

S.A. GEORGESCU

C. ZAHARIA
Dr. GOLDIS Jr.
MEDIC PRIMAR RADIOLOG
COD: 850836

RADIOLOGIE și IMAGISTICĂ MEDICALĂ

MANUAL PENTRU ÎNCEPĂTORI

COLABORATORI:

ADELA MIHALCEA

M. LESARU

D. CUZINO

I. CODOREAN

IOANA LUPESCU

M. GHINEA

GHE. GOLDIȘ

M. GRASU



**EDITURA UNIVERSITARĂ "CAROL DAVILA"
BUCUREȘTI - 2003**

CUVÂNT ÎNAINTE

Mai mulți ani de experiență într-o practică apreciată ca anormală, și anume, predarea Radiologiei la anul III al Facultății de Medicină, a dus la cristalizarea acestei cărți. Nu există nicăieri în lume o carte similară.

Printr-un efort comun al întregului colectiv al Catedrei de Radiologie, Imagistică Medicală Fundeni, am reușit să prezentăm studenților de anul III sau IV și rezidenților de anul I, din noianul de noțiuni radio-imagistice numai aspectele normale și semiologia generală. Am cuplat totdeauna cursurile teoretice cu lucrări practice interactive în colective mici de aproximativ 10 - 12 studenți. Rezultatul ne-a surprins chiar și pe noi înșine. Am reușit să obținem un randament excelent al studenților în diagnosticul primar de orientare, pozitiv și diferențial, de leziune sau sindrom.

Plecând de la premisa că învățământul studențesc este un învățământ de cultură medicală generală, un asemenea rezultat corespundea integral cerințelor. Studenții noștri posedă toți posibilitatea de a pune corect orice indicație de examen imagistic și de a încadra orice set de imagini în mod corespunzător într-o anumită grupă de afecțiuni. Pe scurt „se descurcă” oriunde, oricând și nu oricum, ci bine. Este exact idealul pentru orice medic, indiferent de specialitate.

Această selecție de elemente semiologice, desprinse separat de patologia propriu-zisă, constituie fundamentul specialității Radiologie Imagistică Medicală. Semiologia bine înțeleasă și corect utilizată conexată clinicii, anatomiei patologice și altor științe medicale permite construirea ulterioară a unui eșafodaj de cunoștințe imagistice oricât de vast și de complicat. Așa se explică de ce adresăm prezenta carte începătorilor, în egală măsură studenților cât și rezidenților.

Manualul este rodul unei îndelungate experiențe, a multiplelor transformări și permutări de capitole și noțiuni, a numeroaselor ezitări și incertitudini rezolvate pe parcurs în urma unor analize colective, făcute după fiecare sesiune de examene sau chiar uneori din mers.

Privind la tabla de materii poate surprinde faptul că manualul conține noțiuni de bază necesare în anii mari (Radiopediatrie, Neuroradiologie). Remanența de noțiuni predate timpuriu, unor studenți cu percepția încă nesolicitată de polimorfismul gândirii clinice, s-a dovedit în mod paradoxal eficace, prin ușurința cu care aceștia și-au fixat și ulterior memorat la momentul potrivit noțiunile.

Includerea unor noțiuni de imagistică modernă (CT, RM etc.) am considerat-o indispensabilă. Ea asigură caracterul actual al cărții și garantează corectitudinea noțiunilor predate de specialiștii în materie.

În ansamblu, „Imagistica Medicală - Manual pentru începători”, nu este o carte de bibliotecă, ci este o carte de lucru. Ținută la îndemână, poate ajuta oricui să se descurce în fața oricărui tip de imagine diagnostică și în special permite înțelegerea unor nuanțe sau interpretări ale imaginilor nu totdeauna ușor de înțeles. Cartea aceasta este un instrument de lucru și nu o piesă de colecție.

Lucrarea este născută cu dificultate, îndelung elaborată, dar este o carte trăită și de aceea o țin la suflet și o recomand tuturor începătorilor.

Mulțumirile pentru realizarea cărții se adresează întregului colectiv al catedrei, medici și nemedici, atât celui din Baza Clinică Fundeni, cât și celui din Baza Clinică de la Spitalul Clinic de Urgență Militar Central.

Colectivul de autori rămâne deschis oricăror sugestii sau critici, cu angajamentul de remediere a lor și de ameliorare calitativă a cărții în eventualele ediții ulterioare.

Prof. Dr. Șerban Alexandru Georgescu
Catedra de Radiologie, Imagistică Medicală și
Medicină Nucleară Fundeni - SCUMC
Facultatea de Medicină
UMF „Carol Davila” - București

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 | 47 |
| A. ECOGRAFIA - NOȚIUNI DE ANATOMIE ȘI SEMIOLOGIE ECOGRAFICĂ – Adela Mihalcea | 47 |
| B. NOȚIUNI ELEMENTARE DE IMAGISTICĂ PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ – D. Cuzino | 73 |
| | |
| III. RADIOIMAGISTICA TORACELUI – S.A. Georgescu, M. Grasu | 83 |
| 1. Anatomia radiologică a toracelui | 83 |
| 2. Semiologia generală radiologică a toracelui | 94 |
| 3. Sindroamele toracice | 98 |
| | |
| IV. RADIOIMAGISTICA APARATULUI DIGESTIV – C. Zaharia | 155 |
| 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 RADIATIILOR RÖNTGEN ÎN SCOP DIAGNOSTIC

S.A. Georgescu

Radiația Röntgen se produce sub forma unui flux energetic fonic pe suprafața anodei tubului radiogen. De aici fascicolul 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 fascicolul 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 **decodor** care nu este altceva decât analizorul vizual al utilizatorului echipamentului. Întreg acest lanț informațional utilizează date analoge. Intercalarea unui calculator între receptor și decodor 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 RADIATII

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
- diafragma
- 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 trebuie amplasate în încăperi separate de restul echipamentelor din cauza mirosului de ulei și a zgomotului pe care îl fac.

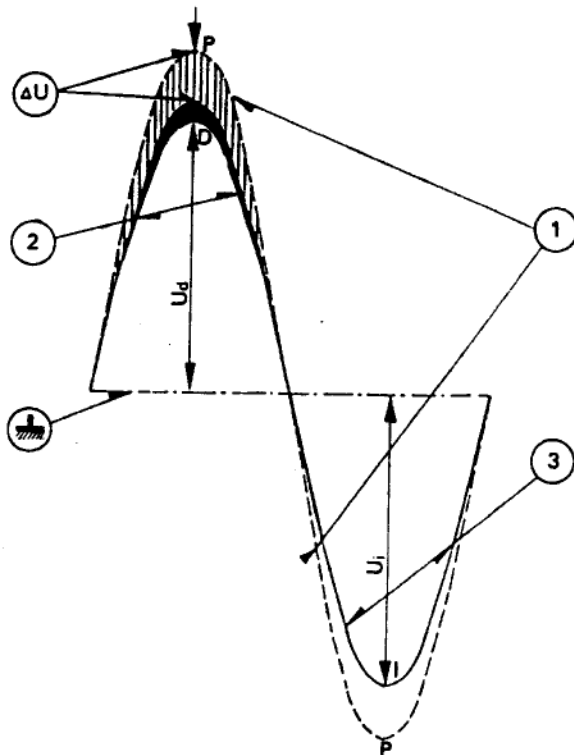


Fig. 1 - Curba nominală redresată

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.

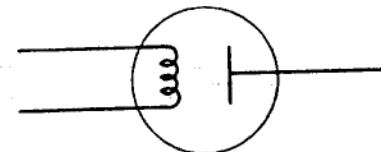
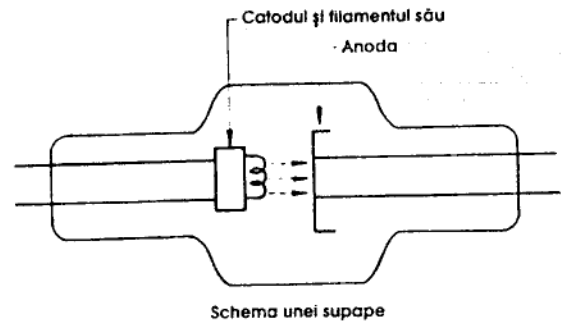
Redresoarele uscate nu necesită circuit de încălzire și sunt practic indestructibile, însă au o rezistență internă deloc neglijabilă ceea ce duce la căderi de tensiune. Această rezistență internă este mai mică la tipurile cu siliciu.

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%.



Reprezentarea convențională a unei supape

Fig. 2 - Supapa cu vid

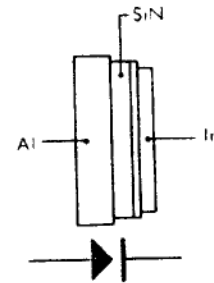


Fig. 3 - Redresor uscat

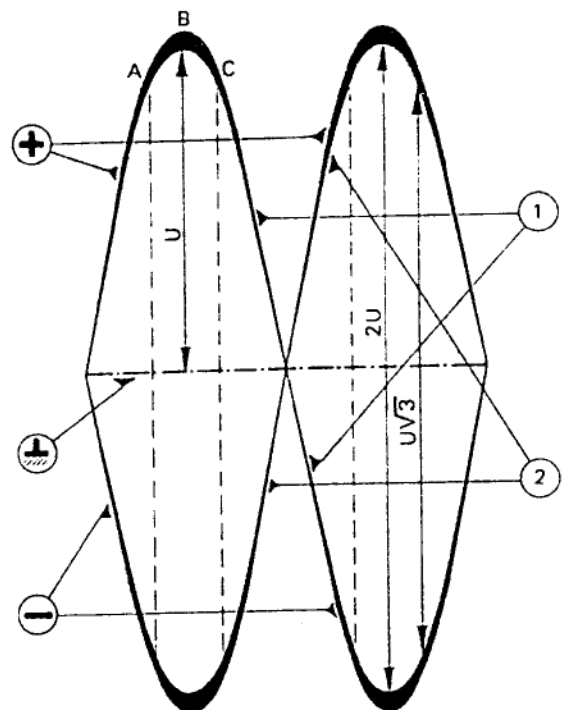


Fig. 4 - Curba cu un redresor

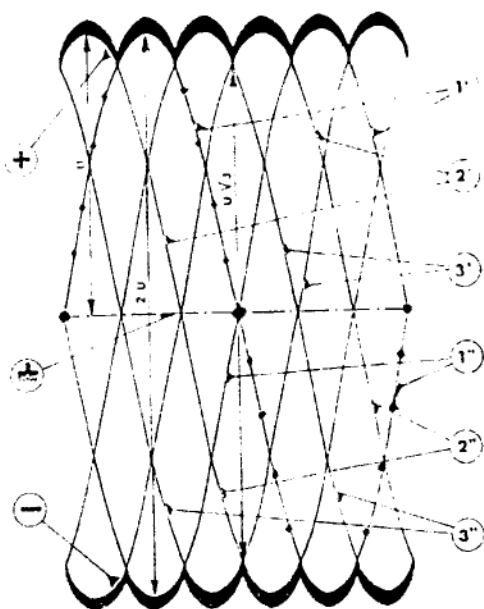


Fig. 5 - Curba cu 3 redresoare

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.
 - 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 grafie se face automat sau manual. Se pot varia cel puțin doi dintre parametri 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~~ ^{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

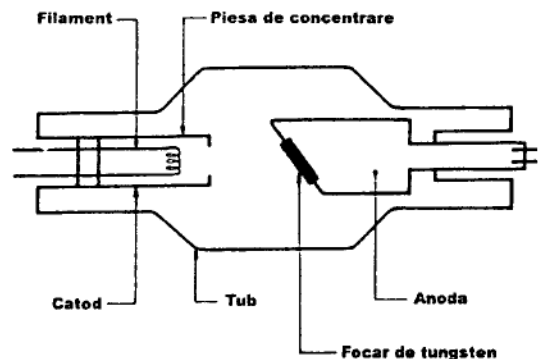


Fig. 6 - Tubul radiogen

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:

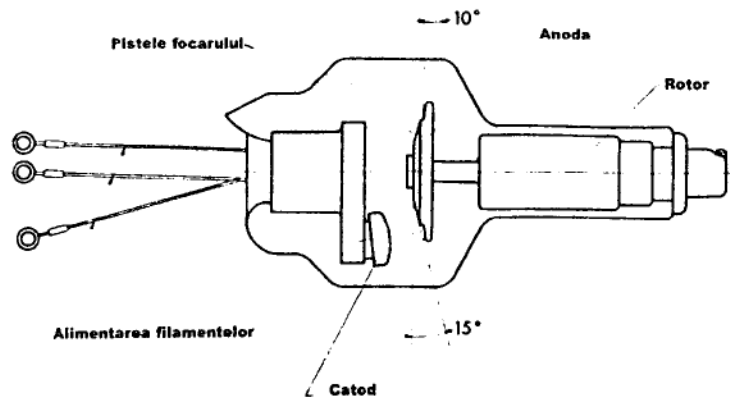


Fig. 7 - Tubul cu anoda rotativă

- 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 suprafața 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 *(sau să aibă o temperatură de topire mare)*
- 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, tije (cozii) anodei și rulmenților
- radiație calorică sub formă de lumină și infraroșii. Este mai eficientă decât precedentă.

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 trebuie 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 măresc și se produc în final cratere. Efectul craterizării este alterarea orientării emisie 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 fascicole colimate, diafragma 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.

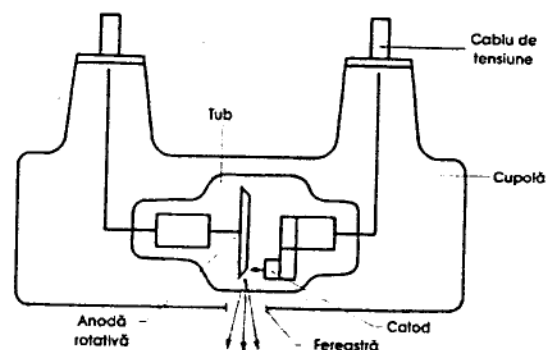


Fig. 8 - Cupola tubului Röntgen

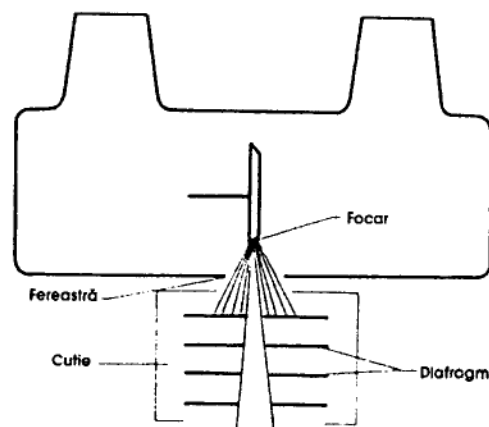


Fig. 9 - Diafragmul

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 implica 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 împărțita 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.

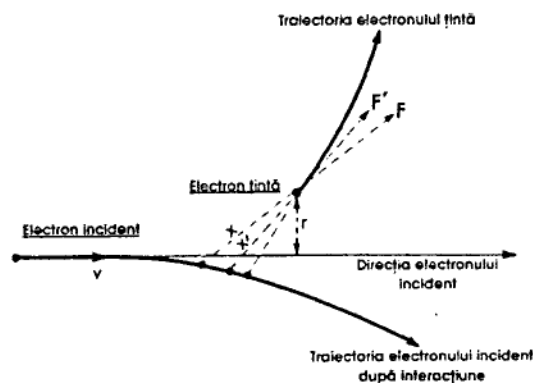


Fig. 10 - Coliziunea

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.

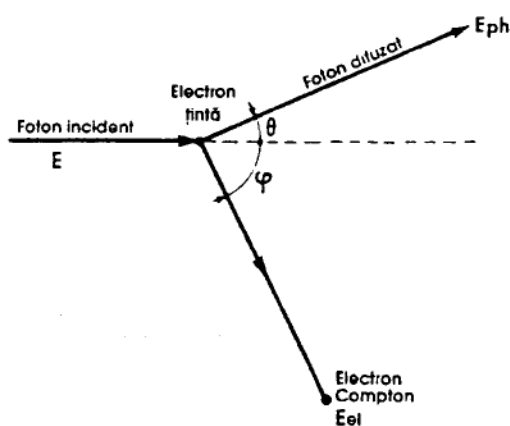


Fig. 11 - Efectul Compton

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 precoc 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.).

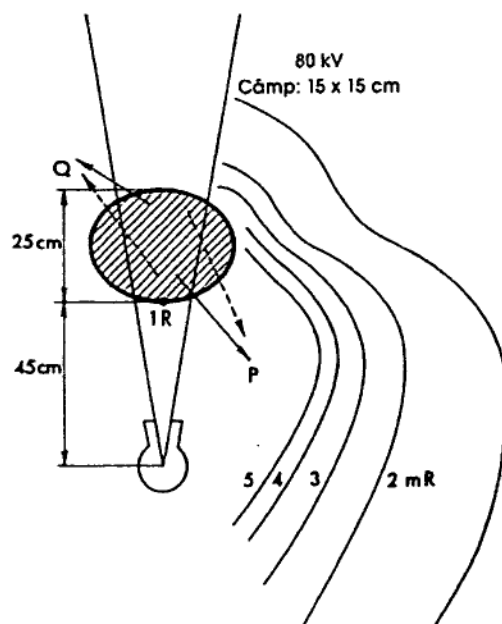


Fig. 13 - Radiația difuzată

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 cheia 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.

Brianta de măsoară în lambert adică un flux de 1 lumen/1cm². Radioscopia 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.

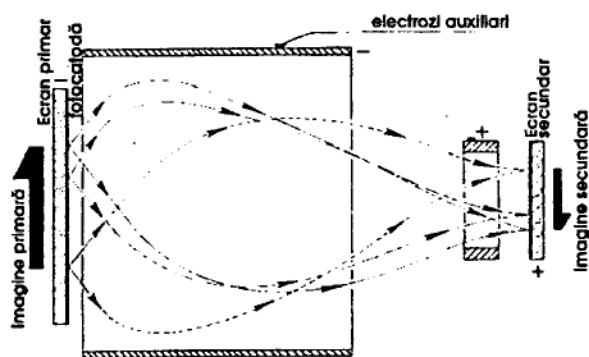


Fig. 14 - Formarea imaginii electronice

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 cilindru 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 maximale 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 candeli/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 „ninoare” 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 ecranului 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 trebuie să fie reduse global.

Pentru creșterea puterii de separare este necesară reducerea dimensiunii cristalelor mediului luminescent 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, substrația digitală, endoscopia dirijată radioscopic, 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 alta 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 reziduala 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 foiele 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.

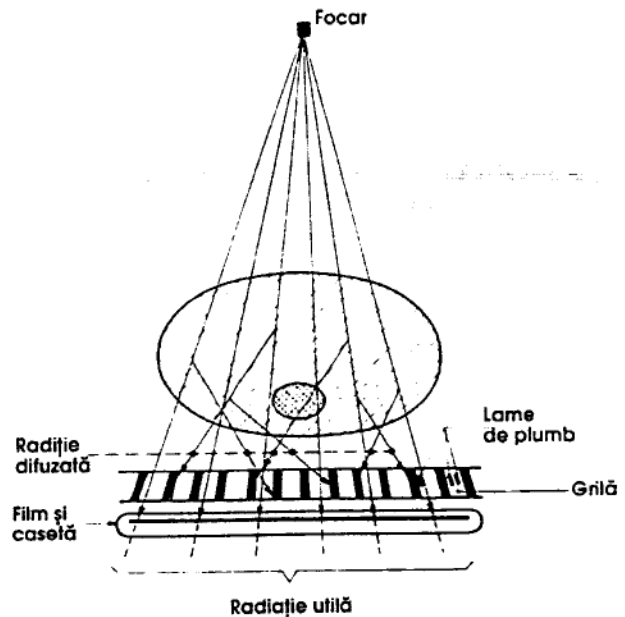


Fig. 15 - Grila antidifuzoare

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 luminescentă. 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. metalic 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 nedeforimat (fig.18a).

