză, filarioză)
- hematoame vechi

1.4. HIPERTRANSPARENȚE AERICE

Sunt date de emfizemul subcutanat (fig.2), al cărui diagnostic radiologic se bazează pe următoarele caracteristici:

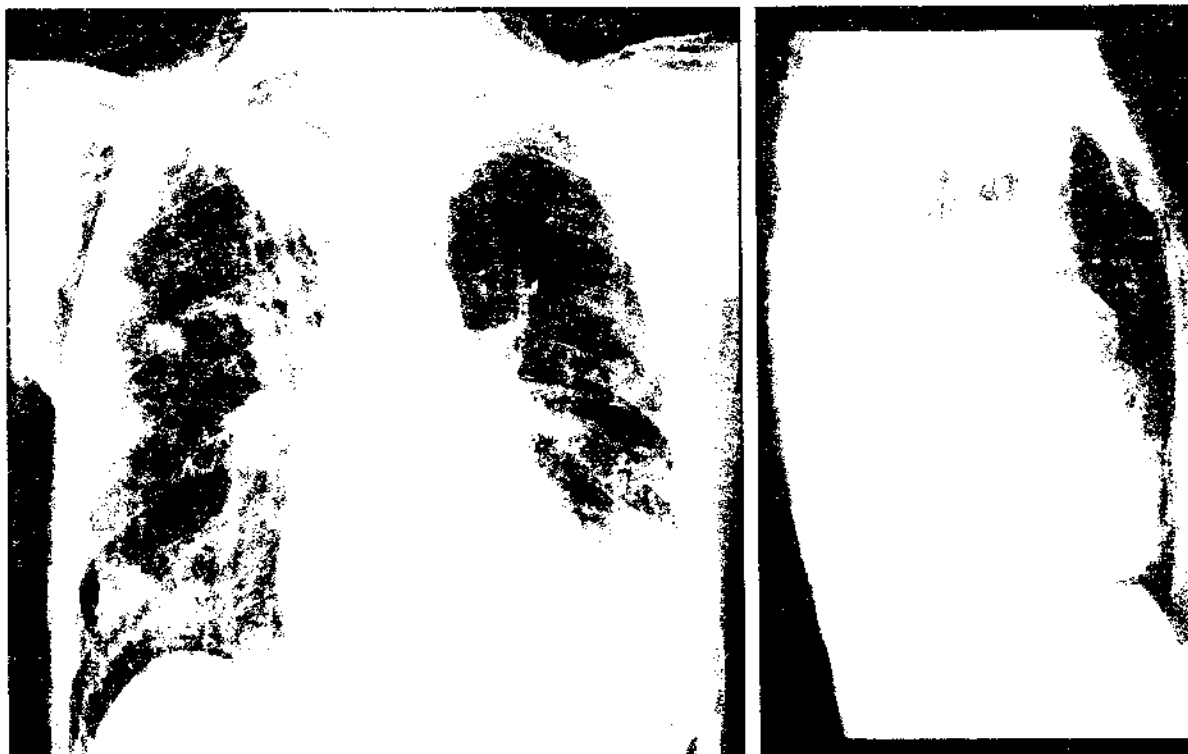


Fig. 2 - Emfizem subcutanat toracic (transparentă aerică subcutanată și benzi radiotransparente ce depășesc proiecția grilajului costal)

- existența unor antecedente specifice: traumatisme toracice, manevre iatrogene (intubație, endoscopie) etc.
- existența unor alte acumulări concomitente de aer în mediastin sau pleură
- prezența aerului structurat în benzi alternative opace și transparente, care prefigurează structurile pe care se mulează: fascicule musculare, pielea, conturul costal, ganglioni limfatici etc. Benzile suprapuse parenchimului pulmonar depășesc sistematic și fără întreruperi conturul extern al toracelui osos, elementul semiologic cel mai sugestiv pentru o leziune extrapulmonară
- existența altor leziuni traumatice parietale toracice
- extinderea leziunilor în zone limitrofe (regiunea cervicală inferioară, peretele abdominal etc.)

2. LEZIUNI ALE SCHELETULUI OSOS TORACIC

Însumează modificări ale coastelor și ale celorlalte elemente osoase: coloana vertebrală, sternul, claviculele și mai rar scapulele.

MODIFICĂRI COSTALE

Diagnosticul radiologic al acestor leziuni implică o tehnică foarte corectă de analiză a fiecărui arc costal în parte. Analiza obligă la aprecieri comparative ale arcurilor costale bilateral și separat pe fiecare porțiune a fiecărui arc. Sunt de urmărit :

- modificări de număr
- modificări de calibru
- modificări de poziție și orientare
- modificări de contur
- modificări de structură

a. Modificări de număr

Coastele supranumerare sunt cel mai frecvent reprezentate de coastele cervicale uni sau bilaterale. Coasta cervicală este:

- articulată cu apofiza transversă C7
- de lungime mai mică decât coasta I-a normală
- formată numai din arc posterior și uneori lateral
- cu vârful anterior flotant, nearticulat cu sternul
- orientată vertical, aproape paralelă cu marginea coloanei vertebrale

Din cauza departajării dificile a acestor coaste de restul structurilor coastei I-a sau ale claviculei, se recomandă utilizarea incidenței antero-posterioare, eventual în decubit dorsal.

Coastele flotante și în special coasta 12-a pot fi absente sau foarte hipoplazice, ceea ce face dificilă punerea lor în evidență.

Absența unui arc costal poate fi congenitală sau dobândită, totală sau parțială.

Absența congenitală este asociată obligatoriu cu malformații ale corpurilor vertebrale toracali: hemivertebre, blocuri vertebrale etc.

Absența dobândită a unui arc costal este rezultatul unui proces de osteoliză sau al unei rezecții chirurgicale. În afara anamnezei specifice absențelor postchirurgicale, leziunile osteolitice se însoțesc de toate semnele leziunilor tumorale sau inflamatorii osoase. Acestea, nelimitându-se strict la corpul osului, se însoțesc de modificări de transparență toracică circumscrise coastei. „Fantoma” coastei apare inclusă într-o acumulare de țesut dens de formă fuziformă, materializat ca o opacitate de intensitate variabilă, cu contururi șterse, neomogenă. Profunzimea până la care se întinde procesul în interiorul toracelui se poate preciza cel mai bine computertomografic.

Aceste leziuni pot avea ca origine:

- infecții cu germeni banali sau osteită tuberculoasă
- tumori benigne hemangiom, chondrom, osteom, tumora cu mieloplaxe.
- tumori maligne sarcom Ewing, chondrosarcom, limfom malign, mielom și în principal metastaze osoase
- parazitoze chist hidatic

b. Modificările de calibru

nu există izolate, ci asociază de regulă modificări de structură, apar cel mai frecvent cu localizări multiple. Sunt descrise modificări de calibru ale coastelor în hiperparatiroidism, în displazia fibroasă Jaffe-Lichtenstein, în talasemie și altele.

c. Modificările de poziție și orientare

sunt de două feluri: - orizontalizarea și
- verticalizarea

Aceste modificări definesc tipurile conformaționale de torace: orizontalizate în toracele puțin înalt și verticalizate în tipul astenic longilin. Hiperinflația din emfizem se traduce tot prin orizontalizare.

Modificările coloanei vertebrale antrenează automat modificări de orientare ale coastelor: scoliozele verticalizează arcurile pe partea convexă și le orizontalizează pe cea concavă, cifozele accentuate duc și ele la orizontalizare.

Modificări de poziție și orientare mai pot apare într-o seamă de procese patologice intratoracice cu caracter retractoril activ (fibroze pulmonare, pahipleurite retractile) sau prin tulburări de aerare (atelectazii, emfizem vicariant localizat).

d. Modificările de contur

apar rar izolate, neînsoțite de modificări de structură. Sunt cel mai frecvent efectul unor compresii extrinseci asupra marginilor costale date de arterele intercostale (coarctarea de aortă) sau de tumorele inserate pe nervii intercostali în neurofibromatoza Recklinghausen.

Se caracterizează prin menținerea continuității conturului corticalei osoase. Modificări de contur cu întreruperea acestuia se descriu în leziuni traumatiche.

e. Modificările de structură

sunt cel mai frecvent osteolitice și descrise în cadrul unor modificări complexe, care implică modificări de formă, dimensiuni și contur date de procese patologice inflamatorii sau tumorale. Ca fenomen izolat pot apare ca:

- leziuni difuze, nesistematizate, de genul celor din talasemie, sau
- leziuni focalizate multiple de genul celor din mielom

Leziunile **osteococondensante** și **hipertrofice** sunt mult mai rare. Au fost descrise în calusurile hipertrofice, în unele tumori de origine cartilaginooasă (exostoze sau chondroame) și în anumite metastaze din cancerele de sân sau de prostată.

ALTE MODIFICĂRI SCHELETICE

Sunt mai puțin interesante și cu mai mici repercursiuni asupra peretelui toracic propriu-zis.

Sternul poate fi subiectul unor modificări de formă și poziție care pot avea răsunet asupra aspectului toracelui, creând false sindroame parietale. Sternul înfundat poate simula pe radiografiile de profil existența unei tumori placate pe peretele anterior, iar sternul bombat duce la orizontalizări de coaste.

MODIFICĂRI ALE CUPOLELOR DIAFRAGMATICE

Nu sunt încadrate riguros în sindromul parietal, dar se inventariază în cadrul modificărilor elementelor anatomice care reprezintă cutia toracică propriu-zisă.

Diafragmului i se descriu în principal **modificări de poziție**, dintre care mai importante sunt ridicările de dom diafragmatic uni sau bilaterale.

Cauzele de ridicare bilaterală a diafragmelor

- inspirul incomplet
- sarcina
- meteorismul
- hepatosplenomegalie
- obezitatea
- ascita
- tumori abdominale mari
- abcese subfrenice

Cauzele de ridicare a unui singur dom diafragmatic

- scoliozele vertebrale
- embolie pulmonară
- sau atelectazie
- reducerea volumului unui plămân
- paraliză de nerv frenic
- tumora subfrenică

Cupolele diafragmatice mai pot prezenta **modificări de contur**.

Acestea sunt date de alterări de tonicitate (pareze), alterări ale structurii intrinseci (hipoplazii), prin împingere de către alte mase din cavitatea abdominală sau prin tracționare de către procese retractile pleuro-pulmonare. Apar pe radiografie ca boseluri, zone rectilinii, aspect crenelat.

II. SINDROMUL PLEURAL

Sindromul pleural grupează ansamblul de informații care, pe baza unei radiografii toracice, permite afirmarea existenței unui epanșament lichidian sau gazos, liber sau cloazonat, sau a unui țesut solid în marea cavitate pleurală sau pe traiectul scizurilor.

Detalii de tehnică și indicații de explorare

Decelarea conținutului patologic în pleure urmează un algoritm în care sunt de luat în considerație următoarele principii.

1. Epanșamentele fluide apar și se acumulează în porțiunile cele mai declive ale cavității pleurale. Indicațiile de explorare și tehnicile radiologice folosite trebuie adaptate corespunzător. Minimum două incidente radiografice, diferite între ele prin sensul în care se exercită efectul gravitației asupra masei fluide radioopace sunt necesare pentru diagnosticul diferențial solid/fluid și liber/închistat.
2. Epanșamentele fluide cloazonate periferic sau interlobar pot fi diagnosticate numai prin radiografiere în două planuri: frontal și sagital.
3. Epanșamentul pleural gazos se proiectează în porțiunea superioară a câmpurilor pulmonare radiografiate, indiferent de poziția corpului în momentul efectuării radiografiei.
4. Formațiunile pleurale solide și epanșamentele fluide complet cloazonate nu respectă nici unul dintre principiile gravitaționale enunțate.

Indicațiile de explorare radiologică trebuie argumentate clinic pentru a permite adoptarea de la început a unei tehnici radiologice corecte.

A. EPANȘAMENTE LICHIDIENE

Dau totdeauna ca leziune radiologică de bază opacități.

Imaginea radiologică depinde :

- de mărimea epanșamentului
- de topografia sa
- de caracterul său liber sau închisat
- de poziția bolnavului

1. PLEUREZII LIBERE ALE MARI CAVITĂȚI PLEURALE

Aspectul radiologic este variabil după cantitatea de lichid acumulată în pleură. Examenul radiologic, nici măcar computertomografia, nu poate face aprecieri sigure asupra naturii sau structurii epanșamentelor.

Pleurezii libere în cantitate medie (fig. 3)

Realizează sindromul pleuretic radiologic standard caracterizat prin:

- Opacitate omogenă
- De intensitate maximă în porțiunea cea mai declivă
- Cu marginea superioară ștearsă, ascendentă spre peretele lateral toracic și posibil cu dublu contur (curba Damoiseau radiologică)
- Întinsă de la o margine a hemitoracelui la cealaltă, indiferent de incidența în care s-a efectuat radiografia
- Ștergând prin siluctaj contururile cu care vine în contact (cupola diafragmatică, conturul cordului)
- Variabilă cu poziția bolnavului
- Fără caractere de sistematizare lobară sau segmentară
- Cu efect de masă (împingere) asupra formațiunilor limitrofe

Opacitatea pleuretică este omogenă datorită stării fluide, uniform distribuite, fără elemente heterodense încorporate.

Intensitatea ei este variabilă în funcție de grosimea stratului de lichid traversat. În porțiunea cea mai declivă opacitatea este de intensitate supracostală intensitatea scăzând pe măsură ce grosimea lichidului scade spre cranial.



Fig. 3 - Epanșament lichidian liber în cavitatea pleurală stângă



Fig. 4 - Variabilitatea epanșamentului pleural cu poziția bolnavului
A. ortostatism B. decubit dorsal

Marginea superioară a opacității urmează principiile formării curbei Damoiseau. Decalajul de nivel orizontal între marginea anterioară, mai caudală și marginea posterioară mai cranială a limitei superioare a nivelului de lichid duce la apariția dublului contur. Incidența de profil precizează că aceste două limite decalate se structurează ca două „coarne”, unul anterior și unul posterior.

Poziția anatomică periferică a pleurei face ca opacitățile pe care le conține, în măsura în care acestea ocupă liber toată cavitatea, să se afle situate în permanent contact cu peretele toracic pe toată suprafața sa. Spațial opacitatea se întinde de la un perete toracic la altul indiferent de incidență.

Localizarea pleurală a opacității face ca absența caracterului sistematizat lobar sau segmentar al opacității să decurgă de la sine.

Caracterul fluid al produsului opac face ca el să „curgă” în perimetrul cavității pleurale, schimbându-și poziția și implicit proiecția radiologică. (fig. 4).

Efectul de masă este perceput ca o împingere a formațiunilor anatomice limitrofe (mediastin, diafragme, perete toracic) dinspre partea afectată spre cea sănătoasă.

Pleurezii libere voluminoase (masive)

Constituie o variantă a sindromului standard, anterior descris, caracterizată prin:

- Opacitate care interesează de obicei un hemitorace întreg
- Intensitatea opacității este aceeași pe toată suprafața de proiecție radiologică, supracostală și omogenă.
- Efectul de împingere este mai evident decât la pleureziile medii și se manifestă sub forma împingerii mediastinului mult dincolo de marginea corpurilor vertebrale și inversarea curbării cupolei diafragmatice

Analiza structurală a acestor opacități masive, realizată în principal computer-tomografic, permite departajarea sub pleurezie a unui pulmon colabăat cu bronhografie aerică prezentă. Aspectul radiologic pretează la confuzii între pleurezie și atelectazii (fig.5). Pleurezia împinge, atelectazia tracționează structurile adiacente. Leziunea parenchimatooasă pulmonară poate dispărea odată cu lichidul pleural.

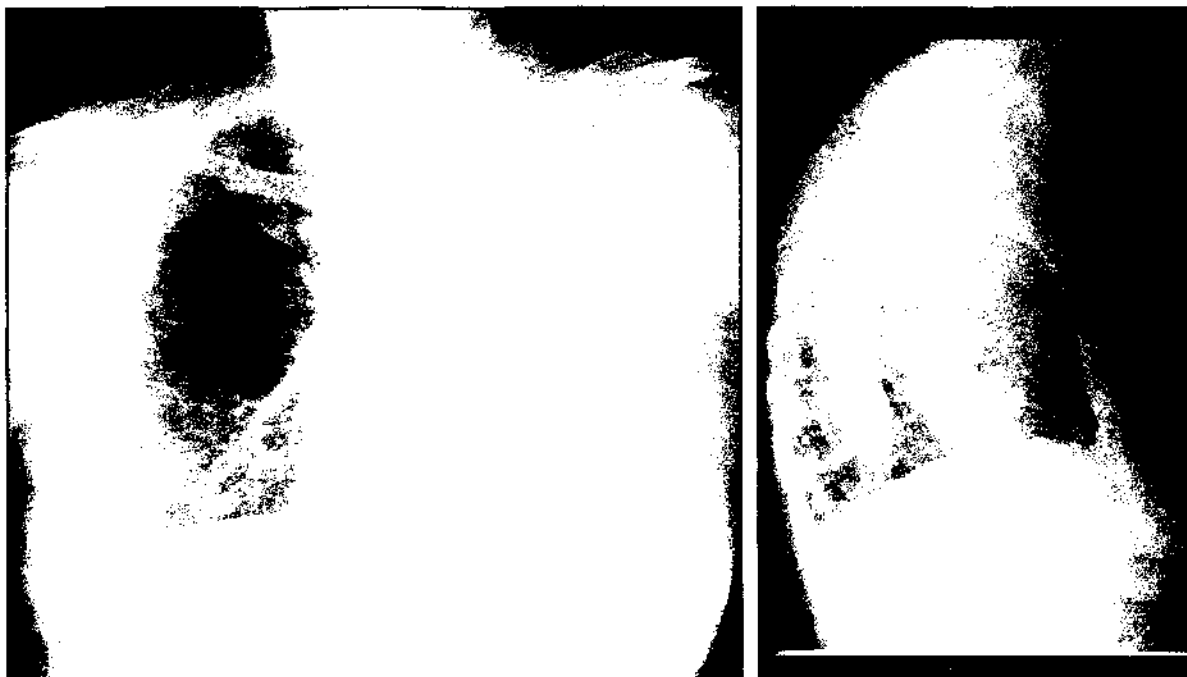


Fig. 5 - Torace opac prin atelectazie a pulmonului stâng (efectul de tracțiune al structurilor către hemitoracele afectat)

Pleurezii libere cu cantitate mică de lichid.

Diagnosticul precoce al unei pleurezii în cantitate mică nu este totdeauna simplu. Fiabilitatea examenului ecografic al sinusurilor costodiafragmatice este superior celui radiografic, unde cantitatea minimă de lichid pleural necesar vizualizării radiografice este de 300-400 ml. Cea mai utilă metodă de diagnostic precoce rămâne computertomografia.

Primele semne radiografice apar pe radiografia de profil sub forma ștergerii sau rotunjirii unghiului costo-frenic posterior. Imaginea dispare la schimbarea de poziție.

2. PLEUREZII ÎNCHISTATE SAU CLOAZONATE

Se formează prin acumulări de lichid în „pungi” pleurale, realizate prin sudarea celor două foite, parietală și viscerală, între care, pe o circumferință limitată, rămâne un spațiu ce se umple cu fluid. Procesul descris poate avea loc oriunde pe suprafața marii cavități sau a prelungirilor sale interlobare - scizurile.

Pleurezii închistate parietal

Sunt colecții situate în contact cu grilajul costal sau cu coloana.

Radiografia de față este de regulă necaracteristică, radiografia de profil este obligatorie. Aspectele posibile diferă cu localizarea.

Epanșamentele apicale dau o opacitate care coafează apexul pulmonar, realizând atât de față cât și de profil un aspect de „cască” periapicală. Este vorba de o opacitate semicirculară în formă de virgulă, îngroșându-se progresiv de jos în sus și dinafară spre înăuntru. Reprezintă o imagine rară, cunoscută în mod tradițional ca imagine reziduală după pneumotoraxul terapeutic.

Epanșamentele axilare sunt opacități rotunjite sau fusiforme, omogene, de intensitate costală, cu structură omogenă, aplicate pe peretele toracic, aparent suspendate, neinfluențate de modificările de poziție. Limita medială a opacităților este netă, racordată în pantă lină, fără lizereu de demarcație. Nu se asociază niciodată cu modificări parietale osoase.

Epanșamentele posterioare sunt practic invizibile pe radiografiile de față. Când sunt vizibile se prezintă sub formă de opacități ovoide sau rotunjite, nesistemizate, cu contur șters, proiectate în plin parenchim. Cele situate la bază nu siluetează cu opacitatea cordului. Radiografia de profil este mult mai evocatoare. Opacitatea este proiectată în spațiul vertebral posterior, suprapusă coloanei vertebrale, densă, omogenă, cu marginea anterioară convexă, netă, împingând pulmonul adiacent. Nu siluetează cu marginea posterioară a cordului.

Epanșamentele anterioare au un aspect asemănător celor posterioare, numai localizarea diferă. De față opacitatea este situată în unghiul costo-frenic lateral de partea respectivă, iar de profil umple unghiul costo-frenic anterior.

Toate aceste semne radiologice specifice opacităților principale se asociază de regulă cu alte semne secundare de afectare pleurală, doveditoare ale unei boli generale a pleurei.

Pleurezia diafragmatică

Este de fapt o pleurezie fals cloazonată, ea apărând la emfizematoși, cu pulmonul greu comprimabil, insinuată între fața diafragmatică a acestuia și diafragm. Apare ca o bandă opacă, cu concavitatea cranială, care obstruează unghiurile de la extremele cupolei diafragmatice, atât cele costo-diafragmatice lateral și posterior, cât și pe cel cardio-frenic.

Se creează falsa imagine a creșterii grosimii diafragmului prin îndepărtarea fornixului gastric și a ficatului de parenchimul pulmonar. Imaginea însă este parțial mobilă, modificându-se cu poziția bolnavului. Ecografia și în special computertomografia sunt esențiale pentru diagnostic.

Pleureziile mediastinale

Reprezintă o localizare rară. Simpla radiografie toracică de față nu este relevantă. Asocierea radiografiei de profil este necesară, iar computertomografia este indispensabilă pentru diagnosticul de certitudine.

Aspectul cel mai obișnuit pe radiografia de față este acela de lărgire unilaterală a mediastinului, printr-o opacitate rotund - ovalară, sau fuziformă, convexă spre pulmon, cu margini nete, de intensitate mare. Colecțiile anterioare șterg prin siluetaj marginea cordului. Localizările posterioare, între foițele pleurale retrohilare, sunt mai frecvente și nu șterg marginile cordului.

Pleureziile scizurale sau interlobare

Se formează prin simfizarea parțială a locului de implantare al scizurilor pe conturul pleurelor marii cavități. Fluidul conținut în scizuri este astfel blocat între cele două foițe ale pleurei viscerale scizurale. Proiecția radiologică a scizurilor de față nu este caracteristică, așa că incidența radiologică specifică pentru diagnostic este cea laterală. Această permite desfășurarea anatomică a celor trei scizuri.

Aspectul radiologic al colecțiilor scizurale se caracterizează prin :

- forma lenticulară, fusiformă
- localizarea pe traiectul anatomic al unei scizuri
- aspectul nemodificat de modificările de poziție
- îngroșarea scizurii afectate, în continuarea opacității pleuretice
- asociată cu alte semne de afectare pleurală la distanță

Expresia radiologică a colecțiilor este diferită, în funcție de localizare.

Localizarea pe **scizura orizontală dreaptă** are pe radiografia de față forma unei opacități rotunde, nete, omogene, cu desen vascular suprapus, situată parahilar lateral. Pe radiografia de profil, opacitatea devine fusiformă, prehilară, cu axul lung orizontal.

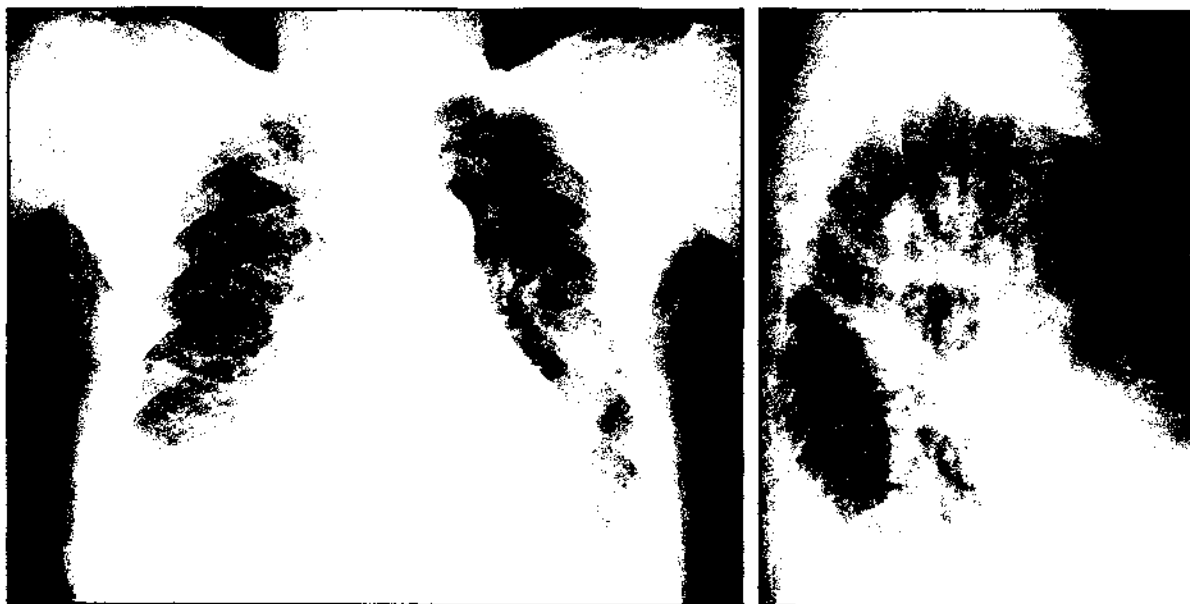


Fig. 6 - Pleurezie închistată interlobară pe scizura oblică stângă (incidența postero-anterioară este necaracteristică, cea de profil este relevantă)

Localizarea pe **scizurile oblice** (fig. 6) este asemănătoare pentru cele două părți, dar diferă ca proiecție radiologică în funcție de segmentul scizural afectat. Forma opacității pe radiografia de față este ovalară, dar localizarea este suprahilară pentru colecțiile cantonate în segmentul posterior al scizurii și infrahilar pentru cele din segmentul ventral al scizurii. Pe radiografia de profil opacitățile sunt orientate cu axul lung în sens cranio-caudal și dorso-ventral, iar poziția lor este supra-retrohilară pentru cele din segmentul posterior al scizurii și infra-prehilară pentru celelalte.

Localizările **poliscizurale** sunt frecvente. Este foarte caracteristic aspectul radiologic de profil al localizărilor triscizurale drepte, asemănător unei frunze de trifoi, centrul imaginii trilobate fiind situat în hil.

Localizările **paucilichidiene** nu se deosebesc cu nimic de pahiscizurite, caracterizate prin „sublinierea” scizurilor, în mod normal invizibile, prin îngroșarea lor.

Pleureziile multicloazionate

Dau aspecte stranii, necaracteristice, neinterpretabile decât cu ajutorul radiografiilor de profil și în special al computertomografiilor.

B. EPANȘAMENTE GAZOASE (PNEUMOTORAXUL)

Se materializează computertomografic prin hipertransparențe. Aerul se localizează electiv în porțiunile cele mai superioare ale toracelui, dar aspectul radiografic este variabil în funcție de cantitatea de aer din pleure.

1. PNEUMOTORAXUL LIBER AL MARI CAVITĂȚI PLEURALE

Pneumotoraxul cu cantitate medie de gaz

Realizează aspectul radiologic clasic al pneumotoraxului, care poate fi spontan sau provocat prin cauze traumatice sau iatrogene (fig. 7).

Aspectul radiologic standard se traduce prin:

- hipertransparență periferică și superioară
- absența totală a desenului pulmonar în zona hipertransparentă
- bontul pulmonar opac se află situat central (în jurul hilului) și caudal (paramediastinal inferior), bordat de un fin lizereu opac constituit din pleura viscerală de înveliș
- mediastinul este nemodificat ca poziție
- pulmonul contralateral este în hiperinflație, iar desenul pulmonar este modificat prin redistribuție vasculară spre vârfuri.



Fig. 7 - Pneumotorax parțial drept

Bontul pulmonar poate prezenta alterări care sunt cauza (bule de emfizem marginale) sau efectul colabării pulmonare (atelectazii parțiale, rapid reversibile provocate de cuduri bronșice).

Uneori în perimetrul hipertransparent se pot observa benzi opace cu grosime și traiect variabil, reprezentând bride laxe, complezente, care tracționează asupra pleurei viscerale de înveliș a bontului pulmonar (fig. 8).

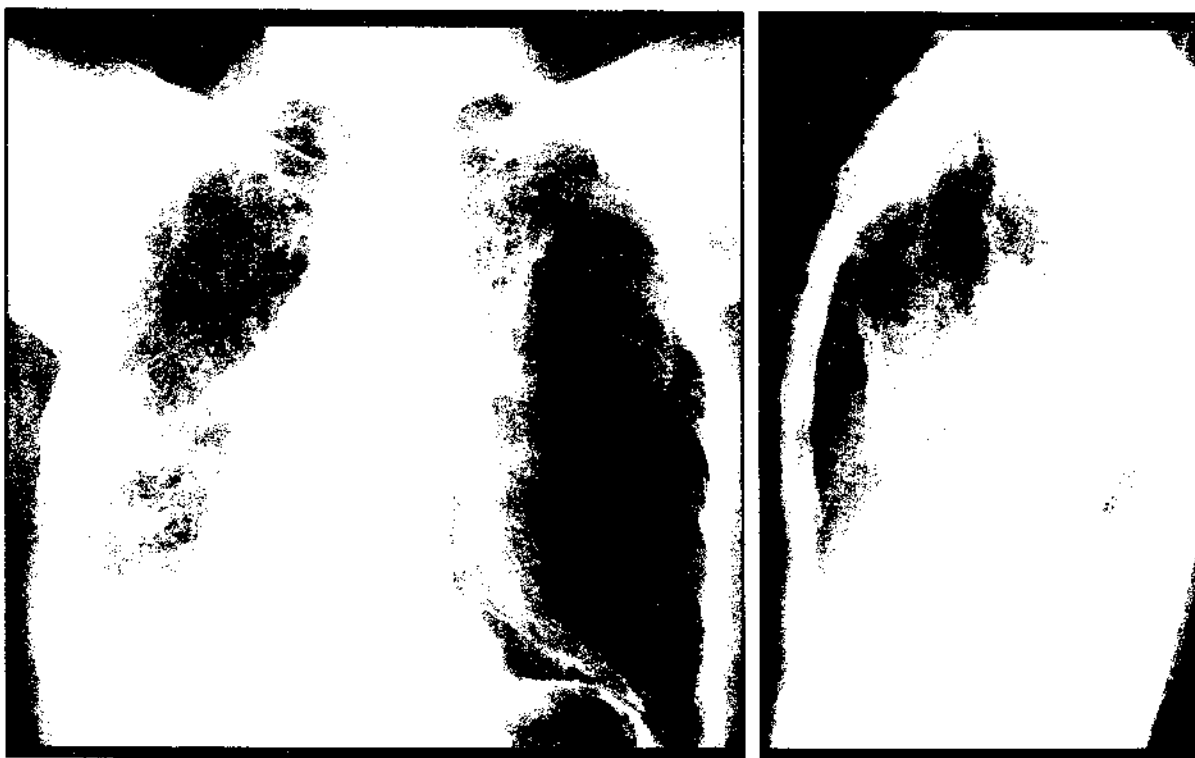


Fig. 8 - Pneumotorax total stâng cu aderențe pleurale



Fig. 9 - Pneumotorax localizat apical stâng



Fig. 10 - Hidropneumotorax stâng

Pneumotoraxul redus cantitativ (fig. 9)

Este de cele mai multe ori dificil de pus în evidență, sau poate trece neobservat la un examen superficial sau neatenț al radiografiei.

Apare sub forma unui lizereu hipertransparent de formă semilunară sau în bandă, ce bordează apexul pulmonar, cel mai frecvent pe versantul extern și își poate schimba poziția odată cu schimbările de poziție ale bolnavului.

În caz de incertitudini se utilizează radiografia în expir forțat care accentuează retractor pulmonară și lărgeste banda transparentă. Computertomografia reprezintă proba de diagnostic cert.

Pneumotoraxul sufocant (cu supapă)

Constituie o entitate diagnostică clinico-radiologică de mare urgență. Este dat de o soluție de continuitate pulmonară de mari dimensiuni care introduce în pleură aer care rămâne captiv. Rezultatul este o colabare completă a pulmonului cu un pronunțat efect de masă asupra mediastinului, care apare împins contralateral, a diafragmului cu curbura inversată și a grilajului costal cu spațiile intercostale mult lărgite și coaste orizontalizate.

Aspectul radiologic este caracteristic, de hemitorace nelocuit, complet lipsit de orice fel de structură opacă.

2. PNEUMOTORAXUL PARȚIAL SAU CLOAZONAT

Este mult mai rar decât pleureziile cloazionate și în special mult mai greu de pus în evidență. Are aceleași localizări ca și pleureziile cloazionate cu diferența că din punct de vedere radiologic este vorba de transparențe și nu de opacități. Principala dificultate de diagnostic diferențial este cea între un pneumotorax cloazonat și o bulă marginală de emfizem. Pneumotoraxul se racordează cu peretele toracic în pantă lină, în timp ce bula de emfizem se racordează în unghi ascuțit.

C. EPANȘAMENTE PLEURALE MIXTE (HIDROPNEUMOTORAXUL)

Reprezintă o condiție prin care transparenței aerice i se asociază opacitatea fluidului provenit din leziuni pulmonare sau produs ca reacție locală, de obicei inflamatorie în pleura însăși (fig. 10). Gazul este adesea iatrogen, ca efect al puncțiilor pleurale evacuatorii sau diagnostice.

Imaginea radiologică este o imagine hidro-aerică. Partea lichidă este liberă și mobilă în interiorul cavității. Partea aerică este delimitată de un lizereu, care pe versantul spre pulmon, unde este format de către pleura viscerală, este fin și de intensitate subcostală.

Diagnosticul imaginilor hidroaerice pleurale poate ridica unele dificultăți generate de topografia imaginilor:

- libere în marea cavitate imaginile se întind de la un perete toracic la altul asemeni opacităților lichidiene pure
- cloazionate scizural păstrează topografia pleureziilor interlobare simple
- cloazionate periferic au o formă fuziformă, lățimea suprafeței nivelului de lichid nu este identică în cele două incidente de față și de profil.

Utilizând aceste criterii de diagnostic se poate face diagnosticul diferențial între imaginile hidroaerice pleurale și cele intraparenchimatoase pulmonare, tangente la periferia imaginii.

D. FORMAȚIUNI PLEURALE SOLIDE

Sunt cel mai frecvent pahipleurite, adică îngroșarea ambelor foite pleurale, de cele mai multe ori simfizate și în final calcificate. Tumorile pleurale sunt mai puțin frecvente.

1. PAHIPLEURITE SAU SECHELE FIBROASE (fig.11)

Au un aspect radiologic variabil în funcție de amplitudinea leziunii.