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

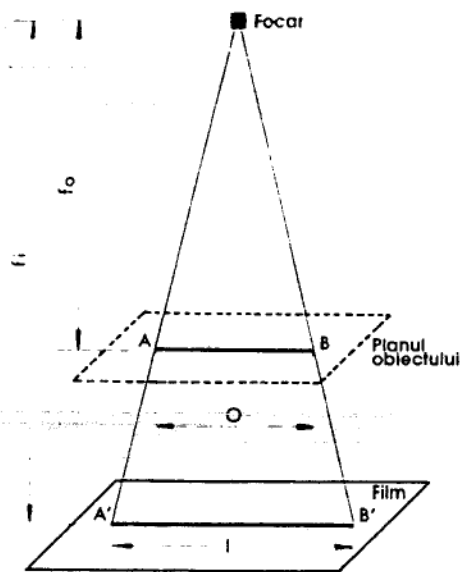


Fig. 16 - Proiecția unui obiect pe filmul radiografic este mai mare decât obiectul

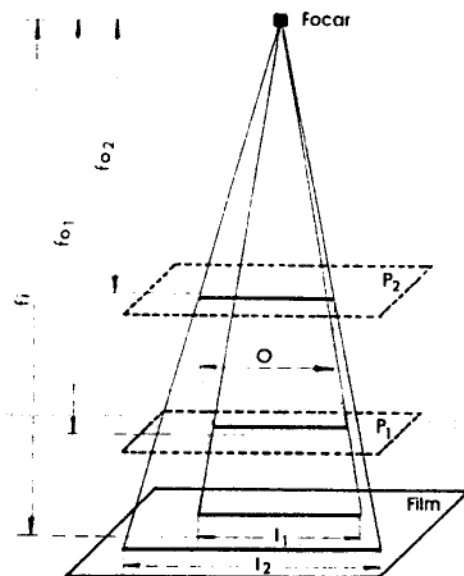


Fig. 17 - Cu cât obiectul se află mai departe de film și mai aproape de sursă, proiecția lui este mai mult mărită

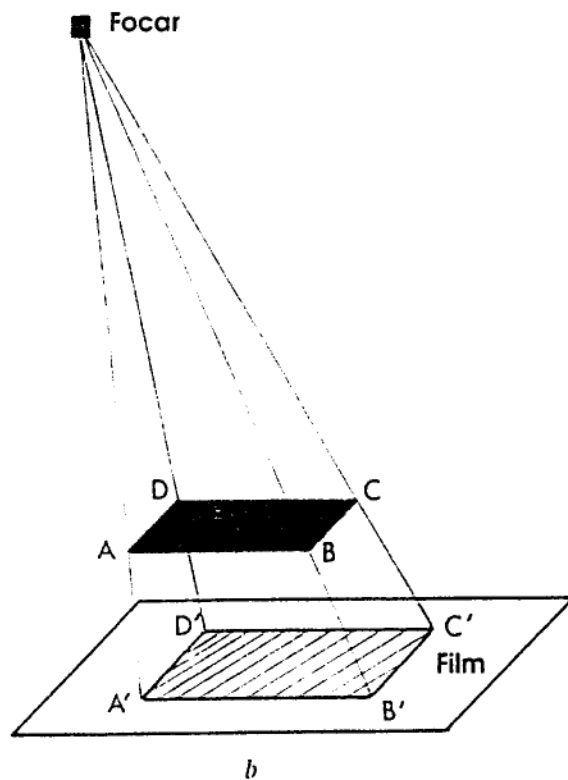
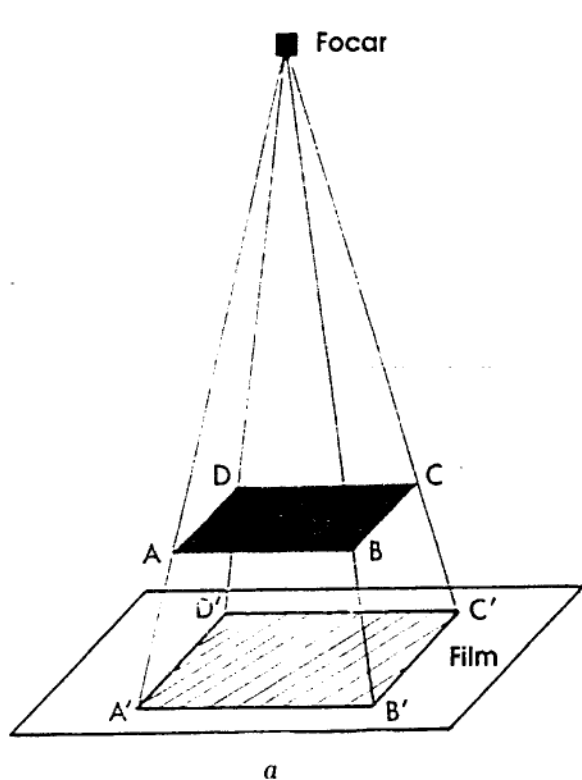


Fig. 18 - a) Un obiect plan situat paralel cu filmul apare mărit, dar nedeformat
b) Înclinarea fascicolului nu modifică forma obiectului

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.

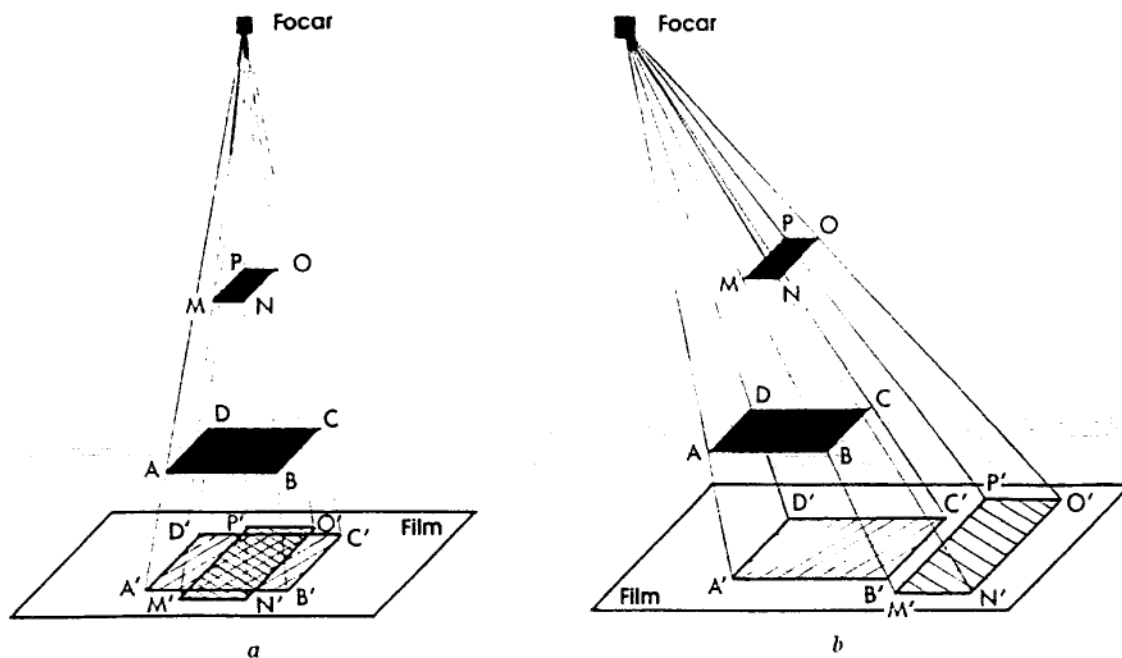


Fig. 19 - a) Două obiecte suprapuse, situate la distanțe diferite de sursă se proiectează sumate
b) Efectul de paralaxă

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 ele 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 paralaxă** 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 asemeni 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 regula 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.

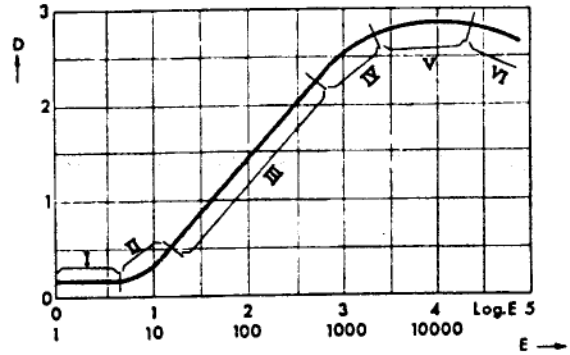


Fig. 20 - Curba de înnegrire

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 zgomote 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 radiațiilor 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 350μ 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 optimi atât cantitativi cât și calitativi. Este important de știut că modificările miliamperajului sau timpului nu modifică decât cantitatea de raze ajunse la suprafață 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, retroperitoneo-peritoneu 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 intrarterial. 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 hidroclortizon. 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 (mielografii, 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 substrație 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 placi 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 paralaxă 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 paralaxă 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 cristal este variabilă de la un cristal la altul și direct proporțională cu cantitatea de fotoni care au produs-o la contactul cu cristalul. 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 fonic, 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. Reproductibilitatea 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 facilitate 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 parenchimotoase 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 acoperită de edem sau infiltrații tumorale. Grăsimea este esențială în buna vizualizarea a structurilor dense prin dispoziția 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 instalări 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 parenchimoase 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 neradiante (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 fasciculul de raze Röntgen. Analiza informației înseamnă în același timp integrarea ei într-un context mai larg de informații conexe clinice, biologice și imagistice eşalonate 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 bidiimensionale 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 imagistica. 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 **corpul 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 percepuți dispași 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. Suprafața 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 vârful, 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.

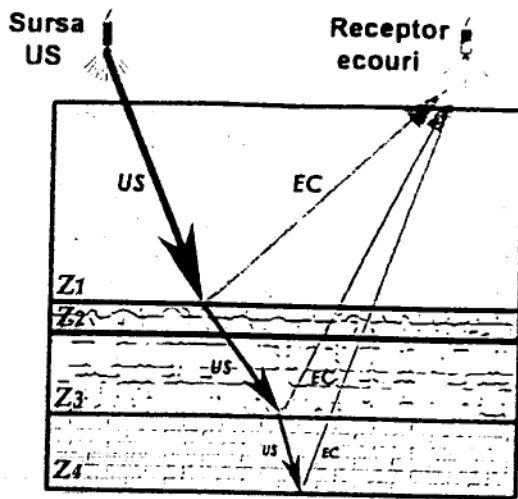


Fig. 1 - La nivelul interfețelor dintre diferite medii, fasciculul incident (US) suferă fenomene de reflexie. Undele reflectate (EC) sunt recepționate și decodificate. Z 1-4 - medii cu impedanțe acustice diferite.

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 Z_1 la un mediu cu impedanță diferită, Z_2 , 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_{acr} | $0,0004 \times 10^5$ |
| $\text{pg/cm}^2\text{s}$ | |
| $Z_{\text{apă}}$ | $1,48 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$ |
| Z_{ficat} | $1,65 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$ |
| Z_{os} | $7 \times 10^5 \text{ pg/cm}^2\text{s}$ |

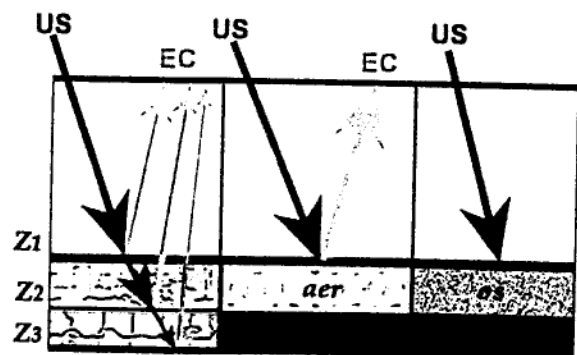


Fig. 2 - Apariția ecourilor. Z1-3 - medii cu impedanțe acustice diferite.

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. reflexia 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 rezultanta 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 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 endocavitare.

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** (brillance). 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 - fiecare ecou i se atribuie un punct luminos, luminozitatea fiind proporțională cu intensitatea ecoului. Se obține o harta 2D de puncte luminoase la care se asociază o scală de gri.

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 pulsilitate, 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 raportare 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).

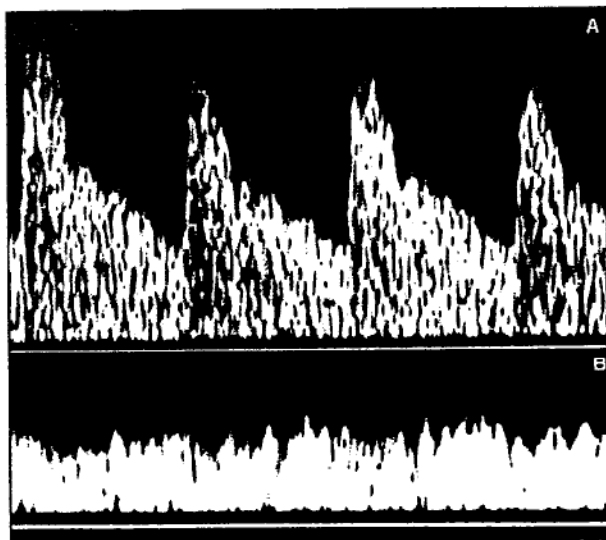


Fig. 4 - Achiziție Doppler
A. semnal bifazic, de tip arterial;
B. semnal în platou, de tip venos.

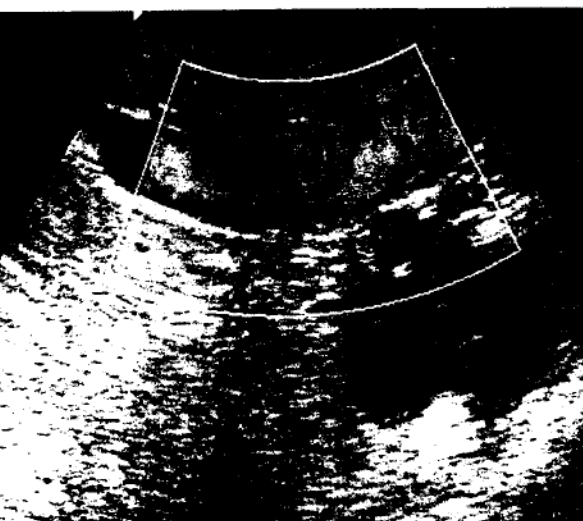


Fig. 5 - Achiziție Doppler color - sângele care vine spre sondă este roșu (săgeată albă) iar cel care se îndepărtează este albastru (săgeată neagră)

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.

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.

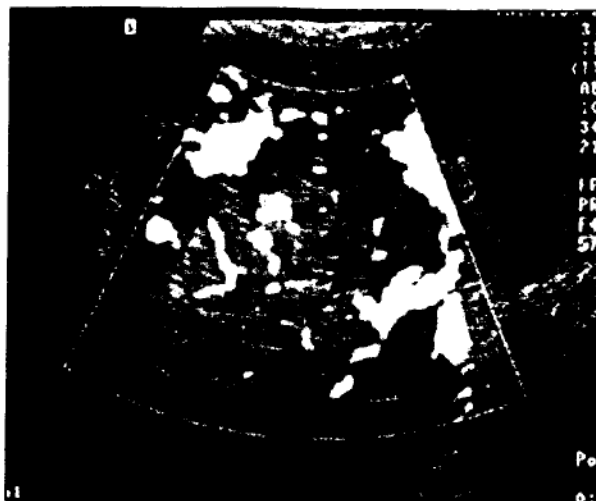


Fig. 6 - Achiziție Power-Doppler - vascularizație de tip tumoral într-un hepatocarcinom

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 corespunzător 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.

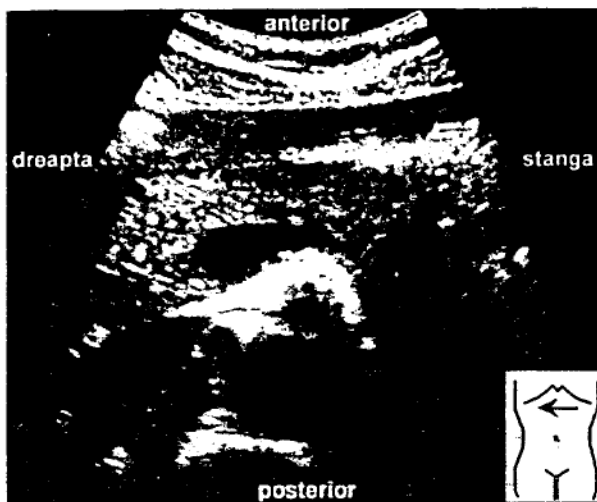


Fig. 7 - Secțiune axială în etajul abdominal superior. În schemă este arătată poziția transductorului, vârful săgeții marcând dreapta.

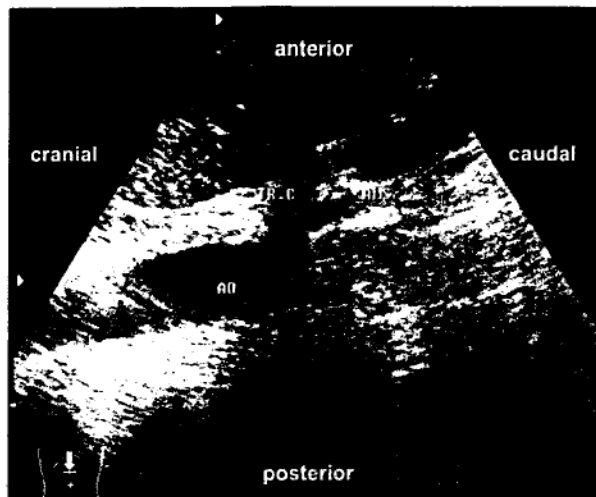


Fig. 8 - Secțiune longitudinală în etajul abdominal superior. În schemă este arătată orientarea transductorului.

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).

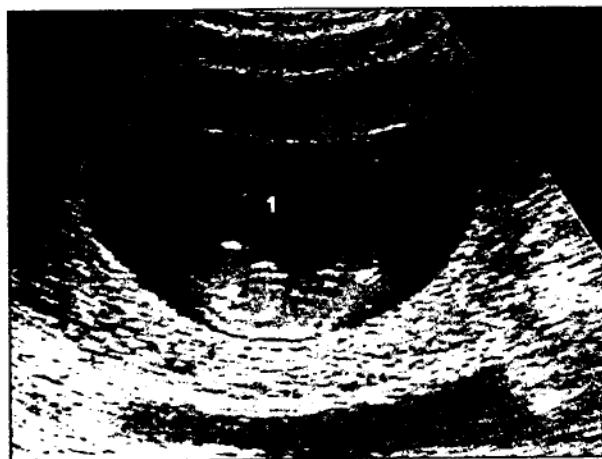


Fig. 9 - Sarcină la 10 săptămâni de amenoree. Se vizualizează sacul embrionar (1) în interiorul căruia există embrionul (2).

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.

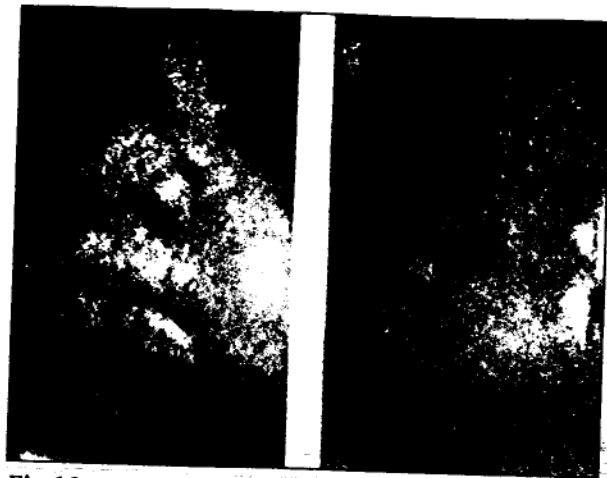


Fig.10 - Reconstrucție 3D a feței fetale cu evidențierea nasului și gurii în incidențe de față și profil („primul portret de familie”).

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 **trasonice**. 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).

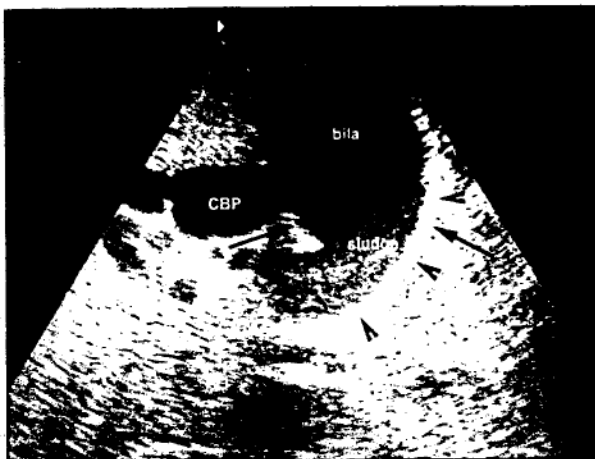


Fig. 11 - Colecist cu pereți ecogeni (săgeți), conținut transonic în 1/3 superioare - bilă, și hipoechogen în 2/3 inferioară - sludge (noroi biliar). Fenomen de întărire posterioară (capete de săgeată).

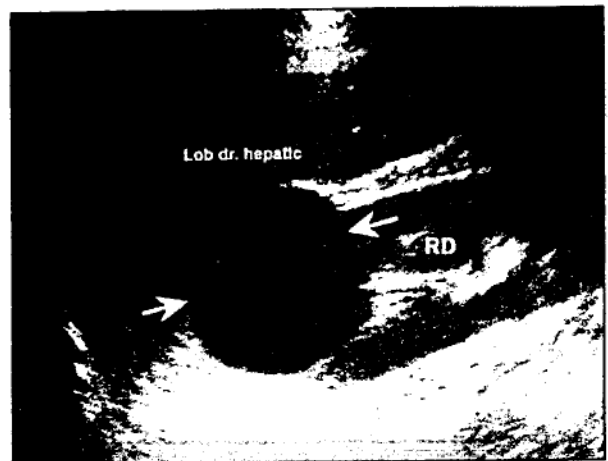


Fig. 12 - Leziune transonică - chist (săgeți), situată la polul superior al rinichiului drept (RD).

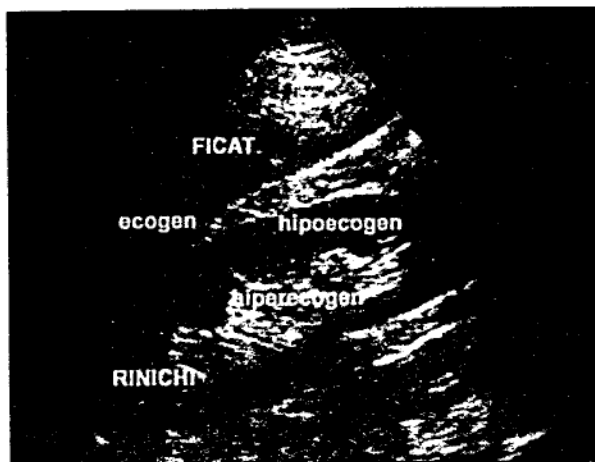


Fig. 13 - Se vizualizează concomitent ficatul - ecogen și rinichiul drept cu parenchim hipoechogen și regiune sinusală hiperechogenă.

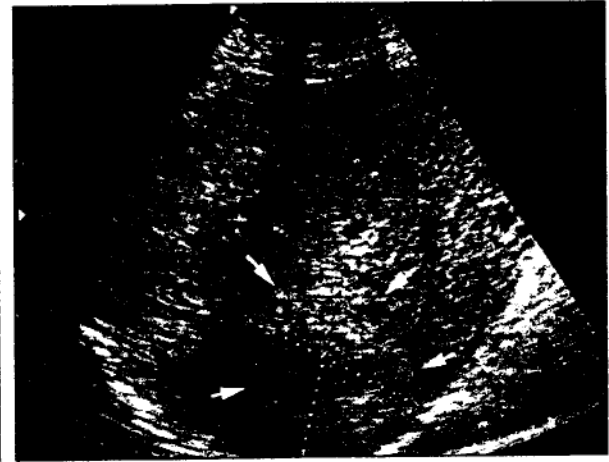


Fig. 14 - Leziune ecogenă (săgeți) situată într-un parenchim foarte heterogen - tumoră hepatică pe ciroză hepatică.