Sunt descrise:

- leziuni minime:
 - ștergera unghiului cardio-frenic
 - dublu contur axilar
- leziuni limitate
 - apicale (pahipleurita periapicală)
 - mediastinale sau diafragmatice (corturi)

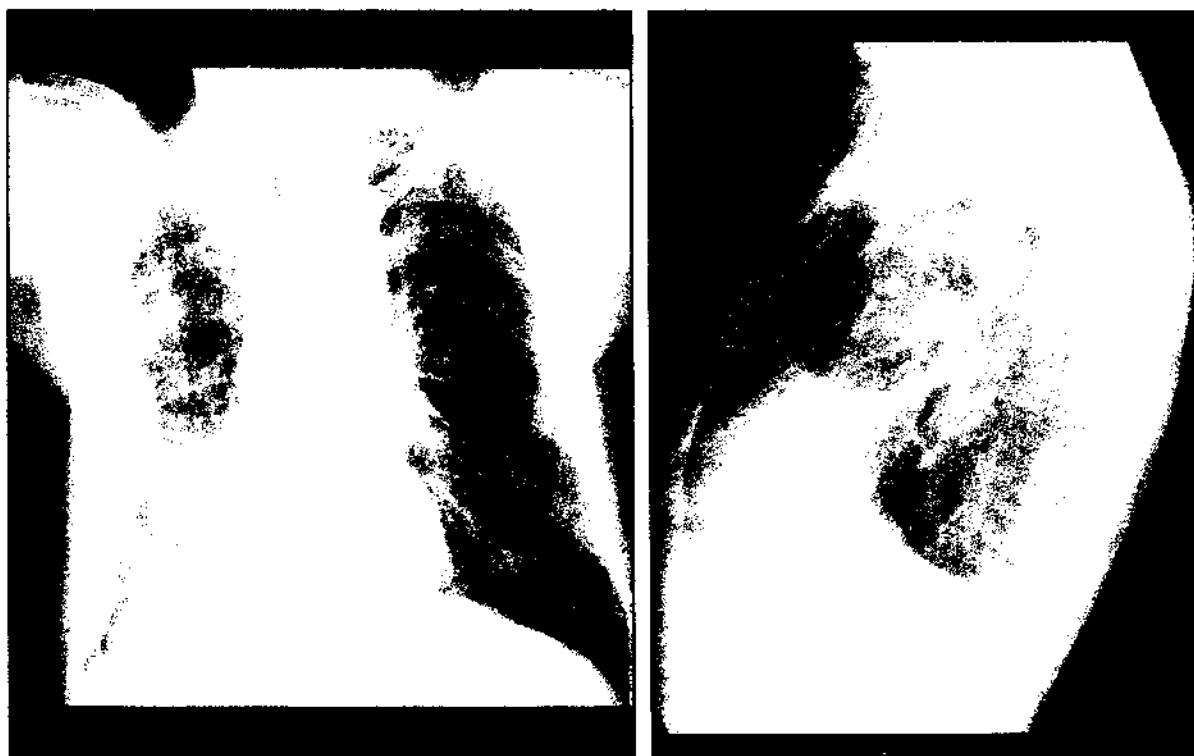


Fig. 11 - Pahipleurită retractilă a hemitoracelui drept

- leziuni specifice:
 - plăcile fibrohialine calcificate specifice asbestozei
 - calcificări pleurale:
 - în incidența de față:
 - opacități intense
 - cu contur neregulat
 - neomogene
 - multiple
 - diseminate
 - în incidența de profil:
 - linii opace
 - urmând conturul grilajului costal, mediastinului, diafragmului

2. TUMORI PLEURALE (fig.12)

Aspectul radiologic este identic cu cel al pleureziilor închistate parietale adică:

- opacitate densă omogenă
- cu contur medial net, convex, împingând pulmonul
- în contact intim cu peretele toracic, fixă
- fără liză costală
- de volum variabil

De la forma standard descrisă se pot dezvolta mai multe variante:

1. **Varianta umedă** care constă dintr-un sindrom pleuretic, cu pleurezie hemoragică dureroasă, liberă sau parțial cloazonată. Sindromul pleural în această situație este complex etiologic, dar necaracteristic radiologic.

2. **Varianta uscată** care poate îmbrăca două forme diferite:

- forma schiroasă în care sindromul pleural de tip solid este predominant deformant, retractil
- forma vegetantă în care sindromul pleural este de tip solid hipertrofic-productiv, dând aspectul de feston marginal. În incidența tangențială festonul este constituit din



Fig. 12 - Tumoră pleurală stângă
(opacitate omogenă, polიცiclică, paralelă cu peretele toracic)

opacități multiple, dense, omogene, boselate, cu contur net, înșirate pe conturul predominant extern al toracelui, mai bine vizibile spre vârfuri și mai ales după pneumotorax. În incidența de față apar ca opacități rotunde, multiple, aparent intrapulmonare, cu aspect de bule de săpun.

Retracția unui hemitorace opac, cu îngroșarea conturului hemitoracelui respectiv, constituie calea finală comună pentru toate aceste forme.

Substratul anatomo-patologic al acestor leziuni este mezoteliomul pleural și mai rar metastazele pleurale. Tumorile benigne sunt de excepție.

III. SINDROAMELE PULMONARE

Pulmonul este o structură unitară constituită din căi aeriene, vase sanguine și țesut conjunctiv de legătură. Sindroamele pulmonare reprezintă apariția la nivelul acestor structuri a unor fluide inexistente în mod normal sau acumularea în exces în structuri lumenale a unor fluide care există în mod normal în aceste structuri. Se definesc în acest fel mai multe categorii de sindroame pulmonare:

- cele prin acumulare de fluide în spațiile aerate (sindromul alveolar, sindromul bronșic)
- cele prin acumulare de fluide în spațiile cu consistență solidă (sindromul interstițial).
- cele prin acumulare de fluid în exces în lumenele vasculare normale (sindromul vascular)

Afectarea concomitentă a mai multor structuri, depășind limitele între teritoriile mai sus specificate, este apanajul unor afecțiuni cu caracter invaziv, în special a leziunilor neoplazice sau inflamatorii supurative. Acest tip de pan leziune pulmonară generează sindromul parenchimos.

1. SINDROMUL ALVEOLAR

Alveolele pulmonare sunt structuri aerate, invizibile radiologic, interconectate direct între ele. Alveolele nu sunt structuri terminale, ci comunică între ele prin porii Kohn. Conectarea lor la căile aeriene se face după criterii topografice, fiecărei alveole revenindu-i o bronșiolă terminală continuată cu un canal alveolar, ultimul segment al căii aeriene de transport distribuită după împărțirea în lobi, segmente, lobuli, alveole. Acestea din urmă, la om în număr de 250-300000000, se structurează în formă de piramide de dimensiuni progresiv mai mari, cu vârful orientat spre hiluri și cu baza pe cei 70-90 m.p. cât reprezintă suprafața lor desfășurată. Fiecare piramidă mai mare este formată din mai multe piramide mici. Întreg sistemul are vârful în hil.

Definim deci sindromul alveolar prin ansamblul semnelor radiologice consecutive dispariției aerului din alveole și înlocuirii lui printr-un fluid exudat sau transudat, care se poate solidifica. Prezența acestui produs străin interesează un teritoriu limitat la un segment sau lob căruia nu îi modifică volumul, spre deosebire de apneumatoza (atelectazie) care îl reduce.

Leziunea radiologică elementară caracteristică sindromului alveolar este opacitatea. Opacitățile din sindromul alveolar se caracterizează prin:

- intensitate hidrică
- structură omogenă
- contururi șterse
- sistematizare lobară sau segmentară (fig.13, 14)
- prezența bronhografiei aerice (fig.15)
- evoluția rapidă de ordinul zilelor

Intensitatea opacităților alveolare este mare, dar diferită în centrul opacității și spre periferia ei. Invazia alveolară și hepatizația sunt un proces care se extinde din aproape în aproape. Regiunile cu leziunile cele mai vechi nu mai conțin deloc aer alveolar



Fig. 13 - Caracterul sistematizat segmentar apical posterior drept

și sunt din punct de vedere radiologic opace. Opacitatea este în aceste regiuni mare, omogenă și cu bronhografie aerică. La limita între pulmonul afectat și cel sănătos există o zonă de tranziție, în care se realizează progresiunea procesului patologic. În această regiune coexistă un număr de alveole afectate, cu unele care se mențin încă pneumatizate. Se creează astfel condiția ca opacitatea în această zonă să aibă caractere radiologice



Fig. 14 - Caracterul sistematizat lobar mijlociu drept

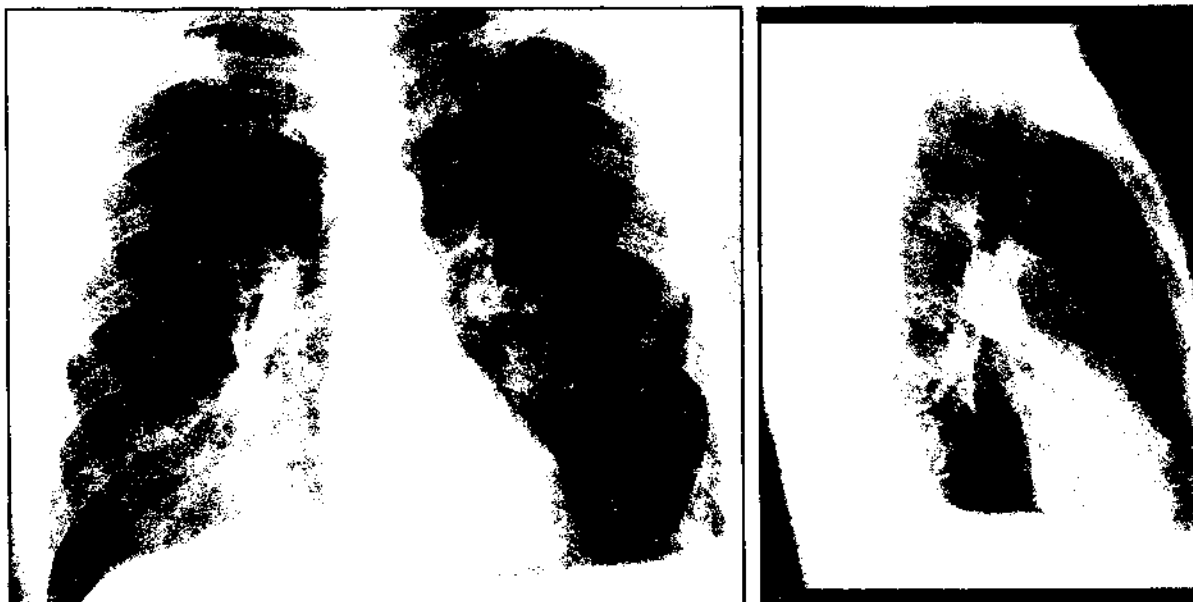


Fig. 15 - Bronhografie aerică într-un sindrom de condensare lobară mijlocie dreaptă

diferite: este de mai mică intensitate, este neomogenă, crează senzația vizuală de contur șters și nu permite perceperea bronhografiei aerice. Schimbările care survin în aspectul marginilor opacității atât în faza de instalare a leziunii cât și în faza de rezoluție creează premiza schimbărilor foarte rapide ale aspectului imaginii.

Bronhografia aerică este considerată semn de leziune alveolară și este creditată cu valoarea unui semn radiologic sigur de leziune nonneoplazică. Bronșiile normale nu sunt vizibile radiologic deoarece pereții lor nu sunt suficient de groși pentru a crea contrastul de densitate între două teritorii aerate, alveola și lumenul bronșic situate în strică contiguitate. Dispariția pneumatizării alveolei face ca bronșia aerată să devină vizibilă prin contrast negativ, sub forma unei benzi transparente în plină masă de opacitate alveolară, având topografia arborizațiilor bronșice. Condiția patologică nu există în cazul dispariției aerației bronșice prin obstrucție (în atelectazii) sau prin invazie cu material fluid (în faza de rezoluție a proceselor alveolare). De asemenea, leziunile care compromit concomitent aerarea alveolei și a bronșiei nu permit apariția imaginii de bronhografie aerică.

Sindromul alveolar reprezintă o categorie de leziuni cu imaginile lor radiologice corespunzătoare, dar în sânul căreia se descriu mai multe variante.

1.1. NODULII ACINARI SAU LOBULARI.

Acești noduli reprezintă din punct de vedere anatomic leziunea elementară, în sensul prezenței de fluid sau solid în cea mai mică unitate respiratorie vizibilă radiologic (fig.16).

Imaginea radiologică este greu de diferențiat de alte imagini nodulare și se caracterizează prin:

- dimensiuni variabile, dar în general la limita dimensiunilor care diferențiază nodulul de micronodul (3 mm).
- formă rotundă sau ovalară
- contur șters
- intensitate mică
- variabilitate pronunțată în timp

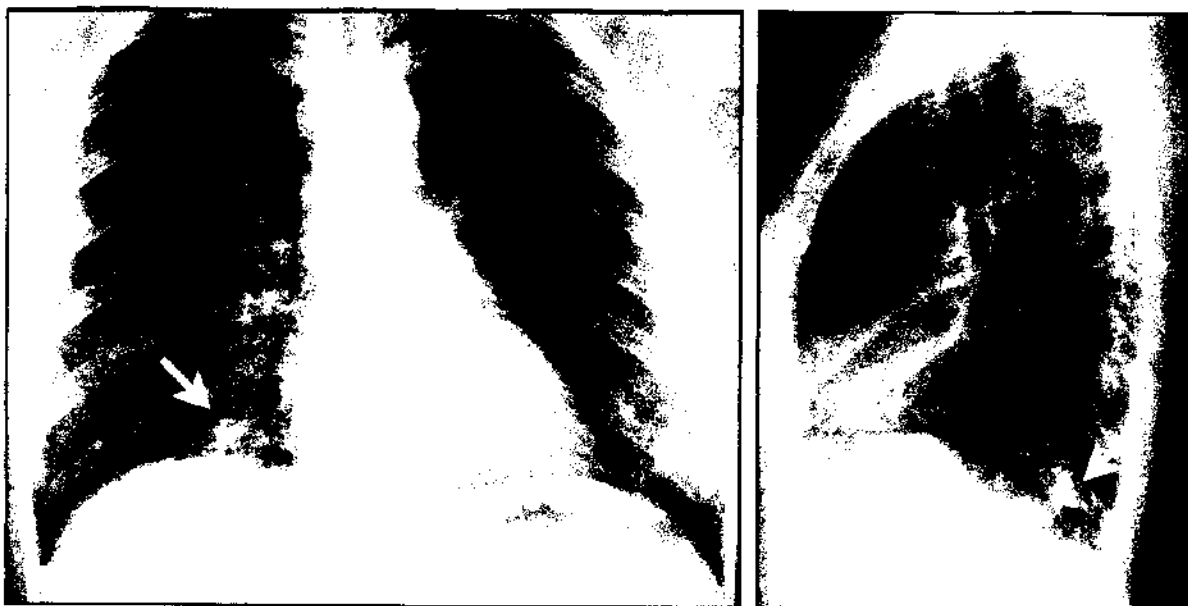


Fig. 16 - Nodul acinar în cadrul unui infarct pulmonar

Acești noduli acinari sau lobulari pot exista independenți sau pot fuziona realizând opacități de mai mari dimensiuni. Când există izolați realizează un aspect de miliară imposibil de diferențiat de miliara interstițială decât prin proba timpului sau proba terapeutică. Atunci când fuzionează, aspectul radiologic este determinat de dimensiunile segmentului de parenchim pulmonar afectat și constituie a doua categorie de leziuni:

1.2. LEZIUNI CONFLUENTE ÎNTINSE.

Sunt leziuni multilobulare care pot interesa până la mai mult de un pulmon. După cum păstrează sau nu topografia segmentară sau lobară, leziunile pot fi de două feluri:

Leziuni sistematizate

Sunt leziuni care ocupă un segment sau un lob (fig.14), dense, omogene, cu contur net și regulat reprezentat de scizuri sau de septurile intersegmentare, de formă triunghiulară cu baza la periferie și vârful în hil, cu bronhogramă aerică. Este aspectul clasic de pneumonie francă lobară. Poate interesa de la un singur segment până la ambii plămâni, când este de prognostic infaust.

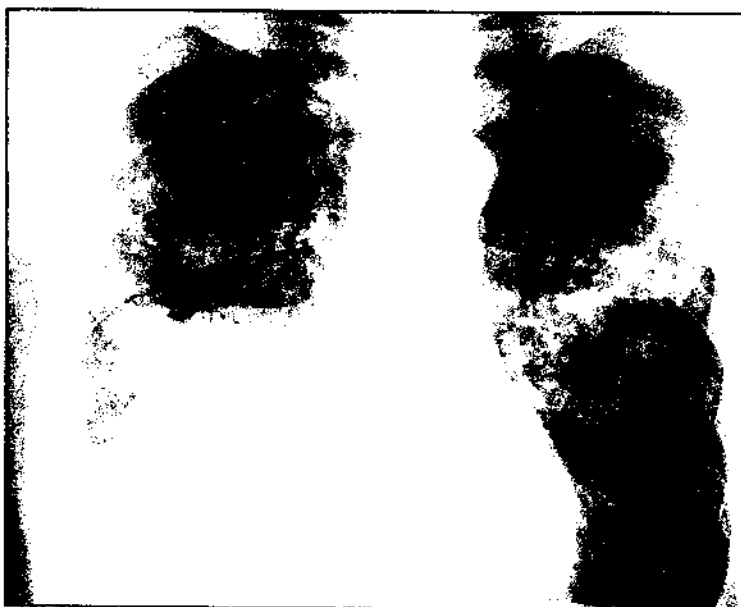


Fig. 17 - Leziuni confluyente în lobul inferior drept

Leziuni nesistematizate

(fig.17, 18)

Pot apare sub formă de leziuni difuze, cu contur imprecis, unice sau multiple, uni sau bilaterale, mai mult sau mai puțin întinse, cu sediu perihilar sau bazal, evolutive de la oră la oră. Leziunea clasică descrisă ca având acest aspect radiologic este edemul pulmonar acut hemodinamic sau toxic.

Din punct de vedere etiologic opacitățile pulmonare care se încadrează în sindromul alveolar sunt foarte rar de natură neoplazică. Se încadrează în această categorie cancerele alveolare și infiltratele limfomatoase. Leziunile localizate sunt eminamente infecțioase, cele difuze au frecvent și cauze hemodinamice sau toxice.



Fig. 18 - Opacități alveolare nesistematizate în cadrul unui edem pulmonar acut

2. SINDROMUL INTERSTIȚIAL

Tesutul interstițial pulmonar constituie scheletul conjunctiv de susținere și legătură a celorlalte structuri pulmonare între ele.

Interstițiul pulmonar este format din trei compartimente în directă continuitate anatomică între ele, dar diferite ca posibilități de materializare pe imaginea radiografică.

Compartimentul peribronhovascular: se întinde de la hiluri până la lobulii pulmonari și reprezintă segmentul zis „de conducere”. Este format din teci în jurul elementelor lumenale ale pulmonului, vasele arteriale și bronșiile. Este format din fibre longitudinale structurate în fascicule, întretăiate cu fascicule de fibre oblice sau transverse. Pe imaginea radiografică, acest compartiment reprezintă așa zisul „desen pulmonar peribronhovascular”, adică benzi opace, distribuite radier, de grosime diferită, mai groase perihilar și din ce în ce mai subțiri spre periferie, până la limita vizibilității radiografice, la periferia pulmonului, la o distanță variabilă în funcție de penetranța fascicolului de raze.

Compartimentul interlobular: îl continuă nemijlocit pe precedentul și conține venulele și limfaticele. El se continuă nemijlocit și cu conjunctivul subpleural, cel puțin la nivelul lobulilor superficiali. Apare pe radiografie sub forma unei trame areolare care se suprapune desenului peribronhovascular pe toată porțiunea centrală a proiecției pulmonului și nu se poate identifica separat decât la periferia pulmonului, acolo unde desenul peribronhovascular nu mai este vizibil.

Compartimentul parietoalveolar: este o structură complexă, reprezentând sectorul de schimburi respiratorii. Este format dintr-un ax conjunctiv lax foarte subțire, care se îngroașă la nivelul endoteliului capilar și a epiteliului respirator pentru a forma membranele bazale. Conține rețeaua capilară pulmonară. Include o serie de elemente celulare migratorii: limfocite, plasmocite, macrofage, monocite. Nu este vizibil pe radiografie. Mantaua pulmonară este singurul sector al unei radiografii toracice unde acest interstițiu parietoalveolar nu se sumează cu restul desenului pulmonar. Absența de la acest nivel a oricăror structuri suficient de radioabsorbante pentru a deveni vizibile radiografic, este cauza aspectului „spălat” al mantalei pulmonare.

Țesutul interstițial pulmonar este sediul unei circulații permanente normale a fluidelor, controlată de o serie de forțe: presiunea osmotică a proteinelor, presiunea alveolară, presiunea hidrostatică. Sensul centrifug al acestei circulații este asigurat de circulația sanguină, iar cel centripet de cea limfatică.

Definim ca **sindrom interstițial** ansamblul de semne radiografice care atestă îngroșarea tramei de țesut conjunctiv a plămânului. Depășirea grosimii de 0,3 mm. reprezentând puterea de separare a filmului radiografic, face ca interstițiul pulmonar să devină vizibil pe toată suprafața de proiecție a pulmonului. Îngroșarea tramei conjunctive se datorează:

- infiltrației lichidiene prin edem hemodinamic, inflamator, toxic
- stazei venoase cronice sau limfatice prin blocaj ganglionar cu limfangita carcinomatoasă asociată
- proliferării celulare anormale ca în granulomatoza interstițială sau fibrozele interstițiale difuze

Opacitățile din sindromul interstițial indiferent de tipul lor se caracterizează prin:

- contur net
- absența confluenței
- absența sistematizării
- absența bronhografiei aeriice
- evoluția lentă

Aceste caractere generale ar trebui să permită cu ușurință diagnosticul diferențial cu opacitățile alveolare. În practică, există rareori leziuni interstițiale pure, ele se asociază cu leziuni alveolare sau vasculare care schimbă caracterul opacităților făcându-le dificil încadrabile.

Se descriu trei feluri de imagini reprezentând leziunile elementare ale sindromului interstițial:

- imaginile nodulare
- imaginile lineare
- imaginile reticulare

2.1. IMAGINILE NODULARE.

Sunt imagini care păstrează caracterul general al leziunilor interstițiale rotunde, cu contur net, difuz distribuite în ambii câmpi pulmonari, de dimensiuni variabile, stabile în timp. Pot fi grupate după dimensiuni:

Imaginea de geam mat

Este reprezentată de o miliară extrem de fină, la limita vizibilității, localizată electiv perihilar sau bazal. Radiografia mărită sau analiza computertomografică demonstrează că este vorba de micronoduli foarte fini în număr extrem de mare, care înlocuiesc structura pulmonară normală. Aspectul de ansamblu este de film mișcat sau respirat, spălat, flu. Etiologia leziunii este foarte diversă, cele mai cunoscute cauze fiind cele infecțioase, în primul rând virale, și cele imunoalergice.

Imaginea de miliară adevărată

Este o miliară cu noduli de mai mari dimensiuni decât precedenta. Corelația radio-anatomică este controversată întrucât este acceptat că micronodulii sub diametrul de 6 mm. nu sunt vizibili radiografic izolați. Acceptând ca posibilă o miliară cu micronoduli de dimensiuni mai mici, acceptăm aprioric ideea că cei vizibili radiografic reprezintă de fapt o sumă. Computertomografia cu înaltă rezoluție a identificat micronoduli cu diametrul de 1 mm. izolați, neconfluenți și este recomandată ca metodă de elecție în cazurile cu imagine radiografică standard incertă.

Miliara adevărată este încadrată în mod tradițional printre sindroamele interstițiale pe criterii de frecvență cea mai mare, deși există miliare alveolare mult mai rare.

Din punct de vedere etiologic trebuie plecat de la premiza că substratul anatomic cel mai obișnuit al micronodulilor sunt granuloamele interstițiale. Se descriu asemenea granuloame în:

- afecțiuni infecțioase: virale, microbiene banale (stafilococia) sau tuberculoase
- afecțiuni micotice: candidoza, histoplasmoza
- pneumoconioze: silicoza, sideroza
- afecțiuni neoplazice sau hematologice: carcinomatoza metastatică, limfoame hodgkiniene sau nehodgkiniene
- boli cardiace: staza pulmonară cronică (fig.19)
- granulomatoze primitive idiopatice: sarcoidoza, histiocitoza X, hemosideroza pulmonară idiopatică.

Există o anumită orientare etiologică în funcție de caracterele micronodulilor:

- micronoduli sub 1.5 mm: hemosideroza, sideroza
- micronoduli între 3 mm. și 10 mm.: metastaze carcinomatoase. Localizare predominant bazală, asociază aspect de limfangită.
- micronoduli între 1.5 mm. și 5 mm. silicoza: noduli foarte denși, localizați în câmpurile superioare, cu imagini lineare hilifuge și cu adenopatii hilare asociate.

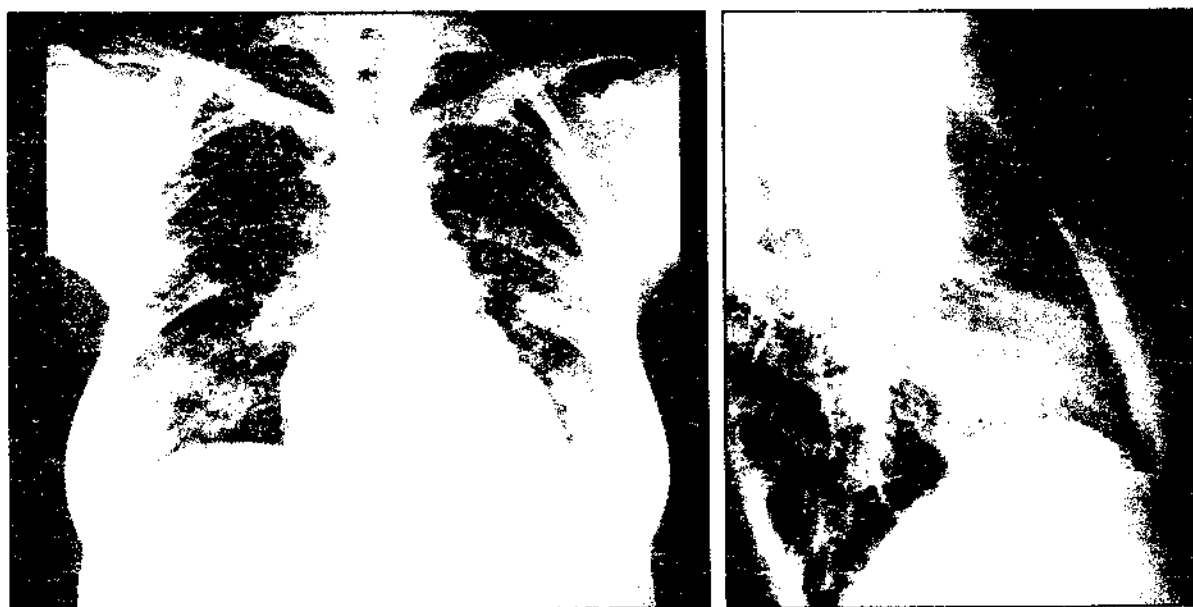


Fig. 19 - Benzi groase radiare și benzi orizontale numeroase, uniform distribuite în ambii câmpi pulmonari, date de staza pulmonară cronică

2.2. IMAGINILE LINEARE

Se încadrează în categoria opacităților în benzi, mai mult sau mai puțin rectilinii, care nu se divid, de grosime cu atât mai mare cu cât sunt mai aproape de hiluri. Nu au decât în câteva situații speciale topografie electivă (fig.20).

În această categorie se încadrează:

- liniile septale (Kerley A, B, C, D)
- benzile opace hilifuge

Linii septale

Reprezintă expresia radiologică a îngroșării septurilor interstițiale indiferent din care dintre cele trei grupe de septuri fac parte. Benzile pe care le produc pe radiografie se numesc generic linii Kerley.

Linii Kerley B (fig.21) sunt situate la bază, perpendiculare pe conturul pleural cu care sunt în contact, scurte de 2-3 cm., de grosime uniformă cca. 2 mm. pe toată lungimea lor, nu se divid. Sunt caracteristice edemului interstițial prin staza venoasă cronică, dar apar și în alte situații de reacție interstițială.

Linii Kerley A spre deosebire de liniile Kerley B sunt formate, ca și următoarele (C, D) prin înșiruirea cap la cap a mai multor benzi septale ale unor septuri ce separă între ele unități anatomice pulmonare mai mari decât lobulul. Sunt

localizate în câmpurile pulmonare superioare, sunt mai lungi (5-6 cm.), mai groase (3-4 mm.), situate mai central, intraparenchimatous, sunt adesea curbe și nu au niciodată legătură cu hilurile, nici cu zona perihilară.

Linii Kerley D sunt și mai groase decât precedentele, situate anterior în câmpurile pulmonare inferioare, cel mai frecvent în zone de proiecție ale lobului mijlociu sau ale lingulei, se văd deci mai bine pe radiografia toracică de profil. Nu trebuiesc confundate cu atelectaziile lamelare Fleischner cu care seamănă.



Fig. 20 - Benzi apicale date de redistribuția vasculară



Fig. 21 - Linii Kerley B la baza ambilor plămâni

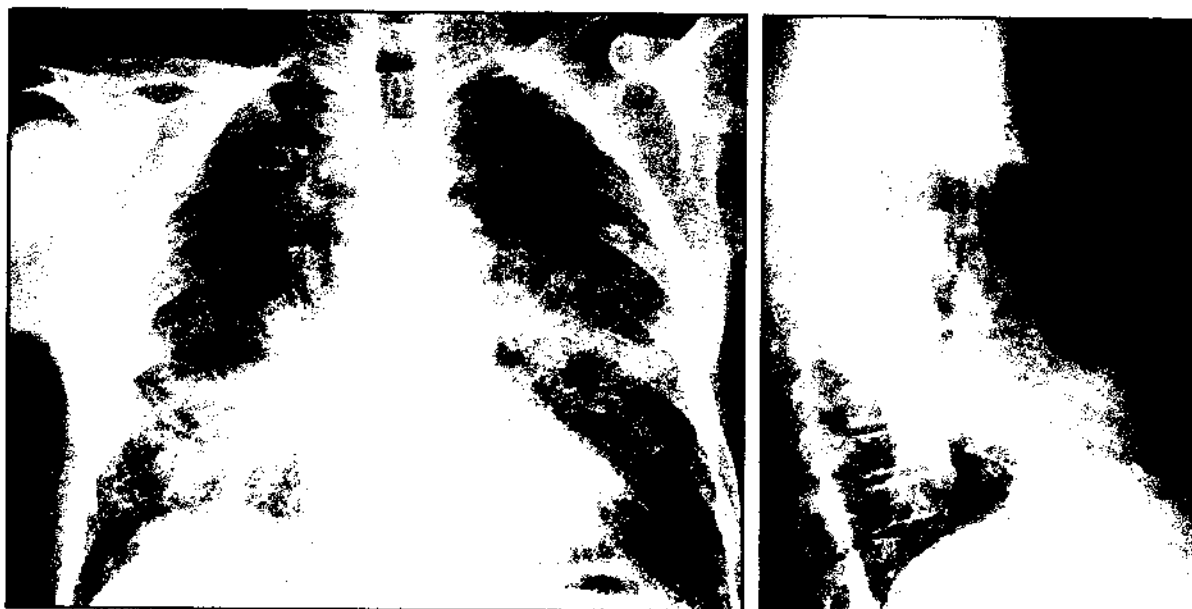


Fig. 22 - Benzi groase, hilifuge, mai evidente de partea stângă

Benzile opace hilifuge

Sunt opacități datorate îngroșării tecilor conjunctive hilipete care înconjoară marile vase perihilare. Pe radiografie apar ca benzi opace groase, dense, radiare spre periferie cu centrul în hiluri (fig.22).

2.3. IMAGINILE RETICULARE ȘI AREOLARE.

Imaginile reticulate sunt constituite din formațiuni lineare, rectilinii sau curbe, de grosime variabilă, care se întretaie între ele, realizând un aspect de plasă cu ochiuri largi. Ochiurile plasei reprezintă parenchim pulmonar cu densitate aerică normală. Substratul anatomopatologic al leziunii este dat de lezarea interstițiului peri sau interlobular.

Aspectul reticular este un aspect particular derivat din precedentul. Ochiurile rețelei sunt mai mici, rotunde sau ovalare și tot circumscrise de benzi opace de grosime variabilă. Substratul anatomopatologic este reprezentat de lobuli aerați, dar care și-au pierdut septurile interalveolare.

Din punct de vedere etiologic aspectul reticular sau areolar are aceeași semnificație, el apărând în toate fibrozele pulmonare difuze care asociază distrucții alveolare. Indiferent că au un mecanism de producere cunoscut sau nu, imaginile reticulare sau areolare se pot asocia între ele sau cu alte tipuri de leziuni interstițiale pulmonare. Asocierea poate fi concomitentă sau consecutivă, eșalonată în timp. Asocierea poate interesa și tipuri de leziuni din clase diferite interstițiale urmate de alveolare ca în cazul edemului pulmonar cardiac.

3. SINDROMUL BRONȘIC

Bronșiile sunt formațiuni lumenale cu pereți proprii, care asigură transportul aerului atmosferic spre zona de schimburi respiratorii. Arborele bronșic este format din bronșii de calibru descrescător pe măsura depărtării de bifurcația traheei, locul de formare al bronșiilor primitive corespunzătoare fiecărui plămân. Porțiunea terminală a arborelui bronșic cuprinde :

- zona de transport: bronșiile lobulare care se divid în bronșiole terminale
- zona de tranziție: bronșiolele respiratorii, ram din bronșiolele terminale
- zona de schimburi: începe la nivelul canalelor alveolare în care se deschid sacii alveolari.

Nici un segment al arborelui bronșic normal nu este vizibil radiologic, din cauza lipsei contrastului între două medii cu transparență aerică, bronșia și alveolele, separate printr-un perete bronșic prea subțire pentru a putea fi obiectivat radiografic.

În acest context definim ca sindrom bronșic ansamblul de informații radiografice care permite vizualizarea segmentului de transport al arborelui bronșic și corelarea acestei vizualizări cu modificările anatomice sau funcționale ale teritoriilor conexe, atât cele destinate schimburilor cât și cele de susținere. Semnele radiologice pot fi directe (vizualizarea bronșiilor) sau indirecte (consecințele funcționale ventilatorii sau circulatorii).

Bronșiile pot deveni vizibile radiografic în trei situații:

- când se îngroașă pereții și când se materializează sub forma a două benzi opace paralele în incidența longitudinală sau a unui inel cu centru clar în incidența ortogradă.
- când mediul aeric extrabronșic devine opac, iar bronșia apare ca o bandă clară într-o masă de opacitate. Este bronhografia aerică a sindromului alveolar.
- când lumenul bronșic își pierde aerul prin înlocuire cu conținut fluid seros sau purulent, dar mediul înconjurător este normal aerat. Bronșia apare ca o bandă opacă, imposibil de diferențiat de opacitățile vasculare.

Aceste trei situații generează suita de semne directe ale sindromului bronșic. O altă categorie de semne reprezintă semnele indirecte.

3.1. IMAGINILE DIRECTE.

Bronșiile cu pereți îngroșați.

Suportul anatomopatologic al acestui tip de imagini poate fi de două feluri:

- îngroșarea peretelui propriu-zis
- îngroșarea conjunctivului peribronșic

Aspectul radiologic poate fi de asemenea diferit după cum este vorba de:

- îngroșarea peretelui cu diametru normal al bronșiei
- îngroșarea peretelui cu creșterea calibrului bronșiei

Îngroșarea peretelui cu diametru normal al bronșiei constituie cel mai comun semn direct de sindrom bronșic. Bronșia devine vizibilă pe radiografie sub una dintre următoarele forme:

- aspectul de „șină de cale ferată”: două benzi opace paralele, reprezentând cei doi pereți îngroșați, separate de un spațiu clar, corespunzând lumenului bronșic gol aerat. Aceste opacități urmează strict topografia bronșică.
- o singură bandă opacă separată printr-un spațiu clar de o opacitate în bandă groasă, paralelă cu prima. Este aspectul bronșicii cu perete gros la care însă unul dintre pereți nu poate fi departajat de opacitatea arterei însoțitoare. Banda mai subțire este peretele bronșic, iar spațiul clar este lumenul aerat al bronșiei.
- un inel cu contur net și centru clar, tangent sau foarte apropiat unui alt inel cu centru opac. Imaginea reprezintă proiecția ortogradă a bronșiei și arterei vecine.

Din punct de vedere etiologic aspectul descris poate apare în orice inflamație cronică bronșică asociind edemul mucos cu edemul și fibroza peretelui propriu-zis și al conjunctivului peribronșic. Situațiile patogenice în care există numai edemul și (sau) fibroza peribronșică pot genera o imagine radiologică similară (vezi edemul interstițial hemodinamic).