STRUCTURILE PARENCHIMATOASE

Structurile parenchimotoase pot fi ecogene, hipoechogene sau hiperechogene.

Se consideră ca reper de structură ecogenă parenchimul hepatic normal. În raport cu acesta pancreasul are o structură hiperechogenă iar parenchimul renal o structură hipoechogenă. Grăsimea, structurile ligamentare, pereții vaselor sunt structuri hiperechogene (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 hipoechogene - trebuie diferențiate de lichidele cu vâscozitate mare prin lipsa fenomenul de întărire posterioară (fig. 15);
3. leziunile hiperechogene (fig. 16).



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

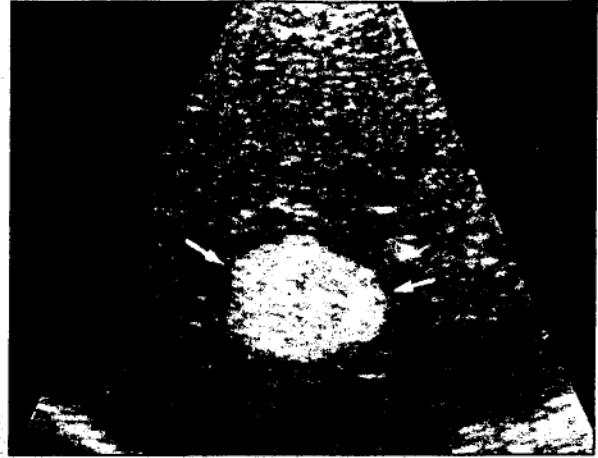


Fig. 16 - Imagine nodulară hiperecogenă (săgeți) - hemangiom hepatic.

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).

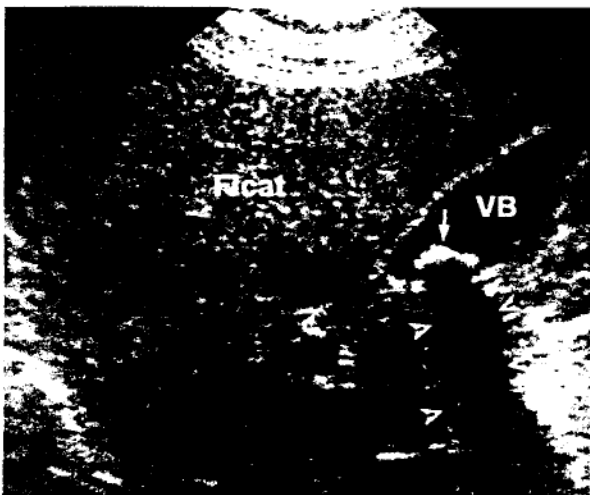


Fig. 17 - Calcul situat în vezicula biliară (VB) - imagine hiperecogenă (săgeată), cu con de umbră posterioară (capete de săgeți)

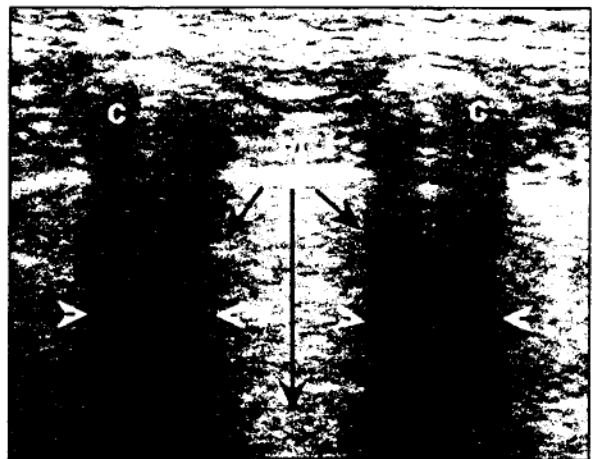


Fig. 18 - Perete toracic: Coaste hiperecogene (C) cu con de umbră posterioară (capete de săgeată). Pleura (PL) marchează interfața cu aerul pulmonar cu apariția efectului de reverberație - (săgeți negre).

Astfel de imagini întâlnim normal la nivelul tubului digestiv, la nivelul toracelui sau traheei. În căile biliare putem avea astfel de imagini secundare aerobiliiei după o anastomoză biliodigestivă.

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

Utilizând elementele de semiologie ecografică se poate face o descriere ecografică completă care în general trebuie să cuprindă:

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.

Concluziile pot fi diagnostice dacă imagistica ecografică este sugestivă. Dacă diagnosticul nu poate fi stabilit ecografic pacientul va fi îndrumat spre o explorare imagistică complementară.

NOTIUNI INTRODUCATIVE DE ECOGRAFIE ABDOMINALĂ

Ecografia permite o achiziție rapidă și facilă a unui număr mare de informații despre majoritatea organelor abdominale fiind metoda imagistică de primă intenție în evaluarea majorității afecțiunilor cu punct de plecare visceral. Secțiunile ecografice pot fi făcute în oricare din planurile clasice dar și în incidențe oblice, scanarea multidirecțională a unui organ fiind obligatorie pentru o caracterizare globală a acestuia (fig. 19).

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.

MARILE VASELE ABDOMINALE

Vasele sanguine se explorează în modul B și toate tipurile de achiziție Doppler. Pentru abdomenul superior pacientul este în decubit dorsal sau lateral drept sau stâng.

Se identifică și se analizează separat elementele arteriale și venoase. Pentru aprecierea dinamicii respiratorii vasculare a elementelor venoase se vor face manevre respiratorii Valsalva și Muller.

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

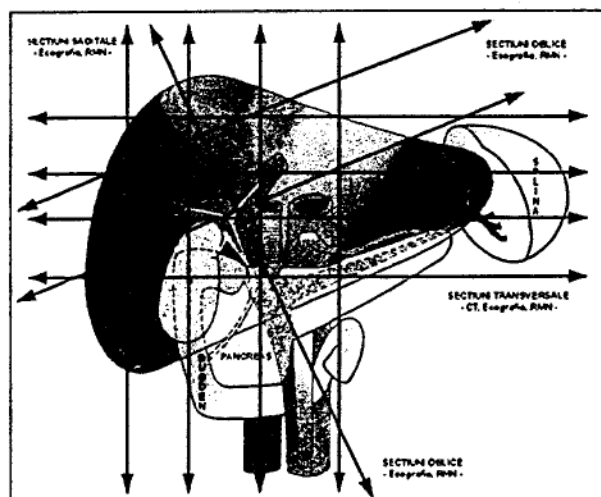


Fig. 19 - Principalele planuri de secțiuni pentru explorarea organelor abdomenului superior.

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 emergențe 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 sistolică, diastolică și medie. Se măsoară debitul circulator și anumiți indici hemodinamici care dau detalii despre normalitatea vasului și indirect a teritoriului vascularizat.

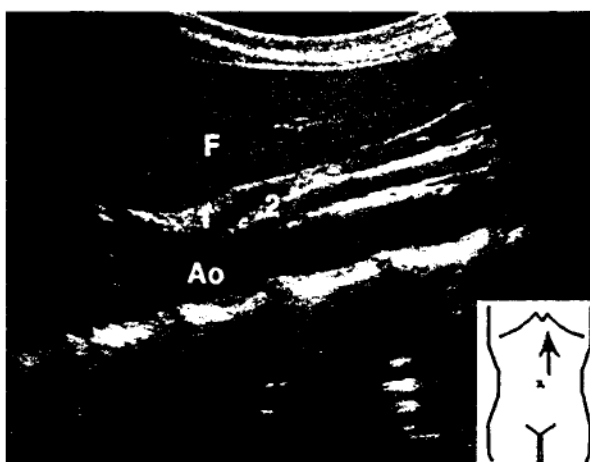


Fig. 20 - Secțiune sagitală - aorta abdominală (Ao) cu primele sale emergențe - trunchiul celiac (1) și artera mezenterică superioară (2). F - lob stâng hepatic.



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).

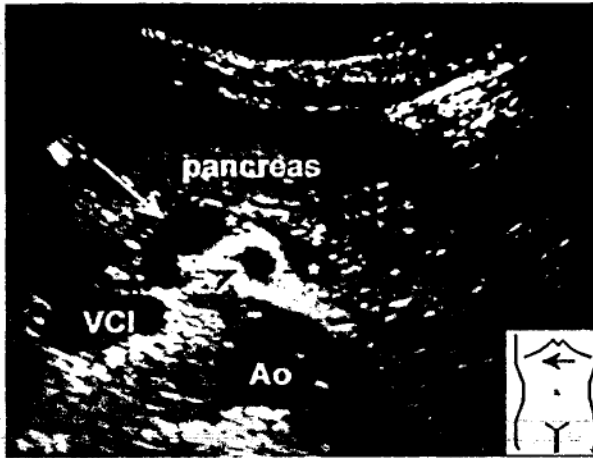


Fig. 22 - Secțiune axială - aorta abdominală (Ao) și VCI în plan profund. Artera mezenterică superioară (cap de săgeată). Confluent spleno-mezenteric (săgeată albă). Vena splenică - asterisc

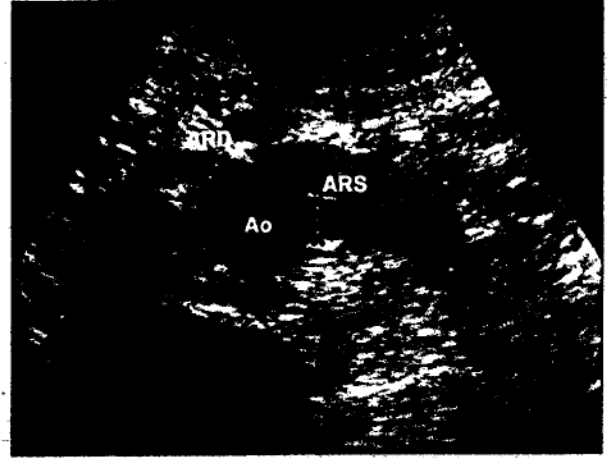


Fig. 23 - Secțiune axială la nivelul emergențelor arterelor renale dreaptă (ARD) și stângă (ARS).

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 aneurismele 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.

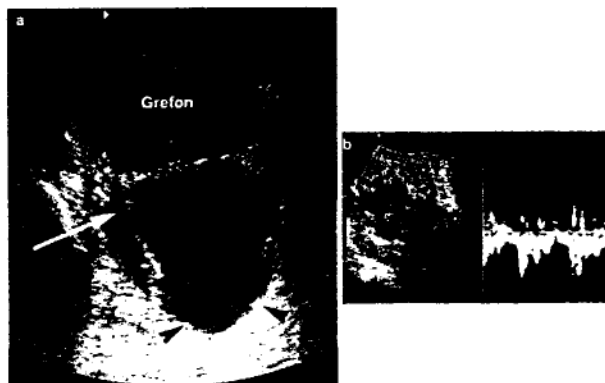


Fig. 24 - Transplant renal

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

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

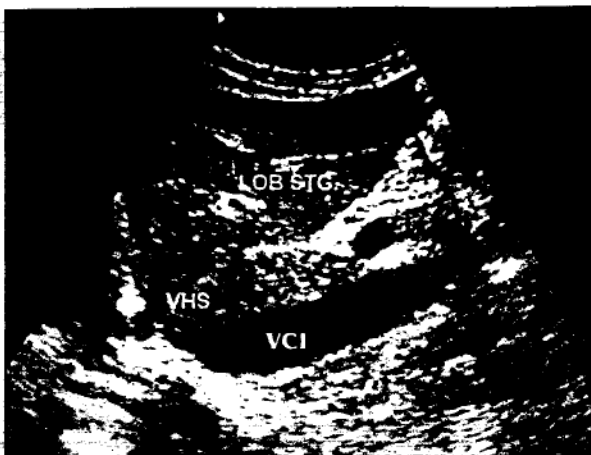


Fig. 25 - Secțiune sagitală - în plan profund vena cavă inferioară (VCI) și vena hepatică stângă (VHS). În plan anterior lobul stâng hepatic.



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).

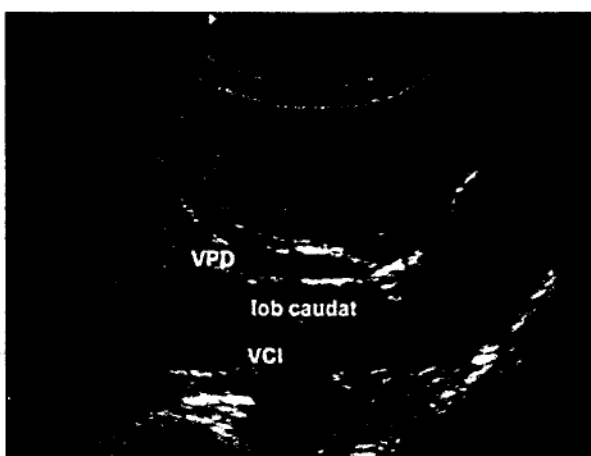


Fig. 27 - Ramul drept de venă portă (VPD).

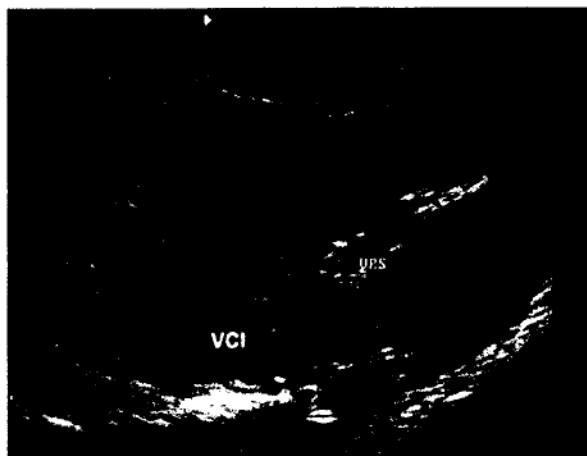


Fig. 28 - Ramul stâng de venă portă (VPS).

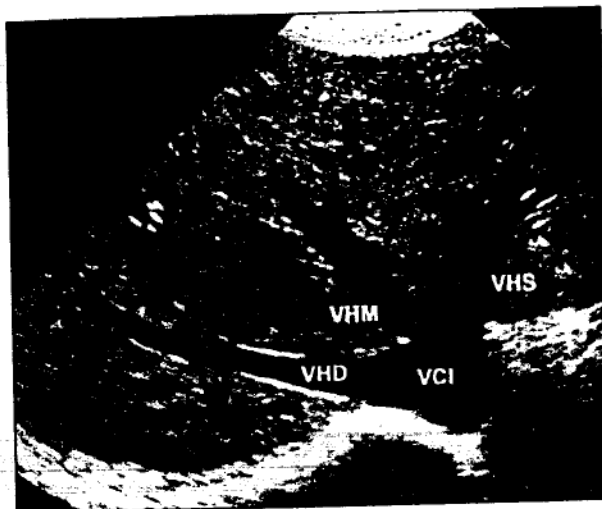


Fig. 29 - Venele hepatice dreaptă (VHD), medie (VHM) și stângă (VHS).



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 rezonanța 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 unuia 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, diafragma, 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.

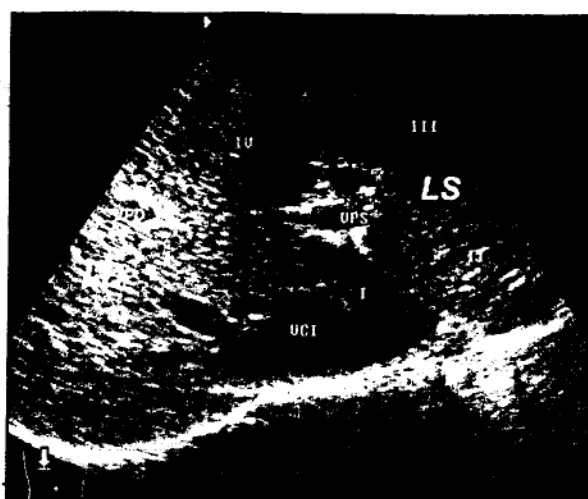


Fig. 32. Fața viscerală a ficatului. Se vizualizează lobi drept (LD) și stâng (LS), venele porte dreaptă (VPD) și stângă (VPS) și segmentele hepatice (I - VIII).

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 Glisson 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 lobi 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 parenchimatoase (fig. 34).

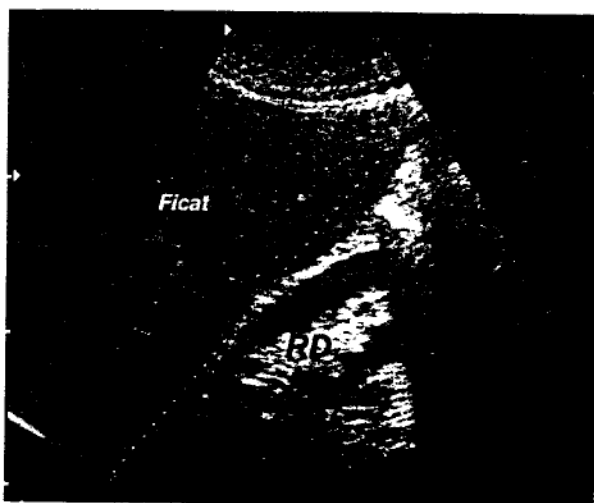


Fig. 33 - Structură hepatică normală. Parenchimul hepatic este ecogen față de cel renal, hipoecogen.

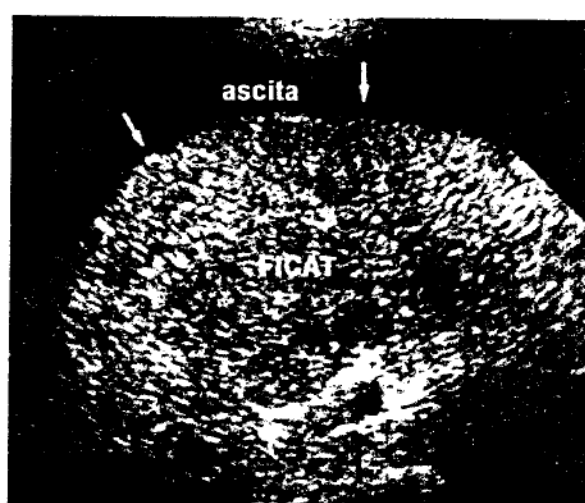


Fig. 34 - Ciroza hepatică. Multiple leziuni micronodulare înlocuiesc parenchimul hepatic normal dându-i un aspect granular. Conturul hepatic este boselat (săgeți) și există ascită.

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 parenchimatose 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 întrachistică a unui țesut ecogen, polilobat este foarte sugestiv pentru o tumoră chistică.

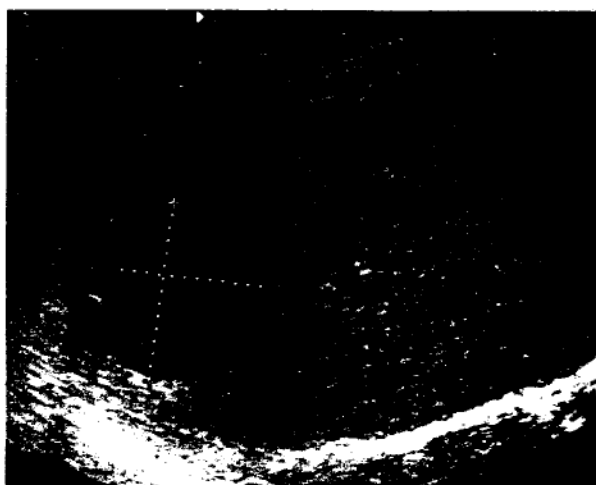


Fig. 35 - Imagine transonică, ovalară, cu pereți fini - chist hepatic .



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

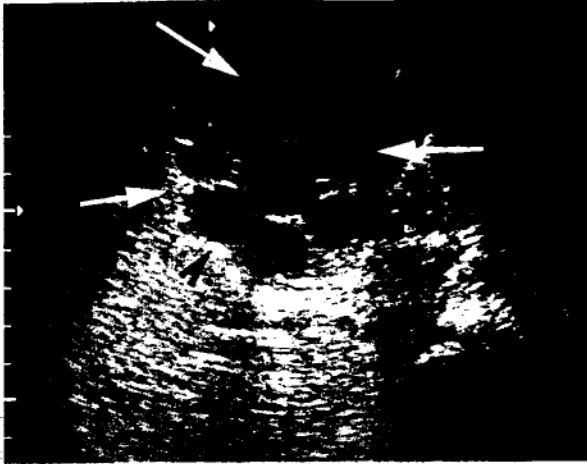


Fig. 37 - Multiple cavitații chistice - vezicule fiice în interiorul unei leziuni mari (săgeți) cu pereți calcificați (cap de săgeată) - chist hidatic hepatic.

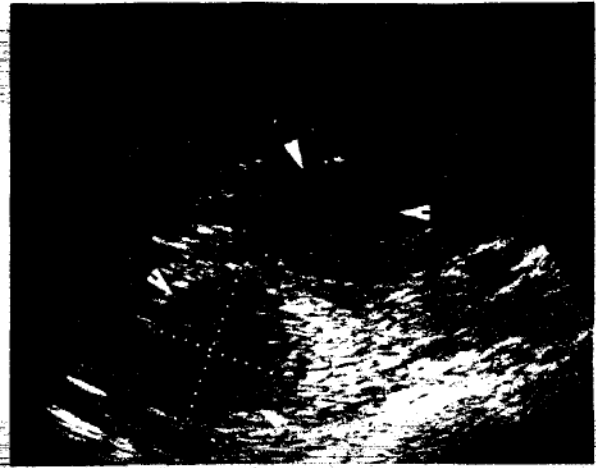


Fig. 38 - Leziuni hipocogene, cu peretele gros, ecogen, dar care prezintă fenomen de întărire posterioară (săgeți) - abcese hepatice.