Îngroșarea peretelui cu creșterea diametrului bronșiei realizează aspectul de bronșiectazii. Aspectul radiografic este particular, constituit din opacități inelare cu contur gros și centru clar, dispuse grupat în formă de „bucet”, mai bine vizibile la baze. Imaginea descrisă presupune existența unor bronșiectazii goale, cu lumen aerat, conturul ficcărui inel reprezentând peretele îngroșat al bronșiei dilatate.

Este de notat că aspectul de bronșiectazii este particular și nu este superpozabil peste cel de îngroșare a peretelui bronșic prin inflamație cronică. Aceasta din urmă

realizează o diminuare a lumenului fără modificarea diametrului exterior al bronșiei, adică îngroșarea peretelui se face prin furt din lumenul aerat.

Bronșiile normale într-o masă opacă

Reprezintă bronhografia aerică. Aceasta este considerată ca semn de sindrom alveolar și a fost discutată la capitolul respectiv. Ar mai fi de notat numai faptul că bronhografia aerică nu este un semn constant. Ea poate dispărea sau nu apare deloc atunci când aerul dintr-o bronșie obstruată situată în plină opacitate alveolară s-a resorbit.

Bronșiile pline

Condiția patologică responsabilă de această situație este acumularea de fluid, indiferent de natura lui, într-un lumen bronșic cu transformarea acestuia dintr-un teritoriu transparent într-unul opac. Aspectul este de opacități în benzi groase, dispuse pe traiectul topografic al bronșiilor, cu un calibru scăzând lent progresiv spre periferie.

3.2. IMAGINILE INDIRECTE

Însumează modificările radiologice apărute drept consecințe funcționale ventilatorii și circulatorii ale alterărilor bronșice. Sunt incluse modificările funcționale ventilatorii și ale circulației pulmonare.

Consecințele ventilatorii

Reprezintă efectele obstrucției bronșice și se manifestă în teritoriul deservit de bronșia afectată.

Atelectazia este proporțională cu calibrul bronșiei afectate. Opacitatea segmentului afectat are particularitatea de a fi o imagine retractilă. Se produce atunci când este vorba de o obstrucție completă a bronșiei.

În condiții de obstacol bronșic incomplet, când în teritoriul unei bronșii, aerul care pătrunde în inspir nu mai poate fi eliminat printr-o bronșie care se colabează parțial prin hiperpresiune în expir, se formează o zonă de hiperinflație, **emfizemul localizat cu aer captiv** (fig.23) sau air trapping-ul autorilor anglo-saxoni. Posibilitățile tehnice de a pune în evidență o asemenea



Fig. 23 - Bule de emfizem apicale drept

imagine sunt legate de timpul respirator în care se efectuează radiografia : nu există diferență de aspect radiografic între imaginea din inspir și cea din expir.

Atelectazia lamelară Fleischner apare sub forma unor opacități lineare, orizontale, bazale, supradiaphragmatice și corespunde unor atelectazii zonale date de hipoventilația mecanică a sectorului pulmonar respectiv. Se întâlnesc cel mai frecvent în condițiile unui diafragm cu mobilitate redusă, împins (ascita, sarcina, obezitate), fixat antalgic (bolnavi cu intervenții chirurgicale abdominale) sau paretic (paralizie frenică, relaxare diafragmatică).

Consecințele circulatorii

Sunt de ordin general și nespecific și sunt reprezentate de:

- olighemic sectorială cu hipertransparență pulmonară neinfluențată de timpii respiratori
- redistribuție vasculară spre teritorii situate la distanță de bronșia afectată.

4. SINDROMUL VASCULAR.

Studiul circulației intraparenchimatoase pulmonare și a modificărilor ei funcționale vor constitui totdeauna una dintre virtuțile examenului radiologic toracic. Ameliorările scorului diagnostic prin computertomografie și angiografie nu a redus cu nimic importanța radiografiei standard. În acest sens sunt de notat două expresii clasice ale radiologilor și anume că „radiografia toracică este angiografia săracului” sau că „a cincea cavitate a inimii este circulația pulmonară”.

Circulația pulmonului este formată dintr-o circulație funcțională reprezentată de mica circulație (ventricul drept, pulmon, atriu stâng) și de o circulație nutritivă ce ține de circulația sistemului aortic (circulația bronșică, ram din intercostale, ram din aorta toracică). Dintre aceste două sisteme numai cel funcțional este vizibil pe radiografia standard. Din el se văd: trunchiul arterei pulmonare, cele două ramuri hilare ale arterei pulmonare și vasele arteriale intraparenchimatoase care formează benzile opace, radiare, cu diametru progresiv descrescător spre periferie, cu contur net, divizate dicotomic care formează desenul pulmonar normal. Vasele venoase nu urmează același traiect cu cele arteriale, ele sunt situate la periferia unităților anatomice pulmonare (lobuli, segmente) și nu în centrul lor, iar traiectul radiologic este mai orizontal, grosimea variabilă, conturul mai puțin net, iar ramificația de tip lateral și nu dicotomică. Capilarele pulmonare reprezintă rețeaua perialveolară și perilobulară și nu pot fi căutate pe radiografie decât la nivelul mantalei pulmonare, unde nu se sumează cu alte elemente structurale pulmonare. Circulația capilară pulmonară normală nu se vede pe radiografie.

Angiopneumografia este metoda de elecție de explorare a tuturor segmentelor circulației pulmonare, iar computertomografia dinamică cu substanță de contrast permite individualizarea vaselor mari arteriale și venoase atât hilare cât și intraparenchimatoase.

Din punct de vedere **histologic** sunt de notat câteva elemente specifice circulației intrapulmonare, care contribuie la formarea imaginii radiologice normale a pulmonului și la modificările patologice :

- la naștere circulația arterială pulmonară este formată din artere musculare. După primii doi ani de viață structura arterelor pulmonare se modifică. Arterele cu diametru mai mare de 3 mm. devin artere elastice, iar cele cu diametru mai mic rămân musculare
- rețeaua capilară se află situată în axul central al septului alveolar, celulele endoteliului capilar sunt puțin etanșe și permit ieșirea liberă spre interstițiu nu numai a fluidelor ci și a unor elemente celulare mobile. Epiteliul respirator de la nivelul alveolelor este mai etanș, deci mult mai puțin penetrabil fluidelor și celulelor.

Din punct de vedere **funcțional** circulația pulmonară este o circulație:

- cu debit mare, debitul ventricolului drept este egal cu cel al ventricolului stâng
- cu presiune mică, presiunea intraarterială pulmonară este de cinci ori mai mică decât cea sistemică
- cu rezistență periferică mică
- cu complianța capilară mare, pulmonul putând accepta în condiții normale până la dublul volumului sanguin bazal

Regimul presional al unui pulmon normal în ortostatism este funcție de efectul gravitației, care creează diferențe între presiunea hidrostatică la baze, în porțiunea medie și apical.

În porțiunea apicală presiunea alveolară este superioară celei arteriale și venoase. Capilarele sunt puțin funcționale, iar alveolele destinse. Transparența pulmonară este mare, iar desenul pulmonar sărac.

În porțiunea bazală situația este inversată. Presiunea arterială și venoasă sunt superioare presiunii alveolare. Capilarele sunt destinse la maximum, iar alveolele parțial colabate. Pulmonul este mai puțin transparent, iar desenul pulmonar cel mai bogat.

În porțiunea medie presiunea arterială este superioară celei alveolare și celei venoase.

În consecință, în ortostatism, debitul circulator este în principal localizat la baze. Există în plămân o importantă rezervă de securitate, care devine operațională în condiții de creștere a debitului, și este reprezentată de circulația pulmonară din sectoarele apical și mediu pulmonar.

Există modificări ale complianței pulmonare și implicit ale transparenței radiografice în funcție de timpul respirator și de poziția în care s-a făcut radiografia. Pentru a le înțelege trebuie știut că circulația pulmonară periferică se împarte în:

- compartimentul alveolar sau capilar pulmonar și
- compartimentul extraalveolar sau interstițial constituit din artere și vene intraseptale.

În inspir alveolele sunt destinse, capilarele pulmonare sunt strivite, vasele interstițiale sunt beante. Densitatea aer domină asupra densității fluid a sângelui, transparența pulmonară este mai mare, câmpii pulmonari mai luminoși.

În expir alveolele sunt colabate, capilarele în repleție completă, vasele interstițiale sunt colabate, densitatea fluidă predomină asupra celei de aer, transparența pulmonară este mai mică, câmpii pulmonari mai întunecați.

La scară patologică orice creștere a inflației alveolare duce la o jenă circulatorie care se traduce prin scăderea de debit și creșterea de presiune. Urmează o redirectionare a debitelor circulatorii către teritorii indemne unde regimul presional a rămas normal.

Pe o radiografie efectuată în decubit, gravitația nu mai acționează asupra presiunilor vasculare de la baze. Ca urmare diferențierile de aspect circulator baze / vârfuri nu mai sunt perceptibile.

Ambele situații descrise creează fenomenul hemodinamic de redistribuție vasculară cu corespondentul său radiografic îmbogățirea desenului vascular pulmonar în sectoare cu circulație în condiții normale săracă, în special spre vârfuri.

Definiția sindromului vascular pulmonar, în contextul celor expuse, ar fi ansamblul de informații obținute cu ajutorul unei radiografii toracice standard, care să ateste o modificare fiziologică sau patologică a vaselor pulmonare, prin modificarea hemodinamicii locale. Sunt recunoscute drept cauze hemodinamice ale sindromului vascular pulmonar trei tipuri de modificări:

- modificări de flux
- modificări de presiune
- modificări de volum

Nu există nici o formă de sindrom vascular pulmonar în care aceste modificări să existe izolat. Ele există asociat generând o semiologie radiologică complexă, care implică în egală măsură modificări ale vaselor, ale interstițiului, ale alveolelor și ale mediastinului.

4.1. SINDROMUL VASCULAR PULMONAR PRECAPILAR.

Reprezintă suma modificărilor circulației arteriale pulmonare, care pot fi de două tipuri:

- cu hipervascularizație
- cu hipovascularizație

Sindromul de hipervascularizație arterială pulmonară

Se mai numește și sindromul de pletoră pulmonară și se datorează unei creșteri a fluxului arterial pulmonar. Creșterea fluxului arterial se datorează unui debit sanguin suplimentar circulant rezultat prin:

- shunt sistemico-pulmonar (cardiopatii congenitale)
- hipervolemie (insuficiența renală cu sindrom nefrotic)
- hiperchinezie (hipertiroidism)

Se caracterizează radiologic prin:

- reducerea transparenței pulmonare globale
- creșterea grosimii benzilor opace ale desenului pulmonar
- redistribuția vasculară baze/vârfuri
- absența semnelor de sindrom interstițial sau alveolar
- hiluri pulmonare de dimensiuni normale

Creșterea debitului se traduce prin îmbogățirea circulației arteriale din câmpurile pulmonare superioare dată de deschiderea de teritorii noi și de dilatarea celor deja deschise. Benzile vasculare cresc în regiunile apicale atât ca grosime cât și ca număr pe unitatea de suprafață (fig.24). Aspectul radiografic global este cel de uniformizare a desenului pulmonar. Acesta este asemănător pe toată suprafața pulmonului radiografiat. Fenomenul se numește redistribuție vasculară și se asociază unui fenomen care o precede și anume îngroșarea benzilor vasculare pulmonare normal vizibile la



Fig. 24 - Îmbogățirea desenului vascular pulmonar apical prin redistribuție indiferent de cauză

baze, prin încărcarea lor cu sânge într-o primă tentativă de a caza în pulmon un volum circulant suplimentar. Se obține în final un aspect de pletoră pulmonară cu dilatația tuturor elementelor arteriale pulmonare, bilaterală, apicală ca și bazală.

Vasele arteriale pulmonare sunt vase cu perete gros, care nu permit cu ușurință ieșirea fluidelor intravasculare în interstițiul pulmonar. Interstițiul perivascular rămâne indemn, fără semne de sindrom interstițial.

Aspectul hilurilor pulmonare nu este modificat decât în sensul unei dilatații moderate a ramului arterei pulmonare, insuficientă pentru a determina modificări radiologice semnificative.

Sindromul de hipovascularizație arterială pulmonară

Este o condiție patologică dobândită sau congenitală. Poate fi o leziune difuză sau localizată, definitivă sau reversibilă.

Hipovascularizația pulmonară difuză bilaterală este o afecțiune congenitală și se datorează unei obstrucții la nivelul căii de ieșire a ventricolului drept sau pe traiectul arterei pulmonare. Particularitățile radiografice sunt:

- hipertransparența pulmonară difuză, simetrică bilateral
- desen pulmonar gracil cu reducerea numărului de benzi pe unitatea de suprafață
- hiluri pulmonare mici, de obicei simetrice
- uneori dilatație poststenotică a arterei pulmonare

Aspectul cel mai sugestiv este cel realizat în cadrul tetralogiei Fallot.

Hipovascularizația difuză unilaterală poate fi **congenitală** realizând sindromul Janus:

- hipertransparența accentuată a unui pulmon
- desen vascular gracil în pulmonul respectiv
- hil mic de partea hipertransparentă

Este în esență raportarea unilaterală a simptomatologiei radiologice de la categoria precedentă și are drept cauze tot stenozele de arteră pulmonară, unilaterale și periferice.

Hipovascularizația unilaterală **dobândită** este de două categorii:

- cu hil mic homolateral
- cu hil mare homolateral

Stenozele bronșiei primitive pot duce prin reflexul Von Euler la o reducere de flux arterial cu redistribuție contralaterală. Leziunea este reversibilă la dispariția stenozei bronșice. Aspectul radiologic este dominat de hipertransparența pulmonară unilaterală și hilul mic de aceeași parte.

Hilul mare poate fi cauzat de o tumoră cu invazie arterială sau de dilatația arterei în amonte de un tromb voluminos.

Este descrisă și posibilitatea unui sindrom hipovascular unilateral cu hil mare contralateral, acesta se datorează redirectionării sângelui care nu poate accede către celalalt plămân ca urmare de obicei a unei tromboze masive.

Sindromul de hipertensiune pulmonară precapilară

Este un sindrom cu aspect radiologic combinat: pletora pulmonară centrală și oligohemie periferică (fig.25).

Mecanismul de producere al hipertensiunii pulmonare arteriale explică aspectul radiografic. La limita între meta-arteriola pulmonară elastică și cea musculară există o concentrare musculară care joacă rolul de sfincter. Așa zisul sfincter reacționează la creșterea de presiune intravasculară prin instalarea unui spasm destinat protejării segmentului



Fig. 25 - Dilatația vaselor pulmonare hilare și perihilare, cu amputarea lor periferică și reducerea numărului de benzi vasculare în pulmonul periferic

vascular situat în aval de el, în special al capilarului pulmonar. Spasmul duce la o scădere dramatică a suprafeței de secțiune a patului vascular pulmonar, cu creșterea accentuată a presiunii în amonte de zona de baraj. Fenomenul apare relativ precoce, oricum înainte de apariția semnelor de alterare capilară și interstițială.

Aspectul radiografic este efectul mecanismului patogenetic descris:

- pulmonul este împărțit pe orizontală în două zone distincte:
 - una centrală hilară și perihilară unde aspectul este cel descris anterior la pletora pulmonară
 - una periferică franc olighemică asemănătoare ca aspect celei corespunzătoare descrisă anterior
 - limita între cele două zone este netă, reprezentată de întreruperea bruscă a benzilor opace, groase, date de vasele arteriale centrale dilatate. Întreruperea marchează locul barajului mecanic intraarterial.
- periferia pulmonului este hipertransparentă și fără vreo altă leziune morfologică, efect al protecției exercitate de barajul vascular asupra interstițiului pericapilar și perilobular.
- cordul drept și segmentele proximale ale circulației pulmonare sunt dilatate ca efect al hiperpresiunii.

Repartiția aspectului radiologic pe verticală poate fi diferită în funcție de stadiul de evoluție al hipertensiunii pulmonare, el la rândul său efect al vechimii bolii de bază.

- într-o primă etapă aspectul descris apare localizat la baze creând prin redistribuție un aspect paradoxal al plămânului: mai bogat în desen vascular la vârfuri decât la baze
- pe măsura trecerii timpului, în absența unui tratament adecvat, leziunea progresează spre cranial și sfârșește prin a cuprinde întreg pulmonul, care se olighemiază periferic.

Mai este de notat că leziunea are la început caracter funcțional reversibil, iar ulterior devine definitivă în momentul când „spasmul” se transformă în „stenoză” francă. Ameliorarea irigației pulmonare periferice (scăderea hipertransparentei și îmbogățirea desenului) în decubit, prin suprimarea suprasarcinii circulatorii date de gravitație este un test de reversibilitate.

4.2. SINDROMUL VASCULAR PULMONAR CAPILAR

Este o condiție patologică rezultată din compromiterea patului capilar pulmonar prin procese de fibroză interstițială sau prin simplul efect mecanic de hiperinflație alveolară cu hiperpresiune și strivirea capilarelor.

Aspectul radiologic este dominat de semnele de sindrom interstițial sau de modificările ventilatorii de tipul celor din sindromul bronșic. Modificările radiologice vasculare pulmonare sunt superpozabile peste cele întâlnite în hipertensiunea pulmonară precapilară. Aceasta din urmă reprezintă de fapt o cale finală comună pentru toate afecțiunile cu hiperpresiune inclusiv cele prezente în care cauza este post-arterială imediată, în capilarul perialveolar.

4.3. SINDROMUL VASCULAR PULMONAR POSTCAPILAR

Grupează semnele radiografice care definesc sindroamele de stază venoasă pulmonară. Nu se cunosc situații clinice care să genereze hipovascularizație pulmonară electiv venoasă.

Sindromul de stază venoasă pulmonară

Este generat de afecțiuni care blochează calca de întoarcere a sângelui spre atrium stâng sau cel mai frecvent prin obstrucție valvulară mitrală.

Există un sindrom de **stază venoasă pulmonară acută** produsă prin insuficiența acută a ventricolului stâng. Din punct de vedere radiologic simptomatologia este aceea a unui sindrom alveolar produs prin transudarea bruscă a fluidelor din vasele venoase și

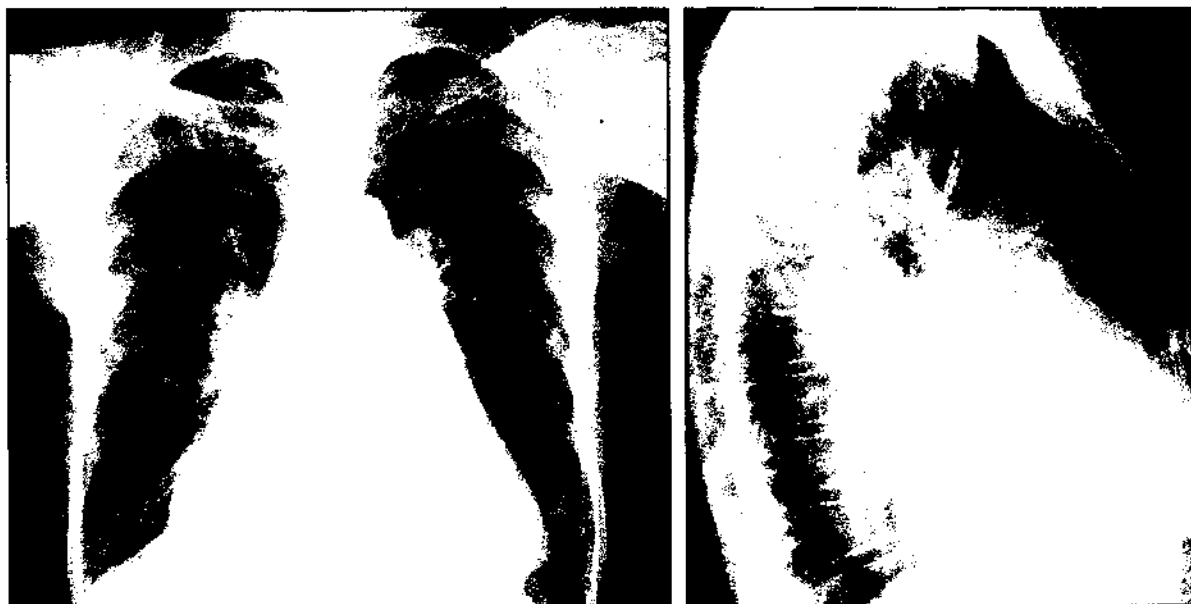


Fig. 26 - Stază venoasă pulmonară cronică prin obstrucție valvulară mitrală cu redistribuție vasculară apicală

capilare perialveolare direct în alveole via interstițiul pulmonar care însă nu are timp să reacționeze specific. Lipsesc în acest context semnele de interesare interstițială, aspectul radiologic fiind de edem pulmonar acut. Repetarea episoadelor de edem pulmonar acut poate lăsa ca leziune sechelară o interesare nespecifică de tip sindrom interstițial.

Staza venoasă pulmonară cronică recunoaște ca prim movens o acumulare pasivă de sânge în teritoriul venos. Se produce o scădere a vitezei de circulație a sângelui în vene și prin efectul de baraj fluid al masei de sânge venos stagnant o creștere de presiune în capilarul pulmonar. Până la acest nivel nici un mecanism de protecție asemănător celui de la nivelul arterelor nu protejează capilarul pulmonar. Simptomatologia radiologică este direct legată de nivelul presiunilor din capilarul pulmonar.

Primul semn radiologic de stază venoasă este **redistribuția vasculară** venoasă, care apare la valori presionale capilare între 12 și 25 torr. Numărul de elemente vasculare pulmonare superioare se dublează, calibrul lor de asemeni. Nu apar încă semne de edem interstițial.

Edemul interstițial apare la valori presionale între 25 și 35 torr. Aspectul radiologic al edemului interstițial de stază are următoarele particularități:

- apariția frecventă a liniilor Kerley. Liniile Kerley B sunt considerate de mare specificitate pentru staza cronică
- desenul areolar perialveolar bine vizibil
- banda opacă de contur pleural axilar sau bazal și ulterior epanșamentul lichidian al cavității pleurale
- nodulii interstițiali, sunt considerați leziuni cu specificitate mare, dar tardivi. Sunt de două tipuri:
 - hemosiderotici: micronoduli dispuși perihilar și bazal, de dimensiuni sub 3 mm., cu contur net, foarte numeroși, de intensitate mare, care în timp pot ajunge la intensitate calcară prin înglobare în structura micronodulilor a produșilor de metabolism ai pigmentului hemoglobinic din hematiile ajunse în interstițiul pulmonar odată cu fluidele sanguine și distruse
 - de osificare pulmonară: sunt noduli mai mari, cu diametru de până la un centimetru, calcari, cu centrul clar, rari, dispuși aleatoriu și reprezentând calcificări ectopice în țesutul de necroză al unor infarcte pulmonare vechi.

- modificările de configurație a cordului. Cea mai sugestivă modificare este considerată mărirea de volum a atriului stâng, ca semn de baraj mitral. Orice alte modificări de configurație sunt considerate de importanță îndoieală sau aproximativă.

Edemul alveolar apare la presiuni și mai mari, de peste 35 torr și are aspectul caracteristic al sindromului alveolar nesistematizat prin edem pulmonar acut. Este de reținut că edemul pulmonar acut prin stază venoasă veche are două particularități de evoluție și aspect:

- poate avea uneori localizări aparent stranii (lobar, două segmente la distanță unul de celălalt, apical etc.).
- nu mai apare odată cu instalarea semnelor de hipertensiune pulmonară arterializată.

Mecanismele de protecție ale pulmonului, apărute în fazele tardive de evoluție ale stazei pulmonare se pot instala fără respectarea riguroasă a topografiei impuse de efectul hemodinamic al gravitației. Astfel edemul pulmonar acut apare în zonele cele mai neprotejate prin barajul vascular arterial, sau atunci când acest baraj s-a generalizat, nu mai apare.

Sindromul de hipertensiune pulmonară retrogradă

Evoluția în timp a sindromului de stază venoasă cronică duce la creșterea progresivă a presiunii în teritoriul arterial pulmonar. Această creștere de presiune declanșează instalarea spasmului metaarteriolar. Instalarea barajului arterial antrenează schimbări în simptomatologia clinică și radiologică a bolilor cu stază venoasă cronică, de exemplu a stenozei valvulare mitrale. Clinic dispar hemoptiziile (capilarul este protejat) și apar semnele periferice de insuficiență cardiacă (suprasolicitarea cordului drept prin presiunile vasculare pulmonare foarte mari). Radiologic periferia pulmonului se luminează, dar semnele de edem interstițial cronic nu dispar. Ele persistă chiar după rezolvarea chirurgicală a barajului mitral și semnează caracterul retrograd al sindromului de hipertensiune pulmonară prin „arterializarea” unei staze cronice. Semnele radiologice de sindrom interstițial vizibile în mantaua unui asemenea pulmon permit un diagnostic diferențial corect de hipertensiunile pulmonare anterograde. La acestea din urmă, capilarul și interstițiul pulmonar sunt protejate de efectul debitelor arteriale crescute încă de la început și nu dezvoltă sindrom interstițial.

5. SINDROMUL PARENCHIMATOS

Este definit prin totalitatea informațiilor radiografice privitoare la o grupă de afecțiuni parenchimotoase pulmonare, care prin caracterul lor agresiv și distructiv, nu respectă teritoriile definite histologic anterior și implicit nici semnele radiologice ale sindroamelor generate de afectarea electivă a teritoriilor respective. Etiologic este vorba de afecțiuni neoplazice, în special cancerul pulmonar primitiv, sau afecțiuni inflamatorii, necrozante în cadrul procesului de abcedare.

În cadrul acestui sindrom se descriu două tipuri de leziuni principale:

- nodulii solitari intraparenchimatosi pulmonari
- cavitățile intrapulmonare

5.1. NODULII SOLITARI INTRAPARENCHIMATOȘI PULMONARI

Se definesc sub acest nume opacități rotunjite solitare, cu diametru mai mare de 1 cm., dense, omogene, uneori cu mici cavități sau calcificări încorporate, cu contur regulat, situate în plin parenchim pulmonar.

Asociază de multe ori alte semne de afectare pulmonară, pleurală sau parietală care să ușureze diagnosticul etiologic (adenopatii hilare, reacție pleurală, osteoliză costală, infiltrat contralateral).

Se exclud din oficiu din această categorie orice leziuni multiple sau leziuni încadrabile în cadrul sindroamelor parietal, pleural sau mediastinal.

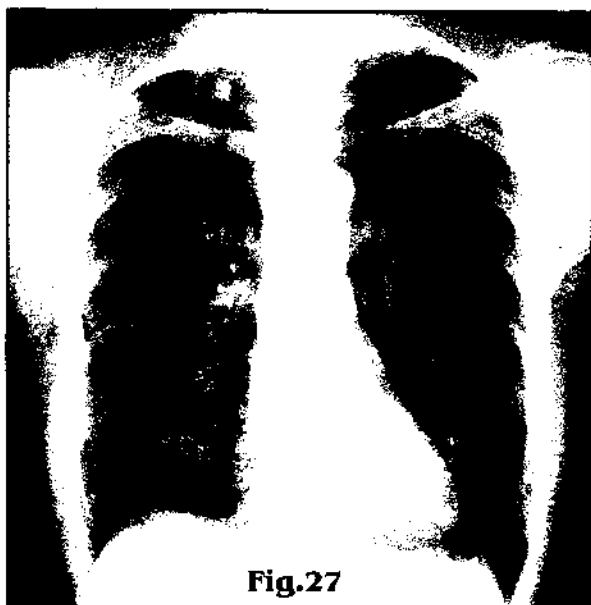


Fig.27

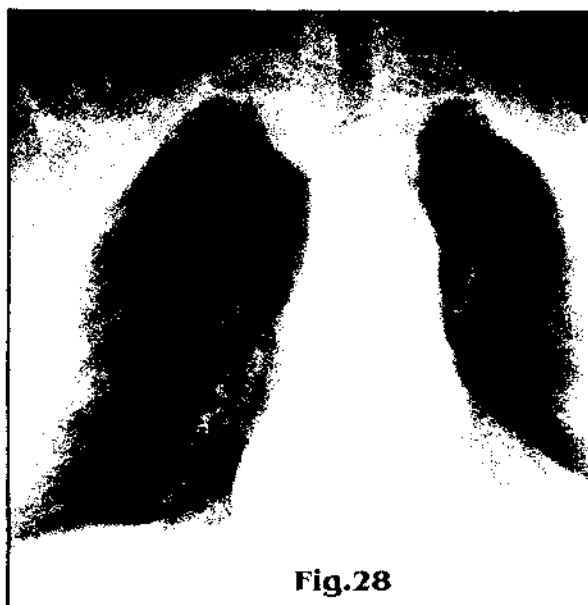


Fig.28

Fig. 27 - Nodul parenchimos pulmonar apical stâng

Fig. 28 - Prezența aerului circumscribit nodulului paramediastinal stâng permite localizarea lui intraparenchimotoasă pulmonară

Pentru a se materializa concludent pe radiografie, nodulii cu densitate hidrică trebuie să:

- aibă un diametru mai mare de 6 mm.

- fie înconjurați din toate părțile de aer (fig.28)

Nodulii situați periferic se racordează în unghi ascuțit cu contururile înconjurătoare (perete, mediastin).

Caracterele semiologice generale ale nodulilor solitari

Pot orienta diagnosticul etiologic. Aceste caractere sunt după A. Coussement:

Dimensiunile: cu cât diametrul unui nodul este mai mare cu atât el are șanse mai multe de a fi malign. Orice nodul de peste 5 cm. diametru este sigur neoplazic. Excepție face chistul hidatic.

Conturul diferă. Etiologia malignă este sugerată de conturul șters sau neregulat, boselat, franjurat, spicular sau discontinuu. Nodulii benigni au contur regulat, continuu, bine delimitat. Metastazele unice pot fi și ele perfect rotunde și regulate.

Conținutul opacității. Calcificările sugerează caracterul neinvaziv sau etiologia benignă (tuberculoză, hamartom). Zonele fluide la nodulii de mici dimensiuni sunt de asemeni semn de leziune inflamatorie.

Imaginile radiologice asociate. Un infiltrat homogen sau contralateral pledează pentru etiologia tuberculoasă. Etiologia malignă este argumentată de adenopatiile hilare, liza costală, pleurezia.

5.1.1. Nodulii opaci solitari de natură malignă (fig.29)

Sunt o leziune frecventă reprezentând cca. 60% din nodulii solitari.

Carcinomul bronșic periferic

Este la rândul său cea mai frecventă formă de noduli izolați maligni.

Sunt cel mai adesea carcinom epidermoid sau adenocarcinom bronșic.



Fig. 29 - Nodul periferic infrahilar posterior stâng
și adenopatie paratraheală dreaptă (săgeată)

Criteriile radiologice care caracterizează tipul de leziune sunt:

- opacitatea densă, omogenă
- contururi neregulate, boselate, franjurate sau spiculare
- dimensiuni mari în momentul descoperirii, de obicei mai mare de 4 cm. Dimensiuni de 8-10 cm. sunt curente.
- poziție ventrală. Un nodul situat anterior are de cinci ori mai multe șanse de a fi neoplazic, în timp ce unul situat dorsal are șanse egale de a fi neoplazic sau tuberculos.
- nu prezintă calcificări decât în mod cu totul excepțional, când se dezvoltă pe o cicatrice tuberculoasă. Când este de mici dimensiuni, numai rareori se poate necroza.
- creșterea în timp este rapidă, în funcție de tipul histologic de cancer asociază alte semne de neoplasm pulmonar

Metastazele pulmonare unice

Caracterul unic poate fi uneori mascat de imposibilitatea de evidențiere a altor noduli care sunt sau prea mici, sau situați în poziții inabordabile radiografic. De unde importanța examenului computertomografic pentru certificarea unicității.

Tropismul unor cancere pentru pulmon este important în diagnostic, astfel sunt de luat în considerație cancerele renale, testiculare, tiroidiene, colice, tumorile osoase la oamenii tineri și cele ORI. la pacienții peste 50 ani.

Au următoarele particularități radiografice:

- opacități dense, omogene
- de formă rotundă
- de mai mici dimensiuni decât cancerele primitive periferice
- cu contur net
- situate predominant la baze

Nici unul dintre criteriile radiologice sau clinice nu sunt suficiente pentru un diagnostic de certitudine. Singură citologia din nodul, recoltată prin puncție transtoracică dirijată computertomografic sau prin puncție endoscopică pot fi revelatoare.

5.1.2. Noduli izolați pulmonari de natură benignă

Diagnosticul lor este de asemenea incert și numai examenele citologice pot fi concludente. Toracotomia exploratorie este preferabilă deoarece caracterul benign este uneori incert sau greu acceptat în fața riscului de fals negativ al unei biopsii neconcludente.

Opacitățile solitare de natură tuberculoasă

Corespund unor stadii de evoluție sau unor forme clinice diverse.

Șancrul de inoculare voluminos este excepțional și se caracterizează prin:

- opacitate de intensitate mică
- contururi șterse
- situat cel mai frecvent în lobul inferior drept para hilar.
- cu adenopatii satelite homolaterale
- evoluează rapid spre calcificare

Focarul cazeos dens este o opacitate:

- densă
- localizată apical
- cu diametru de obicei sub 5 cm.
- cu contur regulat, cu spiculi periferici
- evoluează spre excavare sau spre calcificări

Tuberculomul este un focar cazeos cu structură lamelară, care radiologic are următoarele caractere:

- formă rotundă
- cu densitate mare
- cu diametru între 2 și 4 cm.
- cu contur regulat, net, bine delimitat
- cu structură neomogenă conținând calcificări centrale sau zone de necroză marginale, lamelare

Caverna neevacuată este :

- o opacitate perfect omogenă
- cu densitate mare
- cu contururi nete, bine delimitate
- urmează în timp unei caverne goale sau parțial golite

Chistul hidatic pulmonar.

Frecvent la noi în țară își bazează diagnosticul în mod prioritar pe anamneză, date epidemiologice și aspect radiologic. Testele imunologice au un grad redus de fiabilitate. Imaginea radiologică se caracterizează prin:

- opacitate de intensitate hidrică
- de mari dimensiuni, cu diametru obișnuit de 5-10 cm.
- structură perfect omogenă
- contururi nete, trase cu compasul
- formă rotundă, uneori bilobată, variabilă cu timpii respiratori (formațiunea se deformează prin hiperpresiunea din inspir).
- localizată predominant la baze și anterior
- fără calcificări sau brohogramă aerică

Aspectul radiologic este modificat în condițiile unei evacuări parțiale:

- lamă semicirculară de aer paralelă cu conturul superior
- ulterior nivel hidroaeric cu imaginea de membrana proligeră decolată plutind la suprafața lichidului.



Fig. 30 - Nodul tumoral izolat cu caractere de beningnită

Tumori pulmonare benigne (fig 30)

Sunt rare și reprezentate aproape în exclusivitate de hamartom sau hamartocondrom. Este vorba de o tumoră cu următoarele caractere:

- dimensiuni mici, în general sub 4 cm. diametru
- cu intensitate mare
- cu contur net
- cu calcificări incluse (30-40% din cazuri)
- fără semne de excavare
- cu creștere lentă
- apărută la oameni tineri

Mai sunt descrise sub formă de curiozități următoarele tumori benigne pulmonare: carcinoidul, histiocitumul, xantomul, chemodectomul și neurinomul intraparenchimatous.

Alte etiologii rare

Focare micotice sunt datorate așpergilozei (forma primitivă, rară) sau histoplasmozei, existentă mai ales în America de Nord.

Abcesele pulmonare neevacuate evoluează de obicei într-un context clinic și radiologic specific. Are următoarele caractere radiologice:

- formă aproximativ rotundă
- densă, omogenă
- cu contur șters
- de dimensiuni mari

În condiții de evacuare parțială poate prezenta la polul superior o bulă, care precede vomica și apariția imaginii hidroaerice.

Silicoza. Diagnosticul radiologic se bazează pe anamneză. Opacitatea nodulară izolată apare de regulă însoțită de alte semne specifice bolii. Aspectul radiologic este caracterizat prin: localizarea apicală sau subclaviculară, de obicei externă, formă alungită (formă de banană), potențialul de excavare în afara grefei tuberculoase frecvente.

Hematomul posttraumatic nu are nimic specific în afara antecedentelor traumatiche este o opacitate rotunjită, de mică intensitate, cu contur șters, cu evoluție constant regresivă.

Infarctul pulmonar în varianta așa zisă „de formă rotundă”. Apare în context clinic de stază pulmonară cronică și asociază hemoptizia. Este:

- de formă rotundă
- situat de elecție bazal și de partea dreaptă
- cu reacție pleurală asociată de la început

Angiomul pulmonar poate fi evocat ca diagnostic în condițiile unei opacități rotund-ovalare, de dimensiuni variabile, cu contur net, densă, omogenă, pediculată. Diagnosticul aparține computertomografiei dinamice și ca probă de certitudine angio-pneumografiei cu timpi venoși.

Sechestrația pulmonară este o opacitate care:

- este situată la bază, cel mai frecvent de partea stângă retrocardiac
- este o opacitate densă, bine delimitată, situată supradiafragmatic

Diagnosticul este angiografic prin evidențierea vascularizației sistemice, sub-diafragmatice a opacității respective.

Chistul bronhogen apare la vârsta tânără, este un diagnostic rar. Se caracterizează prin: forma alungită, uneori bilobată, cu contur net, legată de hil, fără calcificări, uneori parțial evacuat și suprainfectat.

Nodulul reumatoid este cu totul excepțional izolat, unic. Are contur net, dimensiuni mici, nu calcifică niciodată, dar se poate excava.

Infiltratul fugace de formă rotundă este admis ca posibil, dar cu totul excepțional.

Repartiția statistică a etiologiei nodulilor izolați parenchimatози ține cont de sex și vârstă. În acest sens:

- la bărbați peste 40 ani prima cauză este cancerul periferic (62 %).
- la femei peste 40 ani prima cauză sunt metastazele (40%).
- la ambele sexe sub 40 ani prima cauză este tuberculoza (50%).

5.2. NODULI PULMONARI INTRAPARENCHIMATOȘI MULTIPLI

Fiecare nodul în parte păstrează caracterele anterior descrise. Pot apare sumati sau confluenți (fig.31).

5.3. OPACITĂȚI MASIVE

Sunt de formă macronodulară sau forme neîncadrabile. Cei periferici au particular racordul în unghi ascuțit cu proiecția conținătorului toracic. Nu siluetează (fig.32)

5.4. FORMAȚIUNILE CAVITARE

Se definesc prin formațiuni cavitare în cadrul sindromului parenchimatоз transparentele rezultate din pierderea unei părți a parenchimului pulmonar. Cavitățile sunt deseori dificil de pus în evidență pe radiografia simplă, dar beneficiază în special de diagnosticul tomografic prin tomografia plană sau prin computertomografie. Aspectul radiologic este variabil cu etiologia.



Fig. 31 - Noduli metastatici multipli bilaterali



Fig. 32 - Tumoră paramediastinală
racordată în unghi ascuțit cu marginea mediastinului

Cavitățile cu pereți groși.

Sunt rezultatul necrozării centrale, septice sau aseptice, a unei opacități de mai mari dimensiuni de obicei omogene.

Abcesul pulmonar neevacuat a fost descris la imaginile nodulare izolate. Cel evacuat este reprezentat de o imagine de obicei hidroaerică, rotund-ovalară, cu perete gros al cărui contur intern este regulat, iar contur extern flu.

Caverna tuberculoasă este o transparentă sau o imagine hidroaerică cu lichid puțin, de formă rotunjită, situată apical, de obicei cu bronșie de drenaj situată la polul inferior al imaginii, având pereți groși. Asociază frecvent imagini infiltrative sau nodulare pericavitare.

Tumora malignă excavată apare cel mai frecvent în cancerele periferice. Are aspectul de transparentă apărută într-o opacitate cu contur extern net și contur intern anfractuos. Excavarea metastazelor este mult mai rară.

Aspergilomul pulmonar apare sub forma unei cavități conținând în interiorul ei o masă solidă, de formă regulată, atașată unuia din pereți, fixă. Cavitățile în care apar asemenea imagini nu au nimic caracteristic. Diagnosticul diferențial se face cu sechestrul cazeos într-o cavernă parțial evacuată sau mai rar cu un hematom intracavitar.

Chistul hidatic parțial evacuat este sugerat de imaginea de transparentă meniscală superioară și de imaginea de membrană decolată descrise anterior.

Cavitățile cu pereți subțiri (bulele) (fig.33)

Sunt hipertransparente localizate delimitate de un perete subțire și continuu greu de diferențiat de transparenta aerică parenchimotoasă înconjurătoare. Pot fi dobândite sau congenitale.

Cavitățile cu pereți subțiri dobândite recunosc cauze diverse:

- abcese piogene sau caverne cu evoluție îndelungată la care pereții se subțiază în timp ducând la aspectul de pneumatoceel (hipertransparenta parenchimotoasă rotundă cu pereți subțiri).
- bula de emfizem pericatricial poate apare în jurul leziunilor tuberculoase ca efect al stenozelor bronșice locale
- stafilococia pulmonară veche, tratată poate duce la apariția de cavități restante, cu sau fără nivel hidroaeric (fig. 34)



Fig. 33 - Bule de emfizem nesuprainfectate apicale drept

- bronșiectaziile se pot materializa sub forma de cavități multiple, de mici dimensiuni grupate, bazale

Cavități cu pereți subțiri congenitale:

- bula de emfizem este o hipertransparență cu contur fin, regulat, atât pe conturul extern cât și pe conturul intern, care nu modifică aspectul radiologic al parenchimului înconjurător
- când bulele de emfizem sunt multiple, localizate în special în regiunile superioare ale plămânilor și au caracter progresiv aspectul caracterizează displazia emfizematoasă
- polichistoza bronșică congenitală se prezintă sub forma unor cavități multiple, cu sau fără nivele hidroaerice, bilaterale, localizate în lobii inferiori. Diagnosticul este de resortul computertomografiei și al bronhografiei.

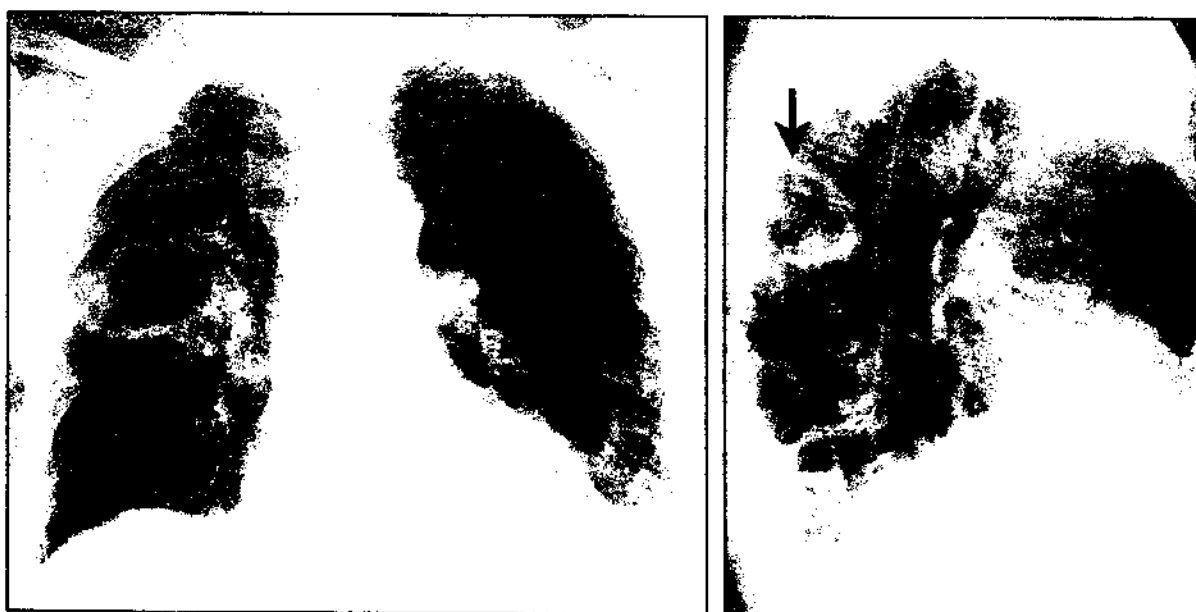


Fig. 34 - Cavitate restantă cu minim conținut fluid și perete subțire (săgeată).
Multiple alte bule de emfizem

IV. SINDROMUL MEDIASTINAL

Este suma semnelor radiologice care traduc existența de țesuturi dense, fluid sau gaz în interiorul mediastinului asociind de regulă mărirea sa de volum difuză sau localizată. Se descriu trei tipuri de imagini:

- opacități mediastinale
- hipertransparențe
- calcificări

1. OPACITĂȚILE MEDIASTINALE (MEDIASTINUL TUMORAL)

Structurile mediastinale, cu excepția traheei, sunt toate de densitate hidrică, sumate, deci nedepartabile prin metode radiologice standard, dar individualizabile prin densimetrie computertomografică.

Ca tehnică de explorare singură radiografia toracică de față permite afirmarea modificărilor de volum ale mediastinului, iar radiografia de profil permite situarea opacităților în plan sagital. Pentru orice incertitudine sau inadvertențe se recomandă explorarea computertomografică.

Caracterele generale ale opacităților mediastinale

O opacitate mediastinală este: (fig. 35)

- de densitate hidrică
- omogenă
- cu contur extern net și continuu
- convexă spre plămân
- racordându-se în pantă lină cu marginea mediastinală
- cu limita internă invizibilă, înecată de restul mediastinului
- definibilă computertomografic ca:
 - vasculară
 - parenchimatoasă densă, iodofilă
 - chistică
 - lipomatoasă

Opacitățile mediastinale se asociază cu o serie de semne radiologice de însoțire, utile pentru precizarea localizării și naturii masei tumorale.

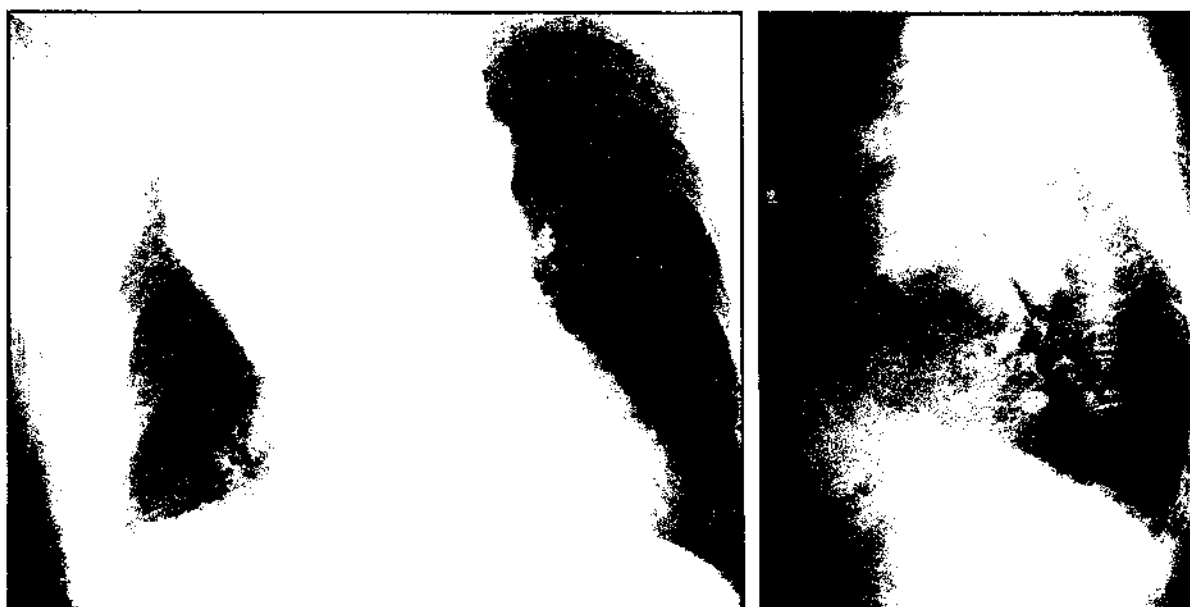


Fig. 35 - Opacitate prin tumoră voluminoasă de mediastin anterior și mijlociu



Fig. 36 - Tumoră de mediastin mijlociu și posterior

Semnul cervico-toracic o masă tumorală mediastinală superioară a cărei limită cranială depășește nivelul articulațiilor sterno-claviculare este localizată posterior mulată de apexul pulmonar aerat. Tumorile localizate anterior nu depășesc cu marginea cranială nivelul articulațiilor sterno-claviculare (fig.36).

Deplasarea unui organ mediastinal spontan vizibil se face în direcție opusă celei unde se află tumora mediastinală. Formațiunile spontan vizibile sunt cele evidențiate prin substracție, traheea și bronșiile primitive.

Deplasarea uneia sau mai multor linii mediastinale este un semn constant, dar greu de pus în evidență.

Computertomografia, prin posibilitățile sale de a preciza poziția exactă în plan axial a tuturor acestor formațiuni, face ca radiografia standard dură, penetrată sau tomografia plană să-și fi pierdut mult din importanță.

Semnul convergenței hilare când vasele pulmonare periferice converg spre o masă hilară și se pierd pe marginea externă a opacității aceasta corespunde arterei pulmonare. Dacă traiectul continuă, opacitatea nu este vasculară.

Semnul acoperirii hilare dacă în cazul unei opacități hilare, hilul este vizibil la mai mult de 1 cm. în interiorul marginii mediastinului înseamnă că tumora este anterioară.

Semnul icebergului. O formațiune tumorală mediastinală inferioară a cărei margine externă se apropie de diafragm și rămâne vizibilă în regiunea supradiafragmatică este localizată intratoracic. Formațiunile situate toraco-abdominal au marginea externă invizibilă supradiafragmatic și depărtată de marginea corpurilor vertebrale toracali.

Semnul atracției esofagului. O masă tumorală a mediastinului mijlociu care nici nu împinge, nici nu tracționează esofagul, este esofagiană.

NATURA TUMORILOR MEDIASTINALE

Diagnosticul etiologic al maselor mediastinale beneficiază de localizarea radiologică a tumorilor și de precizarea computertomografică a structurii țesutului dominant. Din punct de vedere topografic mediastinul se împarte în mai multe loji. În fiecare dintre ele există un anumit tip de tumoră cu incidența dominantă dictată de formațiunile care ocupă loja respectivă.

Lojile mediastinale anterioare reprezintă spațiul proiectat ventral de un plan care trece anterior de marginea anterioară a traheei, este împărțită în trei subdiviziuni: loja antero-superioară, antero-mijlocie și antero-inferioară.

În loja antero-superioară tumora cea mai frecventă este gușa toracică.

În loja antero-mijlocie se regăsesc tumorile timice, teratoamele și aneurismele aortei ascendente și ale sinusului Valsalva.

În loja antero-inferioară este sediul de preferință al chistelor pericardice, sau a tumorilor solide lipomul și fibromul, ambele cu caractere densimetrice specifice, inconfundabile.

Loja mediastinală mijlocie situată între cele două planuri care trec prin marginea anterioară și cea posterioară a traheei este sediul adenopatiilor.

Loja mediastinală posterioară limitată anterior de planul care trece prin marginea posterioară a traheei, iar posterior extinzându-se dincolo de corpii vertebrali și înglobând șanțurile vertebrale anterioare, conține tumorile neurogene, aneurismele aortei descendente toracice, gușa plonjantă posterioară, tumorile esofagiene și o serie de tumori rare (meningocelul etc.).

2. HIPERTRANSPARENȚELE MEDIASTINALE

Reprezintă esențialmente efectul prezenței de aer sau gaz în zone unde acesta nu ar trebui să existe, indiferent că locul respectiv este un lumen (ex. esofagul sau o hernie hiatală) sau țesuturile de împachetare ale mediastinului (pneumomediastin, mediastinite, abcese mediastinale). Din nou computertomografia este metoda de elecție pentru diagnostic, aceasta putând preciza prezența gazului în orice zonă și în cantități oricât de mici.

Pneumomediastinul are aspect radiologic variabil pe radiografia de față și pe cea de profil.

Pe radiografia de față apar hipertransparențe lineare verticale care dublează conturul mediastinului și cordului.

Pe radiografia de profil hipertransparențele aerice siluetează diferitele elemente anatomice solide: cordul, aorta, traheea, esofagul.

Pneumomediastinul asociază frecvent hipertransparențe aerice sub formă de pneumotorax sau emfizem subcutanat. Pneumopericardul este definit de un semn specific pe radiografia de față: diafragma continuu. Cordul este decolat de pe diafragma de aer, cele două cupole diafragmatice se continuă direct una cu cealaltă în lipsa siluetajului între acestea și cord.

Megacsofagul se manifestă ca două linii groase între transparențele aerice ale plămânilor și aerul din lumen. Conținutul poate fi uneori sub formă de imagine hidroaerică. Numai în 30% din cazuri esofagul normal poate conține aer.

Hernia hiatală apare sub forma unei transparențe aerice sau a unei imagini hidroaerice retrocardiace, variabile cu poziția sau cu momentul ingestiei de alimente. Punga de aer a stomacului poate lipsi din poziția ei normală. Mai rare sunt herniile colonice anterioare prin hiatusul lui Larrey.

Abcesul mediastinal este o masă tumorală postero-superioară, uneori cu nivel lichidian. Nu are efect de masă asupra traheei spre deosebire de gușa posterioară.

3. CALCIFICĂRI MEDIASTINALE

Pot apare în oricare dintre structurile mediastinale. Aspectul radiologic este variabil în funcție de organul interesat și de natura procesului patologic căruia i se datorează.

Adenopatiile calcificate pot avea aspect de bulgări în tuberculoză, histoplasmoză sau mai rar în limfoamele tratate. Calcificări arciforme în coajă de ou apar în silicoză și mult mai rar în sarcoidoză și în micoze.

Calcificările vasculare sunt calcificări fine, semicirculare, localizate la nivelul aortei ateromatoase, ale coronarelor și mult mai rar a arterei pulmonare.

Calcificări cardiace pot apare în pericardita constrictivă tuberculoasă, în calcificări valvulare, coronariene sau ale unui anevrism cardiac.

Calcificări ale tumorilor mediastinale pot fi:

- nodulare, mobile cu deglutiția ale gușelor plonjante
- date de resturi embrionare în teratoame
- foarte rare în timoame unde constituie criteriu de malignitate
- excepționale, de tip periferic, în chistele bronhogene

Gazul, fluidele, grăsimea și calcificările pe computertomografia nativă și lumenle vasculare pe cea cu contrast sunt elemente structurale inconfundabile, al căror diagnostic pozitiv și diferențial este 100% sigur.

Eludarea explorării densimetrice reprezintă o eroare esențială în diagnosticul tumorilor mediastinale.

V. SINDROAMELE CARDIACE

Cordul este un organ ale cărui modificări radiologice sunt expresia unor procese patologice net diferite de cele care dau modificările radiologice ale celorlalte structuri toracice.

Tehnica de investigație radiologică a cordului constă în efectuarea unei radiografii în incidență frontală cu raze dure și a unei radiografii de profil stâng cu esofagul opacifiat cu pastă baritată. Cu acest set minim se pot studia toate cavitățile cordului propriu-zis, marile vase și circulația pulmonară.

În definirea sindroamelor cardiace este mai importantă ca oriunde o corectă informare clinică și un diagnostic prezumtiv clinic cât mai complet. Radiografia pulmonară este un gest diagnostic obligatoriu de primă intenție. Cantitatea de informații adusă de radiografie este însă limitată din cauză că aceasta apreciază modificările cardiace numai prin modificările conturului extern al organului, adică a acelor părți care apar mulate de transparența pulmonară.

Date clinice necesare definirii sindroamelor cardiace.

Sunt imperios necesare pentru stabilirea unor aspecte de diagnostic pozitiv sau diferențial între: congenital sau dobândit, acut sau cronic, valvular sau nevalvular, medical sau chirurgical etc.

Vârsta pacientului orientează spre congenital sau dobândit.

Istoricul bolii poate ușura interpretarea leziunilor pulmonare, a calcificărilor cardiace și altele

Modificările subiective. Sunt importante în special: tipul de dispnee, durerea hepatică, durerile toracice indiferent de localizare etc..

Modificările obiective. Sunt de valoare inegală, dar necesare.

- *Cianoza* : momentul apariției, localizarea, intensitatea, factorii care o accentuează. Nu este de conceput un diagnostic de boală congenitală fără aceste informații.
- *Suflurile cardiace*: sunt importante în diagnosticul valvulopatiilor a bolilor congenitale, a shunturilor extracardiace. Absența lor este argument de boli pericardice sau miocardice.
- *Hemoptizia*: volum, moment de apariție, frecvența
- *Semnele de insuficiență cardiacă*: fixează hemodinamic leziunea acordându-i o componentă de cord drept.
- *Anomaliile scheletice* permit definirea unora dintre sindroamele congenitale genetice.
- *Pulsul și tensiunea arterială* :sunt utile în diagnosticul afecțiunilor aortice.
- *Ralurile pulmonare de stază* :exprimă suferința pulmonară acutizată.

Înarmați cu acest minimum de date clinice putem examina radiografia toracică cu scopul de a căuta modificările patologice ale cordului. Acestea se încadrează în două sindroame mari:

- sindromul modificărilor de volum
- sindromul modificărilor de configurație

1. MODIFICĂRILE DE VOLUM ALE CORDULUI.

Dimensiunile cordului se pot aprecia la modul absolut prin măsurarea diametrelor transversal maxim și anteroposterior. Cu ajutorul lor se poate calcula volumul cardiac. Ambele operațiuni sunt laborioase și lungi. Experiența a demonstrat că aprecierile subiective ale dimensiunilor cordului de către un radiolog experimentat este la fel de fiabilă ca și metodele matematice. Metoda de apreciere cea mai rapidă și corectă este aprecierea dimensiunilor cordului în raport cu cele ale toracelui. Cordul normal nu trebuie să depășească jumătate din diametrul maxim al toracelui la baze.

Definim ca sindrom de modificări de volum informațiile radiografice care demonstrează o modificare globală a opacității cardio-pericardice în toate diametrele sale, fără modificarea electivă a volumului vreuneia dintre cavități.

OPACITATEA CARDIO-PERICARDICĂ GLOBAL MĂRITĂ

Se definește radiologic printr-o serie de semne directe și indirecte după cum urmează:

- lărgirea opacității cardio-pericardice în sens transversal, la mai mult de jumătate din diametrul transvers al toracelui
- deschiderea unghiurilor cardiofrenice laterale până la a fi unghiuri drepte sau obtuze
- reducerea de amplitudine până la dispariție a pulsațiilor de pe marginea cordului.

Ca semne indirecte se descriu:

- modificări de circulație pulmonară
- calcificări valvulare

Etiologic măririle globale ale opacității cardio-pericardice pot surveni în ordinea frecvenței în:

Condiții fiziologice la nou-născut și sugarul mic.

Leziuni valvulare multiple, în special asocierile trivalvulare aortico, mitro, tricuspidiene cu predominanță leziunilor de insuficiență valvulară.

Pericarditele exudative: (fig. 37) nu prezintă dilatații electiv de cavități, cordul flasc este etalat pe diafragm în ortostatism și devine globulos în decubit, unghiurile cardiofrenice sunt obtuze în ortostatism și rămân obtuze în decubit. Imaginea se modifică rapid de la o zi la alta.

Defectul septal atrial (DSA) se asociază cu pletora pulmonară sau semne de hipertensiune pulmonară. DSA tip ostium primum cu cleft de mitrală este leziunea principală incriminată în geneza cardiomegaliei.

Cardiomiopatiile de toate tipurile și etiologiile inclusiv cele ischemice.

Boala Ebstein: valva tricuspida posterioară sau cea septală se inseră distal de locul său normal situat pe peretele

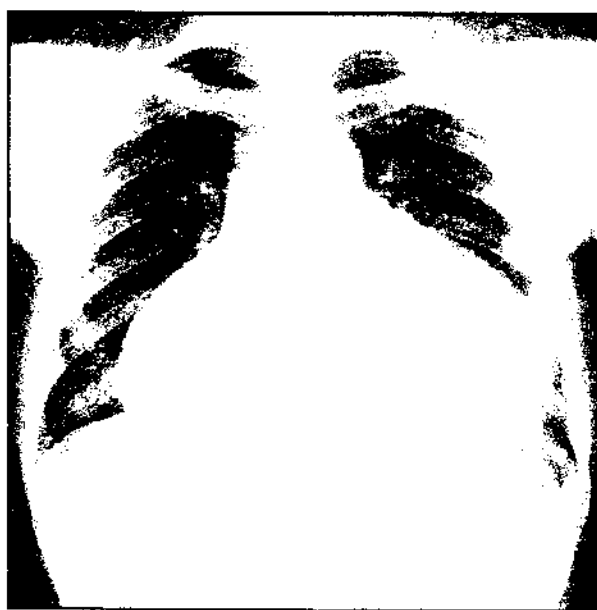


Fig. 37 - Pericardită exudativă

ventricular drept. Implică o incompetență valvulară tricuspidiană majoră. Asociază aorta redusă de volum și oligohemie pulmonară.

Boli metabolice sau de sistem dintre care anemiile severe, mixedemul, ciroza hepatică etc.

OPACITATEA CARDIO-PERICARDICĂ REDUSĂ DE VOLUM

Diametrele cordului sunt micșorate, nu există modificări de contur, pulsilitatea este variabilă, cordul apare verticalizat și sus situat. Este descrisă în:

- Ca **variantă anatomică** sub formă de microcardie, asimptomatică.
- **Emfizemul pulmonar** prin expansiunea plămânilor strivește cordul și îl verticalizează
- **Boala Addison**
- În **sindroamele de deshidratare sau malnutriție**
- **Pericardita constrictivă** în care se asociază reducerea de amplitudine a pulsațiilor și eventual calcificări concentrice conturului cordului, vizibile în special pe incidențele de profil sau în cea oblică anterioară stângă.

2. MODIFICĂRILE DE CONFIGURAȚIE ALE CORDULUI

Sunt date de mărirea de volum electivă a uneia sau mai multor cavități concomitent sau consecutiv. Modificările de configurație sunt efectul unor tulburări hemodinamice cu modificări ale presiunilor și ale omogenității de curgere a fluxului sanguin având ca efect dilatația cavităților. Este de reținut că numai dilatația de cavități are expresie radiologică prin modificarea conturului extern al acestora, hipertrofia este puțin sau deloc exprimată radiografic. Pentru aprecierea radiologică a modificărilor de configurație trebuie cunoscută poziția anatomică normală a cavităților și marilor vase, fiecare separat și toate concomitent (fig.38).

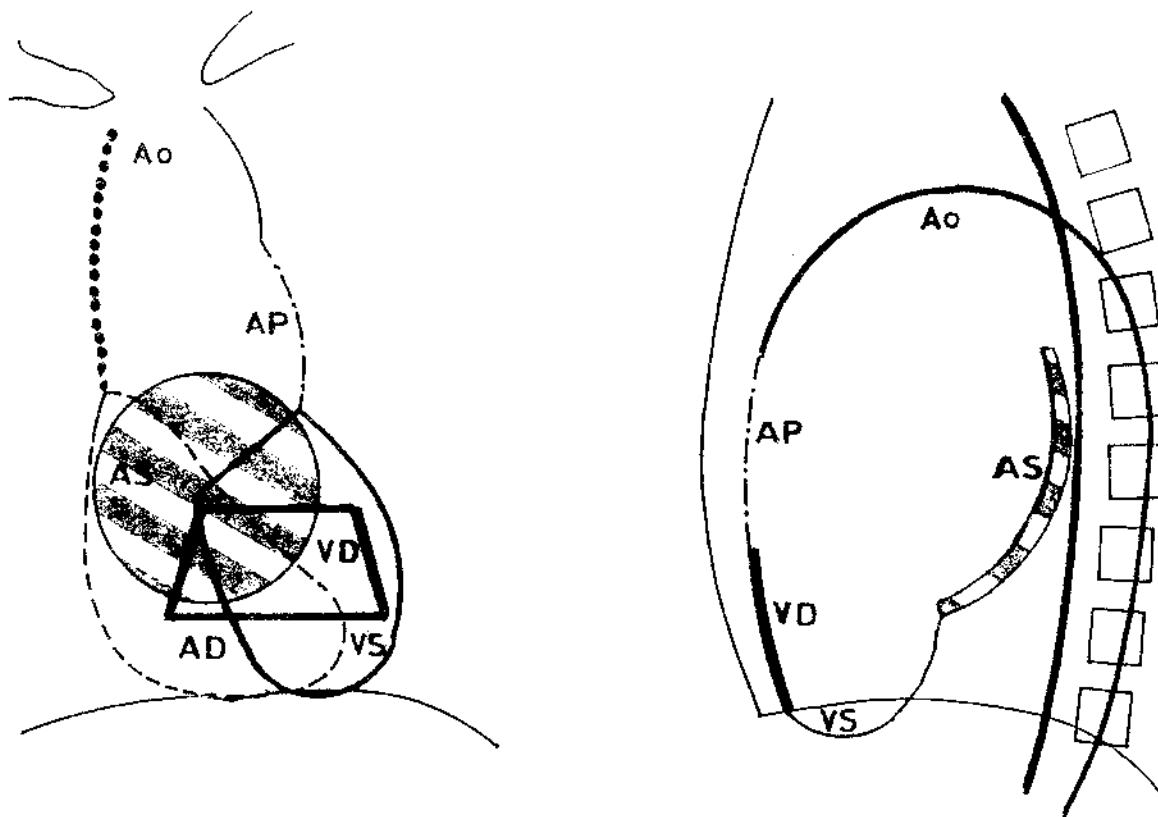


Fig.38 - Poziția reciprocă a cavităților cordului și a marilor vase

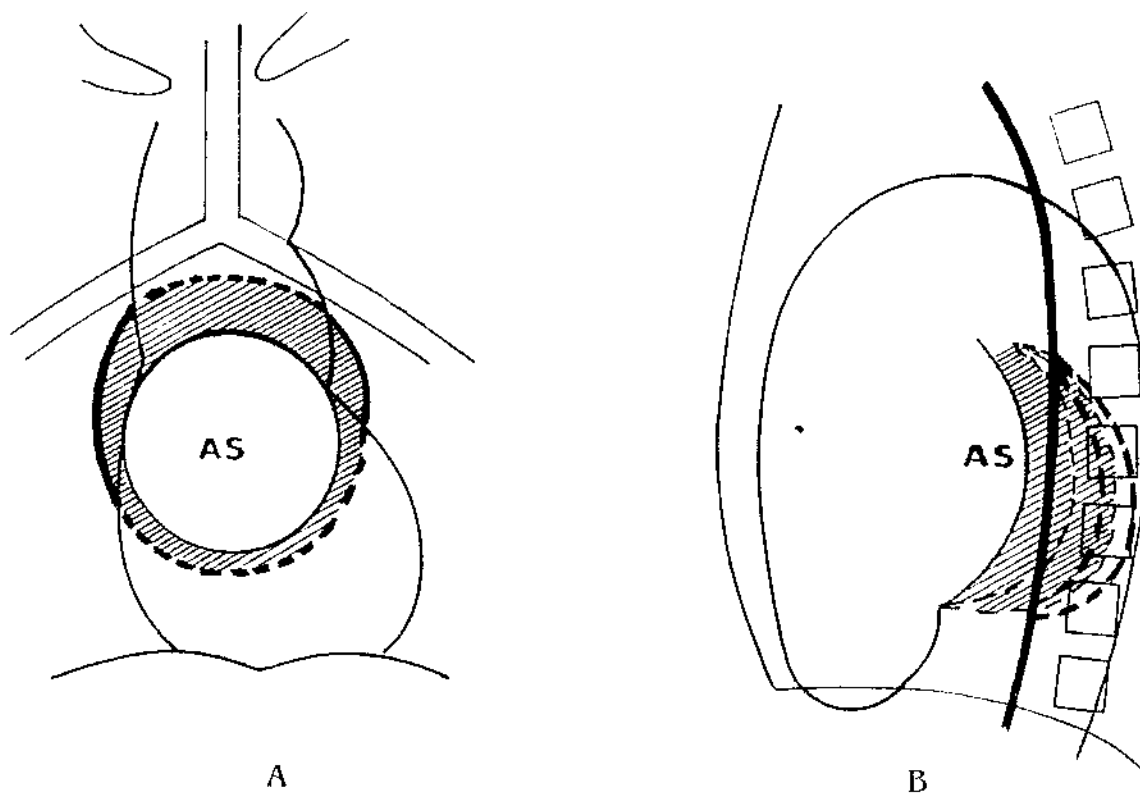


Fig. 39 A - Atriul stâng în incidență PA — hașurat - mărirea cavității
 B - Atriul stâng în incidență de profil stâng — hașurat mărirea cavității, deplasarea
 esofagului marcată cu linie întreruptă groasă

MĂRIREA DE VOLUM A ATRIULUI STÂNG

Atriul stâng (AS) este cea mai cranială și mai posterioară cavitate cardiacă (fig.39). Mărirea de volum a atriului stâng se materializează radiografic în ambele planuri perpendiculare, cel frontal și cel sagital sub forma apariției unor arcuri suplimentare pe conturul opacității cardio-pericardice sau prin efect de masă (împingere) a unor structuri contigue (fig.40).

Pe radiografia toracică de față:

- apare un arc suplimentar pe conturul cardiac stâng în incizura existentă între arcul arterei pulmonare și cel ventricular. Acest arc reprezintă de fapt proiecția urechiușei stângi mărite.
- mărirea în sens cranial se materializează prin împingerea dinspre caudal spre cranial a bronșiilor primitive la nivelul bifurcației traheei. Unghiul de bifurcație apare mărit în principal pe seama orizontalizării bronșiei primitive stângi, prima care este împinsă.
- pe marginea dreaptă, AS poate apare sub forma unui arc suplimentar care dublează în porțiunea sa superioară arcul atriului drept, după care reintră în conturul cordului creând aspectul de trei întors.
- mărirea de AS în sens caudal este totdeauna ne semnificativă. AS este o cavitate care rămâne totdeauna sus situată și numai în cazuri excepționale, atunci când are dimensiuni anevrismale poate atinge diafragmul.