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

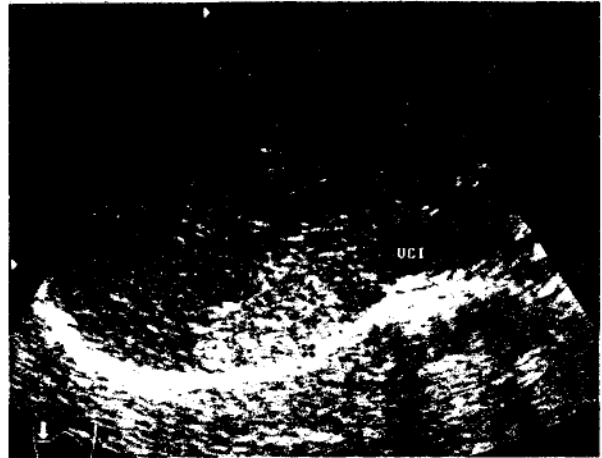


Fig. 39 - Imagine nodulară hiperecogenă, omogenă - hemangioam hepatic.



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

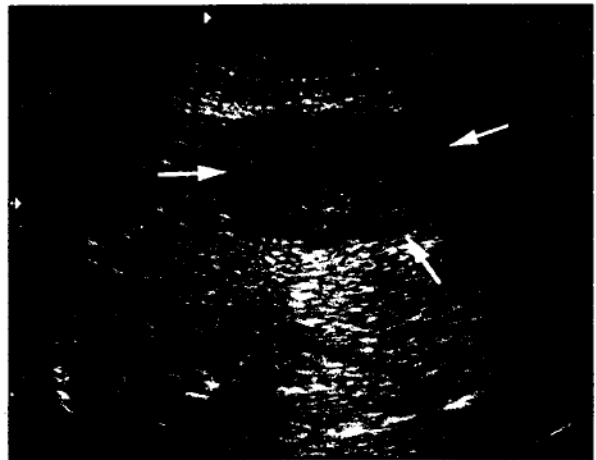


Fig. 41 - Imagine nodulară hipocogenă, neomogenă cu contur neregulat - hepatocarcinom.

pozitiv necesită în general investigații imagistice suplimentare CT sau IRM. Ecografia este însă cea mai simplă metodă de ghidaj a punctiilor 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 cavitătar, 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 - bulb duodenal).
Fig. 43 - Colecist (VB) în ax longitudinal. Se vizualizează canalul cistic (săgeți).

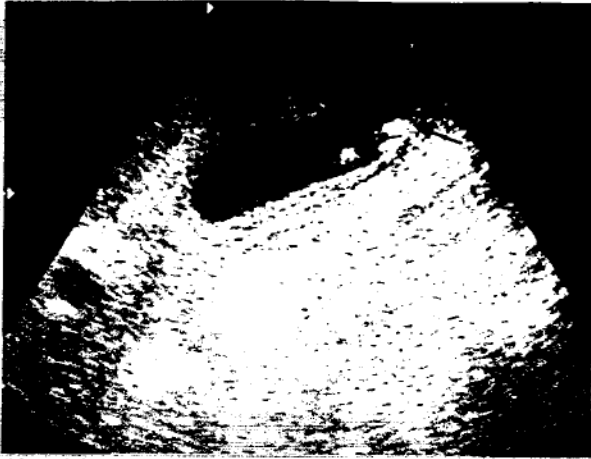


Fig. 44 - Colecistul destins conține mai multe imagini hiperecogene mici (săgeată) și prezintă un perete îngroșat, ecogen (capete săgeată) - colecistită litiazică.

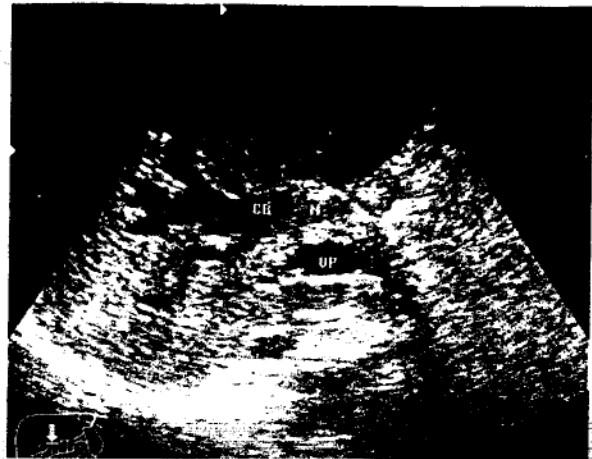


Fig. 45 - Dilatație de căi biliare intrahepatice (CB) cu decalibrarea căi la nivelul canalului hepatic comun (N) - tumoră de cale biliară.

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

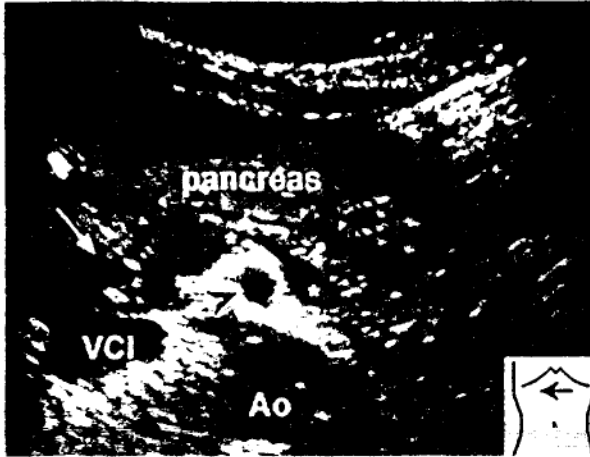


Fig. 46 - Pancreas - cap, corp. Se vizualizează canalul Wirsung (capete de săgeată) și segmentul distal coledocian (săgeată).



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

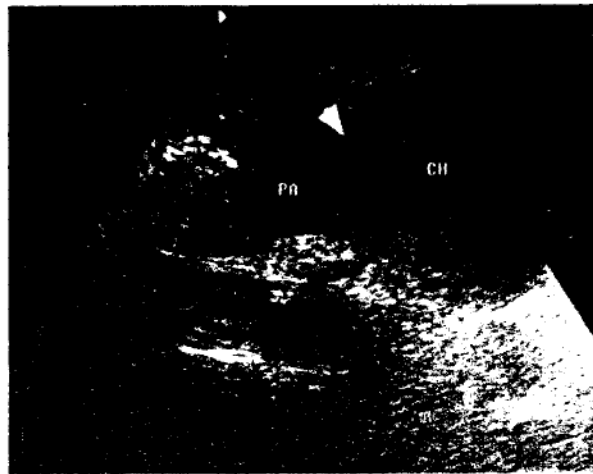


Fig. 48 - Pancreatită acută cu vizualizarea unei leziuni chistice (CH) la nivelul corpului.

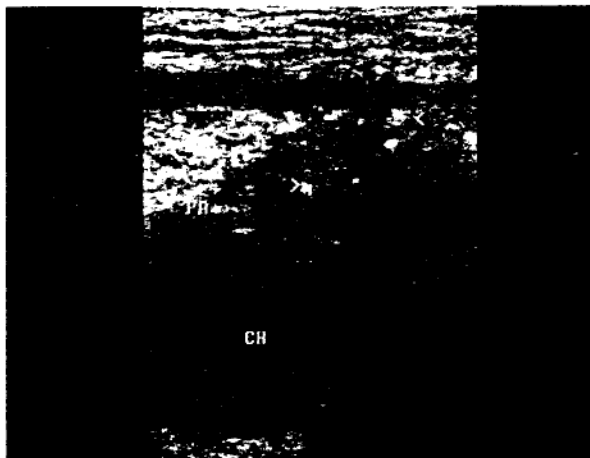


Fig. 49 - Pancreatită cronică cu vizualizarea unei leziuni chistice (CH) cefalice și a unor microcalcificări (capete de săgeată) la nivelul corpului.

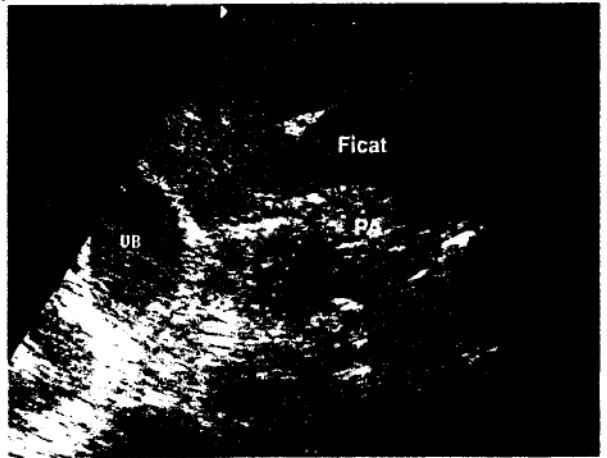


Fig. 50 - Pancreas - cap, corp. Se vizualizează la nivelul capului o imagine hipocogenă, imprecis delimitată, neomogenă - tumoră malignă.

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 frecvent cauza obstrucției (fig. 54), leziunile tumorale (fig. 55, 56, 57), leziuni inflamatorii, etc (vezi și capitolul de radio-imagistica aparatului reno-urinar).

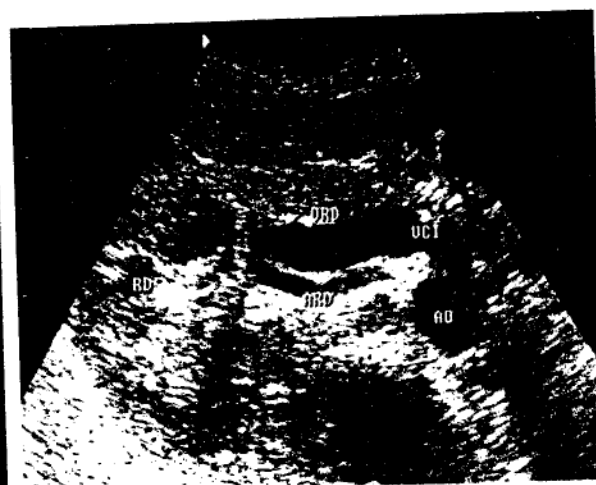
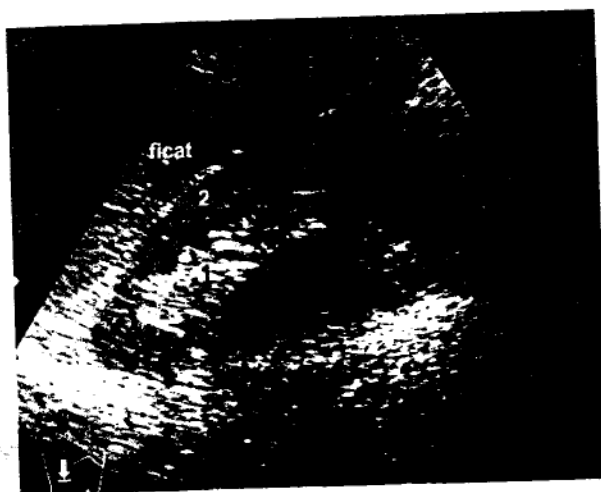


Fig. 51 - Rinichi drept în ax longitudinal cu vizualizarea regiunii sinusale (1) și a parenchimului renal (2).

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

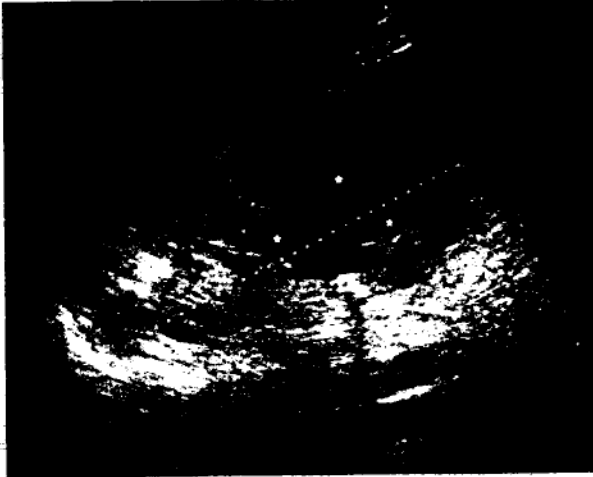


Fig. 53 - Rinichi drept - litiază bazinetală (săgeată) cu dilatarea sistemului pielocaliceal (asterics).

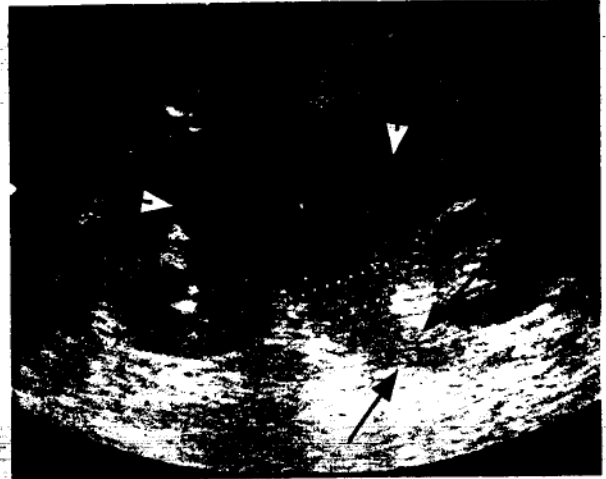


Fig. 54 - Rinichi drept - litiază ureterală joasă cu dilatarea importantă a sistemului pielocaliceal (capete de săgeată) și a ureterului supraiacent (săgeți).

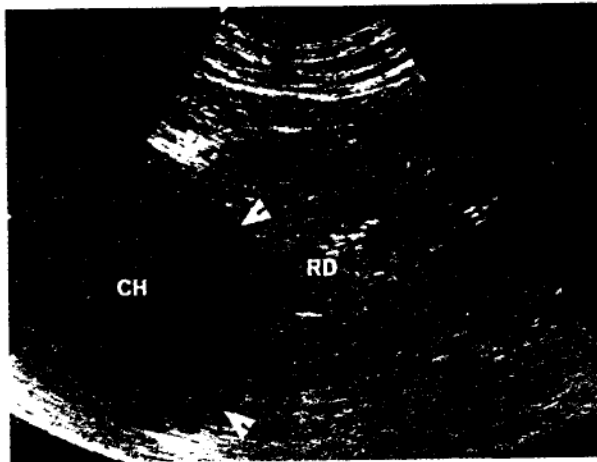


Fig. 55 - Voluminoasă leziune transonică (CH), cu pereți fini (capete de săgeată), situată la nivelul polului superior renal (RD) - chist renal.

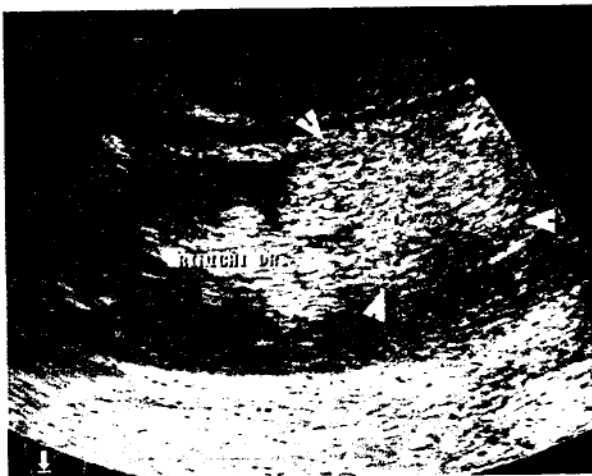


Fig. 56 - Leziune hiperecogenă (capete de săgeată), cu contur neregulat ce se dezvoltă extrinsec, la polul inferior al rinichiului drept, deformând conturul renal - tumoră renală.

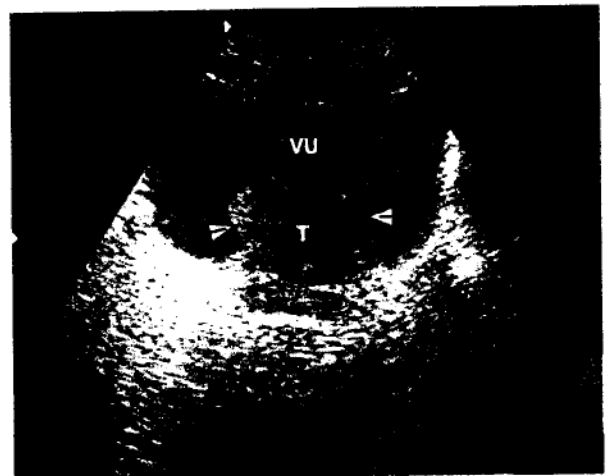


Fig. 57 - Vezică urinară (VU) la baza careia proiemină intralumenal o leziune ovalară, omogenă (T) cu contur net (capete de săgeată) - adenom de prostată.



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

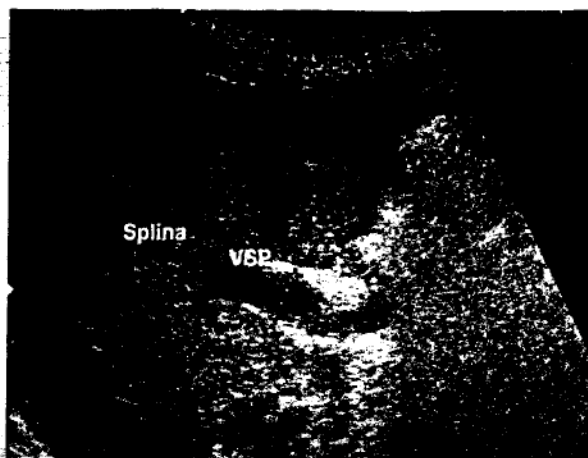


Fig. 59 - Splină și vena splenică (VSP) la nivelul hilului.

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).

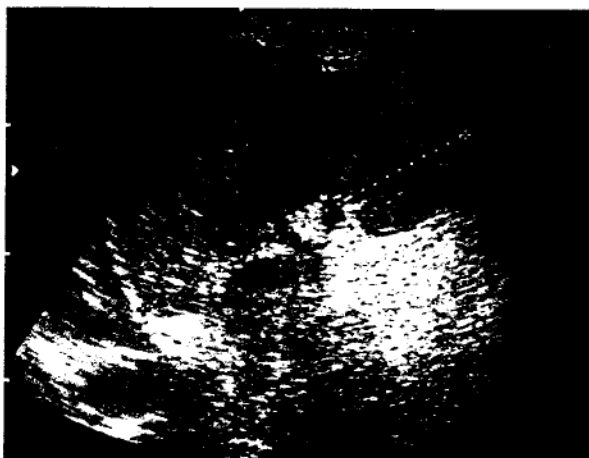


Fig. 60 - Splenomegalie (14,5 cm ax longitudinal), omogenă - sindrom limfoproliferativ.



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

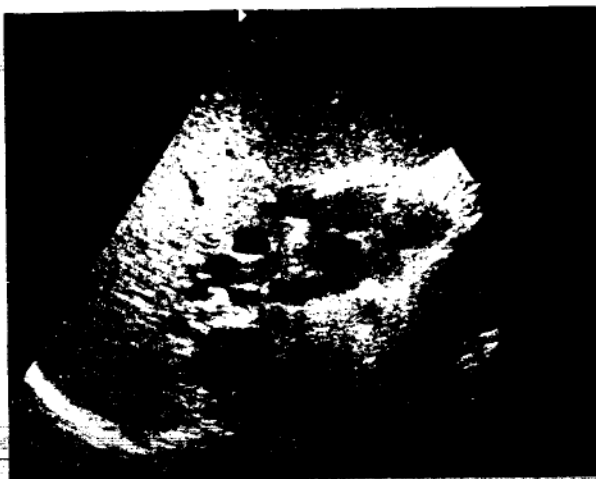


Fig. 62 - Splină - structura ecogenă, omogenă. În hil multiple imagini transonice, tortuoase cu semnal Doppler de tip venos (săgeți) - dilatații venoase în hipertensiunea portală.

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 INTRODUCATIVE

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 radiofrecvență 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. Această 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.