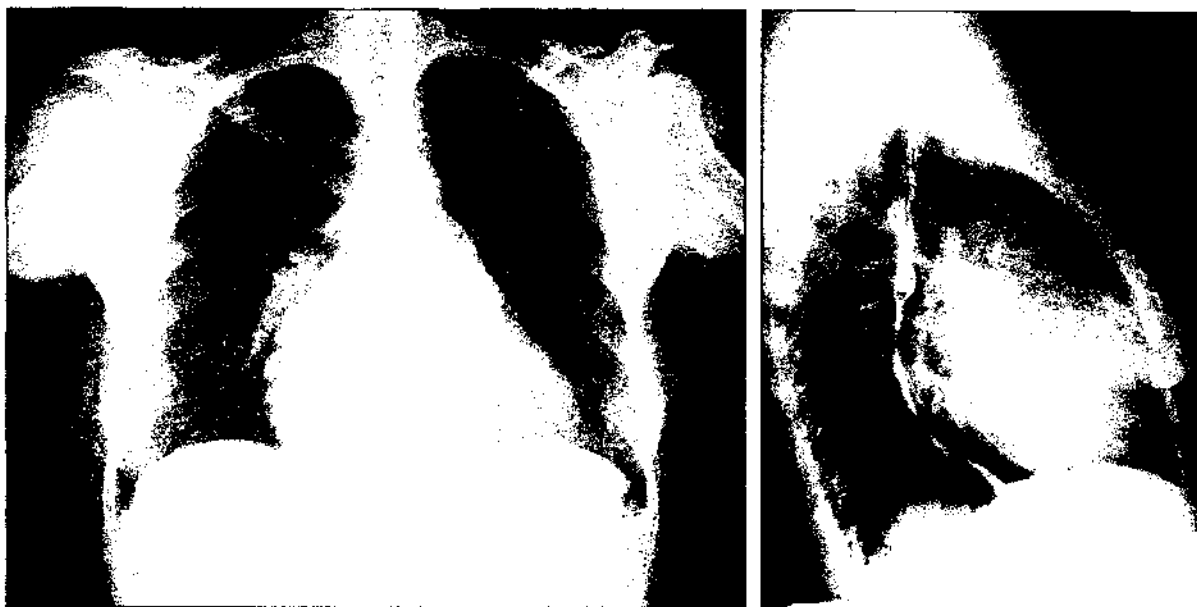


Fig. 40 - Mărire electivă a atriului stâng la o bolnavă cu valvulopatie mitrală operată

Pe **radiografia de profil** administrarea de pastă baritată în esofag este absolut obligatorie întrucât este imperios necesară fixarea rapoartelor AS în spațiul retrocardiac. Sensul de mărire al AS este orientat dinspre ventral spre dorsal. Folosind ca repere radiologice lumenul esofagian și conturul corpurilor vertebrale toracali se poate quantifica această mărire în mai multe stadii:

- *amprenta esofagiană*: reprezintă semnul de debut, când AS comprimă peretele anterior al esofagului fără să-i modifice traiectul.
- *deplasarea posterioară care nu depășește marginea anterioară a corpurilor vertebrale*: AS dislocă esofagul și duce la devierea lui de la traiectul paralel cu marginea anterioară a coloanei vertebrale.
- *deplasarea posterioară cu depășirea marginii anterioare a corpurilor vertebrale*: este continuarea mișcării anterioare.
- *deplasarea laterală a esofagului*: apare atunci când deplasarea spre dorsal a esofagului a ajuns la limita peretelui toracic. Esofagul este lateralizat iar aspectul radiologic de profil este de esofag care depășește mult marginea corpurilor vertebrale și intersectează conturul posterior al AS. Pe radiografia de față esofagul apare arcuit lateral, de obicei spre stânga.

Forma de cuantificare a măririlor de AS în funcție de aspectul profilului baritat este necesară aprecierii clinice a gradului de baraj mitral. La nici o altă cavitate cardiacă acest sistem de cuantificare nu funcționează mai eficient ca la AS, datorită situației anatomice speciale și a rapoartelor cu esofagul.

Etiologie măririle electiv de AS pot fi date prin:

- creșteri de volum circulant: insuficiența mitrală pură, defectul septal ventricular, defectul septal atrial cu inversare de shunt (complexul Eisenmenger sau atrezia de tricuspida).
- creșteri de presiune în AS: stenoza mitrală, mixomul de atriu stâng
- ca efect al insuficienței ventriculare stângi.

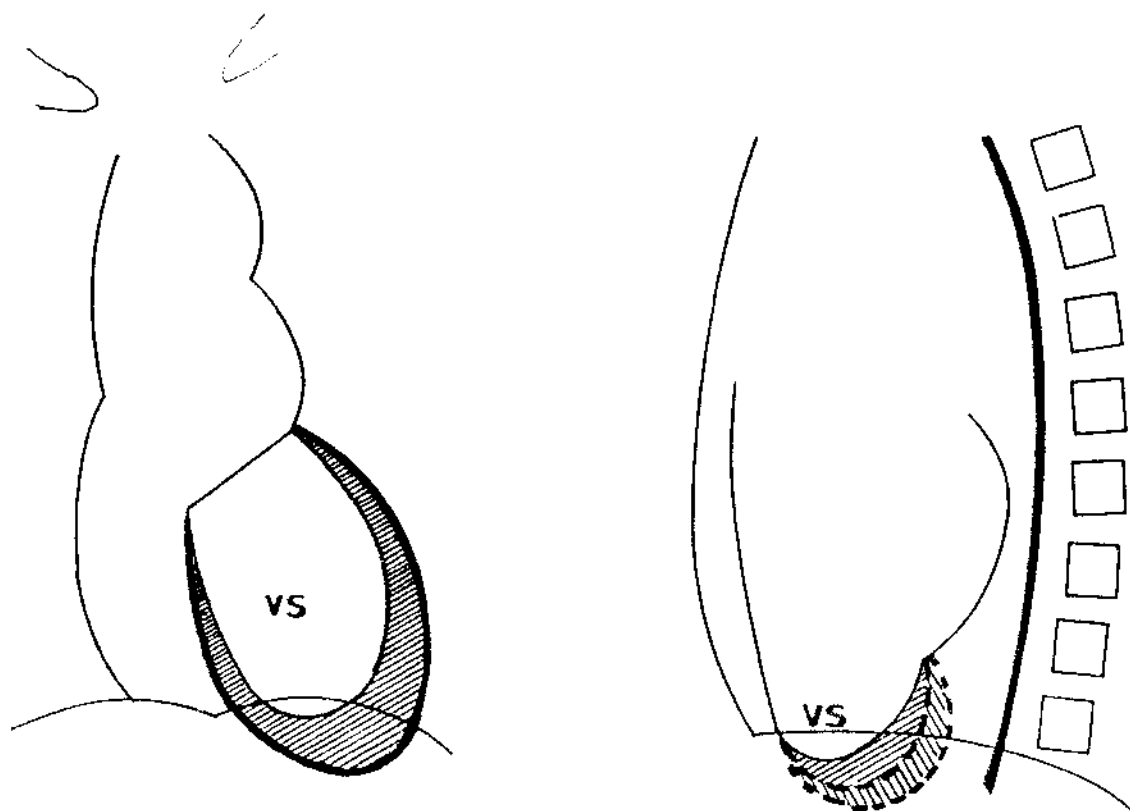


Fig. 41 - Ventricolul stâng în incidență PA și de profil stâng, hașurat - mărirea cavității

MĂRIREA DE VOLUM A VENTRICOLULUI STÂNG (fig.41)

Necesită pentru punere în evidență tot o radiografie în incidență postero-anterioară și una de profil cu bariu. Incidența oblică anterioară stângă poate aduce informații suplimentare mai ales dacă este efectuată dirijat, cu control radiosopic. Ecografia cardiacă este superioară, mai ales putând face aprecieri asupra grosimii peretelui ventricular și a dimensiunilor cavității ventriculare.

VS este o cavitate având forma unui ovoid tăiat la bază orientat cu vârful spre caudal și baza cranial. Baza corespunde ca proiecție planșeului atrio-ventricular și valvei mitrale. VS este plasat în porțiunea caudală și dorsală a apexului anatomic. Proiecția radiologică a VS se face pe arcu inferior stâng și de profil pe segmentul supradiafragmatic al marginii posterioare.

VS are particularitatea de a se mări în special pe direcția axului lung al ovoidului (se lungește) și în mai mică măsură se lărgeste. Hipertrofia spre deosebire de dilatație „scurtează” și îngroașă ventricolul.

DILATAȚIA

Pe **radiografia de față** aspectul de dilatație se exprimă prin (fig.42):

- alungirea arcului inferior stâng care se îngroapă în diafragm
- deplasarea laterală spre stânga a arcului inferior, care apropie vârful de peretele toracic
- unghiul dintre conturul arcului inferior și diafragm devine drept sau obtuz
- semne asociate reprezentate de modificările de AS sau ale aortei ascendente (măriri de calibru).

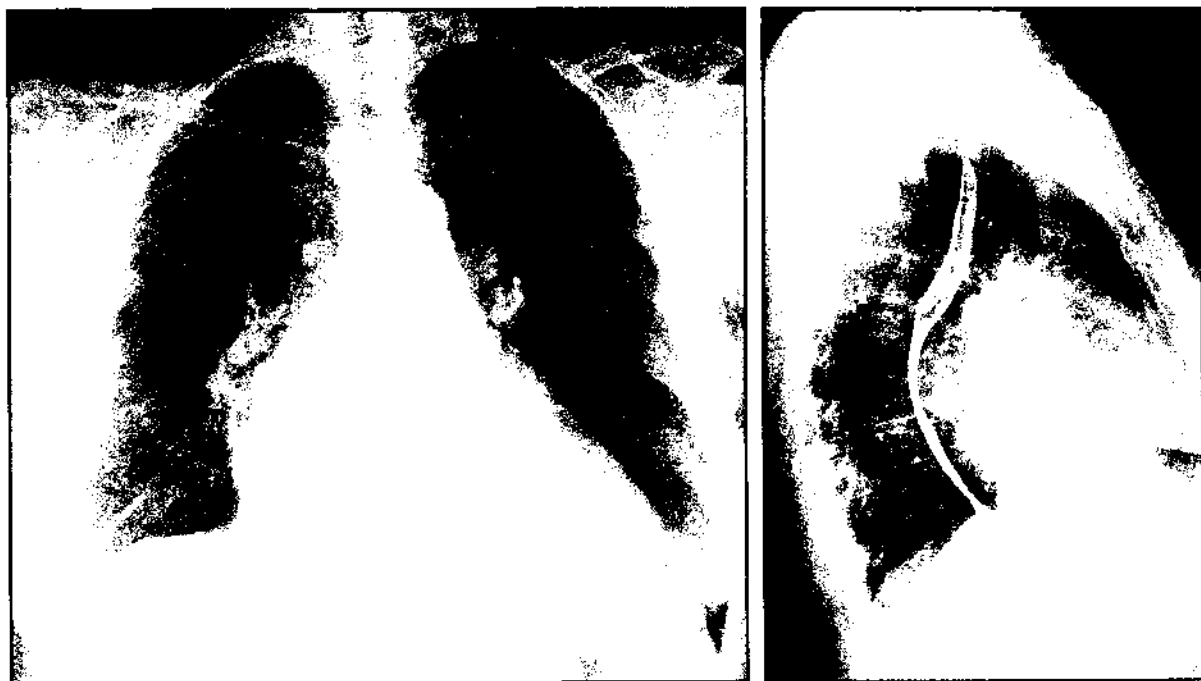


Fig. 42 - Mărire concomitantă a atriului stâng și a ventricolului stâng într-o dublă leziune mitrală

Pe **radiografia de profil stâng**: deplasarea VS se face tot către posterior, dar nemaexistând markerul esofag ca la AS, cuantificarea măririi se face mai puțin corect folosind poziția punctului de intersecție a marginii posterioare a cordului cu diafragul. Acesta este normal situat ventral de intersecția venei cave inferioare cu diafragul. Măririle de volum ale VS duc la deplasarea punctului de intersecție ventriculară spre dorsal unde gradat și progresiv:

- se situează posterior de intersecția venei cave inferioare / diafragm
- depășește punctul de intersecție eso-diafragmatic
- ulterior depășește și proiecția anterioară a vertebrelor

Concomitent cu deplasarea dorsală, versantul posterior al apexului cardiac depășește proiecția cupolei diafragmatice apărând situat subdiafragmatic.

HIPERTROFIA

Duce la o creștere a volumului apexului cardiac per total. Acesta apare rotunjit, globulos, semănând cu o minge. Unghiul cardio-frenic rămâne ascuțit sau drept. Pe radiografia de profil nu se modifică pozițiile reciproce ale punctelor descrise anterior între ele.

Interesul actual pentru incidența oblică anterioară stângă cu scopul departajării VS de restul cavităților este limitat. Răspunsul la întrebare este mult mai simplu de obținut prin ecografie cardiacă. În lipsa ei, incidența OAS implică radiografii cu grade diferite de rotație, de obicei 25°, 45° sau 60°.

Etiologic măririle de VS pot fi date de:

- afecțiuni miocardice: ischemia, cardiomiopatiile, miocarditele
- creșteri ale volumului circulant: insuficiența aortică, insuficiența mitrală, defectul septal ventricular
- stări hiperchinetice: anemia, hipertiroidismul, boala Paget, fistule arterio-venoase
- creșterea presiunii intracavitare: stenoza aortică, hipertensiunea arterială, coarctația de aortă.

Mărirea cavităților stângi ale cordului se asociază de regulă cu modificări de circulație pulmonară de tip stază venoasă (fig.43).

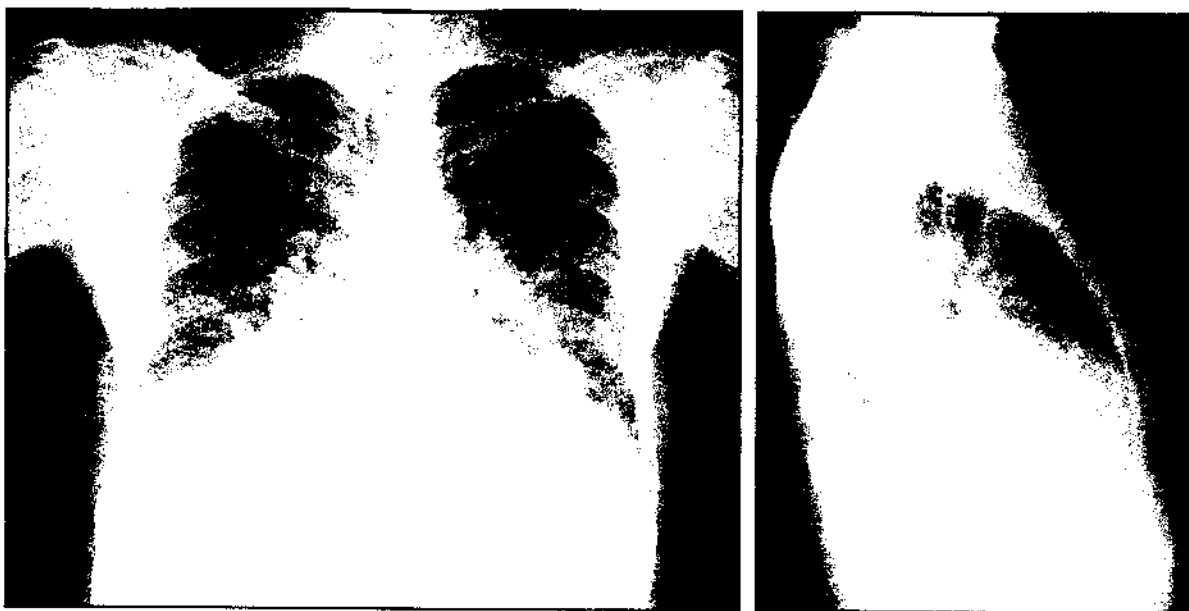


Fig. 43 - Aspect de stază venoasă pulmonară asociată frecvent măririlor de atriu stâng și (sau) ventricol stâng

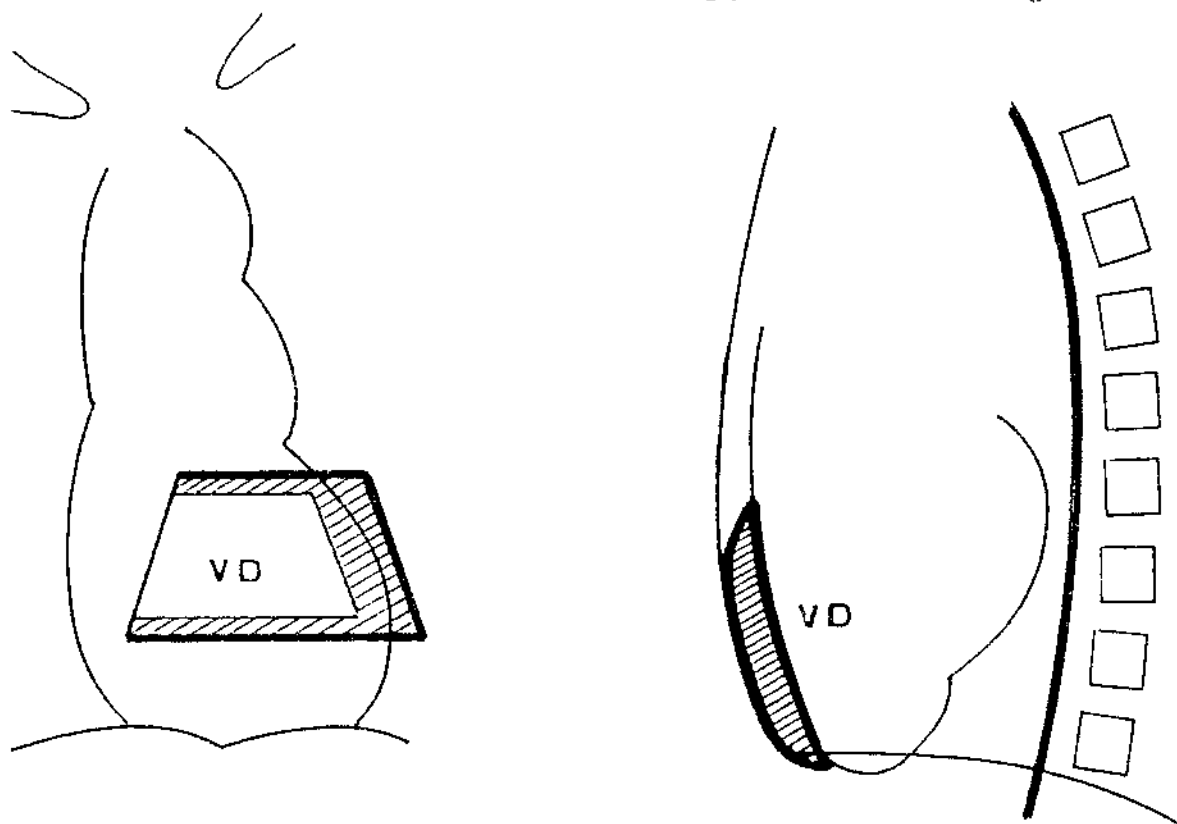


Fig. 44 - Ventricolul drept în incidență PA și de profil stâng, hașurat și cu linie groasă - mărirea cavității

MĂRIREA DE VOLUM A VENTRICOLULUI DREPT.

Ventricolul drept (VD) este o cavitate mai mică decât VS și situată ventral de acesta, contribuind la formarea apexului cardiac. VD are o formă trapezoidală, cu latura mare situată caudal și latura mică situată cranial (fig.44).

În condiții normale VD nu este vizibil pe radiografia de față, iar pe radiografia de profil formează partea cea mai caudală a marginii anterioare a cordului, partea care închide unghiul cardio-frenic anterior.

Pe **radiografia de față** mărirea de VD se manifestă prin:

- bombarea segmentului cranial al arcului ventricular (arcul inferior stâng). Bombarea este dată în prima etapă de împingerea VS de către VD și ulterior când VD crește mult, depășind conturul VS, de către VD ca atare.
- ascensionarea apexului cardiac. Acesta se ridică de pe diafragm și se deplasează spre peretele lateral toracic stâng.
- unghiul cardio-frenic lateral stâng este ascuțit

Pe **radiografia de profil**, din spațiul retro-sternal dispare transparența normală a grăsimii mediastinale. Spațiul respectiv este opac fiind ocupat în porțiunea sa caudală de VD. Unghiul cardio-frenic anterior este obstruat.

Incidența oblică anterioară dreaptă permite departajarea mai bună pe marginea anterioară a căii de ieșire a VD sub forma unei bombări mai accentuate a conturului anterior în locul configurației sale normale, aproape rectilinii.

Etiologic modificările de configurație ale cordului prin, mărirea de VD se datorază:

- secundar oricărei cauze de insuficiență cardiacă dreaptă
- hipertensiunii pulmonare: fibroze pulmonare difuze indiferent de cauză, tromboembolismul pulmonar, bolile congenitale cu shunt stânga / dreapta, vasculitele pulmonare, idiopatică.
- boli cu creșterea presiunii intracavitare: toate tipurile de stenoză de arteră pulmonară izolată sau în cadrul complexului Fallot.
- boli cu creșterea volumului circulant: defectele de sept atrial și ventricular.

MĂRIREA DE VOLUM A ATRIULUI DREPT

Atriul drept (AD) este cavitatea cardiacă cea mai intim aplicată pe diafragm, anterior și lateral drept față de AS. AD este vizibil numai pe radiografia de față (fig.46). Mărirea izolată de volum a atriului drept este excepțională și apare numai în cadrul unor boli congenitale cu malformații de valvă tricuspidă (fig.45).

În mod obișnuit mărirea de VD se însoțește de lărgirea inelului valvular tricuspidian și incompetența valvulară tricuspidiană. Întrucât acest fenomen apare repede, dilatația de AD însoțește și ea de la început pe cea de VD.

Pe **radiografia de față** mărirea de AD este exprimată de:

- lateralizarea spre dreapta cu bombare a arcului inferior drept
- unghiul cardio-frenic lateral drept poate rămâne ascuțit
- caracteristic diametrul transversal al cordului crește, cordul se etalează pe diafragm

Pe **radiografia de profil** unde AD nu are o materializare radiologică normală nu apare nici o modificare semnificativă, cu excepția opacifierii spațiului retrosternal. Această „umplere” a spațiului precardiac nu permite o apreciere diferențiată a cotei cu care participă cele trei formațiuni anatomice proiectate aici (VD, AD și artera pulmonară).

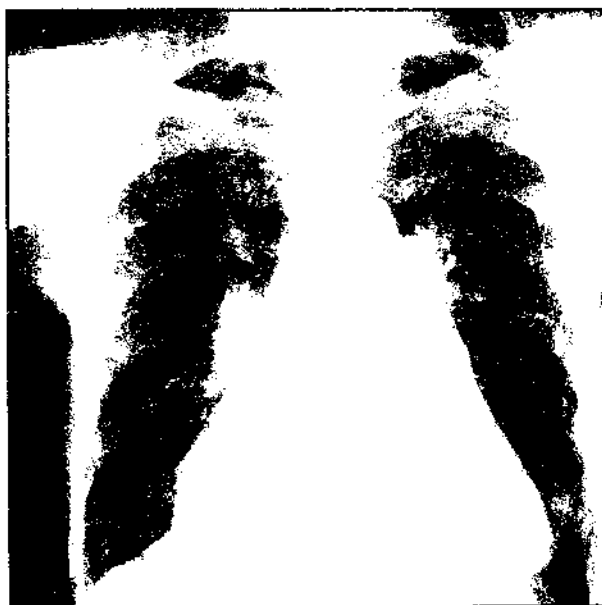


Fig. 45 - Mărirea concomitentă a cavităților cardiace drepte



Fig. 46 - Atriul drept în incidență de față și profil stâng, hașurat - mărirea cavității atriul drept nu are corespondent pe profil

Etiologic mărirea de AD este dată de :

- creșteri ale volumului de sânge intracavitar: defectul septal atrial, canalul atrio-ventricular comun, drenajul venos pulmonar aberant, insuficiența tricuspidiană (inclusiv boala Ebstein, fibroelastoza endocardică), boala Uhl (absența difuză sau focalizată a miocardului ventricular drept).
- creșteri ale presiunii: stenoza tricuspidiană este foarte rară, în atrezia tricuspidiană un defect de sept atrial trebuie să asigure supraviețuirea, așa că mărirea de atriu drept este moderată (aspectul caracteristic de arc inferior drept rectiliniu)

MĂRIREA DE VOLUM A AORTEI

Din aorta toracică sunt abordabile radiologic standard următoarele segmente: aorta ascendentă (arcul superior drept pe radiografia de față și porțiunea cea mai cranială a marginii anterioare pe profil), porțiunea orizontală a crosei (butonul aortic pe radiografia de față și marginile cranială și caudală în incidența OAS), aorta descendentă toracică (marginea externă pe radiografia de față foarte penetrată) (fig.47).

Dintre aceste segmente aorta ascendentă este singura care nu se vizualizează direct, ci prin intermediul venei cave superioare împinse.

Modificările de configurație ale opacității cardio-mediastinale sunt diferite în funcție de segmentul aortic mărit.

Mărirea de aortă ascendentă (fig.48) apare pe radiografia de față sub forma unei bombări a arcului superior drept. De notat că primul segment al aortei, cel supravavular nu se vede radiologic, el fiind înglobat în opacitatea cardiacă. Porțiunea de

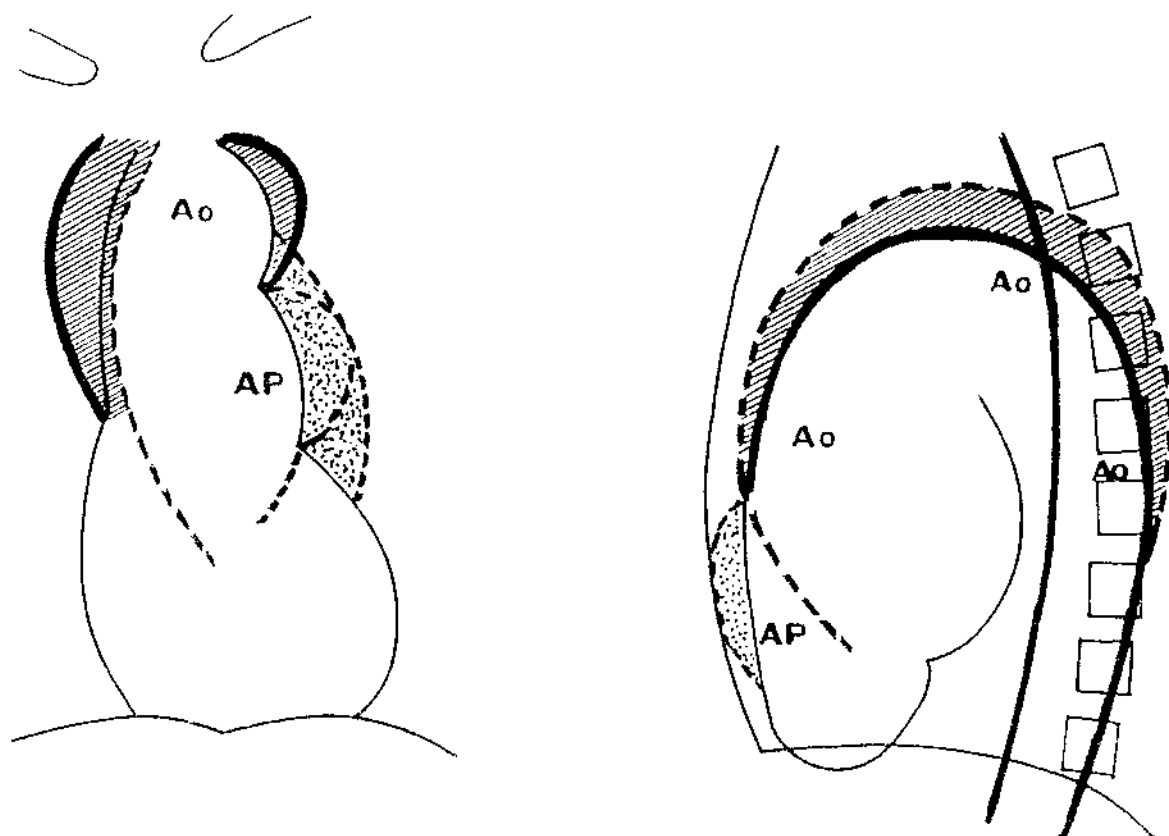


Fig. 47 - Aorta și artera pulmonară de față și de profil
hașurat - mărirea de aortă, punctat - mărirea de arteră pulmonară

aortă din amonte de prima emergență din crosă apare inconstant ca o bombare a porțiunii celei mai craniale a marginii anterioare a opacității cardio-mediastinale.

Mărirea crosii aortice (fig.49) se traduce prin modificări de curbura (așa zisa aortă derulată, în care diametrul arcului aortic crește) și prin modificări de volum. Pe



Fig. 48 - Dilatația aortei ascendente



Fig. 49 - Dilatația crosii aortice

radiografia de față, butonul aortic este mai voluminos și posibil ascensionat. Pe cea de profil aorta poate ocupa toată lărgimea toracelui.

Mărirea aortei descendente se percepe prin transparența cordului sub forma unei opacități fuziforme sau în bandă care dublează conturul lateral stâng al coloanei vertebrale. Singurul loc unde aorta descendentă poate apare pe radiografia de față fără să se sumeze cu opacitatea cordului este golul cardiac, porțiunea situată între marginea inferioară a butonului și începutul arcului ventricular.

Mărirea globală de volum a aortei toracice însumează toate cele de mai sus.

Semnele radiologice asociate sunt reprezentate de :

- modificări de amplitudine a pulsațiilor: ample (insuficiența aortică) sau reduse (insuficiența valvulară aortică).
- calcificări lineare ale pereților aortici sau ale anevrismelor și calcificări valvulare
- modificări de circulație pulmonară în cardiopatiile cu shunt
- modificări ale scheletului: ale coloanei vertebrale (sdr. Marfan, sdr. Turner, eroziuni date de anevrisme) sau ale coastelor (anomalii și eroziunile din coarctare).

Etiologic măririle aortei pot apare în :

- aorta ateromatoasă: opacitate crescută, contururi paralele, posibile calcificări
- hipertensiunea arterială: asociază mărire de volum a VS
- insuficiența valvulară aortică: dilatație a întregii crosse, cu pulsații de amplitudine crescută
- stenoza valvulară aortică: dilatație poststenotică a primei porțiuni a aortei ascendente, neinteresând crosa. Calcificări valvulare aortice.
- anevrisme : criteriul principal de diagnostic este neparalelismul pereților aortici. În această grupă sunt incluse diferite tipuri de anevrisme diferențiate după etiologie:
 - ateromatoase: trombozate, cu calcificări parietale
 - traumatice: soluții de continuitate ale peretelui aortic ce dau false anevrisme sau hematoame cronice periaortice
 - prin anomalii congenitale intrinseci aortice: sdr. Marfan

Aspectul macroscopic al anevrismelor poate duce la imagini radiologice diferite și anume:

- anevrisme fusiforme: sunt cele care apar prin displazia pereților
- anevrisme saculare: tipice pentru leziunile ateromatoase
- anevrisme disecante: care se definesc pe radiografia toracică prin
 - - contur aortic șters din cauza hematomului periaortic
 - împingerea traheei
 - sindrom pleuretic stâng prin hemotorax
 - opacitate pleurală periapicală tot prin hemotorax
 - mărire de volum aortic survenită brusc

Arcul aortic la dreapta

Arc următoarele semne radiografice:

- absența butonului aortic de la locul său obișnuit
- buton aortic pe marginea dreaptă a mediastinului
- traheea ușor împinsă spre stânga
- amprenta aortică de pe esofag pe marginea dreaptă a acestuia

Etiologic poate apare în:

- tetralogia Fallot
- atrezia de pulmonară cu defect septal ventricular
- transpoziție a marilor vase
- trunchiul arterial comun

MĂRIREA DE VOLUM A VENEI CAVE SUPERIOARE

Forma izolată a acestei modificări este rară și se datorează:

- creșterilor de volum sanguin circulant din insuficiența tricuspidiană (cu prezența de pulsații venoase vizibile radioscopice) și din drenajul venos pulmonar total aberant (aspectul caracteristic de opt al opacității cardio-mediastinale).
- obstacolelor mecanice pe cale venoasă de întoarcere la atricul stâng din carcinoame bronșice invazive, tumori mediastinale, fibroze mediastinale (în special cele postradice), pericardita constrictivă.

MĂRIREA DE VOLUM A TRUNCHIULUI ARTEREI PULMONARE

Proiecția radiologică a trunchiului arterei pulmonare se face pe arcul mijlociu stâng și reprezintă porțiunea cea mai distală a trunchiului, porțiunea situată imediat în amonte de bifurcație (fig.47). În economia radiologică a hilurilor pulmonare intră cele două ramuri ale arterei.

Pe **radiografia de față** mărirea de arteră pulmonară se poate materializa sub două forme, prin:

- modificări de curbura a arcului: acesta este mai bombat, dar cu păstrarea incizurilor care îl separă de cele două arcuri conexe (butonul aortic și arcul ventricular).
- modificări de lungime a arcului: acesta are un aspect rectiliniu și șterge golful cardiac desființând incizurile de separație față de cele două arcuri conexe. Aspectul global este de margine cardiacă stângă rectilinie.

Pe **radiografia de profil** bombarea de arteră pulmonară se caută pe porțiunea medie a marginii anterioare a opacității cardio-pericardice, cranial și în continuarea proiecției VD.

Etiologic mărirea de arteră pulmonară se datorează:

- creșterilor de presiune pulmonară: în hipertensiunile pulmonare indiferent de cauză, tip sau localizare.
- în creșterile de debit circulant: în toate cardiopatiile cu shunt arterio-venos, indiferent de localizarea shuntului, dar în mod paradoxal mai evidente în shunturile atriale.
- ca dilatație poststenotică în stenozele pulmonare valvulare de tip diafragmatic.

Construirea unui algoritm de analiză a imaginii radiologice toracice pe baza semiologiei sindroamelor pulmonare este un element care ușurează orice diagnostic al afecțiunilor toracice sau pulmonare. Combinațiile de sindroame, deși nu sunt lesne de departajat, sunt infinit mai ușor de încadrat corect etiologic.

CAPITOLUL IV

RADIOIMAGISTICA

APARATULUI DIGESTIV

C. Zaharia

Aparatul digestiv reprezintă totalitatea organelor care îndeplinesc funcția de digestie și absorbție a alimentelor. Este alcătuit din:

- Tub digestiv
- Glande anexe

Tubul digestiv este un conduct lung de cca. 10-12m, comunicând cu exteriorul prin orificiul cavității bucale și orificiul anal. Deoarece cavitatea bucală și faringele au și funcție respiratorie, se consideră anatomic canalul alimentar ca fiind alcătuit din esofag, stomac, intestin subțire, intestin gros și anus.

Patologia tubului digestiv este diversă, cu un polimorfism semiologic divers. Pentru diagnostic, explorarea clinică și de laborator este de obicei insuficientă, ceea ce a impus investigațiile imagistice în algoritmul de diagnostic.

TEHNICI DE EXAMINARE

După agentul fizic folosit pentru producerea imaginii tehnicile de explorare ale tubului digestiv pot fi clasificate în:

- a) Explorări radiologice
- b) Explorări imagistice

A. EXPLORĂRILE RADIOLOGICE

1. EXPLORĂRILE RADIOLOGICE STANDARD

Reprezintă metodele de explorare cele mai folosite în diagnostic prin complexitatea datelor ce se obțin. Ele permit studiul morfologic și funcțional al diferitelor segmente ale tubului digestiv. Eficiența diagnostică a tehnicilor de explorare radiologice depinde foarte mult de corectitudinea anamnezei și de acuratețea examenului clinic, ceea ce poate orienta spre diagnostic și limita iradierea bolnavului și a medicului radiolog în mod inutil. De aceea examenele radiologice trebuie să se efectueze cu o cooperare strânsă între medicul radiolog și clinician.

Segmentele tubului digestiv nu pot fi explorate radiologic direct, datorită faptului că ele nu determină un contrast natural cu organele din jur, având aproximativ același coeficient de absorbție cu ele. Totuși orice examen radiologic al tubului digestiv debutează printr-o explorare a abdomenului fără substanță de contrast. Acest tip de examinare poartă numele de examen radiologic al abdomenului pe gol.