CONTRAINDICĂȚIILE 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 cohare, anumite proteze valvulare cardiace, stimulatorii 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-feromagnetice, 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 evidențiable 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 dezoxihemoglobină, 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,

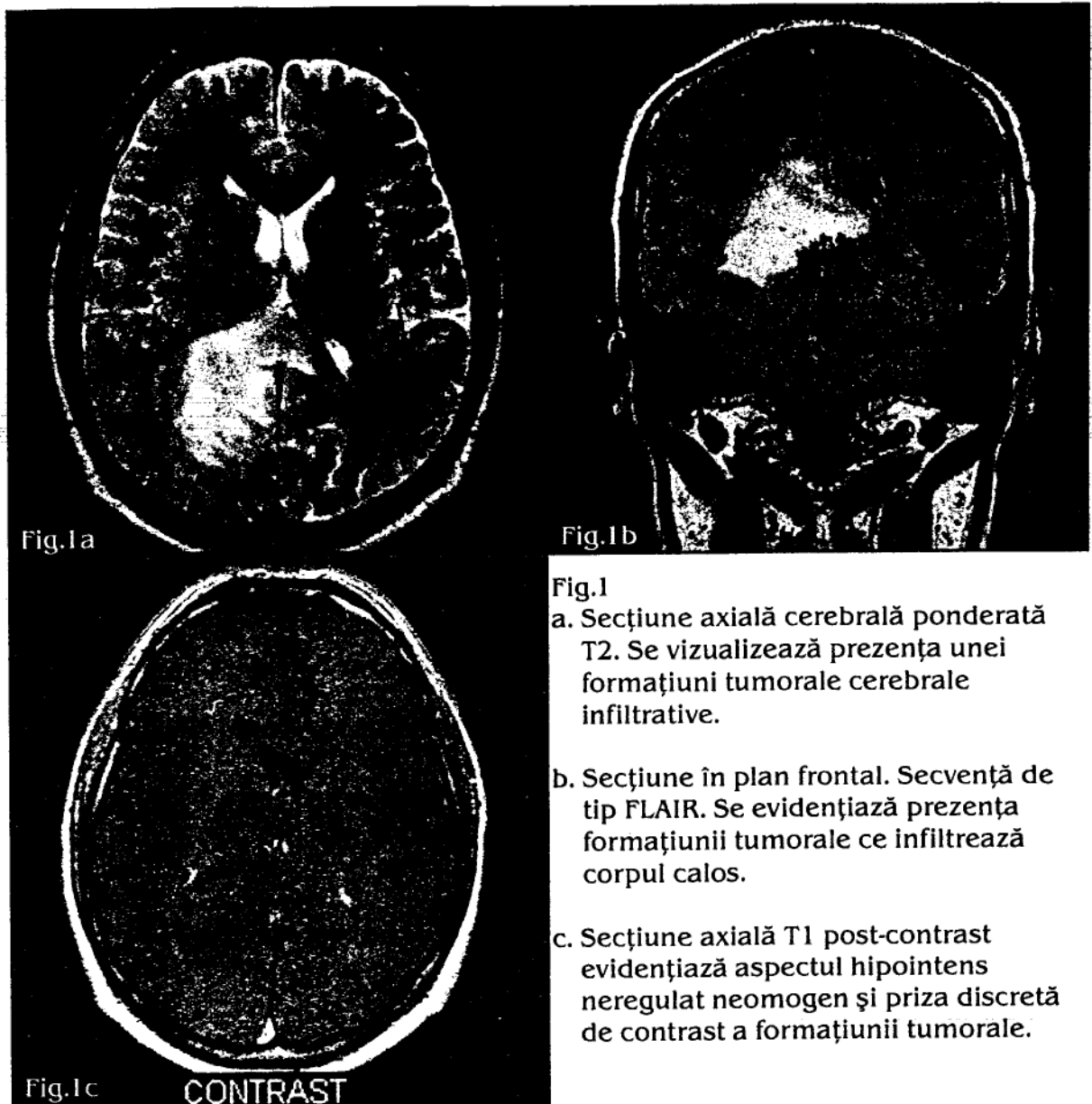


Fig.1

- 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 detalierea componentelor biochimice a leziunii. În serviciile de neuroradiologie sub control IRM se pot realiza puncții biopsii tumorale pentru ghidarea conduitei terapeutice.

Leziunile infecțioase de tipul encefalitelor, abceselor cerebrale pot fi foarte eficiente și eficiente 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.

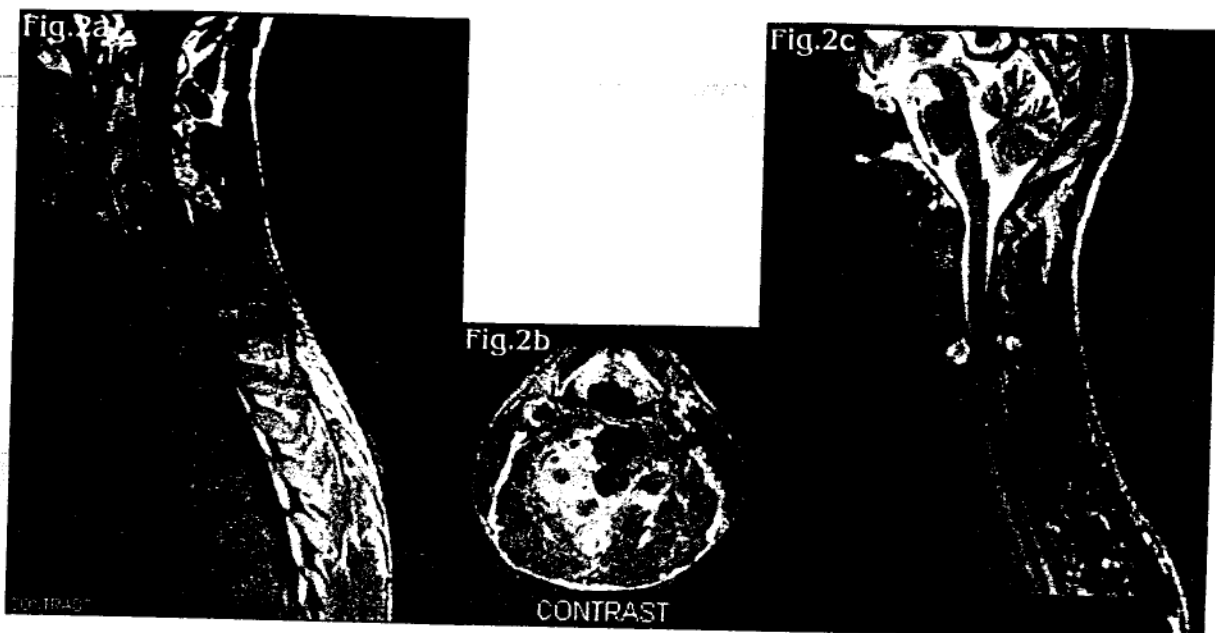


Fig.2

- 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 aneurismele 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 benigneitate 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 nespecifici, complicațiile locale post-operatorii pot fi evaluate și monitorizate IRM.

Tumorile 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.4a

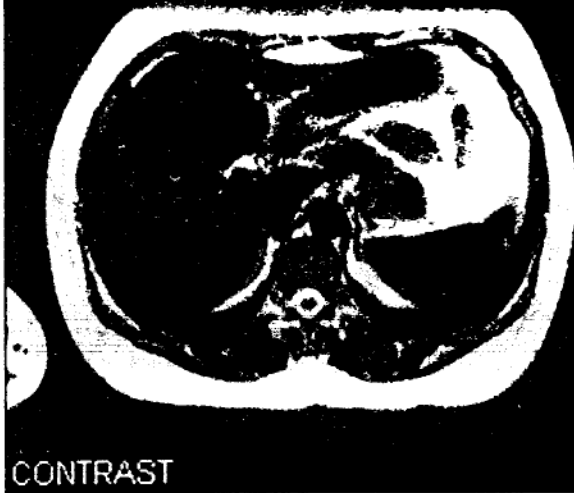


Fig.4b



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.

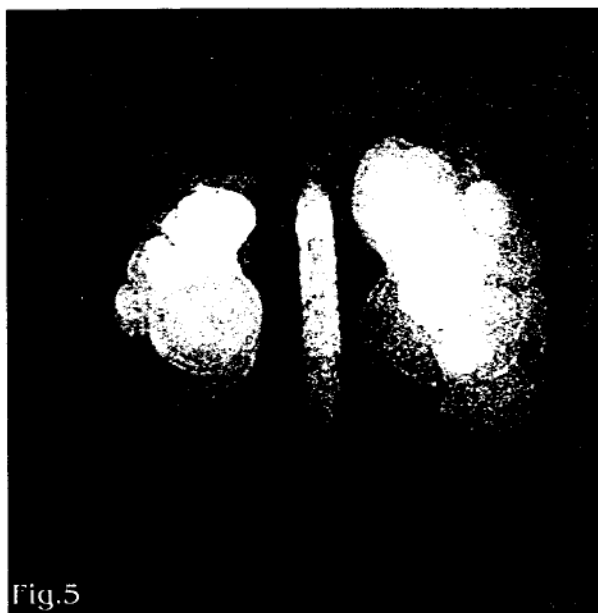


Fig.5

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.

Tumorile 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. Punerea 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 de transparență 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 substrație, sub forma de transparențe 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 expansionării normale a lobilor pe care îi separa.

Arborele bronșic se divide după criterii topografice în bronșii din ce în ce mai mici, care deserveșc unitățile structurale ale plămânului. Bronșiile de gradul doi sunt bronșiile lobare, iar cele de gradul trei deserveșc 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 atriiul 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 cojunctivul 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 cartilagiu, în timp ce bronșiolele nu-l mai au.

Într-un mod mai sintetic, asociind structuralul și funcționalul împărțirea structurilor pulmonar se mai poate face în structuri de transport și structuri de schimburi și transport. Cea mai mică structură cu funcție eminate 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 repartiție 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 ștearsă 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 retroperitoneal via spațiul retrocrural 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 substracție de densități.

Contururile mediastinale reprezintă interfața dintre masa mediastinală mediană și pulmonii aerați. 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 forma sinuoasă, întinzându-se de la marginea bronșiei primitive până la diafragma
 - 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 anatomic standard, dinspre cranial spre caudal:

- **secțiunea prin articulațiile sterno-claviculare:** este caracterizată prin existența la acest nivel a vaselor supraortice 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 crosei 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 crosei 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 diafragma. 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 cardiofrenic 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 cardiofrenic anterior.

ATRIUL DREPT

Este cavitatea cea mai etalată pe diafragm. Este situată anterior și lateral drept față de atriul 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 supravalvulare 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 arcul superior drept.

II. SEMIOLOGIA GENERALĂ RADIOLOGICĂ A TORACELUI

Imaginea radiologică toracică este structurată din transparențe 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 modularea 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 radiosopică, 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. metalic în cantitate mare, adică nuanță închisă. Noțiunea de opac este inversul precedentei; atenuare mică, radiație reziduală mare, reducerea de Ag. metalic 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 transparență 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 transparențelor este subiectivă. Pentru eliminarea pe cât posibil a subiectivului în apreciere, se aplică principiul comparației în aceeași imagine a unor opacități sau transparențe 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 hipertransparență, 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.

Transparența pulmonară este exprimată de intensitatea nuanței închise a suprafețelor mărginite de opacitățile peretelui toracic și este totdeauna mai mică decât transparența 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 transparenței 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 intraparenchimotoase 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 parenchimotoasă

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 substracție 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 foia 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 penumatzate inconjuratoare 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 adăugări 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 boselată 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 forma 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 hipertansparențe 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 hipertransparențele 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 foițelor 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** -----interesând atât vasele arteriale cât și pe cele venoase
- **sindromul parenchimos** --reprezentând o pan leziune pulmonară în care sunt în egală măsură afectate toate părțile constituente 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
- hipertransparente 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 foițe pleurale împinse dinspre exterior spre parenchimul pulmonar.

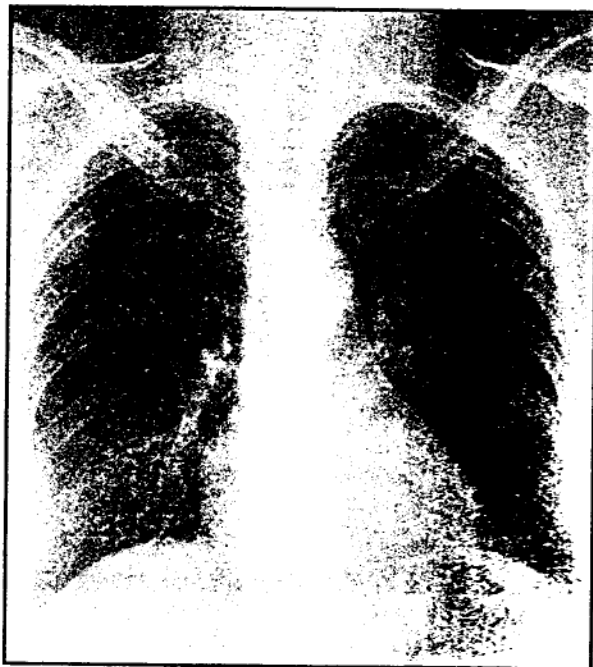


Fig. 1 Nodul opac cu punct de plecare parietal (săgeată)

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:

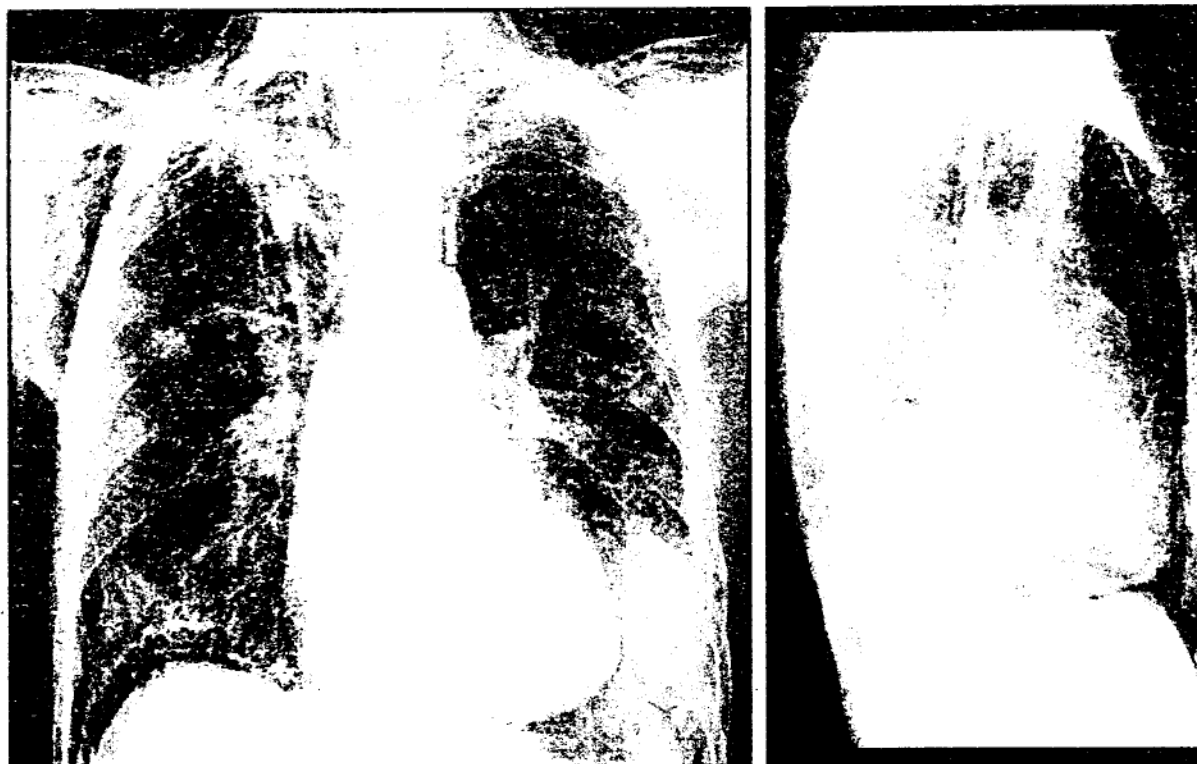


Fig. 2 - Emfizem subcutanat toracic (transparență aerică subcutanată și benzi radiotransparente ce depășesc proiecția grilajului costal)

- 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 corpilor vertebrali 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 mieloplaxă.
- 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 retractil 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 compresiuni extrinseci asupra marginilor costale date de arterele intercostale (coarctăția 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 traumatice.

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 **ostecondensante** și **hipertrofice** sunt mult mai rare. Au fost descrise în calusurile hipertrofice, în unele tumori de origine cartilaginoasă (exostoze sau chondroame) și în anumite metastaze din cancerule 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
- pareză 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/închisat.
2. Epanșamentele fluide cloazionate 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 cloazionate 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. EPAȘĂMENTE 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 MARIII CAVITĂȚII 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 siluetaj 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

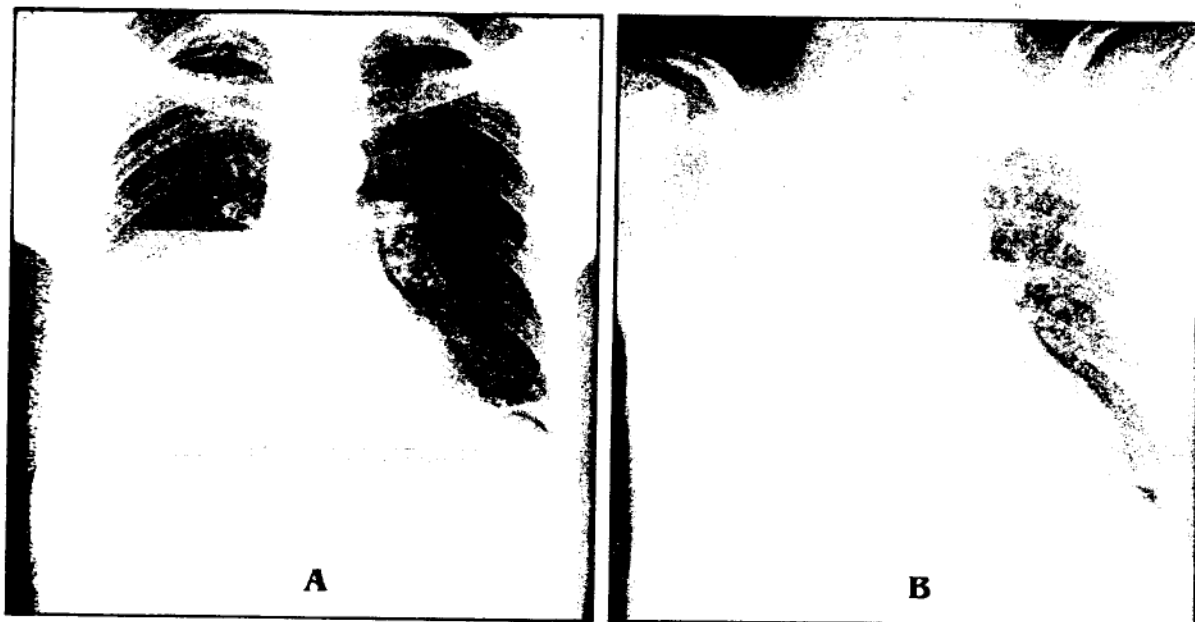


Fig. 4 - Variabilitatea epanșamentului pleural cu poziția bolnavului
 A. ortostatism B. decubit dorsal

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 colabat cu bronhografie aerică prezentă. Aspectul radiologic pretează la confuzii între pleurezie și atelectazii (fig.5). Pleurezia împinge, atelectazia tracionează structurile adiacente. Leziunea parenchimatooasă pulmonară poate dispore 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 mării 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 șanțul 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.

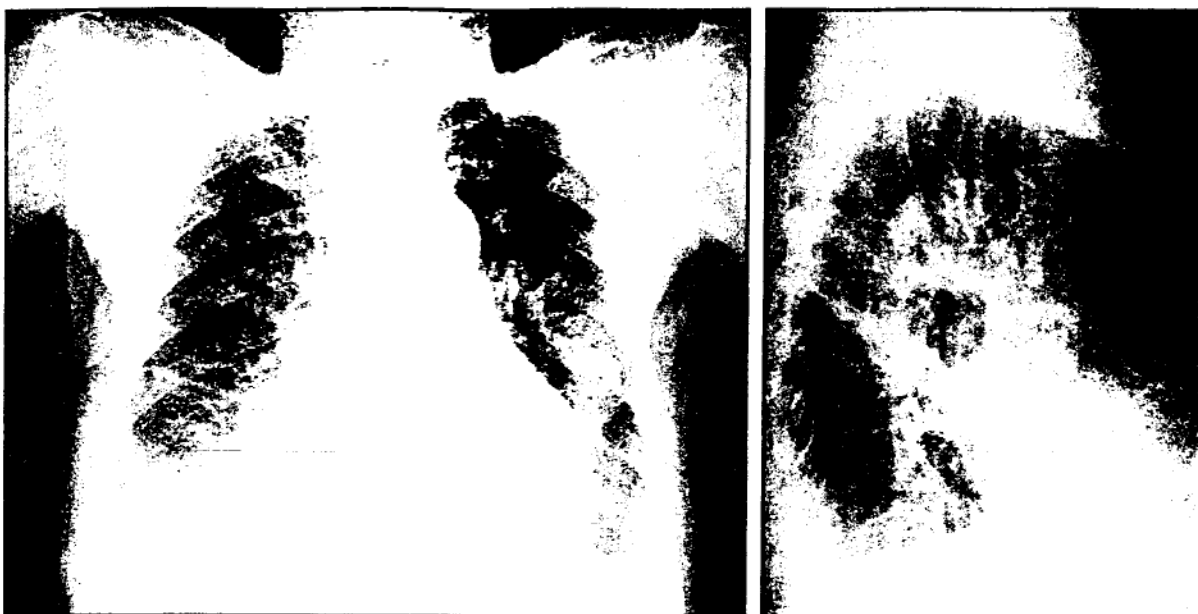


Fig. 6 - Pleurezie închistată interlobară pe scizura oblică stângă (incidența postero-anterioară este necaracteristică, cea de profil este relevantă)

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 *paucilchidiene* 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 vârful.

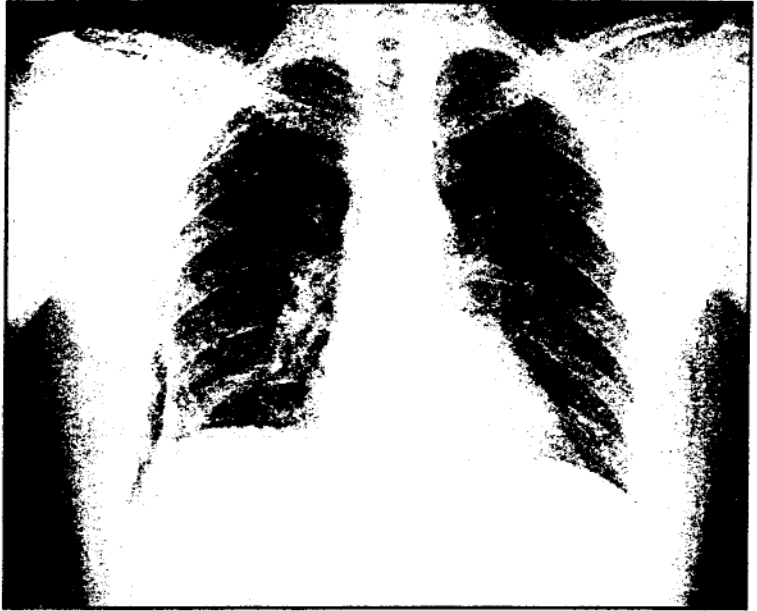


Fig. 7 - Pneumotorax parțial drept

Bontul pulmonar poate prezenta alterări care sunt cauza (bule de emfizem marginale) sau efectul colabării pulmonare (atelectazii parțiale, rapid reversibile provocate de cudurii bronșice).

Uneori în perimetrul hipertransparent se pot observa benzi opace cu grosime și traiect variabil, reprezentând bride laxe, complezente, care tracionează asupra pleurei viscerale de înveliș a bontului pulmonar (fig. 8).

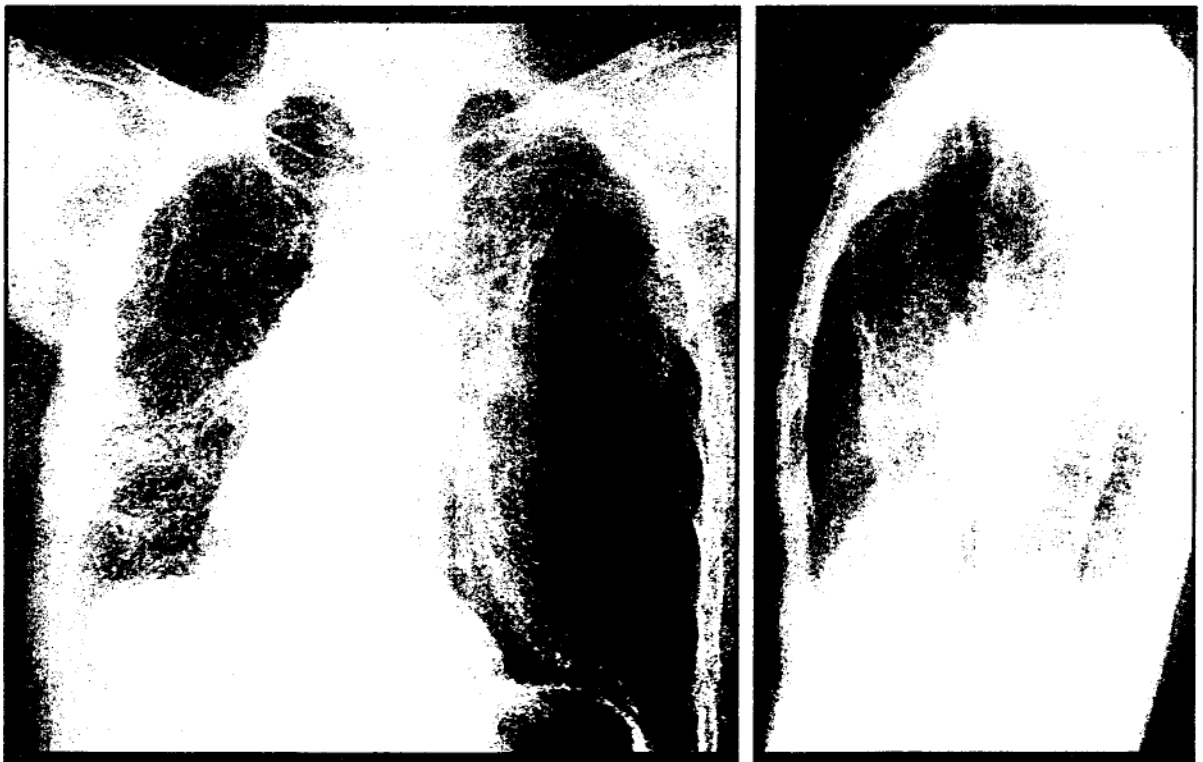


Fig. 8 - Pneumotorax total stâng cu aderențe pleurale



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 neatent 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 cloazonate și în special mult mai greu de pus în evidență. Are aceleași localizări ca și pleureziile cloazonate cu diferența ca 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 enfizem. Pneumotoraxul se racordează cu peretele toracic în pantă lină, în timp ce bula de enfizem 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 intraparenchimotoase pulmonare, tangente la periferia imaginii.

D. FORMAȚIUNI PLEURALE SOLIDE

Sunt cel mai frecvent pahipleurite, adică îngroșarea ambelor foițe 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:
 - ștergerea unghiului cardio-frenic
 - dublu contur axilar
- leziuni limitate
 - apicale (pahipleurita periapicală).
 - mediastinale sau diafragmatice (corturi)

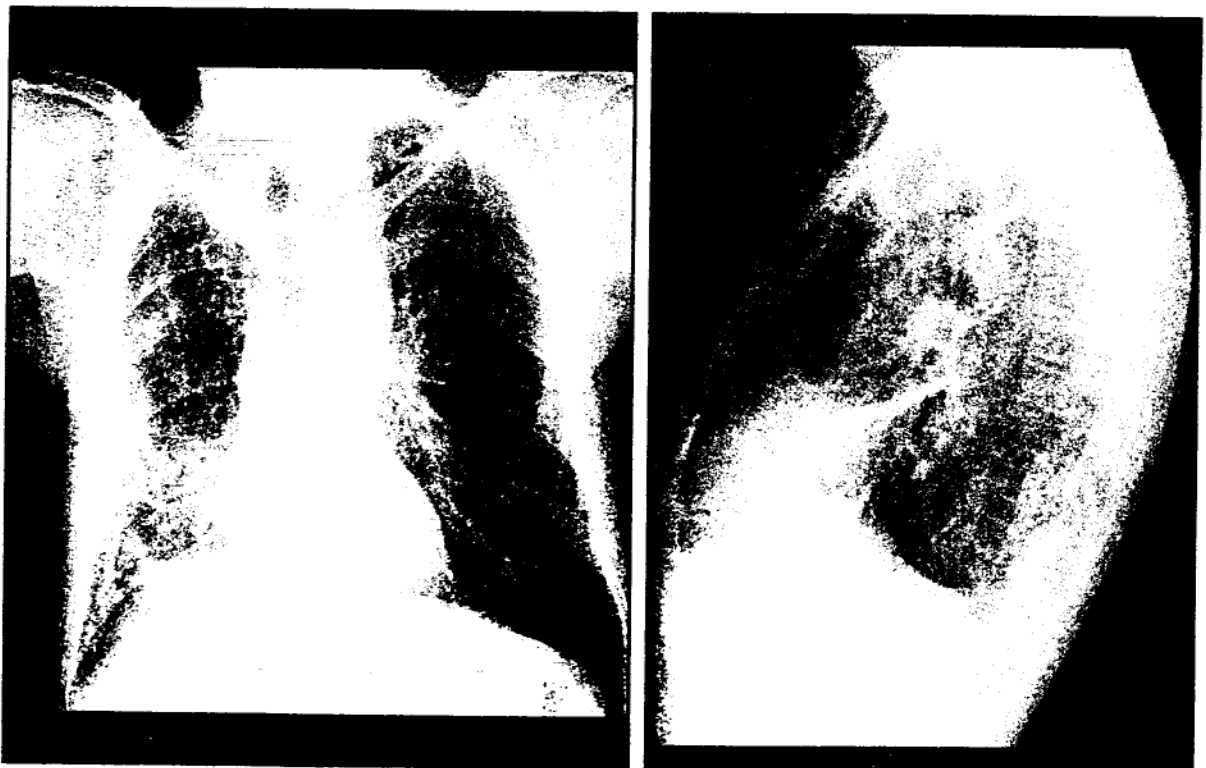


Fig. 11 - Pahipleurită retractilă a hemitoracelui drept

- 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, policiclică, paralelă cu peretele toracic)

opacități multiple, dense, omogene, boselate, cu contur net, înșirate pe conturul predominant extern al toracelui, mai bine vizibile spre vârful 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 lumenle 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 bronhiolă 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 aeriice (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

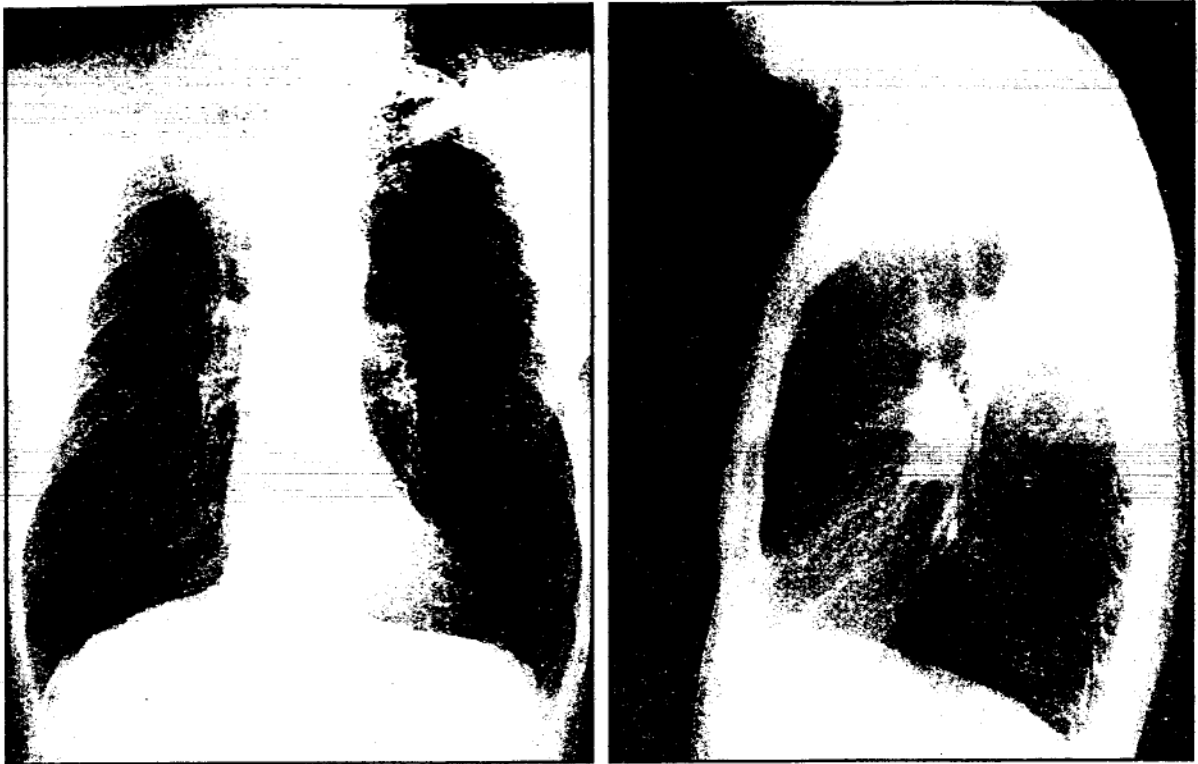


Fig. 13 - Caracterul sistematizat segmentar apical posterior drept

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

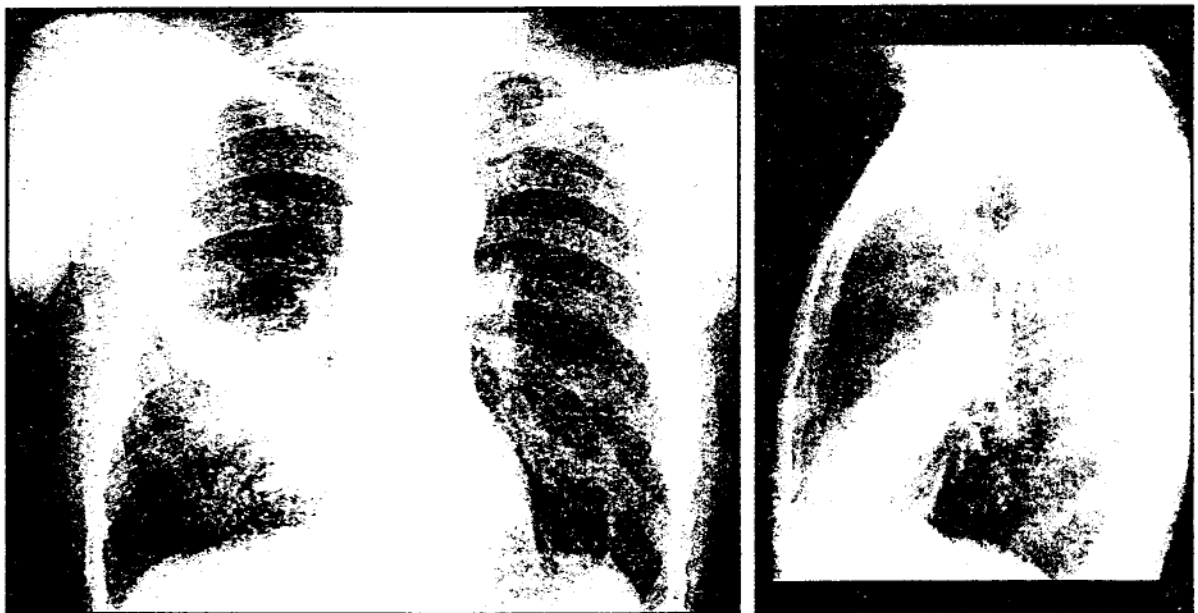


Fig. 14 - Caracterul sistematizat lobar mijlociu drept

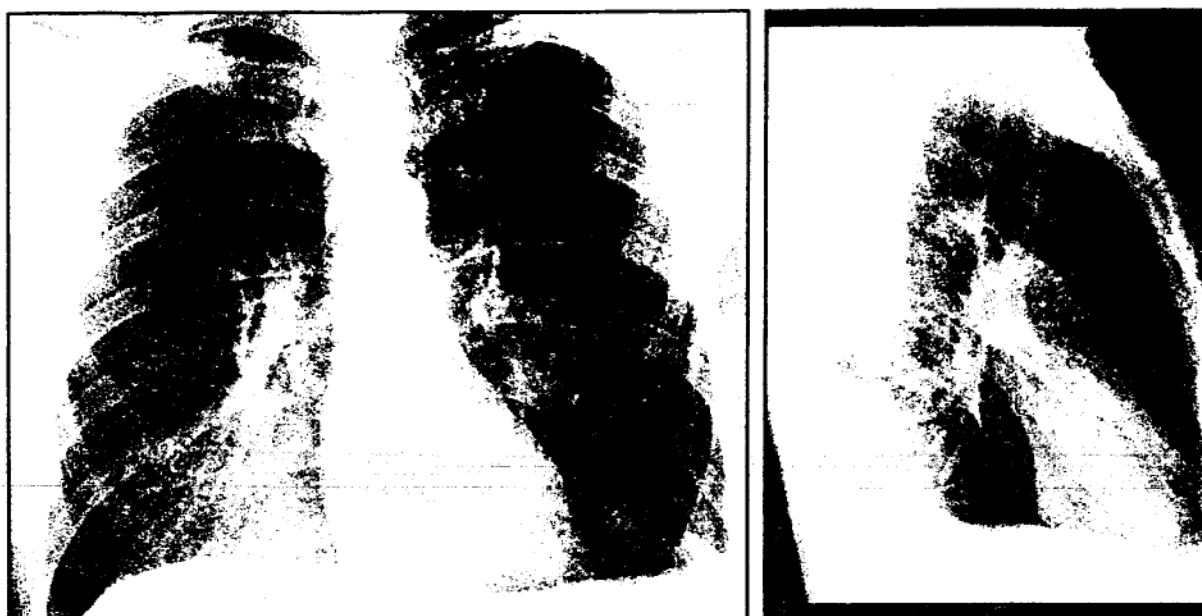


Fig. 15 - Bronhografie aerică într-un sindrom de condensare lobară mijlocie dreaptă

diferite: este de mai mică intensitate, este neomogenă, creează 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 strictă 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 aerării 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

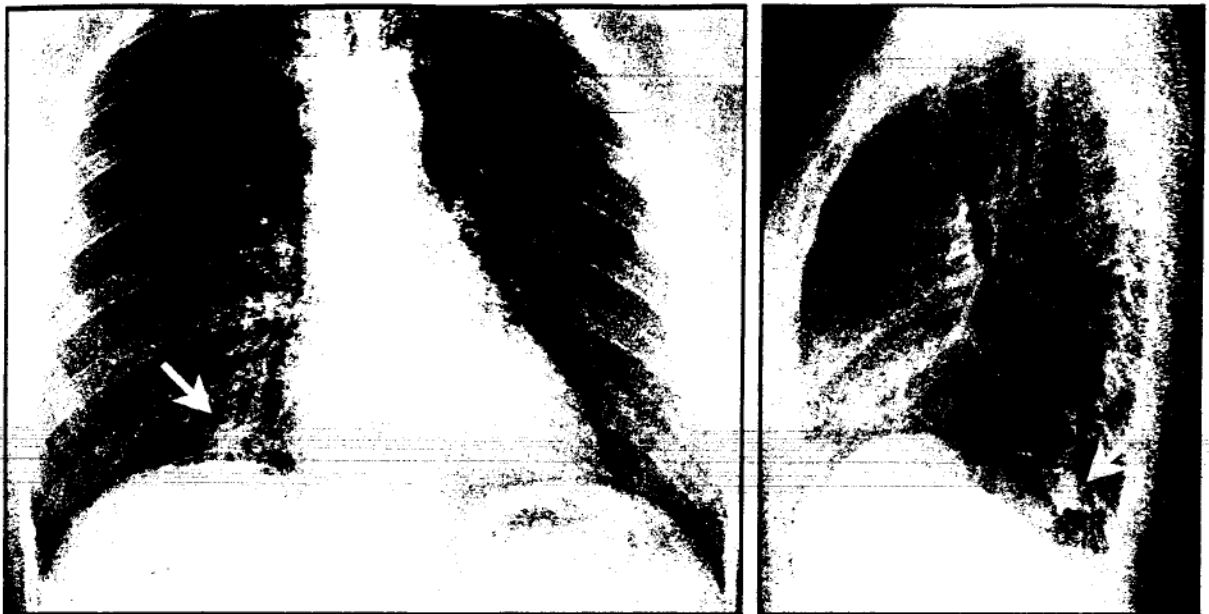


Fig. 16 - Nodul acinar în cadrul unui infarct pulmonar

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.

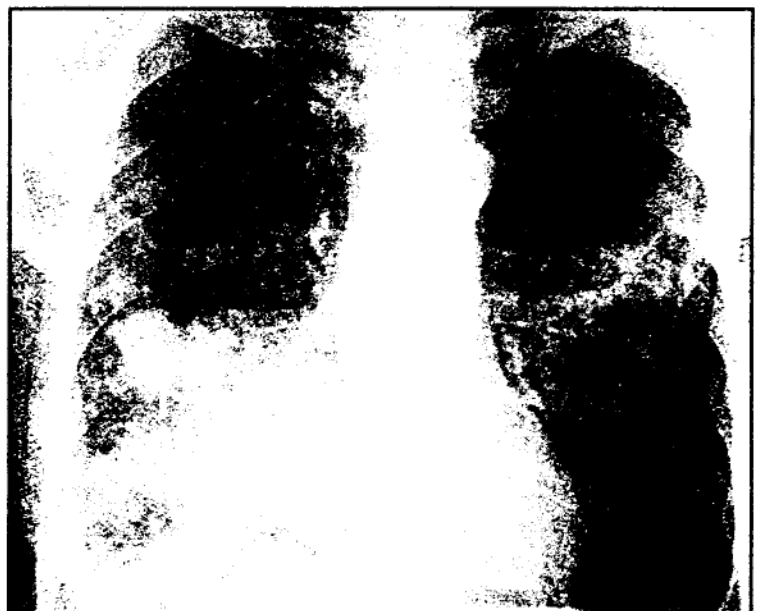


Fig. 17 - Leziuni confluyente în lobul inferior drept

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, bilateral. 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 oligemie 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 vârful 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 calea 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 îndoielnică 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 celalalt, 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 implică 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 intraparenchimoși 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 incorporate, 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.

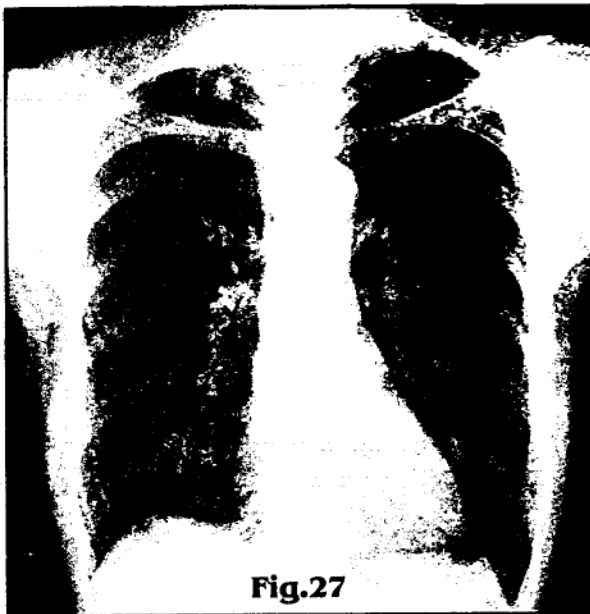


Fig.27

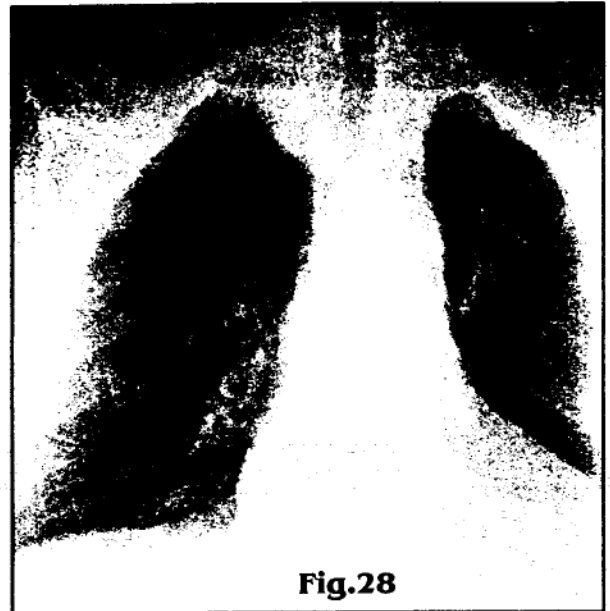


Fig.28

Fig. 27 - Nodul parenchimatous pulmonar apical stâng

Fig. 28 - Prezența aerului circumscris nodulului paramediastinal stâng permite localizarea lui intraparenchimatousă 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 (tuberculom, hamartom). Zonele fluide la nodulii de mici dimensiuni sunt de asemeni semn de leziune inflamatorie.