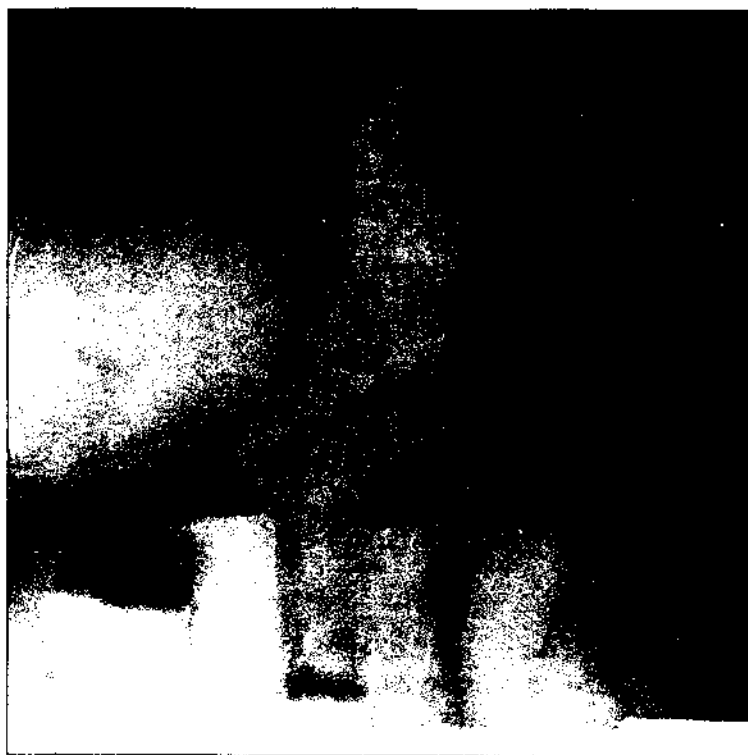


Fig.1 - Radiografie abdominală pe gol - multiple nivele hidroaerice

Examenul radiologic al abdomenului fără substanță de contrast se practică de obicei în ortostatism. Atunci când starea bolnavului nu o permite, explorarea se poate efectua în decubit cu excepția suspiciunii de ocluzie intestinală, care impune examinarea în ortostatism. Acest examen aduce informații privind starea scheletului, opacitățile renale, cea a ficatului și a splinei. Poate evidenția opacități patologice de genul calculilor biliari, a calcificărilor pancreatice, prezența ganglionilor calcificați sau a unor corpuri străine. De asemenea scopul examinării abdominale fără substanță de contrast este și de a pune în evidență transparențe patologice de genul aerului localizat subdiafragmatic (pneumoperitoneu) sau prezența nivelelor hidroaerice în situația ocluziei intestinale

(fig.1), unde retenția de gaze și lichide realizează aceste imagini. De o importanță marcabilă este și explorarea dinamică a cupolelor diafragmatice, a căror mișcare inegală sau încetinită pot sugera existența unui proces subdiafragmatic. În situația depistării unui eventual proces patologic, examinarea este obligatoriu să fie completată cu efectuarea de radiografii.

Prin utilizarea substanței de contrast radioopace se evidențiază lumenul tubului digestiv; în repleție conturul coloanei de substanță de contrast reproduce conturul mucoasei lumenale a segmentului de tub digestiv examinat.

Substanța de contrast cea mai frecvent utilizată este sulfatul de bariu chimic pur. Aceasta este o substanță neutră din punct de vedere fizic și chimic, care nu reacționează cu mediile cu pH diferit din tubul digestiv, având în constituție un element chimic - Ba - cu număr atomic mare, deci cu absorbție mare pentru fasciculul de raze X. Sulfatul de bariu este o substanță insolubilă cu apă, insipidă și inodoră. El este utilizat sub forma de pulbere, care trebuie să aibă particule suficient de mici ca să facă o dispersie bună în apă. Concentrația substanței de contrast în apă este variabilă între 1/5 și 1/3, în raport de segmentul de examinat și de tipul de examinare. Suspensia astfel obținută trebuie să fie cât mai omogenă și în același timp aderentă la mucoasa tubului digestiv. Pentru a crește aderența și a înlătura efectul de tensiune superficială care se generează datorită mucusului din lumenul tubului digestiv în suspensie se mai pot adăuga agenți chimici de omogenizare. În general suspensia de sulfat de bariu nu are contraindicații de utilizare. În cazul când se suspicionează existența unei fistule în peretele tubului digestiv, comunicând cu cavitatea peritoneală, sau în explorarea unei suspiciuni de sindrom ocluziv este recomandată folosirea substanțelor de contrast iodate

În afara suspensiei de sulfat de bariu mai pot fi folosite ca substanțe de contrast radioopace și substanțele triiodate, hidrosolubile. Nu se folosesc substanțe de contrast iodate injectabile i.v. datorită difuziei rapide pe care o realizează în peretele tubului digestiv.

Atât suspensia de sulfat de bariu, cât și substanțele iodate sunt substanțe de contrast pozitiv. Există și contrastul negativ realizat cu aer sau cu gaze degajate din poțiuni gazogene. Cea mai cunoscută poțiune gazogenă este poțiunea Tonnet alcătuită dintr-un amestec în părți egale de acid citric și bicarbonat de sodiu. În contact cu mediul acid din stomac și cu apa, amestecul degajă dioxid de carbon care destinde lumenul digestiv.

Contrastul negativ se utilizează concomitent cu contrastul pozitiv. În acest fel se realizează examenul în dublu contrast. Acest tip de examinare folosește dispersia particulelor de sulfat de bariu pe mucoasă, care formează un contur reproducând fidel conturul mucoasei, vizibil în contrast cu aerul sau gazul degajat din poțiunea gazogenă. O astfel de examinare poartă denumirea de examinare în dublu contrast. Ea este mult mai fidelă în evidențierea unor leziuni mici, de obicei ale mucoasei.

Administrarea substanței de contrast poate se face anterograd, pe cale orală, sau pe sondă, sau retrograd pentru opacifierea colonului.

Scopul examenului radiologic este de a oferi informații despre:

A. Modificări de tip funcțional:

- modul de umplere al segmentului de tub digestiv
- modificări de tonus
- modificări de kinetică
- modificări de evacuare
- tulburări de secreție

B. Modificări de tip organic:

- modificări de poziție al segmentului de tub digestiv
- modificări de dimensiune
- modificări de contur
- modificări de mucoasă

Aceste modificări se pot pune în evidență utilizând:

1. Radioscopia – este foarte iradiantă, dar indispensabilă, ea putând evidenția mai ales modificările de tip funcțional, dar și cele morfologice. Pentru a evita suprapunerile de planuri bolnavul trebuie examinat în mai multe incidente, care, având în vedere variabilitatea normalului anatomic, nu pot institui incidente tip de examinare.

2. Radiografia – este metoda prin care se pot analiza elementele patologice descoperite radioscopice. Ea reprezintă totodată și un document folosit pentru urmărirea evoluției bolii sau un document folosit pentru studiul posibilităților terapeutice, cel mai frecvent chirurgicale. Se efectuează radiografii multiple, atât de ansamblu, evidențiind segmentul în întregime, cât și țintite pe leziune, în incidente variabile, menite să evidențieze cât mai bine leziunea.

Ambele metode sunt deosebit de utile, dar au dezavantajul că nu pot pune în evidență leziuni mai mici de 0,3-0,5 cm.

Explorarea esofagului, stomacului și duodenului se face de rutină concomitent, cu administrare de contrast per os. Acest tip de examinare poartă numele de **examen eso-gastro-duodenal**.

Pentru a obține maximum de informații morfologice și funcționale din acest examen trebuie ca examinarea să se facă printr-o succesiune de etape:

- Examen în strat subțire, cu o cantitate de substanță de contrast foarte redusă, care permite evidențierea reliefului mucoasei
- Examen în semirepleție cu o cantitate mai mare de substanță de contrast, care se face folosind compresia dozată; aceasta deformează pliurile, dar permite punerea în evidență a leziunilor de dimensiuni mici
- Examenul în repleție completă, care oferă informații asupra formei, poziției dimensiunilor segmentului de tub digestiv examinat; cu aceasta ocazie se urmărește și

modul de evacuare (tranzitul) prin segmentul respectiv.

Pozițiile cele mai adecvate de examinare ale esofagului sunt în oblic anterior drept (OAD) și oblic anterior stâng (OAS). În aceste poziții, esofagul nu mai este acoperit de opacitatea mediastinului și poate fi examinat mai ușor. Pentru studiul funcțional (aprecierea peristalticii esofagiene) se folosesc aceleași poziții, dar în decubit (decubit dorsal în OAD și decubit ventral în oblic posterior stâng). În repleție esofagul apare ca o bandă opacă de cca. 2-3 cm lățime, iar în strat subțire se evidențiază conturul lui și 2-4 pliuri longitudinale.

Stomacul se examinează în ortostatism în strat subțire, în semirepleție cu compresie dozată și în repleție, în diferite grade de oblic, obținând informații asupra conturilor stomacului, curburilor sale, poziției și dimensiunilor, a fețelor sale, precum și a tonicității și kineticii gastrice. În repleție, fornixul păstrează aerul acumulat în porțiunea cea mai înaltă a stomacului, care face cu substanța de contrast un menisc orizontal.

În decubit dorsal, partea inferioară a stomacului se ridică cranial, fornixul rămânând fixat dorsal. În acest mod substanța de contrast ia locul aerului din fornix, pe care îl destinde, permițând evidențierea feței posterioare a porțiunii verticale și a antrului în dublu contrast și a fornixului în repleție.

În decubit ventral substanța de contrast se etalează spre marea curbura gastrică și antru, astfel că la nivelul fornixului vom avea aer și bariu, dar fără menisc orizontal.

Atât în decubit ventral, cât și în cel dorsal forma stomacului se schimbă, având aspectul de „cimpoi”, cu porțiunea verticală scurtată și ștergerea unghiului gastric.

Cadrul duodenal se examinează concomitent cu explorarea stomacului, utilizându-se aceleași poziții și incidențe. În decubit dorsal, la nivelul porțiunii orizontale se poate evidenția pensa aorto-mezenterică. Tot în aceeași poziție se evidențiază în dublu contrast față posterioară a bulbului duodenal.

Explorarea intestinului subțire se poate face fie prin ingerare de substanță de contrast, fie prin administrarea ei pe o sondă enterală. În cazul administrării orale de substanță de contrast, ingestia poate fi făcută fie prin administrarea o singură dată a întregii cantități sau prin porții mici a câte 15-20 ml, administrate repetat, la intervale de cca. 10-15 minute. Administrarea substanței de contrast continuă până la opacifierea cecului. Aceasta tehnică de explorare poartă numele de tehnică Pansdorff, după cel care a imaginat-o. Tehnica a fost modificată după alți autori, în sensul modificării cantității de substanță de contrast utilizată sau a intervalului de timp de administrare.

În prima eventualitate se pot furniza și date funcționale, ca timpul de tranzit, kinetica intestinală, tonusul intestinal, dar iradierea atât a pacientului cât și a examinatorului este mare, examenul impunând controlul fluoroscopic al progresiei substanței de contrast în lungul intestinului subțire. În cazul administrării fracționate se poate face o explorare predominant morfologică.

Explorarea intestinului subțire folosind sonda enterală impune introducerea de către examinator a unei sonde pe cale nazală sau orală până dincolo de unghiul lui Treitz, apoi administrarea pe sondă a unei cantități de substanță de contrast, urmată de insuflare. Avantajul este că se scurtează timpul de examinare, se obțin informații superioare privind starea mucoasei, iar iradierea este mai mică.

Examenul radiologic al intestinului gros se face prin clismă cu substanță opacă. Poartă numele de irigoclismă, dar având în vedere că este întotdeauna finalizat cu efectuarea de radiografii este cunoscut sub numele de irigografie. Examenul se efectuează în decubit dorsal, cuprinzând trei etape succesive:

a) Examenul în repleție completă

Se introduce retrograd 1-1,5 l de suspensie de sulfat de bariu cu ajutorul unui irigator. Examinatorul urmărește progresia substanței de contrast progresiv în fiecare

segment al intestinului gros, schimbând poziția bolnavului în raport cu poziția și flexurile pe care le face intestinul gros în abdomen. Astfel rectul și sigmoidul se examinează în poziții oblice și / sau de profil, flexurile colice se examinează în oblice pentru a putea fi bine desfășurate, înlăturându-se suprapunerile, iar transversul se vizualizează mai bine în procubit. Se urmărește coloana suspensiei baritate până la nivelul cecului. Depășirea valvei ileocecale atrage de la sine opacifierea ileonului și mascarea sigmoidului și a cecului. Se efectuează radiografii ale fiecărui segment.

b) Examenul după evacuare

După repleție bolnavul evacuează substanța de contrast, lumenul intestinului gros se reduce, resturile de substanță de contrast rămânând între pliurile de mucoasă. Etapa mai poartă numele de mucografie și se consideră ca aducând informații despre starea mucoasei intestinului.

c) Examenul cu insuflație

Mai poartă numele și examen în dublu contrast sau, după numele celui care a imaginat-o proba Fischer. Această metodă constă în introducerea de aer în intestinul gros după ce suspensia baritată a fost evacuată. Această metodă permite vizualizarea mai bună a conturilor mucoasei care este tapetată de pulberea de sulfat de bariu difuzată pe mucoasa de insuflarea de aer. Conturul mucoasei în acest tip de examinare poartă numele de **lizereu de siguranță**.

2. EXPLORAREA COMPUTERTOMOGRAFICĂ

Tomografia computerizată oferă posibilități deosebite de explorarea radiologică standard de studiu al modificărilor tubului digestiv atât normal cât și patologic. Reprezintă modalitate radiologică de a studia global tubul digestiv, respectiv lumen, mucoasă, pereți, și spațiul celulo-grăsos din jurul organului, atât mediastinal cât și intraabdominal. Metoda permite studiul concomitent al organelor parenchimatoase intraabdominale, al axelor vasculare, al ganglionilor, spațiului retroperitoneal și chiar a peritoneului propriu-zis (fig.2).

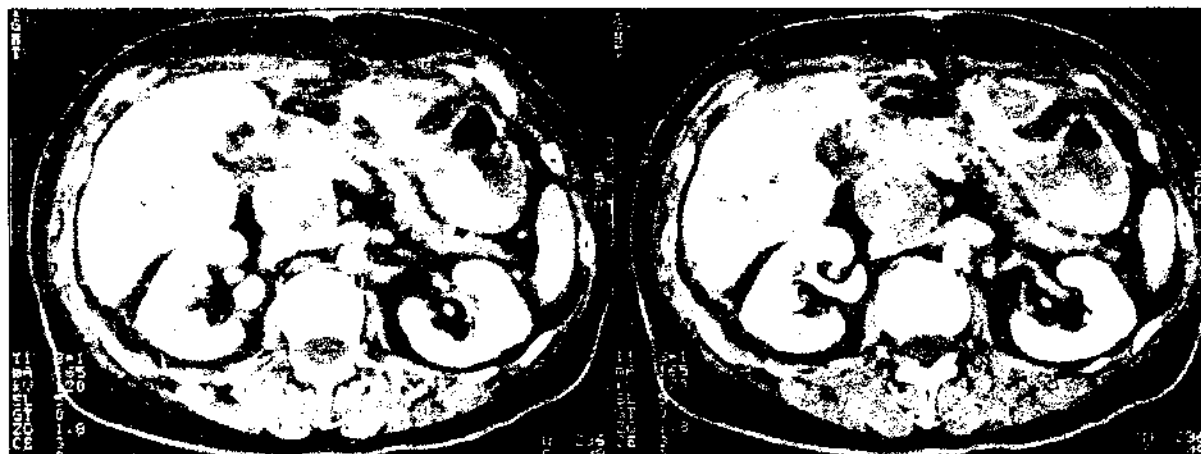


Fig.2 - Explorare CT a abdomenului

Explorarea computertomografică permite, datorită sensibilității sale, studiul țesutului grăsos, al calcificărilor sau a unor cantități foarte mici de substanță de contrast intraluminal care nu sunt detectabile la examenele radiologice standard. Utilizarea explorării cu substanță de contrast intravenos este de foarte mare importanță datorită faptului că în acest mod se pot explora vasele mari și urgențele lor care iriga tubul digestiv și anexele sale, formațiunile tumorale solide vascularizate cu localizare intraabdominală și diferențierea lor de formațiuni lichidiene cu conținut hiperdens.

Posibilitatea postprocesării imaginii permite acumularea de informații suplimentare care pot orienta mai bine diagnosticul.

Explorarea computertomografică a tubului digestiv își aduce un aport substanțial în:

- depistarea și stadializarea tumorilor tubului digestiv
- monitorizarea postterapeutică a acestora
- existența unei patologii asociate intraabdominale
- patologia peritoneului
- patologia vasculară intraabdominală cu sau fără determinare digestivă
- abdomenul acut

Datorită complexității și fiabilității sale, dar și a prețului de cost mult mai ridicat tomografia computerizată este considerată ca metodă complementară explorării radiologice standard. Metoda poate fi utilizată și înaintea explorării radiologice standard, atunci când există o masă abdominală palpabilă, subiectul are o stare generală alterată care impune un bilanț diagnostic mai rapid, asocierea de procese patologice deja cunoscute care necesită stabilirea existenței unor eventuale corelații cu patologia de tub digestiv.

3. ANGIOGRAFIA

Explorarea angiografică (fig.3) constituie o metodă complementară atât explorării radiologice standard cât și tomografiei computerizate. Este utilizată în stabilirea unei



Fig.3 - Angiografie selectivă trunchi celiac

patologii vasculare cu sau fără legătură aparentă cu patologia tubului digestiv, în stabilirea tipului de vascularizație a unei mase tumorale și sau a originii modului de vascularizație a unei formațiuni intraabdominale.

Este o metodă de explorare invazivă. Necesită atât o aparatură specializată, cât și materiale specifice și o cunoaștere foarte bună a tehnicii de explorare.

Utilizează o cantitate mare de substanță de contrast i.v. fiabilitatea ei diagnostică comparativ cu tomografia computerizată, fiind în general similară, depășind-o doar în câteva segmente diagnostice specifice.

Este o metodă cu iradiere foarte mare atât prin timpul real de explorare, cât și prin parametrii electrici utilizați pentru obținerea unei imagini corespunzătoare calitativ.

B. EXPLORĂRI IMAGISTICE

1. ULTRASONOGRAFIA (ECHOGRAFIA)

Echografia transparietală a avut la începuturile metodei un interes redus în studiul afecțiunilor tubului digestiv, ținând cont de performanțele relativ reduse ale

aparaturii. Chiar dacă organele lumenale erau greu de investigat în mod obișnuit, localizarea și prezența lor pe secțiunile abdominale impunea recunoașterea lor. Mai mult, existența unor semne imagistice în legătură directă cu anomaliiile de organe cavitare intraabdominale atrăgeau atenția examinatorului.

Clasic, ultrasonografia este utilizată în studiul organelor parenchimatoase intraabdominale sau retroperitoneale, a căilor biliare extrahepatice și a vaselor mari intraabdominale. De asemenea metoda evidențiază existența unor formațiuni intraabdominale cu densități variabile de la lichid la solid, putând face aprecieri asupra structurii acestora și a extensiei lor locoregionale. În cadrul examenului ultrasonografic se poate decela și prezența adenopatiilor, metoda putând fi utilizată în monitorizarea postterapeutică a afecțiunilor maligne intraabdominale.

Interesul ultrasonografiei pentru organele lumenale ale tubului digestiv este de dată mai recentă, în strânsă legătură cu progresul tehnic al instalațiilor.

Explorarea echografică generală a abdomenului se face cu o sondă cu frecvență obișnuită, de 3,5 MHz. Studiul pereților tubului digestiv impune utilizarea unor sonde de înaltă frecvență de cel puțin 5 MHz, ajungând până la 10 MHz. Acestea permit evidențierea tunicilor peretelui tubului digestiv și implicit evidențierea unor procese patologice parietale. Astfel echografia, care în mod obișnuit este un examen de debut în explorarea oricărei simptomatologii abdominale, fiind o metodă diagnostică "de excludere" devine o metodă de investigație cu un anumit grad de specificitate și cu fiabilitate crescută în patologia tubului digestiv.

2. EXPLORAREA SCINTIGRAFICĂ

Este utilizată în studiul patologiei organelor parenchimatoase intraabdominale și a căilor biliare extrahepatice. Patologia de lumen digestiv nu face scopul explorărilor habituale în medicina nucleară.

3. EXPLORAREA I.R.M.

Ca și medicina nucleară, explorarea imagistică prin rezonanță magnetică nu se adresează direct studiului organelor lumenale ale tubului digestiv. Se practică explorarea I.R.M. în patologia ficatului, a căilor biliare intra și extrahepatice și în patologia pancreasului.

Angiografia permite explorarea vaselor mari intraabdominale și a urgențelor lor, efectuându-se atât cu substanță de contrast specifică neiodată, cât și fără substanță de contrast, prin postprocesarea imaginilor secvențiale secționale specifice.

NOTIUNI DE ANATOMIE RADIOLOGICĂ

Toate organele tubului digestiv au o structură histologică comună fiind alcătuite din:

- Seroasă
- Musculară
- Submucoasă
- Mucoasă

Organele intraperitoneale pot avea în locul seroasei învelișul peritoneal. Mucoasa tubului digestiv este intens plicaturată, determinând pliuri a căror orientare este dată de structura ei și funcțiile pe care le îndeplinește. Pliul are ca substrat morfologic și orientarea fibrelor din tunica musculară. Tunica musculară este alcătuită din două sau trei straturi de fibre dispuse longitudinal, oblic sau circular, în funcție de tipul segmentului de tub digestiv. Submucoasa este sediul structurilor limfatice, vasculare și nervoase.

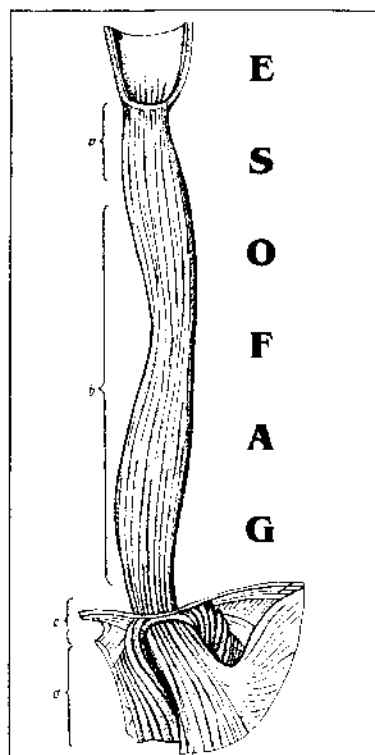


Fig.4 - Schema anatomică a esofagului (după Papilian modificat)
a) esofag cervical
b) esofag toracic
c) esofag diafragmatic
d) esofag abdominal



Fig.5 - Imaginea radiologică normală a esofagului

Inervația este realizată în principal prin intermediul plexurilor Meissner și Auerbach, situate în submucoasă și musculară.

Esofagul (fig.4, 5) este un conduct musculo-membranos ce realizează legătura între faringe și stomac. Are o lungime de aproximativ 25 cm, proiectându-se cu extremitatea cranială în dreptul cartilajului cricoid (vertebra C6) și extremitatea distală la nivelul cardiei în dreptul vertebrei T11. Pe traiectul sau ușor oblic care străbate ultima porțiune a regiunii cervicale, mediastinul posterior, diafragma și regiunea imediat subdiafragmatică, esofagul descrie un număr de inflexiuni, atât în plan frontal cât și sagital, intrând în raport direct cu o serie de viscere, care determină o serie de strâmtoari la nivelul lui. Aceste strâmtoari sunt:

- Strâmtoarea faringo-esofagiană - numită și strâmtoarea cricoidiană, corespunde gurii esofagului (gura lui Killian)
- Strâmtoarea (amprenta) aortică - proiectată aproximativ în dreptul corpului vertebral T4, determinată de raportul direct pe care fața laterală stângă a esofagului îl întreține cu crosa aortei la acest nivel
- Strâmtoarea bronșică - situată imediat caudal de cea aortică, este determinată de raporturile bronhiei principale stângi cu esofagul, respectiv cu fața sa antero-laterală stângă
- Strâmtoarea diafragmatică - proiectată cam în dreptul vertebrei T10, la cca. 2 cm lateral de linia mediană, reprezintă locul în care esofagul intră în raport direct cu hiatusul esofagian.

Anatomic, esofagului i se descriu 4 porțiuni:

- Porțiunea cervicală este cuprinsă între polul inferior al faringelui și apertura toracică. Întreține raporturi cu traheea anterior și lateral, cu coloana vertebrală posterior, fiind despărțită de aceasta prin spațiile retroesofagiene, cu lobul stâng al glandei tiroide situat lateral de partea stângă și cu nervii recurenți situați lateral. Aceste raporturi sunt importante de reținut având în vedere patologia fiecărui organ în parte care se poate extinde și asupra esofagului sau extensia unui proces patologic esofagian asupra organelor de vecinătate.
- Porțiunea toracală este cuprinsă între apertura toracică și diafragm. Clasic se împarte în trei părți, superioară, medie și inferioară. După unii anatomici, poate fi divizat în porțiunea supraaortică, interaorticobronșică și retrocardiacă, după raporturile pe care le întreține cu principalele organe intramediastinale cu care vine în contact. De reținut că esofagul toracic vine în contact cu pleura mediastinală stângă, diferența de densitate dintre parenchimul pulmonar și mediastin determinând apariția unui contur numit linia mediastinală paraesofagiană. Treimea inferioară a esofagului toracic intră în raport direct cu atriul stâng, deplasarea lui fiind semn de mărire a cavității cardiace.
- Porțiunea diafragmatică este scurtă, reprezentând zona de trecere a esofagului prin hiatusul diafragmatic. La acest nivel esofagul întreține raporturi cu pilierii diafragmatici.
- Porțiunea abdominală este segmentul cuprins între diafragm și cardie. Este relativ fix, datorită ligamentului gastroesofagian, parte a ligamentului frenogastric, determinând împreună cu marginea stângă a regiunii tuberozitate gastrice unghiul lui His.

Radiologic esofagul în repleție apare ca o bandă opacă, ușor sinuoasă, omogenă cu un calibru de circa 3-4 cm, cu contururi regulate, bine precizate. Trebuie precizat că în mod normal esofagul nu se vizualizează niciodată în repleție completă pe toată lungimea lui, datorită kineticii proprii (contractii secundare). În dublu contrast sau după trecerea bolului de substanță de contrast (examen în strat subțire) pot fi vizualizate 2-4 pliuri de mucoasă. Acestea apar ca benzi transparente cu distribuție longitudinală de dimensiuni egale între ele, conturate de substanța de contrast rămasă între ele. Calibrul esofagului este inegal, datorită existenței strâmtoarelor esofagiene. Pentru a elimina suprapunerea coloanei vertebrale peste opacitatea esofagului este de preferat ca examinarea să fie făcută în O.A.D. Pentru a reduce viteza de progresie a bolului de substanță opacă se preferă ca examinarea să fie făcută în decubit.

Stomacul, porțiunea cea mai dilatată a tubului digestiv este un organ intraperitoneal și se află situată în etajul supramezocolic al abdomenului, fiind acoperit în cea mai mare parte de ficat și diafragm. Ocupă cea mai mare parte a epigastriului și hipocondriului stâng. Are o lungime de aproximativ 25 cm și o capacitate de 1200-1500 ml (fig.6).

Forma reală a stomacului nu este cea descrisă în tratatele clasice de anatomie, unde este descrisă conformația stomacului la cadavru, ci aceea bazată pe observațiile intraoperatorii, dar mai ales pe rezultatele examenelor radiologice. Aspectul stomacului, cel mai aproape de realitate, a fost descris de Toma Ionescu. Forma, dimensiunile și poziția stomacului prezintă numeroase variații în funcție de subiect. Aceste variații se datorează constituției individului, vârstei, perioadelor funcționale, referindu-ne aici la gradul de umplere, starea de contracție sau de relaxare și poziției corpului – ortostatism, decubit dorsal, sau decubit ventral. Variații ale formei pot fi întâlnite și datorită modificărilor organelor de vecinătate sau modificărilor de structură a pereților gastrici.

La subiecții normostenici, în ortostatism, stomacul are forma literei „J”, cu o porțiune mai lungă verticală, situată la stânga liniei mediane și o porțiune mai scurtă, orizontală. Între porțiunea verticală și cea orizontală se formează un unghi, numit unghiul gastric care este întotdeauna ascuțit. Punctul cel mai cranial al stomacului se află imediat

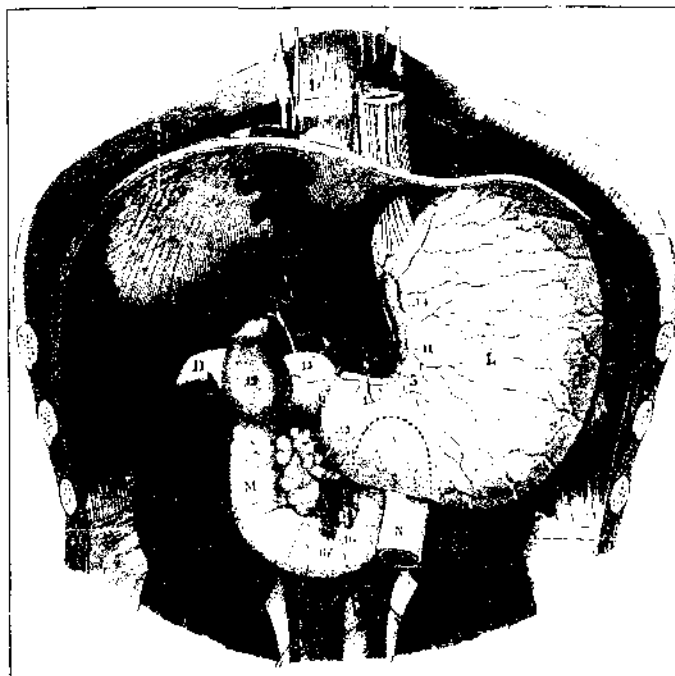


Fig.6 - Topografia etajului abdominal superior (după Testut, modificat)

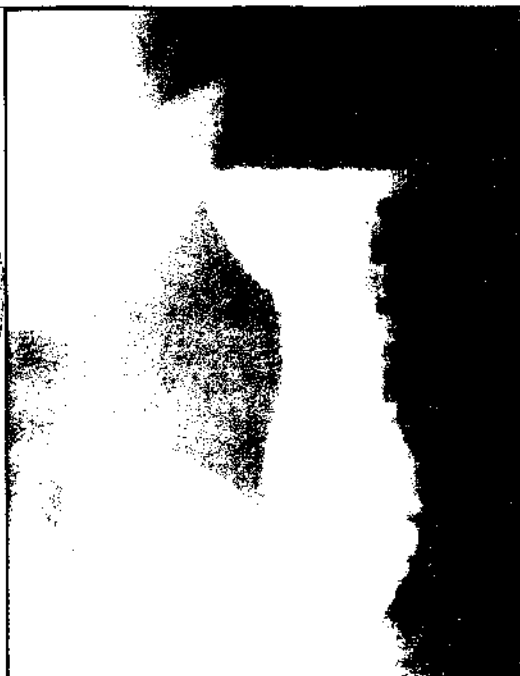


Fig.7 - Imaginea radiologică normală a stomacului (ortostatism)

sub cupola diafragmatică, iar punctul cel mai caudal la aproximativ 3-4 cm deasupra crestei iliace.

Porțiunea verticală se subîmparte în fornix și corpul gastric. Limita de separație între aceste două părți o constituie planul care trece pe la nivelul cardiei.

Porțiunea orizontală este delimitată între planul care trece prin unghiul gastric și pilor. Ea se subîmparte în antrul prepiloric, canalul piloric, urmând pilorul propriu-zis.

Nomenclatura radiologică introduce și alți termeni: punctul cel mai cranial al fornixului se mai numește și polul superior, punctul cel mai caudal al stomacului poartă numele de pol inferior gastric, fornixul este numit și regiune cardiobuberozitară, iar unghiul pe care îl face marea curbura la unirea porțiunii verticale cu cea orizontală – sinus gastric.

Stomacului i se descriu clasic două fețe, una ventrală și una dorsală și două curburi, mica curbura și marea curbura gastrică.

Fața ventrală vine în raport indirect cu peretele toracic, diafragma stâng lobul stâng hepatic, lobul pătrat, fața viscerală a ficatului și peretele abdominal.

Fața dorsală a stomacului constituie peretele anterior al bursei omentale. Prin intermediul acesteia stomacul vine în raport cu organele retroperitoneale, pancreas, glanda suprarenală stângă și rinichiul stâng. Capul pancreasului este găzduit în potcoava duodenală. Astfel, fața dorsală gastrică intră în raport și cu porțiunea ascendentă a duodenului. Porțiunea distală a feței dorsale vine în raport cu mezocolonul transvers și chiar cu colonul transvers. Aceasta se întâmplă datorită faptului că partea distală a porțiunii orizontale se reorientează, fața ventrală devenind cranială, iar cea dorsală caudală. Cranial și spre stânga stomacul vine în raport cu fața viscerală a splinei. Fața posterioară a fornixului este fixată la pilierul stâng al diafragmului, astfel că nu este în această porțiune acoperită de peritoneu.

Curbura mică gastrică este situată profund, având o orientare spre dreapta și cranial, deci fiind concavă spre dreapta între cardia și pilor. De ea se insera ligamentul gastrohepatic. Posterior de acesta mica curbura vine în raport indirect cu trunchiul celiac și vena cavă inferioară.

Curbura mare este convexă spre stânga și caudal. Ea se află în raport pe cea mai mare parte a ei cu colonul de care se leagă prin intermediul ligamentului gastrocolic. În porțiunea sa superioară vine în raport prin intermediul ligamentului gastrosplenic cu fața viscerală a splinei. La nivelul fornixului intră în raport prin intermediul ligamentului frenogastric cu fața abdominală a diafragmului.

Cardia are o orientare ventrală, proiectându-se aproximativ în dreptul vertebrei T10-T11, la circa 2-3 cm de proiecția orificiului hiatal esofagian. Poziția sa este destul de variabilă, datorită lungimii esofagului și mișcărilor respiratorii. Pliurile esofagului abdominal, care sunt paralele, după traversarea cardiei devin divergente răsfirându-se în evantai la nivelul tuberozității gastrice.

Pilorul este porțiunea terminală a stomacului. El este un canal strâmt, de aproximativ 1-3 cm lungime și un diametru de aproximativ 1 cm; conține sfincterul piloric, care circumscrie orificiul piloric. În mod normal el se proiectează în centrul bazei bulbului duodenal. Datorită mobilității segmentului, poziția pilorului depinde de gradul de repleție gastrică.

Pereții stomacului sunt constituiți din mai multe tunici, seroasă, musculară, submucoasă și mucoasă, ale căror modificări morfo-funcționale determină modificările radiologice elementare. Musculara gastrică este reprezentată prin trei straturi: extern, alcătuit din fibre longitudinale, mijlociu din fibre circulare și intern din fibre oblice.

Submucoasa este constituită dintr-un strat de țesut conjunctiv elastic, conținând vase sanguine, limfatice și structuri ale plexurilor nervoase.

Mucoasa, intens plicaturată, determină relieful gastric reprezentat de pliurile sale. Aspectul radiologic al stomacului reprezintă un mulaj al suprafeței sale interne, respectiv al mucoasei gastrice. Posibilitatea de plicaturare a stratului mucos este consecința acțiunii musculare mucoasei și a suprafeței mai mari a mucoasei față de cea a tunicii musculare. Mucoasa gastrică este mobilă pe tunica musculară datorită submucoasei. Datorită acestei mobilități aspectul pliurilor mucoasei este variabil, depinzând de starea de contractilitate a musculare mucoasei, de starea de turgescență a submucoasei, de tonicitatea tunicii musculare gastrice și de gradul de repleție al stomacului. Această variabilitate a aspectului mucoasei gastrice la nivelul aceleiași segment gastric poartă numele de autoplastică de mucoasă.

Aspectul radiologic al reliefului de mucoasă este diferit în funcție de regiunile stomacului. La nivelul fornixului mucoasa gastrică are aspectul circumvoluțiilor cerebrale, cu întretăieri ale pliurilor. Porțiunea verticală are 3-4 pliuri longitudinale, care urmăresc mica curbura gastrică, care constituie un jgheab vizibil de la prima înghițitură de suspensie de sulfat de bariu. Pliurile întregului corp gastric sunt în general paralele. În regiunea mării curburii pliurile se întretaie, dând un aspect dințat regiunii. De la nivelul unghiului gastric pliurile se distribuie în evantai dinspre porțiunea verticală spre marca curbura orizontală. La nivelul antrului gastric se pun în evidență pliuri longitudinale, care urmăresc ambele curburii ale regiunii. Studiul radiologic al mucoasei gastrice se poate face corect numai în strat subțire, atunci când substanța de contrast este difuzată pe mucoasa, iar aerul din lumen constituie mediu de contrast negativ.