Imaginile radiologice asociate. Un infiltrat homo 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 ORL 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.

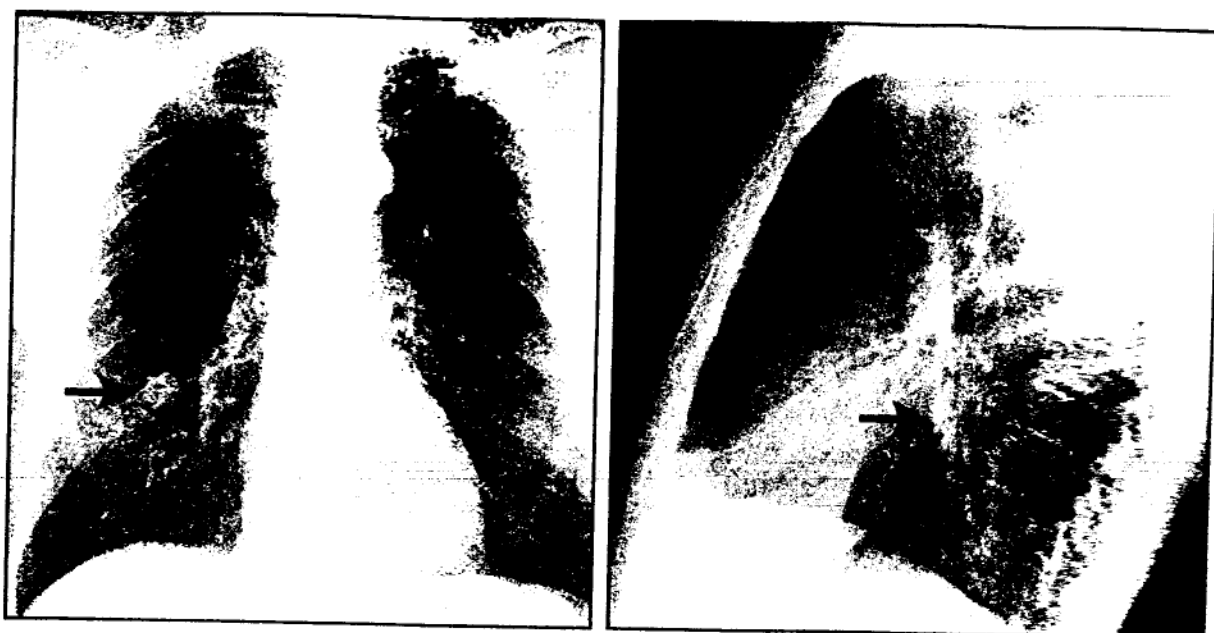


Fig. 30 - Nodul tumoral izolat cu caractere de benigritate

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: carcinooidul, histiocitomu, xantomul, chemodectomul și neurinomul intraparenchimatous.

Alte etiologii rare

Focare micotice sunt datorate abergilozei (forma primitivă, rară) sau histoplasmozei, existență 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 angiopneumografiei 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, subdiafragmatice 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 sumați 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 parenchimatosis transparente 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

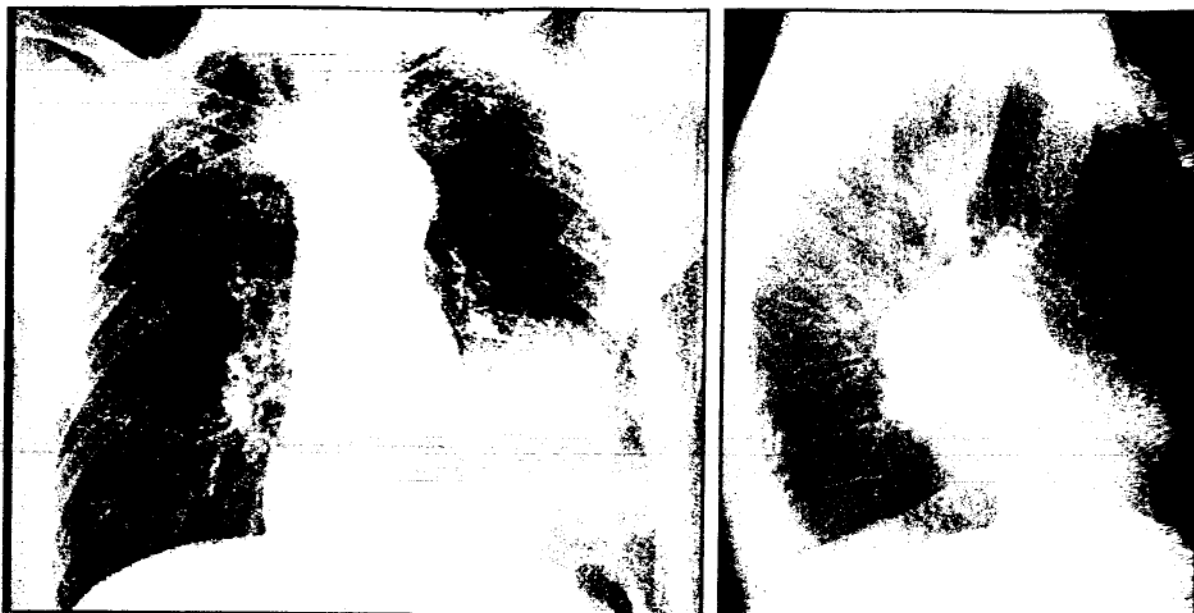


Fig. 32 - Tumoră paramediastinală
racordată în unghi ascuțit cu marginea mediastinului

Cavitățile cu pereți groși.

Sunt rezultatul necrozării centrale, septice sau aseptice, a unei opacități de 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 cancerurile 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 parenchimatoasă 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 pneumatocele (hipertransparenta parenchimatoasă 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 lobi inferiori. Diagnosticul este de resortul computertomografiei și al bronhografiei.

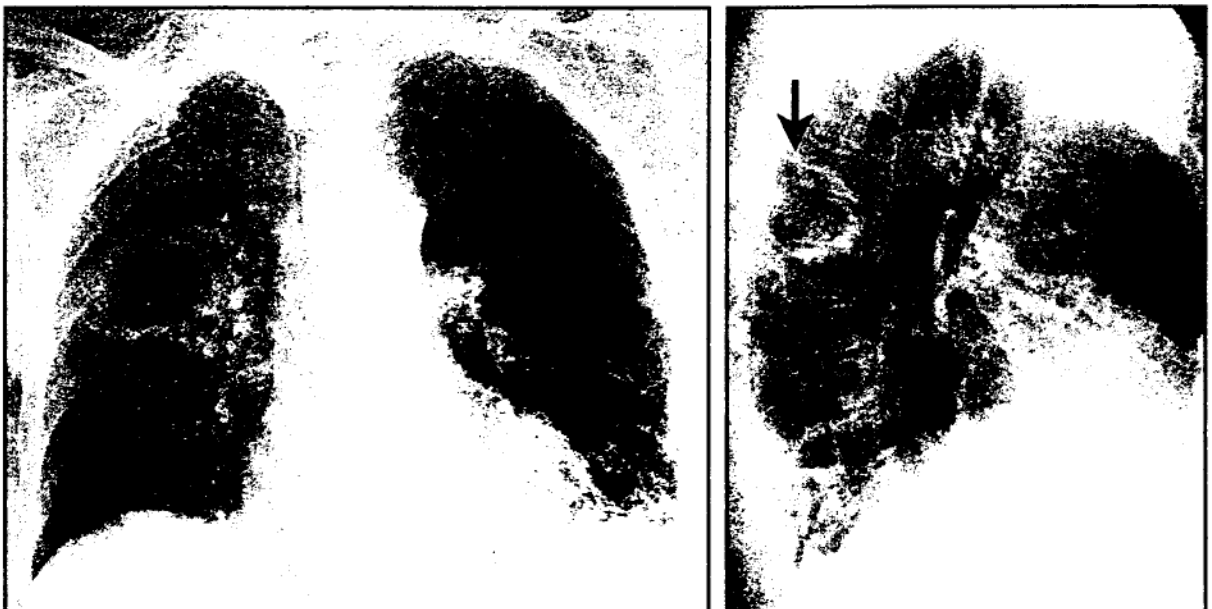


Fig. 34 - Cavitate restantă cu minim conținut fluid și perete subțire (săgeată).
Multiple alte bule de emfizem

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
- hipertransparente
- 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 incertitudini 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
 - parenchimotoasă 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

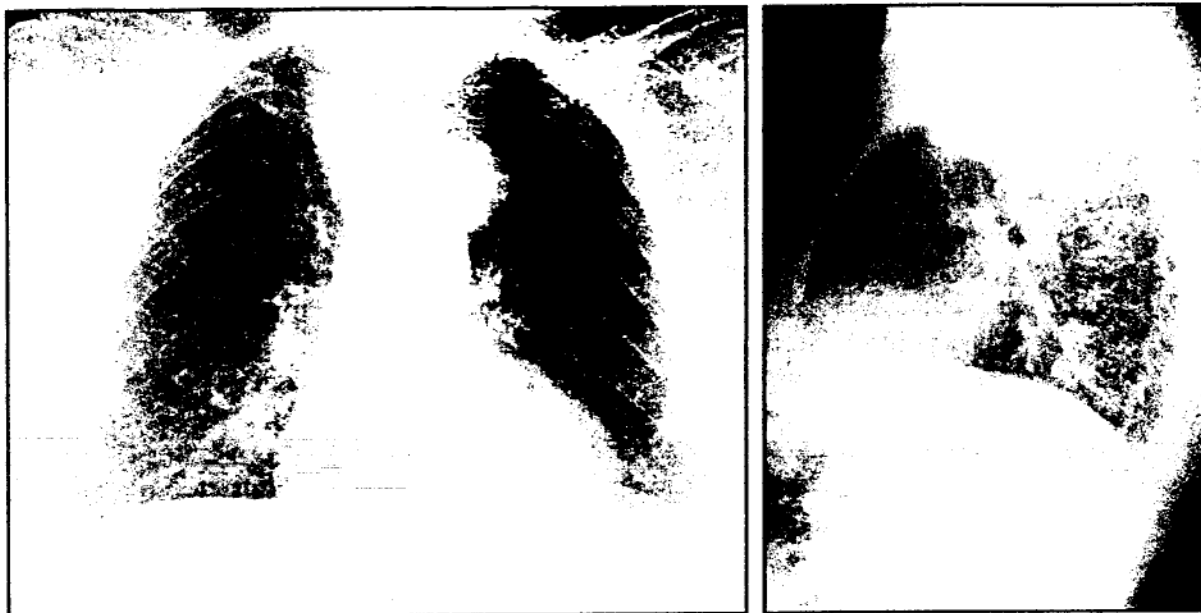


Fig. 36 - Tumoră de mediastin mijlociu și posterior

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 uncia 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 formațiunilor, 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 supradiaphragmatică este localizată intratoracic. Formațiunile situate toraco-abdominal au marginea externă invizibilă supradiaphragmatic și depărtată de marginea corpurilor vertebrai toracali.

Semnul atracției esofagului. O masă tumorală a mediastinului mijlociu care nici nu împinge, nici nu tracionează 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 aeriice siluetează diferitele elemente anatomice solide: cordul, aorta, traheea, esofagul.

Pneumomediastinul asociază frecvent hipertransparențe aeriice 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.

Megaesofagul se manifestă ca două linii groase între transparențele aeriice 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 aeriice sau a unei imagini hidroaeriice 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 apărea 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 patogene 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 vreunui 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 predominanța 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

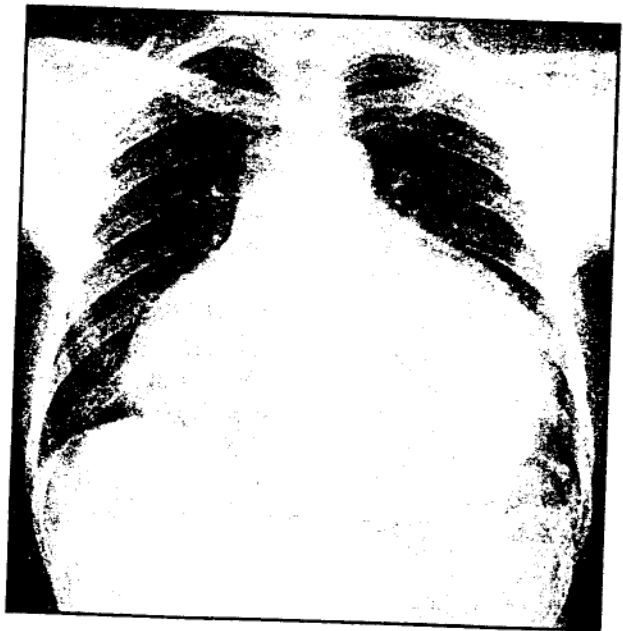


Fig. 37 - Pericardită exudativă

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, pulsatilitatea 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).

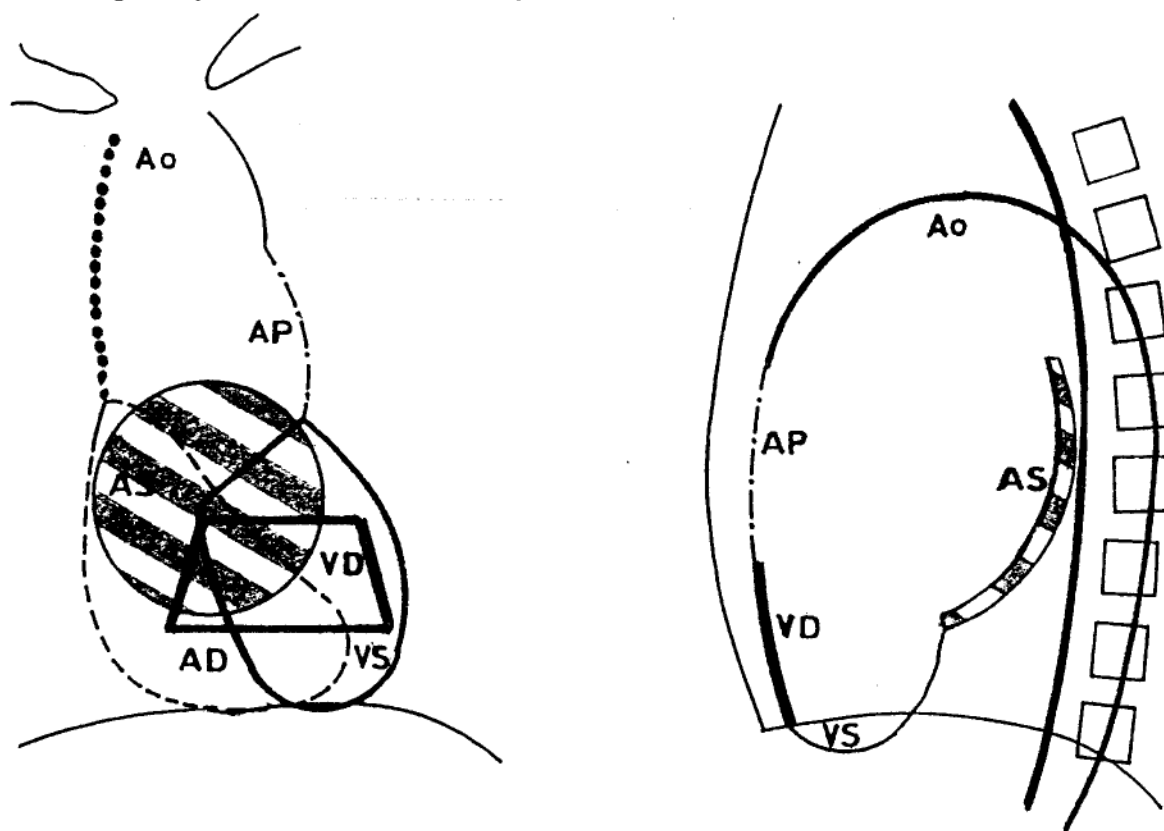


Fig.38 - Poziția reciprocă a cavităților cordului și a marilor vase

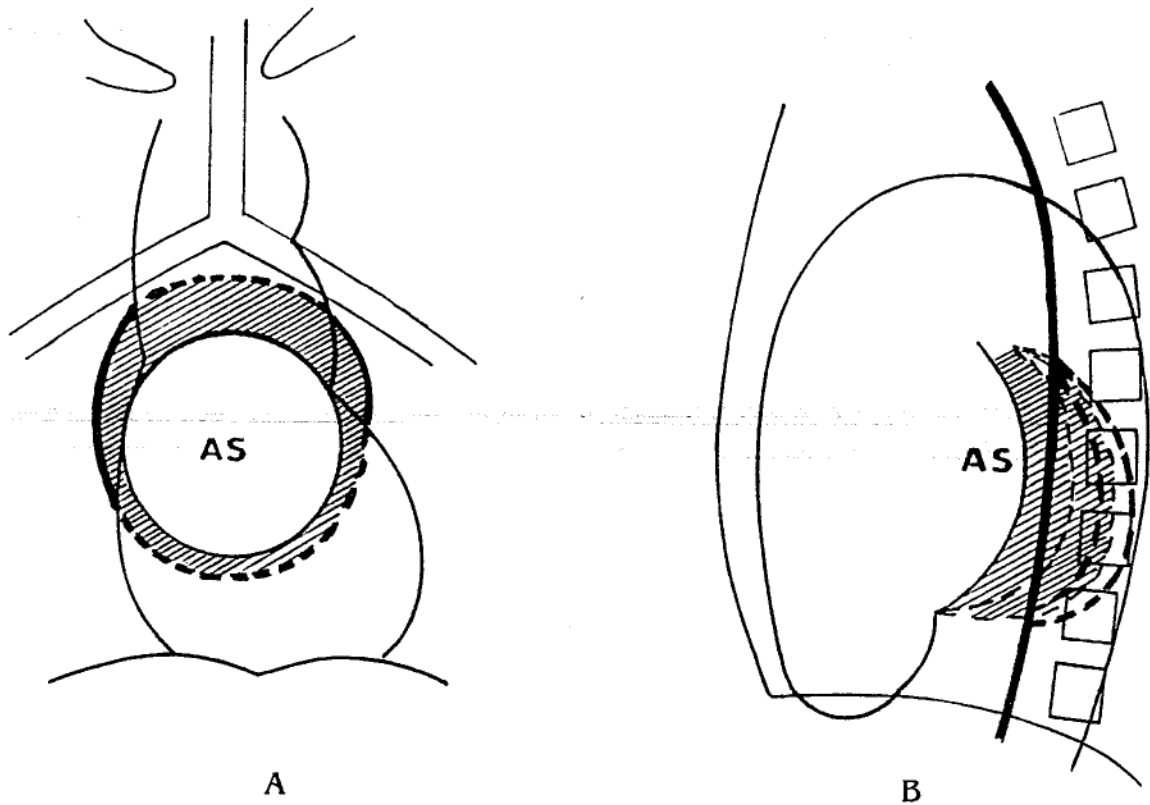


Fig. 39 A - Atriul stâng în incidență PA – hașurat - mărirea cavității
 B - Atriul stâng în incidență de profil stâng – hașurat mărirea cavității, deplasarea esofagului marcată cu linie întreruptă grosă

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.

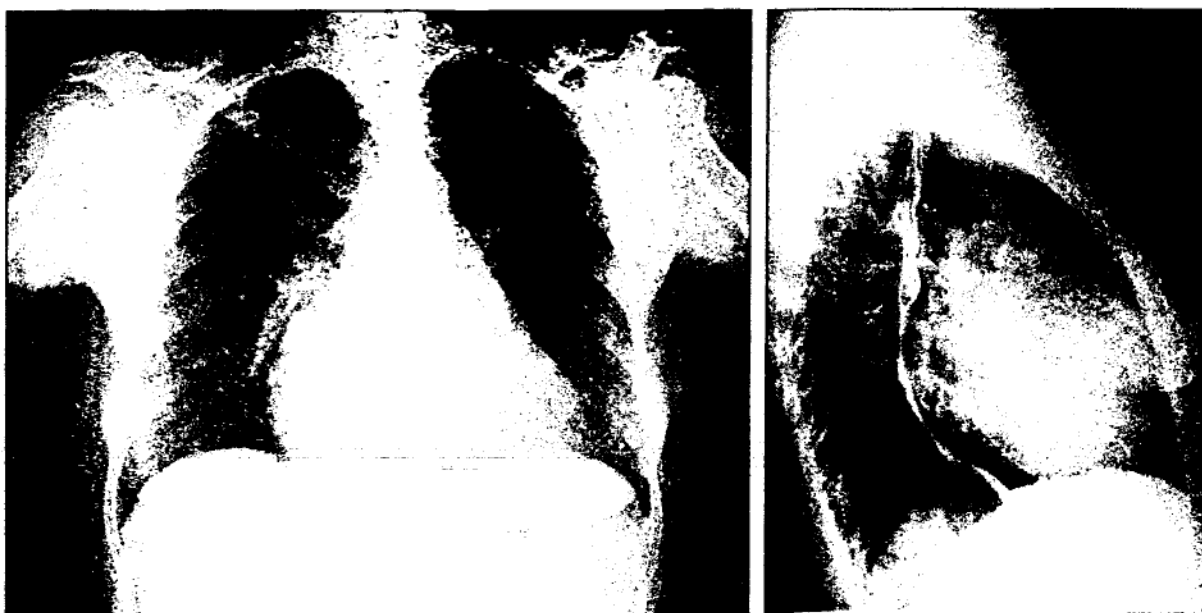


Fig. 40 - Mărire electivă a atriului stâng la o bolnavă cu valvulopatie mitrală operată

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.

Etiologic 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 tricuspidadă).
- creșteri de presiune în AS: stenoza mitrală, mixomul de atriu stâng
- ca efect al insuficienței ventriculare stângi.