În raport de poziția subiectului raportul dintre suspensia de sulfat de bariu și aerul din stomac se schimbă. Astfel în ortostatism substanța de contrast se acumulează în porțiunea orizontală și parțial în porțiunea verticală, formând cu aerul din fornix un menisc orizontal (fig.7). În decubit dorsal, porțiunea cea mai cranială a stomacului devine cea orizontală. În aceasta situație, aerul din fornix migrează și umple antrul, iar fornixul este umplut cu substanța de contrast (fig.8). În decubit ventral aerul migrează în porțiunea medială a fornixului și pe mica curbura, iar restul stomacului este opacifiat de substanța de contrast. În fornix va exista atât aer cât și substanță de contrast, dar nu se evidențiază o



Fig.8 - Imaginea radiologică normală a stomacului (decubit dorsal)



Fig.9 - Imaginea radiologică normală a stomacului (decubit ventral)

limită netă între cele două medii (fig.9). Decubitul lateral drept este utilizat pentru opacifierea pilorului și bulbului duodenal atunci când există un spasm piloric, datorită presiunii pe care o exercită în această situație substanța de contrast asupra sfincterului piloric, iar decubitul lateral stâng pentru studiul în dublu contrast al mucoasei antrului distal.

Peristaltismul se urmărește pornind dinspre cardie spre pilor. La un stomac normokinetic se pun în evidență 3-4 unde peristaltice care apar ca și ancoșe simetrice bine conturate, regulate pe ambele curburile ale stomacului.

Intestinul subțire este porțiunea tubului digestiv cuprinsă între stomac și intestinul gros. Are o lungime medie de 5-6 m, cu un calibru de cca. 3-4 cm în porțiunea inițială și de 2-3 cm la capătul distal.

Este împărțit în trei segmente:

1. Duoden
2. Jejun
3. Ileon

Duodenul (fig.6) este prima porțiune a intestinului subțire. Spre deosebire de jejun și ileon el este fix, fiind acoperit ventral de peritoneul parietal posterior. Pe traiectul său, duodenul formează trei flexuri. El pornește oblic ascendent dinspre ventral spre dorsal și dinspre caudal spre cranial până în dreptul colului veziculei biliare unde se cudează, formând genunchiul superior. Aceasta porțiune poartă numele de bulb duodenal sau duodenul I. Bulbul duodenal are o formă triunghiulară cu baza spre pilor și vârful spre genunchiul superior (fig.10). El se descrie două margini (curburi) care poartă numele curburilor gastrice - marginea superioară se mai numește și curbura mică, iar marginea inferioară se numește curbura mare. Între cele două margini se delimitează două fețe - o față ventrală și o față dorsală. Celelalte două unghiuri ale triunghiurilor poartă numele de recesuri, sunt ascuțite și sunt localizate unul superior și altul inferior. Mucoasa bulbului duodenal este longitudinală, urmând curburile și converg spre vârf. De la nivelul genunchiului superior duodenul coboară paravertebral de partea dreaptă până în dreptul corpului vertebral L4 unde se cudează din nou formând flexura duodenală inferioară și delimitând astfel duodenul descendent sau duodenul II. Pe conturul medial al duodenului descendent în treimea medie se deschide papila duodenală cu canalul coledoc și canalul Wirsung. De la flexura duodenală inferioară duodenul ia un traiect orizontal, traversând coloana vertebrală de la dreapta la stânga proiectându-se peste corpul vertebral L4. Aceasta porțiune poartă numele de porțiune orizontală sau duoden III. Trecând paravertebral stâng, duodenul ia un traiect ușor ascendent dinspre medial



Fig.10 - Imaginea radiologică normală DI (decubit ventral)



Fig.11 - Imaginea radiologică normală - cadru duodenal (decubit dorsal)

spre lateral până la flexura duodenojejunală sau unghiul lui Treitz proiectată aproximativ în dreptul corpului vertebral L2. Aceasta porțiune se mai numește și porțiune ascendentă sau duoden IV (fig.11). Mucoasa restului duodenului este caracterizată prin prezența de pliuri transversale, ceea ce determină un contur dințat al duodenului în semirepleție. Ultimele trei porțiuni ale duodenului întrețin raporturi directe cu capul pancreasului, colul istmul și corpul pancreatic, cu aorta, artera mezenterică superioară și indirect cu rinichiul și glanda suprarenală.

Jejunul și ileonul (fig. 12, 13) constituie porțiunea intraperitoneală, mobilă a intestinului subțire. Jejunul constituie aproximativ 3/5 din intestinul subțire mobil, iar restul de 2/5 este reprezentat de ileon. Această porțiune a intestinului subțire este legată

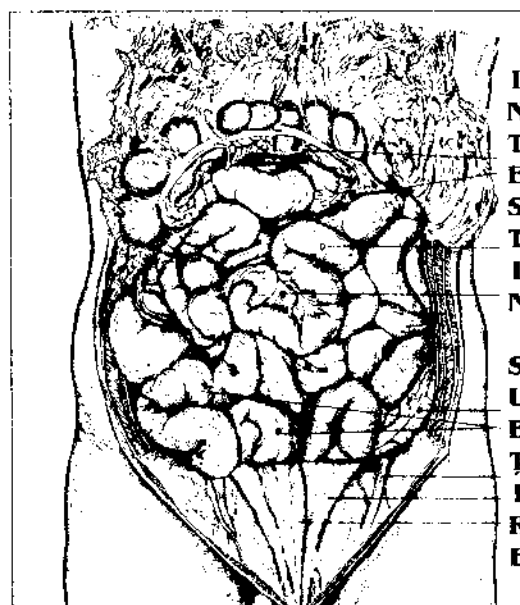


Fig.12 - Topografia jejunoileală (după Papilian modificat)



Fig.13 - Imaginea radiologică normală jejunoileală

de peretele posterior al abdomenului prin intermediul mezenterului, care are o dispoziție oblică dinspre stânga spre dreapta, dinspre cranial spre caudal, adică din hipocondrul stâng spre fosa iliacă dreapta. Peritoneul mezenterului învește întreaga porțiune a intestinului formând anse intestinale. Ansele jejunale sunt localizate în partea superioară stângă a cavității abdominale, infragastric, având o dispoziție orizontală. Ansele ileale sunt localizate în partea dreaptă a cavității abdominale, dar de obicei sunt aglomerate în pelvis. Au o dispoziție verticală. Având mezou, ansele intestinale au o margine concavă spre mezenter și o margine convexă spre porțiunea liberă a intestinului.

Mucoasa jejunală prezintă pliuri circulare, având același aspect dințat, „de frunze de ferigă” ca și duodenul II-IV. Mucoasa ileală are un contur net, regulat, având pliurile dispuse longitudinal. Aspectul pliurilor de mucoasa ileală se pretează cel mai bine la înțelegerea noțiunii de autoplăstică de mucoasa datorită faptului că ele își schimbă dispoziția în raport cu momentul funcțional al digestiei. Astfel, în momentul când lichidul intestinal stagnează, pliurile devin mai șterse, mai puțin vizibile. Când porțiunea ileală se află în stadiul de evacuare, pliurile au o dispoziție longitudinală și sunt bine vizibile.

Ultima ansă ileală se deschide pe fața medială a cecului prin valva ileocecală a lui Bauhin. Are o dispoziție oblică dinspre stânga spre dreapta și dinspre caudal spre cranial. Are de obicei un calibru de 2-3 cm și un contur bine precizat, regulat.

Intestinul gros (fig.14, 15, 16) constituie ultima porțiune a tubului digestiv. Are o lungime de aproximativ 1,6 m și un calibru variabil, a cărui dimensiune variază în funcție de gradul de repleție, tonicitate și segment, având valori cuprinse între 3-3,5 cm la nivelul sigmoidului distal și 7 cm la nivelul colonului transvers.

În anatomie intestinul gros se împarte în cec, colon cu subdiviziunile sale – ascendent, transvers, descendent, sigmoid – și rect. Colonul ascendent, transversul și descendentul prezintă pe lungimea lui dilatații numite haustre, delimitate de strangulații transversale, corespunzând plicilor semilunare ale colonului.

Intestinul gros începe în fosa iliacă dreapta, având la acest nivel o porțiune mai dilatată, saculară, fixată la peretele posterior abdominal prin intermediul peritoneului – cecul. Pe fața sa medială se deschide valvula ileocecală. Spre polul său inferior se deschide apendicele vermiform.

De la nivelul valvei ileocecale cecul se continuă cu colonul ascendent. Ca și cecul este un segment fix, acoperit anterior de peritoneu și fixat de fascia lui Toldt. Prezintă haustre și urcă până la nivelul feței viscerale a ficatului unde formează flexura colică dreaptă (hepatică). Din acest moment colonul devenit colon transvers posedă mezou care desparte cavitatea peritoneală în două etaje: cel supramezocolic și cel inframezocolic. Flexura colică dreaptă este fixă, de obicei obtuză. Colonul transvers este segmentul colonic care posedă cele mai multe haustrații. Datorită mezocolonului, colonul transvers poate să coboare până înspre micul bazin. În hipocondrul stâng, în vecinătatea splinei colonul face din nou o curbură, numită flexura stângă (splenică). Din acest loc el

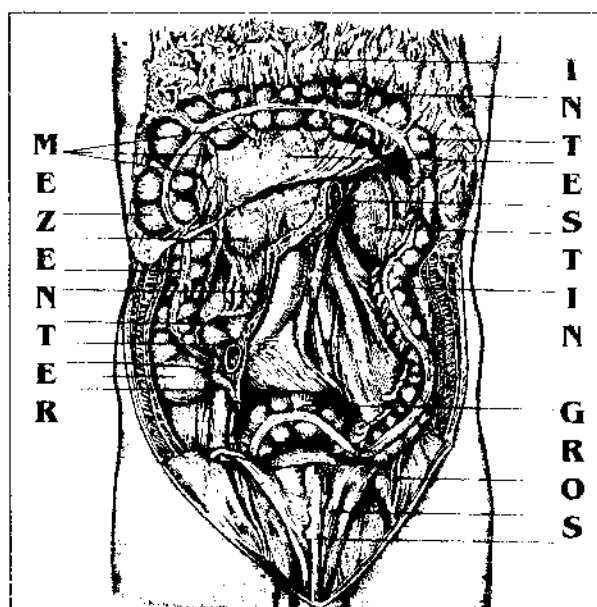


Fig.14 - Topografia intestinului gros (schemă după Papilian - modificată)



Fig.15 - Intestinul gros
în repleție - imagine radiologică



Fig.16 - Intestinul gros
în dublu contrast - imagine radiologică

coboară de-a lungul flancului stâng fiind din nou fixat de fascia Toldt și acoperit anterior de peritoneu ca și colonul ascendent. El se continuă în fosa iliacă stângă cu colonul sigmoid. Acesta este un segment lipsit de haustrații, fixat, sinuos prezentând una sau mai multe bucle. Partea sa distală se continuă cu ampula rectală.

Ultima porțiune a intestinului gros, rectul, este organ extraperitoneal care vine în raport anterior cu vezica urinară la bărbat și cu uterul la femeie. Rectul străbate perineul și se deschide la exterior prin anus. Are două porțiuni: ampula rectală și canalul anal. Ampula rectală are aspect piriform.

Intestinul gros are în repleție un contur bine precizat, regulat, segmentele care prezintă haustrații prezintă zonele de dilatație tipică. În dublu contrast mucoasa este de obicei longitudinală, dar datorită momentelor funcționale ea poate prezenta și pliuri transversale.

Ampula rectală poate prezenta în semirepleție pliuri longitudinale care se șterg în repleție sau la insuflație.

MODIFICĂRI RADIOLOGICE ELEMENTARE

Elaborarea unui diagnostic pozitiv radiologic în patologia tubului digestiv impune un bilanț complet al modificărilor radiologice elementare decelabile în urma unui examen radiologic complet. Modificările radiologice elementare pot fi clasificate în:

Modificări radiologice funcționale

Modificări radiologice morfologice

Este de reținut că această clasificare este pur didactică, teoretică, modificările radiologice elementare asociindu-se în diverse combinații și că, de obicei, modificările radiologice morfologice se însoțesc și de modificări radiologice funcționale.

1. MODIFICĂRI RADIOLOGICE ELEMENTARE FUNCȚIONALE

Sunt modificări datorate alterării:

1. Tonusului segmentului de tub digestiv
2. Peristalticii segmentului de tub digestiv
3. Secreției la nivelul segmentului de tub digestiv
4. Tranzitului prin segmentul de tub digestiv (umplerea și evacuarea lui)

1.1. MODIFICĂRI ALE TONUSULUI

Înglobează modificări dimensionale (de calibru) ale segmentului de tub digestiv, fără modificări de distensibilitate ale regiunii, reversibile, datorate unor disfuncții ale tunicii musculare, aparent fără legătură cu peristaltica. Cauzele pot fi generale sau locale. Modificările de tonus sunt:

- Hipertonia
- Hipotonia
- Atonia
- Spasmul

Hipertonia este modificarea radiologică elementară caracterizată prin reducerea calibrului segmentului de tub digestiv și scurtarea lui, evacuarea sa rapidă urmată de distensia segmentului imediat subiacent îngustării. Pliurile de mucoasă la nivelul segmentului de tub digestiv apar îngustate și mai apropiate între ele.

Această modificare se însoțește de obicei cu modificări de tranzit, având în vedere că evacuarea la nivelul segmentului afectat este mai rapidă.

Hipotonia (fig.17) este modificarea radiologică elementară care se caracterizează prin creșterea calibrului segmentului de tub digestiv afectat, asociată cu

alungirea lui. Este tot o modificare reversibilă. Radiologic, la examinarea în strat subțire se pot pune în evidență pliuri mai rare, mai late, sau din contră mai șterse.

Hipotonia se însoțește de obicei cu o evacuare mai lentă a segmentului, dar și de stază la acest nivel.

Atonia este reprezentată de gradul cel mai ridicat al hipotoniei. Din punct de vedere radiologic se pune în evidență tot alungirea segmentului, decalibrarea lui în sensul dilatării lui, ștergerea pliurilor la acest nivel. Se diferențiază de hipotonie prin persistența modificării, întârzierea până la dispariție a evacuării segmentului și dispariția peristaltismului. La nivelul segmentului afectat substanța de contrast este diluată de lichidul de stază prezent.

Spasmul este modificarea radiologică elementară datorată unei alterări funcționale (contracție) a unui sfincter sau a fibrelor circulare dintr-o porțiune a tubului digestiv. Se traduce radiologic prin îngustarea progresivă, axială a segmentu-

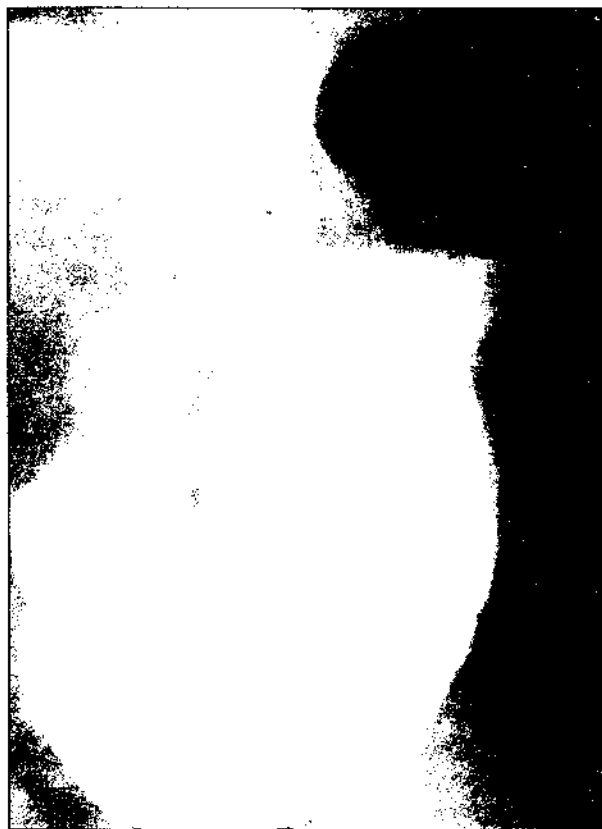


Fig.17 - Stomac hipoton
radiografie în ortostatism

lui pe o porțiune scurtă, corespunzând anatomic de obicei unui sfincter, cu suprimarea pasajului substanței de contrast la acest nivel. Administrarea de droguri miorelaxante în cursul examinării face posibilă reluarea tranzitului pe porțiunea afectată. Spasmul poate fi segmentar, atunci când afectează o porțiune a organului cavitat tubular, sau local când se limitează la nivelul sfincterului anatomic.

1.2. MODIFICĂRI DE PERISTALTICĂ

Undele peristaltice reprezintă mișcările axiale ale segmentului de tub digestiv care determină progresia conținutului intraluminal. Se caracterizează prin amplitudinea, frecvența și viteza lor de propagare la nivelul fiecărui organ tubular. Din punct de vedere radiologic reprezintă depresiuni ale conturului lumenului digestiv simetrice, de adâncimi variabile, îngustând lumenul și având frecvențe caracteristice în funcție de segmentul de tub digestiv. De exemplu, la un stomac normokinetik pot fi puse în evidență până la 4 unde peristaltice.

Modificările radiologice ale peristaltismului (kineticii) se referă la amplificări, reduceri sau la lipsa totală a kineticii la nivelul fie a unui întreg organ tubular, fie segmentar, pe o anumită porțiune topografică a unui organ tubular, sau localizate pe zone mai mici decât un segment topografic al unui organ tubular. Ele sunt:

- Hiperkinezia (hiperperistaltismul)
- Hipokinezia (hipoperistaltismul)
- Akinezia

Hiperkinezia (fig.18) reprezintă modificarea radiologică elementară caracterizată prin creșterea numărului de unde peristaltice (creșterea frecvenței), undele devin adânci (unde disecante), tinzând să fragmenteze coloana substanței de contrast (creșterea amplitudinii) propagându-se mai rapid distal (creșterea vitezei). Hiperkinezia se poate asocia cu hipertonia, dar condiția nu este obligatorie; se poate întâlni un segment de tub digestiv normoton hiperkinetic. Hiperkinetica se însoțește de obicei cu o accelerare a evacuării.

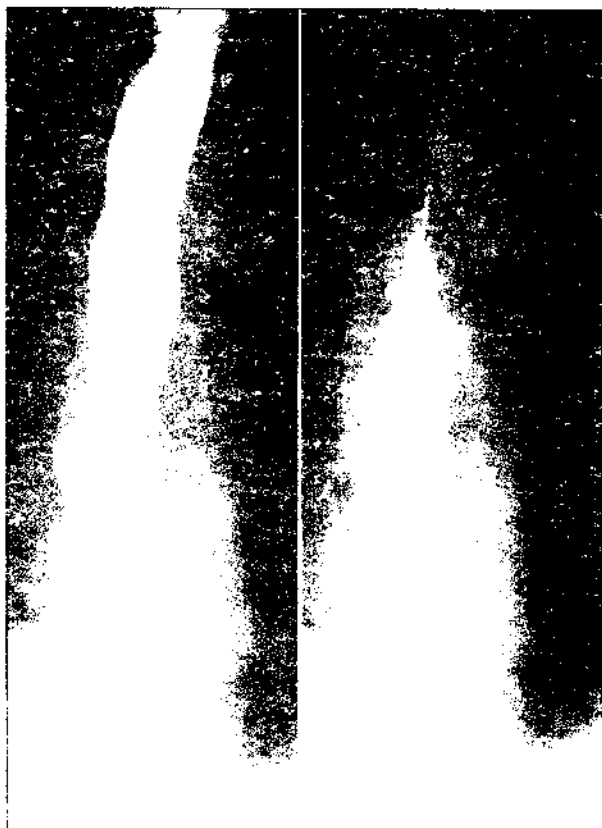


Fig.18 - Contracții terțiare esofagiene
aspect radiologic

Hipokinezia este caracterizată prin reducerea frecvenței, amplitudinii și vitezei de propagare a undelor peristaltice. Este consecința unor cauze generale sau locale (epuizarea capacității de contractilitate a segmentului de tub digestiv, consecință a unui obstacol morfologic persistent în evacuarea lumenului). Undele vor apărea radiologic mai rare, mai puțin adânci. Hipokinezia determină apariția hipotoniei segmentului de tub digestiv.

Akinezia reprezintă starea de epuizare totală a capacității contractile a musculare segmentului de tub digestiv afectat. Este caracterizată prin absența undelor peristaltice la nivelul segmentului incriminat. Porțiunea afectată este destinată datorită fie atoniei instalată progresiv, fie datorită obstacolului sau a cauzelor generale care duc la instalarea akineziei.

1.3. MODIFICĂRI DE SECREȚIE

În mod normal glandele parietale ale tubului digestiv secretă lichid conținând mucină și sucuri digestive specifice fiecărui segment. Cantitatea de lichid de secreție depinde de mai mulți factori de ordin general și local, dar și de momentul diurn al examinării. De aceea aprecierea nivelului normal al secreției unui segment de tub digestiv este destul de dificilă. Existența lichidului de secreție determină, prin prezența mucinei, care este un agent tensioactiv puternic, nemiscibilitatea suspensiei de sulfat de bariu cu lichidul intralumenal. O cantitate foarte mică de substanță de contrast se dispersează în lichid, determinând o opacifiere mai redusă a acestuia față de restul suspensiei, cu aspect semitonal. Se consideră ca normală absența vizualizării lichidului de secreție la nivelul intestinului subțire și gros, iar la nivelul stomacului examinat în ortostatism secreția normală se vizualizează ca o bandă de lichid de intensitate semitonală de aproximativ 1 cm. înălțime localizată la nivelul meniscului orizontal realizat de mediul lichid și aer.

Hipersecreția reprezintă creșterea cantității de lichid de secreție decelat în momentul examinării.

La nivelul stomacului hipersecreția se traduce prin opacifierea neomogenă a lumenului digestiv cu apariția de aglomerări de particule de sulfat de bariu ca niște fulgi de zăpadă. Aceasta determină imposibilitatea examinării în strat subțire a stomacului și deci a aprecierii unor eventuale modificări de mucoasă gastrică.

La nivelul intestinului hipersecreția determină opacifierea neomogenă a lumenului cu ștergerea reliefului mucos și persistența unor pete de substanță de contrast, neregulate, fără legătură cu relieful mucoasei, care se mențin după evacuarea segmentului.

1.4. MODIFICĂRI DE TRANZIT

Tranzitul la nivelul unui segment al tubului digestiv reprezintă umplerea și evacuarea aceluși segment de conținutul său, respectiv progresia substanței de contrast de-a lungul diverselor segmente ale tubului digestiv. Se apreciază de obicei timpul de evacuare, dar în anumite situații și cantitatea de conținut, respectiv de substanță de contrast evacuată, ținând cont că în stenozele incomplete datorită gradientului de presiune evacuarea nu se realizează complet.

În condiții normale timpul de tranzit variază în funcție de segmentul de tub digestiv examinat. Astfel la nivelul esofagului el se face foarte rapid de ordinul a 5-7 secunde. Stomacul se evacuează în 1-2 ore, intestinul subțire în 3-5 ore, coloana baritată atingând valvula ileocecală, iar în 18-24 ore substanța de contrast trebuie să opacificeze în totalitate intestinul gros.

Modificările de tranzit reprezintă accelerări ale evacuării sau întârzieri ale acesteia.

Accelerarea evacuării unui segment de tub digestiv este fie consecința unor cauze generale, fie a unor cauze locale ținând de straturile peretelui lumenului digestiv. Este însoțită de hiperkinetica și hipertonia segmentului. În afecțiunile segmentare sau localizate depășirea zonei cu evacuare accelerată se însoțește de scăderea vitezei de progresie a coloanei baritate.

Întârzierea evacuării este fie consecința unor cauze generale, fie a unor cauze locale. Modificările morfologice care determină întârzierea evacuării sunt reprezentate de stenoze. Această modificare funcțională se asociază cu stază (fig.19) la nivelul segmentului, hipokinezie și hipotonie. Întârzierea evacuării face ca la momentul examinării, în lumenul explorat să se afle resturi alimentare care determină umplerea neomogenă a segmentului și poate determina erori de diagnostic.



Fig.19 - Aspect radiologic de stază gastrică

2. MODIFICĂRI RADIOLOGICE ELEMENTARE MORFOLOGICE

Modificările radiologice elementare morfologice grupează:

1. Modificări de poziție
2. Modificări de mobilitate
3. Modificări de dimensiune
4. Modificări de contur
5. Modificări de formă
6. Modificări ale reliefului de mucoasă

Aceste modificări sunt interdependente unele cu celelalte și diversele asocieri între ele împreună cu modificările funcționale asociate creează premisele stabilirii diagnosticului radiologic.

2.1. MODIFICĂRILE DE POZIȚIE

Fiecare segment al tubului digestiv are o poziție anatomică relativ fixă datorită ligamentelor și mezourilor. Modificările de poziție sunt realizate fie prin anomalii la nivelul acestor mijloace de sustentație, fie datorită anomaliilor proprii ale segmentului de tub digestiv studiat, fie datorită unor modificări ale unor organe de vecinătate cu care segmentul de tub digestiv întreține raporturi. Ele pot afecta întreg segmentul (cel mai frecvent) sau porțiuni ale lui.

Ptoza - reprezintă modificarea de poziție în care segmentul de tub digestiv este deplasat caudal. Cauza este alungirea ligamentelor de sustentație. Poate afecta un segment sau în întregime tubul digestiv. În stările de cașexie afectarea este de obicei generalizată. Segmentul de tub digestiv nu este afectat dimensional, ci doar în poziția și raporturile sale. Ptoza se poate asocia și cu alte modificări de poziție, ca de exemplu volvusul.

Un caz special de ptoza parțială de segment îl reprezintă cascada gastrică. Ea se realizează datorită unui ligament gastrofrenic mai lung. Regiunea tuberozitară se deflectă în jurul unui plan fix care trece pe la nivelul cardiei, fie ventral, fie, cel mai frecvent, dorsal.

Ascensiunea - reprezintă modificarea de poziție în care o porțiune a unui segment de lumen digestiv sau mai rar a unui întreg organ este deplasată cranial. Cauzele sunt de obicei afectări ale sferei de vecinătate, sau intervenții chirurgicale. Cea mai



Fig.20 - HGTH
- aspect radiologic în decubit dorsal

cunoscută este hernia transhiatală (fig.20). La nivelul stomacului se produce fie prin lărgirea hiatusului diafragmatic, fie printr-un esofag scurt. La nivelul colonului, sau asocierea unei hernieri de mai multe segmente de tub digestiv în cavitatea toracică mecanismul de producere este un defect al diafragmului. Aspectul radiologic este cel al apariției pe aria de proiecție a mediastinului posterior sau în șanțul costovertebral a unei transparente circumscrise, uneori cu nivel hidroaeric, care se opacifiază la administrarea de substanță de contrast per os sau, în cazul colonului, prin clisma baritată. De cele mai multe ori hernierea nu se face în ortostatism, ceea ce face ca la examinarea „pe gol” a regiunii să nu se pună în evidență modificări, dar să fie observată în timpul explorărilor cu substanță de contrast, în decubit dorsal sau ventral, în diverse grade de oblic și în poziție Trendelenburg.

Împingerea - reprezintă modificarea de poziție ce se face în direcții diferite datorată unor procese expansive care afectează spațiul din jurul segmentului, determinând deplasarea acestuia. Se asociază de multe ori cu amprentarea segmentului care determină apariția în regiunea de contact a unei imagini de semiton cu sau fără modificări de poziție și dimensiune a pliurilor de mucoasă.

Tracțiunea - este modificarea de poziție care se realizează datorită unor procese fibroase, retractile ale mijloacelor de susținere ale segmentului de tub digestiv sau a unor procese fibroase a organelor cu care segmentul întreține raporturi.

Torsiunile - sunt modificări radiologice elementare reprezentate de deplasări a unor porțiuni sau a întregului segment al tubului digestiv în jurul axului său. Torsiunile se produc cel mai frecvent în jurul axului longitudinal al organului. Se datoresc unor mecanisme complexe având ca substrat atât factori extrinseci, cât și factori intrinseci. Factorii extrinseci sunt reprezentați de afectări ale mijloacelor de susținere ale organului cavităar sau ale organelor cu care segmentul întreține raporturi, iar factorii intrinseci sunt însăși modificările structurale sau de dinamică ale segmentului de tub digestiv afectat. Torsiunile determină modificări de formă a organului, cât și la nivelul reliefului de mucoasă, pliurile intersectându-se aparent, datorită suprapunerilor fețelor segmentului de tub digestiv. Torsiunile mai poartă denumirea de volvulus (fig.21).

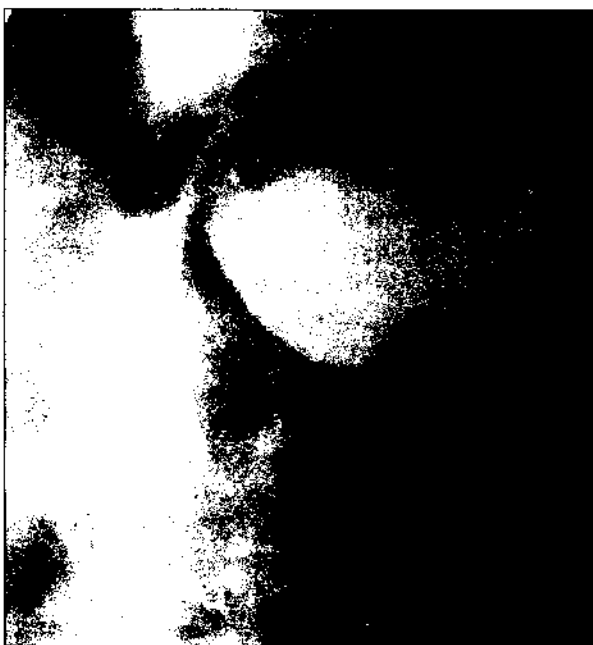


Fig.21 - Torsiune gastrică

2.2. MODIFICĂRILE DE MOBILITATE

Sunt modificări radiologice elementare considerate morfologice datorită faptului că se referă la mobilizarea unor segmente care în mod normal sunt fixe sau la modificările mobilității normale a segmentului de tub digestiv în mod obișnuit mobil la manevrele de examinare.

Diminuarea mobilității - se referă la organele în mod obișnuit mobile la manevrele extrinseci de examinare. Se datorește unor factori extrinseci, care determină fixarea organului (intervenții chirurgicale, periviscerită, tumori de vecinătate care invadează prin contiguitate segmentul) sau unor factori intrinseci (procese tumorale proprii segmentului, cu evoluție exofitică care invadează prin depășirea seroasei spațiul din jurul organului cavităar și/sau organele cu care acesta întreține raporturi). Diminuarea mobilității evoluează progresiv până la dispariția ei completă.

Apariția mobilității în segmentele considerate fixe se datorește unor factori extrinseci. Este vorba fie de anomalii congenitale de dezvoltare (duodenul cu mezou, cecul cu mezou), fie unor intervenții chirurgicale cu sacrificiul unor mijloace de sustentație a organului fix în stare normală.

2.3. MODIFICĂRILE DE DIMENSIUNE

Sunt reprezentate de variații în plus sau minus a dimensiunilor (lungime, lățime, grosime), determinând modificări ale lungimii sau calibrului organului. Substratul fiziopatologic este reprezentat fie de modificări morfologice proprii sau de vecinătate (congenitale, patologice, consecința a unor intervenții chirurgicale) sau a unor disfuncții neuro-vegetative.

Creșterea lungimii - determină apariția de dolico-segmente. Se asociază frecvent cu modificări de calibr, modificări funcționale și întotdeauna cu modificări de poziție. Segmentul devine sinuos, dar cu contururi regulate, bine precizate, fără modificări de mucoasă, dar posibil neomogen, datorită modificărilor de evacuare cu care se poate asocia, situație în care în lumen persistă resturi de conținut. Modificarea de lungime determină modificări ale raporturilor cu organele de vecinătate sau modificări de dimensiune ale acestora.

Creșterea calibrului - determină apariția de mega-segmente. Poate afecta segmentul în întregime sau anumite porțiuni ale acestuia. Când afectarea este parțială se datorește de cele mai multe ori prezenței unor reduceri ale calibrului (stenoze) la extremitatea distală a regiunii dilatate. Radiologic se pune în evidență dilatația segmentului de tub digestiv sau a unei porțiuni din el, cu contururi regulate, bine precizate. Umplerea este omogenă, evacuarea este de obicei lentă, putându-se asocia cu tulburări funcționale de tipul hipotoniei, apariția stazei, hipokineziei. Asociază modificări ale raporturilor cu organele de vecinătate. Asocierea creșterii de lungime și a creșterii calibrului formează mega-dolico-segmente.

Reducerea lungimii - realizează brahi-segmente. Cauzele apariției acestei modificări dimensionale pot fi congenitale sau dobândite. Radiologic segmentul apare de lungime mai mică, de obicei cu calibrul normal, fără modificări ale reliefului de mucoasă, fără modificări funcționale. Când cauzele sunt dobândite prin apariția unei patologii proprii sau de vecinătate, se pot asocia și reduceri de calibr, ca în cazul tumorilor infiltrative și / sau modificări funcționale. La nivelul esofagului, mai frecvent întâlnim brahiesofagul, în care cardia este situată intratoracic, asociind și o modificare de poziție a regiunii tuberozitate gastrice (hernia gastrică transhiatală prin brahiesofag). Reducerea lungimii stomacului, asociată și cu reducerea calibrului o întâlnim într-o formă de tumoră malignă - schirul gastric. La nivelul colonului apare în procese inflamatorii cronice ca

rectocolita ulcero-hemoragică sau în boala Crohn, asociind întotdeauna dehaustrarea și apariția modificărilor de contur datorită ulcerărilor superficiale de mucoasă.

Reducerea calibrului – reprezintă reducerea diametrului transvers al lumenului. Poartă denumirea de stenoză. Poate avea cauze proprii, prin îngroșarea peretelui segmentului de tub digestiv sau prin compresii date de organe de vecinătate. În raport cu natura procesului care determină stenoza sau cu factorul etiopatogenic al procesului patologic stenozele se pot asocia cu modificări de contur și cu modificări ale reliefului mucoasei. Stenozele pot afecta porțiuni mai lungi sau mai scurte ale segmentului de tub digestiv sau, mai rar, segmentul în totalitate. Stenozele întinse pe lungimi foarte mici poartă denumirea de stenoze inelare.

Stenozele se pot produce datorită unor procese inflamatorii sau tumorale benigne ori datorită unor procese tumorale maligne.

Stenozele benigne (fig.22) (rezultatul unor procese inflamatorii sau tumorale benigne) au următoarele caracteristici:

- Au de obicei lungime mare.
- Sunt unice sau multiple.
- Sunt axiale, datorită afectării peretelui tubului digestiv circumferențial.
- Conturul stenozei poate fi regulat sau fin neregulat, putând prezenta spiculi datorită ulcerărilor superficiale de mucoasă.
- Modificarea de calibru nu se face brusc și progresiv, aspectul fiind de pâlnie.
- Plurile zonei stenozate pot fi modificate, mai groase sau mai subțiri, cu contururi șterse sau neregulate, dar nu se întrerup la nivelul zonei de stenoză.



Fig.22 - Aspect radiologic de stenoză benignă

Stenozele maligne (fig.23) (rezultatul unor procese maligne proprii sau prin invazie de vecinătate) au următoarele caracteristici:

- Au de obicei lungime mică (sunt scurte)
- Sunt de obicei unice
- Sunt excentrice. Mai rar, în unele procese tumorale maligne infiltrative, cu evoluție circumferențială ele pot fi axiale.
- Conturul stenozei este întotdeauna neregulat, reproducând marginile anfractuoase ale tumorii cu evoluție endoluminală.
- Modificarea de calibru se face brusc, uneori pot apare pînjeni maligni.
- Plurile de mucoasă în interiorul stenozei sunt dispărute, întrerupându-se de deasupra stenozei.
- Poate asocia alte semne de malignitate, ca imaginea de semiton și rigiditatea.

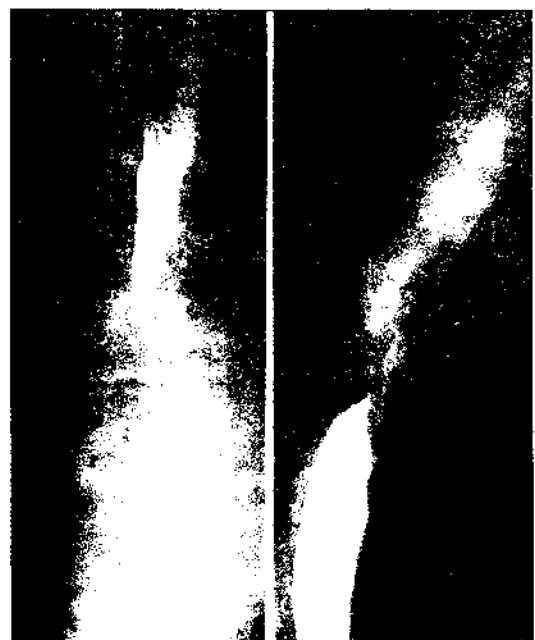


Fig.23 - Aspect radiologic de stenoză malignă

2.4. MODIFICĂRI DE CONTUR

Conturul unui segment al tubului digestiv este dat de contururile lumenului. Având în vedere că lumenul este delimitat de mucoasă, pentru aprecierea corectă a conturului unui organ lumenal este obligatoriu ca aceasta să se facă în repleție. Aceasta oferă informații și asupra distensibilității segmentului respectiv, adică o apreciere indirectă a celorlalte straturi ale peretelui organului tubular explorat. Aprecierea conturului nu dă informații complete asupra mucoasei, pentru aceasta fiind neapărat necesară explorarea în strat subțire sau în dublu contrast. Aspectul conturului depinde totuși de dispoziția fibrelor musculare din tunica musculară, respectiv de dispoziția pliurilor de mucoasă. În aceste condiții conturul unui segment poate fi regulat, bine precizat, continuu, sau neregulat, întrerupt sau sinuos, acolo unde există pliuri mai groase, marginale, proiectate ortograd.

Amprentă - (fig.24) este modificarea radiologică elementară care traduce o compresie extrinsecă realizată de organe de vecinătate sau procese expansive extrinseci. Afectează de obicei o porțiune a unui contur, care apare deplasată, fără să fie întreruptă. Organul nu este deplasat. La nivelul amprentei pliurile de mucoasă sunt deplasate, împinse, dar nu întrerupte; lumenul organului este în porțiunea amprentată de calibru mai redus ca în rest. De aceea cantitatea de substanță la acest nivel este mai mică, putându-se realiza aspectul semitonat.

Neregularitățile - sunt modificări radiologice elementare care traduc existența unor procese fibroase intrinseci, parietale, retractile, sau a unor procese tumorale infiltrative, care afectează stratul submucos și musculară, sau a unor procese extrinseci, ca de exemplu periviscerita. Aspectul radiologic este al unui contur care în mod normal este regulat și care apare deplasat pe o porțiune sau în totalitate, dezordonat. Eventual segmentul prezintă în această zonă mobilitate și motilitate redusă.

Ancoșele - (fig.25) reprezintă denivelări retractile, rotunjite a conturului. Sunt unice sau multiple, cu grade de profunzime diferite. Trebuie diferențiate de undele peristaltice care se observă pe ambele contururi ale lumenului,



Fig.24 - Amprentă gastrică
aspect radiologic (decubit ventral)



Fig.25 - Ancoșă gastrică
aspect radiologic (ortostatism)

fiind simetrice. Ancoșele se pun în evidență pe un singur contur și traduc procese retractile. Ele produc deformarea permanentă a porțiunii afectate.

Incizurile - reprezintă tot denivelări retractile ale conturului. Spre deosebire de ancoșe, realizează unghiuri ascuțite, cu versanți rectilinii. Ca și ancoșele se evidențiază pe un singur contur al lumenului organului cavităar și traduc tot procese fibroase, retractile. Ele produc deformarea permanentă a porțiunii afectate.

Înteruperea conturului - (fig. 26) traduce întotdeauna existența unui proces tumoral cu dezvoltare endolumenală pe unul din pereții segmentului de tub digestiv. Se asociază întotdeauna cu altă modificare de contur - minusul de umplere (lacună) și cu modificări de motilitate a porțiunii de organ cavităar afectate.

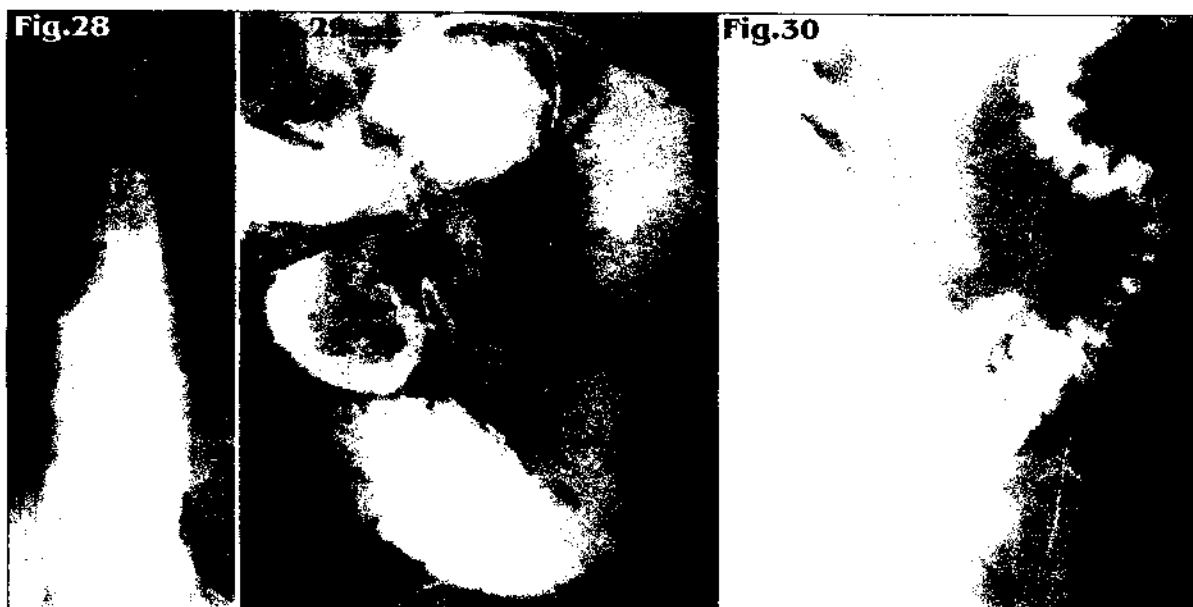
Rigiditatea - (fig.27) reprezintă o modificare radiologică elementară considerată morfologică datorită substratului ei etiopatogenic, dar cu răsunet funcțional. De fapt radiologic se traduce prin apariția unei porțiuni de contur cu aspect rectiliniu, de dimensiuni variabile, putând afecta în întregime conturul. Regiunea afectată nu-și schimbă aspectul pe tot timpul examinării. Astfel examinarea în decubit nu modifică aspectul zonei afectate. Poate determina modificarea formei organului datorită faptului că porțiunea de contur afectată este retractată. Se poate asocia cu modificări de dimensiune; astfel regiunea considerată rigidă poate să apară scurtată. Întotdeauna este asociată cu modificarea funcțională - absență peristalticii la acest nivel. Traduce aproape întotdeauna un proces malign, care prin infiltrația tumorală a musculareii determină abolirea peristalticii la acel nivel. Rareori rigiditatea poate fi întâlnită în procese inflamatorii mari, de durată, care determină modificări fibroase ce pot duce la suprimarea peristalticii.



Fig.26 - Întrerupere de contur
aspect radiologic



Fig.27 - Rigiditate - aspect radiologic



Diverticuli în diverse localizări (esofag - fig.28, duoden - fig.29, colon - fig.30)

Plusurile de umplere (imaginile adiționale) – au ca și corespondent radiologic proeminențe opace determinate de substanța de contrast, ieșind din conturul lumenului dar în legătura cu acesta. Sunt reprezentate de:

- a) Diverticuli
- b) Spiculi
- c) Nișe

a) Diverticuli - (fig.28, 29, 30) reprezintă defecte ale structurii tunicii musculare, care permit angajarea mucoasei prin breșa constituită, determinând crearea unor veritabile pungi de dimensiuni variabile. Pot fi unici sau multipli. După natura lor pot fi:

- Diverticuli de pulsiune – care au formă rotundă sau rotund-ovalară, cu contur regulat, bine precizat, care prezintă la locul de contact cu lumenul un colet sau un pedicul de regulă mai îngust ca restul pungii diverticulare. Diverticulul de pulsiune poate fi în repleție omogen, atunci când în punga diverticulară nu persistă resturi de conținut sau neomogen când conține resturi de conținut. Evacuarea sa poate fi totală sau parțială. La nivelul coletului se pot pune în evidență pliuri de mucoasă care reliefează protruzia mucoasei în sacul diverticular. Dacă este neomogen și conturul său este neregulat sau parțial șters se consideră că mucoasa din interior este edemațiată printr-un proces de diverticulită. Cel mai frecvent apar la nivelul esofagului, duodenului, restului de intestin subțire și colonului. La nivelul colonului diverticuli se pot complica frecvent cu procese de diverticulită și chiar cu abcese peridiverticulare. În acest caz se poate observa fuga substanței de contrast din sacul diverticular în atmosfera peridiverticulară.
- Diverticuli de tracțiune – au formă triunghiulară, cu baza la nivelul lumenului și vârful spre exterior, având contururi regulate, bine precizate, aproape rectilinii. Având o bază largă de implantare se evacuează complet. Sunt rezultatul unor procese de fibroză, retractile, din vecinătatea segmentului de tub digestiv. Sunt mai rari decât diverticuli de pulsiune.

b) Spiculi – (fig.31) reprezintă defecte ale mucoasei de suprafață și profunzime mică, de formă triunghiulară de cca. 1-2 mm., care se pun de obicei în evidență la examenul în strat subțire. Au ca substrat procese inflamatorii care determină apariția unor ulceratii superficiale. În repleție pot să nu fie vizualizați sau să apară ca fine

neregularități de contur. Sunt de obicei multipli și apar cel mai frecvent la nivelul ultimei anse ileale și a colonului, dar mai rar și la nivelul esofagului.

c) Nișele - sunt plusuri de umplere care traduc existența unei soluții de continuitate (ulcerații) de suprafețe și profunzimi diferite la nivelul peretelui segmentului de tub digestiv sau al unei mase tumorale, comunicând cu lumenul organului cavitat. Se pot întâlni la nivelul oricărui segment al tubului digestiv, dar cel mai frecvent la nivelul stomacului. I se descriu localizarea, forma și dimensiunile. Se asociază cu alte modificări ale reliefului de mucoasă precum și cu alte modificări morfologice și funcționale. În incidență ortogradă o nișă se vizualizează ca o opacitate dată de substanța de contrast reținută în ulcerație, de dimensiuni variabile, de formă rotundă, ovalară sau neregulată, cu contur regulat net sau cu contur neregulat șters, înconjurată de obicei de o transparentă inelară de dimensiuni variabile determinată de edemul din jur, sau aflându-se localizată într-o lacună. Spre nișă pliurile de mucoasă pot converge sau pot fi întrerupte, în raport cu natura benignă sau malignă a ulcerației. În incidență perpendiculară nișa apare ca o imagine adițională cu aceleași caracteristici, dar care poate ieși din conturul normal atunci când natura sa este benignă sau poate fi încastrată în contur atunci când este de natură malignă. Ținând cont de aceste caracteristici, nișele pot fi supuse unui diagnostic diferențial radiologic astfel:

Nișa benignă - (fig.32, 33) este o imagine adițională care proemină din conturul lumenului digestiv. Versanții ei sunt în mod obișnuit regulați, fundul este regulat, neregulat sau șters în raport cu existența detritusului necrotic la acest nivel. Uneori la locul de contact cu conturul lumenului se poate pune în evidență existența unui pedicul. Suprafața unei nișe benigne este de regulă mai mică decât profunzimea ei. O nișă benignă este de obicei unică sau numărul lor este redus 2-3. De exemplu, la nivelul bulbului duodenal pot coexista două nișe pe ambele fețe ale segmentului (kissing ulcer). În incidență ortogradă conturul



Fig.31 - Aspectul spicurilor

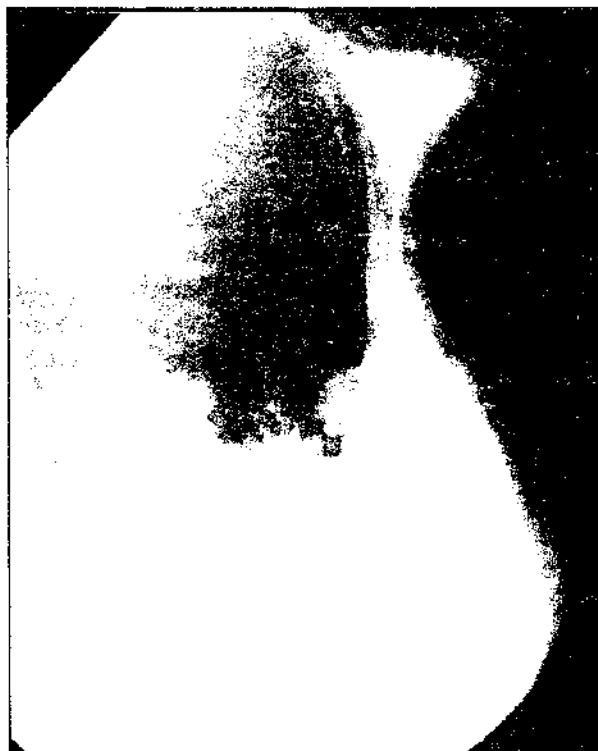


Fig.32 - Nișă benignă aspect radiologic (ortostatism)

nișei este bine precizat, în mod obișnuit regulat. În jurul nișei se evidențiază întotdeauna banda de transparență circumscrisă, determinată de edemul perilezional. Tot datorită edemului pliurile din jurul nișei converg spre ea conferindu-i un aspect stelat.

Nișa malignă - (fig.34) este o imagine adițională care este „încastrată” în conturul lumenului digestiv, adică nu proemină. În incidență ortogradă este localizată într-o lacună de dimensiuni variabile, având contururi neregulate sau șterse. În incidență perpendiculară versanții și fundul sunt neregulate. Intensitatea opacității determinată de substanța de contrast acumulată la nivelul ulcerăției tumorale este mai mică decât la nivelul porțiunii sănătoase a segmentului de tub digestiv în repleție. Suprafața este întotdeauna mai mare decât profunzimea. Fiind situată pe aria de proiecție a unei mase tumorale protruzive (lacuna) în jurul ei pliurile sunt întrerupte. Uneori în jurul ulcerăției poate exista un halou de edem.

Minusurile de umplere (lacunele) - reprezintă imaginea unei formațiuni protruzive, de origine inflamatorie sau tumorală, în interiorul lumenului unui segment de tub digestiv. În raport cu incidența în care au fost evidențiate ele pot avea o localizare intralumenală sau la periferia (conturul) lumenului. Pot fi unice sau multiple, pot avea contur net, regulat sau neregulat sau parțial șters. În periferie pot prezenta zone de semiton în raport cu existența unor anfractuozități ale suprafețelor. Forma lacunelor poate fi rotundă, ovalară sau neregulată. Lacunele pot avea dimensiuni variabile în funcție de dimensiunile masei înlocuitoare de spațiu. În jurul lacunei pliurile de mucoasă pot avea dimensiuni normale, pot fi împinse, pot avea o orientare normală sau pot fi întrerupte. În cazul în care originea lor este tumorală, pot fi diferențiate în raport cu natura benignă sau malignă a tumorii.

Lacuna benignă - (fig.35) se produce ca și consecința dezvoltării unor tumori benigne. Pot fi unice sau multiple, de dimensiuni variabile, rotunde sau ovalare, au întotdeauna contur regulat, bine precizat. În raport de modul de inserție cu mucoasa digestivă pot prezenta uneori un pedicul care are ca și corespondent radiologic o bandă transparentă, cu contur regulat, de dimensiuni variabile, între lacună și pliurile de mucoasă.



Fig.33 - Nișă benignă
aspect radiologic (decubit ventral)



Fig.34 - Nișă malignă
aspect radiologic

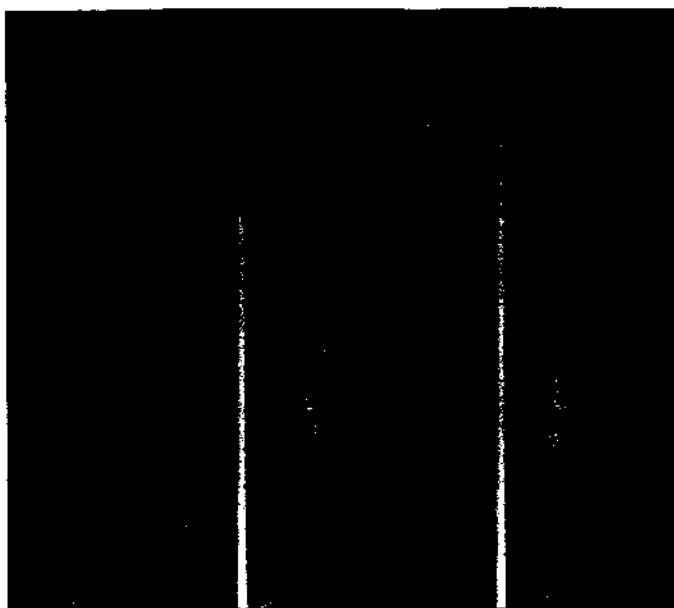


Fig.35 - Varice esofagiene



Fig.36 - Lacună malignă

Pliurile de mucoasă din jurul lacunei benigne au dimensiuni normale, dar pot fi împinse sau pot avea o orientare normală, în raport cu dimensiunile lacunei. Uneori pot prezenta ulceratii care au drept corespondent radiologic apariția unei opacități rotunde în mijlocul lacunei dând aspectul de „inel cu pecete”.

Lacuna malignă - (fig.36) este consecința unei mase înlocuitoare de spațiu, vegetante, infiltrante, uneori ulcerate de natură malignă. În raport de incidența în care au fost evidențiate pot fi marginale sau intralumenale. Ele sunt unice, rareori multiple, de dimensiuni variabile, au contur neregulat, parțial șters. Datorită anfractuozității suprafeței lor, insinuarea substanței de contrast în denivelările tumorii determină

apariția semitonului, iar la inserția cu peretele sănătos al segmentului de tub digestiv apar pineni maligni. Pliurile de mucoasă se întrerup la nivelul lacunei, dar în jurul ei ele pot fi mai groase cu contur șters datorită infiltrației tumorale de vecinătate. În cazul tumorilor ulcerate în interiorul lacunei pot fi evidențiate nișe maligne.

2.5. MODIFICĂRI DE FORMĂ

Sunt consecința modificărilor de contur și a modificărilor de dimensiune a unui segment sau a unei porțiuni de segment al tubului digestiv. Se pune în evidență la nivelul organelor lumenale voluminoase de tipul stomacului, bulbului duodenal sau a rectului. Determină deformări, creșteri sau micșorări ale volumului organului respectiv. De exemplu în rectocolita ulcero-hemoragică ampula rectală este mică, deformată; în tuberculoza ileo-cecală cecul este retractat, mic, uneori cu conturul medial rigid.

2.6. MODIFICĂRI ALE RELIEFULUI DE MUCOASĂ

Sunt modificări radiologice elementare care înglobează toate alterațiile privind dimensiunile, contururile și orientarea pliurilor de mucoasă. Ele se datorează unor afectări proprii ale tunicii mucoase sau ale straturilor subiacente.

Hipertrofia pliurilor - reprezintă creșterea dimensională a pliurilor de mucoasă. Afectarea poate fi a unei porțiuni de segment digestiv sau a organului în totalitate. Are ca substrat afecțiuni inflamatorii sau neoplazice care determină edem la

nivelul mucoasei și / sau a submucoasei. Pliurile apar radiologic mai mari că lățime, uneori deformat, sinuoase, neregulate. În evoluție pliurile se pot deforma atât de mult încât aspectul lor devine pseudopolipoid.

Atrofia pliurilor - reprezintă reducerea dimensională a pliurilor de mucoasă. Afectarea poate să cuprindă o porțiune sau întregul segment de tub digestiv. Are a substrat procese inflamatorii vechi sau afecțiuni cu caracter general. Aspectul radiologic este de pliuri subțiri, gracile, aparent mai numeroase, cu contururi nete.

Dispariția reliefului de mucoasă - are ca substrat morfopatologic procese inflamatorii vechi, cronice, care determină infiltrații parietale profunde. Aspectul radiologic este al unui segment de tub digestiv lipsit de pliuri, dar cu contur păstrat. Se asociază de obicei și cu modificări de dimensiune, eventual de formă a segmentului afectat. Același aspect poate fi întâlnit și în tumorile infiltrative, schiroase ale tubului digestiv.

Înteruperea pliurilor - este consecința edemului din afecțiunile inflamatorii acute sau a proceselor tumorale cu evoluție centripetă, dinspre seroasă spre mucoasă, atunci când infiltrează stratul submucos.

Convergență de pliuri - este consecința procesului fibros, cicatriceal, din submucoasă, întâlnit în ulcerele benigne cronicizate, sau a edemului constituit la periferia unei ulceratii acute datorate unor factori chimici sau fizici a cărei profunzime ajunge la stratul submucos.

Dezorganizarea de pliuri - reprezintă alterarea segmentară sau generală a dispoziției pliurilor de mucoasă, consecință a unor procese infiltrative tumorale sau a procesului retractil, fibros din afecțiuni inflamatorii cu evoluție trenantă spre cronicizare.

Asocierea mai multor modificări morfologice și funcționale constituie semiologia radiologică a afecțiunilor tubului digestiv. Acestea trebuie coroborate întotdeauna cu datele clinice și de laborator pentru a se ajunge la un diagnostic corect și complet. Examenul radiologic poate fi confruntat și completat cu examenul endoscopic asociat cu biopsia care va furniza diagnosticul final, de certitudine.

SINDROAME IN PATOLOGIA TUBULUI DIGESTIV

ANOMALII DE DIMENSIUNE ȘI DEZVOLTARE

A. ESOFAG

Atrezia esofagiană este o malformație rareori compatibilă cu viața. Coexistă cu fistule eso-traheale sau eso-bronșice. Scopul examenului radiologic este de a pune în evidență aceste fistule, cu opacifierea arborelui respirator.

Duplicația esofagiană este o malformație rară care constă în coexistența a două lumene esofagiene, dintre care unul are de obicei un aspect chistic. Frecvent, între cele două lumene există comunicații.

Esofagul scurt congenital (brahiesofagul) este o anomalie care asociază un esofag scurt cu hernie hiatală cu cardia intratoracică. Uneori cardia se proiectează la nivelul vertebrei D7. Radiologic se pune în evidență un esofag fără modificări de poziție, scurt, cardia și fornixul intratoracic. Unghiul Hiss este de obicei șters, asociindu-se reflux gastro-esofagian.

Dilatațiile esofagiene au o etiologie funcțională sau organică. Ele pot fi:

- generalizate
- localizate (diverticuli)

Atonia esofagiană este o dilatație generalizată, fiind de obicei consecința unei modificări funcționale și are ca aspect radiologic un esofag cu calibrul moderat crescut, cu pliuri de mucoasă mai șterse, lipsit de mișcări peristaltice, prin care bolul opac progresează continuu, lent; în lumenul esofagian se găsește mult aer. Un esofag aton poate fi întâlnit și în sclerodermie.

Megaesofagul reprezintă dilatația întregului esofag, asociată cu alungirea și cudarea lui, mai ales în formele avansate. Poate fi primitiv (idiopatic) sau secundar. Cel primitiv este consecința achalaziei, substratul etiopatogenic fiind reprezentat de alterarea plexului mienteric, însoțită de hipertrofia musculare esofagiene. Megaesofagul secundar este o consecință a unor procese patologice cu evoluție lentă, îndelungată.

Diverticulii, care sunt dilatații localizate, au fost tratați anterior, cu toate caracteristicile lor.

B. INTESTIN SUBȚIRE

Toate segmentele intestinului subțire pot prezenta modificări de lungime, ale poziției sau calibrului, determinate de obicei de defecte complexe de coalescență a intestinului.

La nivelul duodenului pot fi întâlnite alterări ale subdiviziunii organului, care împiedică formarea cadrului duodenal.

Mezenterul comun reprezintă de fapt o rotație incompletă sau în sens invers a intestinului primitiv. Din această cauză mezenterul primitiv nu se mai subîmparte în meouri, rămânând de fapt o structură comună atât intestinului subțire cât și colonului, având drept consecință localizarea intestinului subțire de partea dreaptă și în centrul cavității abdominale, pe când colonul este deplasat de partea stângă. Din punct de vedere radiologic afecțiunea este caracterizată de absența duodenului III, duodenul descendent continuându-se direct cu jejunul care este localizat în flancul drept, desființând astfel unghiul hepatic al colonului. Unghiul Treitz este de asemenea desființat.

Diverticulul Meckel este rezultatul persistenței parțiale a canalului omfalo-vitelin. Dilatația saculară este întâlnită la nivelul ileonului terminal, la circa 20 – 50cm de valvula ileocecală.

C. COLON

Anomaliile congenitale de dezvoltare și fixare ale colonului pot afecta întreg colonul, ca în situsul inversus, sau cum este cazul mezenterului comun, când colonul este localizat complet în hipocondrul și flancul stâng.

De cele mai multe ori la nivelul colonului poate fi întâlnită ptoza, care include și punctele fixe ale intestinului gros.

Interpoziția interhepatodiafragmatică a colonului, cunoscută sub numele de sindrom Chilaiditi, constă în apariția unei transparențe subdiafragmatic drept recunoscutibilă prin existența haustrațiilor.

Dolicocolonul reprezintă o anomalie de lungime, de obicei localizată la un segment al intestinului sau afectând în totalitate organul.

Megacolonul reprezintă mărirea calibrului organului, asociind și alungirea acestuia. Poate fi congenital, boala Hirschprung, când este consecința unei achalazii recto-sigmoidiene, sau dobândit, atunci când dilatația se datorează unor procese patologice stenoizante, localizate distal, cu evoluție trenantă și de durată.

SINDROMUL INFLAMATOR

Procesele inflamatorii determină inițial modificări radiologice funcționale iar ulterior organice.

Modificările radiologice sunt consecința modificărilor fiziopatologice și morfopatologice de la nivelul mucoasei și submucoasei gastrice, respectiv vasodilatație, edem, microhemoragii și microleziuni ale mucoasei.

Esofagitele sunt stări inflamatorii, de cele mai multe ori nespecifice, având o etiologie variată. Cea mai comună este esofagita consecutivă refluxului gastro-esofagian, dar inflamația se poate datora oricăror agenți chimici, care ajung în mod accidental în contact cu mucoasa esofagiană. Modificările radiologice pot fi absente în fazele inițiale ale bolii. În timp apar semne funcționale cu hipotonie esofagiană, antrenând o ușoară dilatație a lumenului, eventual cu pliuri mai groase, neregulate. Ulterior, procesul inflamator determină infiltrație, ceea ce se traduce radiologic prin îngustarea lumenului și ștergerea pliurilor. Datorită modificărilor inflamatorii de mucoasă conturul lumenului poate fi neregulat. În timp se pot instala stenoze cu caractere benigne.

Gastritele, bolile inflamatorii ale mucoasei gastrice, pot avea etiologie infecțioasă, toxică, chimică sau alergică.

Semnele radiologice care orientează examinatorul spre diagnosticul de gastrită sunt: hipersecreția gastrică, hipotonia sau hipertonia segmentului, apariția unor îngroșări de pliuri, acestea rămânând suple, dar având o autoplastică exagerată.

Gastrita hipertrofică Ménétrier nu este o gastrită inflamatorie ci o poliadenomatoză difuză cu hiperplazia sistemului glandular gastric. Radiologic se pun în evidență pliuri groase, dezorganizate, dar cu autoplastică păstrată și hipersecreție de mucus. Boala se asociază și cu modificări enterale.

Inflamațiile intestinului subțire poartă numele de enterite. După localizarea pe un anumit segment al intestinului subțire, putem deosebi duodenite, jejunite sau ileite. De obicei modificările inflamatorii nu se cantonează doar la un anumit segment, fenomenele funcționale afectând arii mai extinse decât modificările morfologice. Hipertonia și hipotonia anselor determină modificări de calibru la nivelul segmentelor afectate. Timpul de tranzit se modifică în raport cu peristaltismul. Staza intestinală, prezența conținutului gazos, cu formarea eventuală de nivele hidroaerice sunt modificări care traduc prezența hipersecreției, tulburările de resorbție intestinală, dar și tulburările de tranzit. Bolile inflamatorii care afectează intestinul subțire sunt caracterizate de îngroșarea peretelui intestinal, a pliurilor de mucoasă și a mezenterului, prin iritabilitate și spasm, iar în stadiile târzii, prin stricturi cicatriceale. Uneori pot fi puse în evidență și ulcerații. Enteritele pot fi specifice sau nespecifice. Cele mai comune sunt enteritele nespecifice, care pot fi rezultatul oricărui tip de infecție -bacteriană, parazitară- sau, rareori, pot fi de origine chimică sau toxică. Infecția parazitară nu cauzează de obicei enterită acută în afara cazului când infecția secundară este prezentă. Bolile inflamatorii pot fi acute și cronice. Caracterele de specificitate ale enteritelor sunt sintetizate în tabelul 1.

La nivelul colonului, manifestările de tip inflamator, specifice sau nespecifice poartă numele de colite. Procesele inflamatorii colonice pot afecta întreg colonul -pancolitele, sau cel mai frecvent sunt localizate pe anumite segmente (fig.37, 38).

Semiologia radiologică este determinată de modificările de tip funcțional și cele morfologice induse de inflamație. Tranzitul, care este de cele mai multe ori accelerat, dar poate fi și întârziat, nu poate fi apreciat irigografic. Pot apare însă hipertonii, care determină îngustări ale lumenului. Hipersecreția determină aceleași modificări ca și la nivelul intestinului subțire. Modificările morfologice constau în asimetria haustrațiilor urmată de dispariția lor, contur neregulat determinat de ulcerațiile mici ale mucoase sau îngustări ale calibrului datorate stenozelor cicatriceale (fig.39). Pliurile de mucoasă devin îngroșate, neregulate, își modifică orientarea, au contururi șterse, iar în formele cronice pot dispărea.

TRĂSĂTURI CARACTERISTICE ENTERITELOR

DENUMIRE	CARACTERE
	ACUTE
Enterita acută	- Modificări radiologice minime
Enterita necrozantă	- Ileus funcțional
	- Pliuri groase +
Enterita radică	- Modificări de intestin iritabil
	- Pliuri groase +/-
Enterita regională acută	- Pereți intestinali groși
	- Pliuri groase, polipoide
	CRONICE
Enterita regională (Boala Crohn)	- Localizare mai ales ileală și la nivelul cecului
	- Pereți groși, rigizi, cu localizări „pe sărite”
	- Contururi neregulate, abcese în buton de cămășă
	- Pliuri „în piatră de pavaj” sau terse
	- Traiecte fistuloase
Enterita T.B.C.	- Localizare ileon terminal, extensie la cec
	- Dilatații urmate în timp de stenoze
	- Contururi neregulate
	- Pliuri de mucoasă terse
	- Fistule

Fig.37 - Boală Crohn colonică
(aspect radiologic)

Fig.38 - RCUH - aspect radiologic

Etiologia lor este de obicei infecțioasă, dar colitele pot avea și substrat vascular sau pot fi consecința unor factori etiologici necunoscuți, cum este cazul rectocolitei ulcerohemoragice sau bolii Crohn. În tabelul 2 sunt prezentate sintetic modificările radiologice ale acestor două afecțiuni, cu caracteristicile fiecăreia.

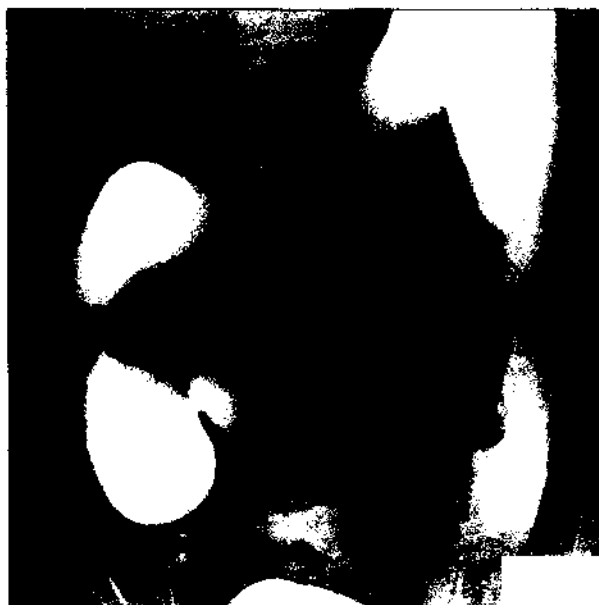


Fig.39 - Boală Crohn colonică

Tabelul 2

TRĂSĂTURI CARACTERISTICE R.C.U.H. ȘI BOLII CROHN

MODIFICĂRI RADIOLOGICE	R.C.U.H.	B. CROHN
Distribuție topografică	Strict colonică	Orice segment al intestinului
Interesare rectală	Totdeauna	Rar
Leziuni continue	Totdeauna	Rar
Leziuni pe sărite	Niciodată	Frecvent
Ulcerații	Totdeauna	Frecvent
Mucoasa normală între leziuni	Niciodată	Frecvent
Aspect de "piatră de pavaj"	Niciodată	Caracteristic
Stenoze	Scurte, largi, rar întâlnite	Lungi, rigide, frecvent întâlnite
Fistule	Niciodată	Caracteristice

SINDROMUL TUMORAL BENIGN

Modificările radiologice elementare determinate de patologia benignă cu localizare la nivelul tubului digestiv, deși polimorfe, asociază întotdeauna semne funcționale și morfologice.

Modificările de tip funcțional nu sunt caracteristice, ele fiind determinate de reducerea lumenului digestiv, și sunt reprezentate de dilatații segmentare supra și subiacente leziunii, modificări de evacuare, apariția stazei. Nu sunt obligatorii.

Modificările morfologice sunt dominate de prezența lacunei și/sau a stenozei. Asocierea ulceratiilor nu este obligatorie, iar prezența diverticulilor este considerată o coincidență și nu un factor determinat sau determinant. Caracterele de benignitate ale celor două modificări radiologice elementare dominante sunt prezentate sintetic mai jos:

CARACTERELE STENOZELOR BENIGNE

- număr – unice sau multiple
- lungime – de obicei mare
- sunt axiale – afectare circumferențială a peretelui
- contur – regulat sau fin neregulat prin prezența de ulceratii
- calibru – se reduce progresiv având aspect de „pâlnie”
- pliuri – modificate dar care nu se întrerup la nivelul stenozei

CARACTERELE LACUNELOR BENIGNE

- număr – unică sau multiple
- formă – rotundă sau rotund-ovalară
- dimensiuni – variabile
- contur – regulat
- poate prezenta pedicul
- nu întrerupe pliurile
- poate prezenta ulceratie centrală – inel cu pecete



Fig.40 - Stenoză benignă



Fig.41 - Polip antral
aspect radiologic (decubit ventral)

SINDROMUL TUMORAL MALIGN

Ca și sindromul tumoral benign asociază semne funcționale și morfologice. Modificările funcționale sunt nespecifice. Modificările morfologice se referă la modificări de calibru, de contur, de mobilitate și ale reliefului de mucoasă. Semnele cele mai frecvent întâlnite sunt, ca și în cazul sindromului tumoral benign, stenoza și lacuna cu caracteristicile lor. Acestea sunt prezentate pe scurt mai jos:

CARACTERELE STENOZELOR MALIGN

- număr – unice, rar multiple
- lungime – de obicei scurte
- sunt excentrice/ rar axiale, în tumorile infiltrative
- contur – neregulat

- calibru - se reduce brusc+/- pinteni maligni
- pliuri - șterse, întrerupte
- alte semne de malignitate - semiton, rigiditate

CARACTERELE LACUNELOR MALIGNNE

- număr - unică sau multiple
- formă - rotundă sau rotund-ovalară
- dimensiuni - variabile
- contur - regulat
- poate prezenta pedicul
- nu întrerupe pliurile
- poate prezenta ulcerăție centrală - inel cu pecete



Fig.42 - Stenoză malignă
de cec - ascendent



Fig.43 - Lacună malignă colon transvers