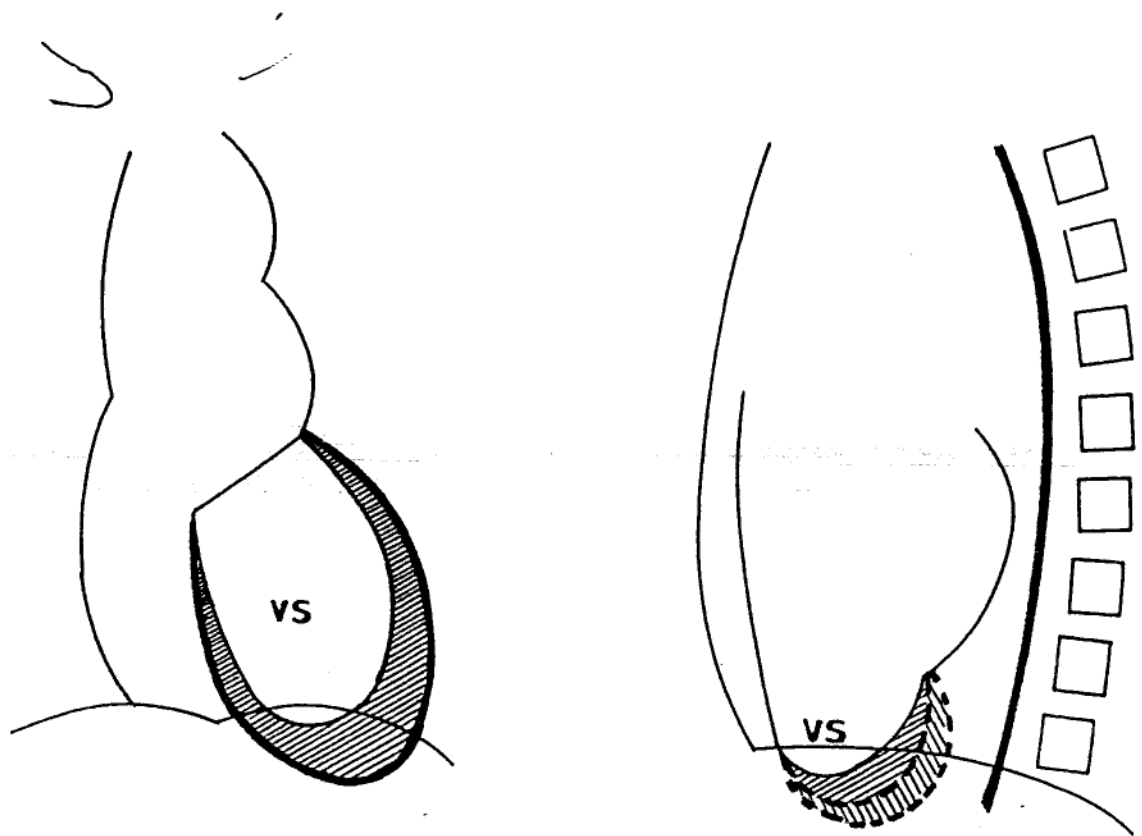


Fig. 41 - Ventricolul stâng în incidență PA și de profil stâng, hașurat - mărirea cavității

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 arcul inferior stâng și de profil pe segmentul supradiaphragmatic 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 concomitentă a atrului 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 diafragmice 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, coarctata de aortă.

Mărirea cavităților stângi ale cordului se asociază de regulă cu modificări de circulație pulmonară de tip stază venoasă (fig.43).

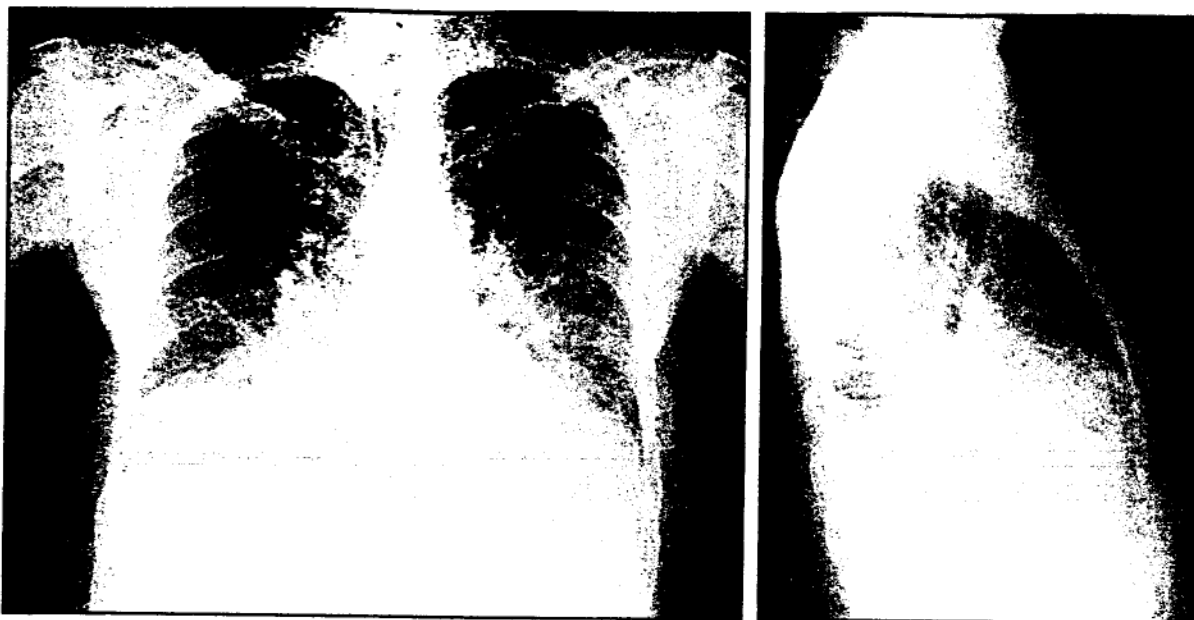


Fig. 43 - Aspect de stază venoasă pulmonară asociată frecvent măririlor de atriu stâng și (sau) ventricol stâng

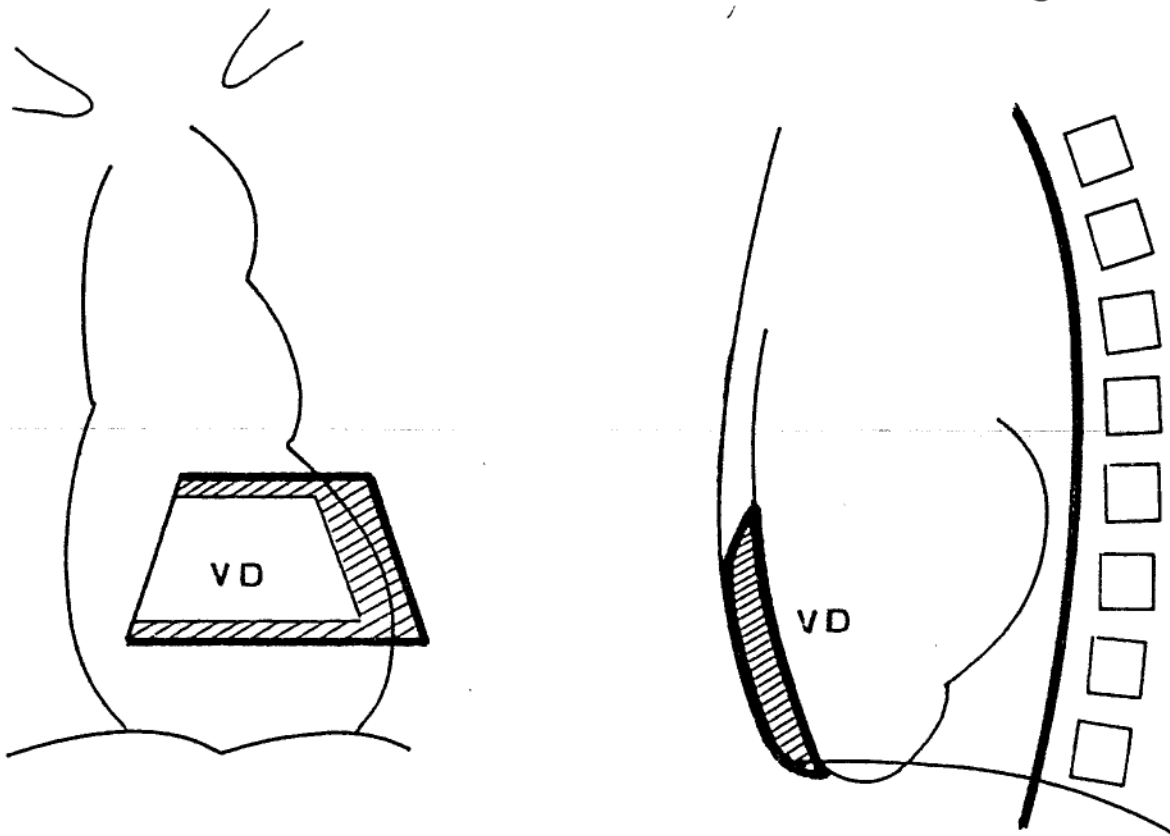


Fig. 44 - Ventricolul drept în incidență PA și de profil stâng, hașurat și cu linie groasă - mărirea cavității

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 include 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 datorează:

- 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 tricuspidadă (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 endocardiacă), 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 supravalvular nu se vede radiologic, el fiind înglobat în opacitatea cardiacă. Porțiunea de

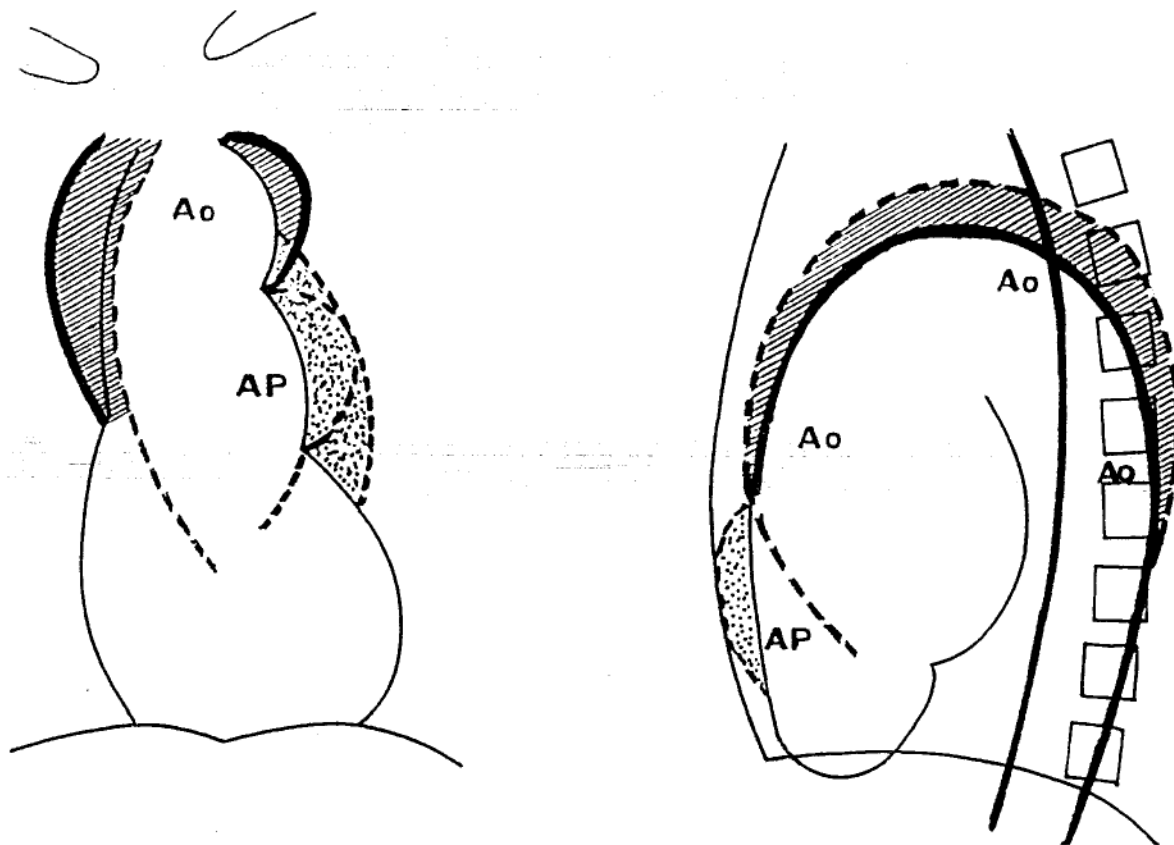


Fig. 47 - Aorta și artera pulmonară de față și de profil
 hașurat - mărirea de aortă, punctat - mărirea de arteră pulmonară

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 crosei aortice (fig.49) se traduce prin modificări de curbură (așa zisa aortă derulată, în care diametrul arcului aortic crește) și prin modificări de volum. Pe



Fig. 48 - Dilatația aortei ascendente



Fig. 49 - Dilatația crosei 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 apărea 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 aneurisme) sau ale coastelor (anomalii și eroziunile din coarctare).

Etiologic măririle aortei pot apărea 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.
- aneurisme : criteriul principal de diagnostic este neparalelismul pereților aortici. În această grupă sunt incluse diferite tipuri de aneurisme diferențiate după etiologie:
 - ateromatoase: trombozate, cu calcificări parietale
 - traumatice: soluții de continuitate ale peretelui aortic ce dau false aneurisme sau hematoame cronice periaortice
 - prin anomalii congenitale intrinseci aortice: sdr. Marfan

Aspectul macroscopic al anevrismelor poate duce la imagini radiologice diferite și anume:

- aneurisme fusiforme: sunt cele care apar prin displazia pereților
- aneurisme saculare: tipice pentru leziunile ateromatoase
- aneurisme 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

Are 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 apărea 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 radiosopic) și din drenajul venos pulmonar total aberant (aspectul caracteristic de opt al opacității cardio-mediastinale).
- obstacolelor mecanice pe cale venoasă de întoarcere la atriul 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 curbură 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.

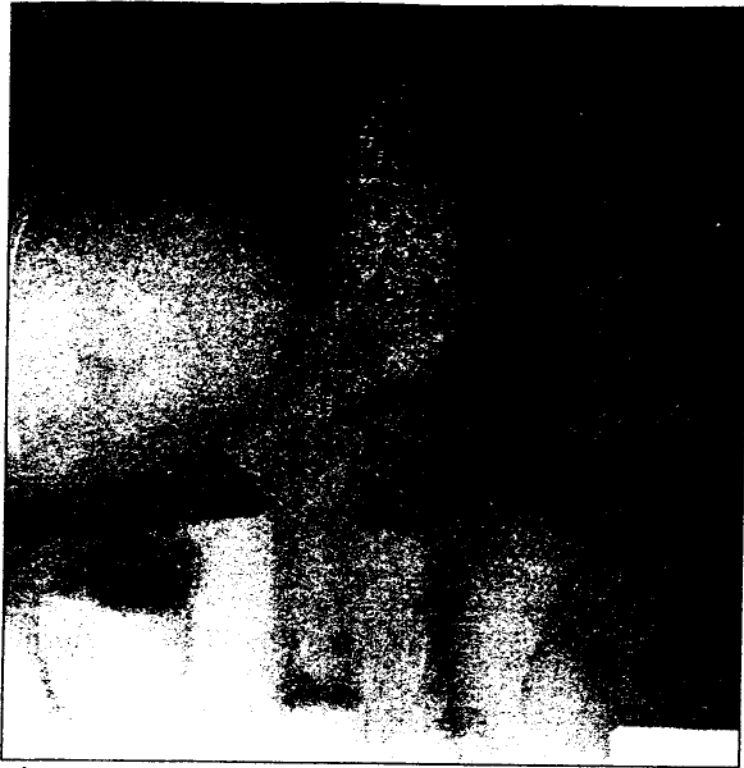


Fig.1 - Radiografie abdominală pe gol - multiple nivele hidroaerice

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 apa, 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 radiosopic. 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 că 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 banda 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 singura 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 irigoclimă, 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 introduc 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 radiografiile ale fiecărui segment.

b) Examenul după evacuare

După repleție bolnavul evacuează substanța de contrast, lumenul intestinului gros se reduce, resturile de substanța 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 parenchimatose intraabdominale, al axelor vasculare, al ganglionilor, spațiului retroperitoneal și chiar a peritoneului propriu-zis (fig.2).

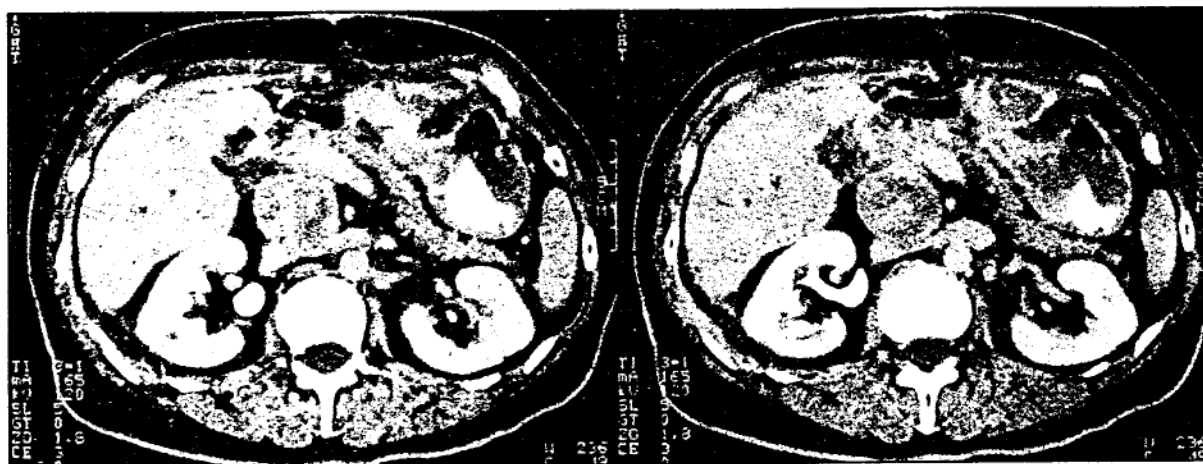


Fig.2 - Explorare CT a abdomenului

Explorarea computertomografică permite, datorită sensibilității sale, studiul țesutului grăos, al calcificărilor sau a unor cantități foarte mici de substanță de contrast intralumenal 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 legătura 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 anomaliile de organe cavitare intraabdominale atrăgeau atenția examinatorului.

Clasic, ultrasonografia este utilizată în studiul organelor parenchimotoase 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 parenchimotoase 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 emergențelor lor, efectuându-se atât cu substanță de contrast specifică neiodată, cât și fără substanță de contrast, prin postprocesarea imaginilor secvențiale secționale specifice.

NOȚIUNI 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.

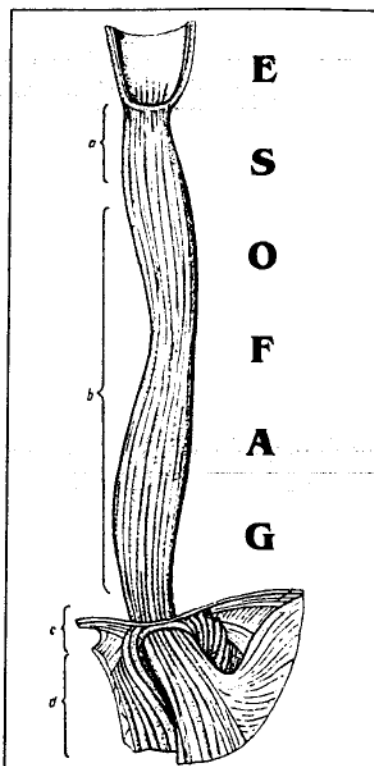


Fig.4 - Schema anatomică a esofagului (după Papilian modificat)
 a) esofag cervical
 b) esofag toracic
 c) esofag diafragmatic
 d) esofag abdominal



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 cardiac. Este relativ fix, datorită ligamentului gastroesofagian, parte a ligamentului frenogastric, determinând împreună cu marginea stângă a regiunii tuberozitare 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 strâmtorilor esofagiene. Pentru a elimina suprapunerea coloanei vertebrale peste opacitatea esofagului este de preferat că 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 supravezicolic al abdomenului, fiind acoperit în cea mai mare parte de ficat și diafragm. Ocupă cea mai mare parte a epigastrului și hipocondrului 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)

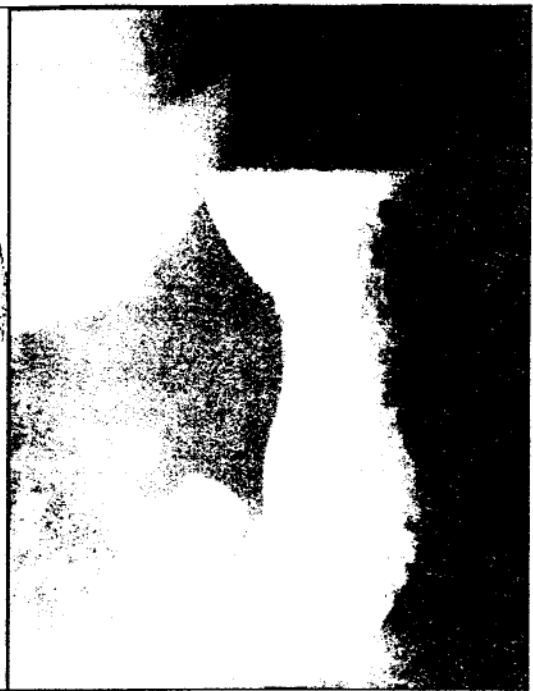


Fig.7 - Imaginea radiologică normală a stomacului (ortostatism)

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 cardiotuberozitară, 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.

Curbură 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 răsfrându-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 mlașaj 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. Aceasta variabilitate a aspectului mucoasei gastrice la nivelul aceluiași segment gastric poartă numele de autoplăstică 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 marea 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

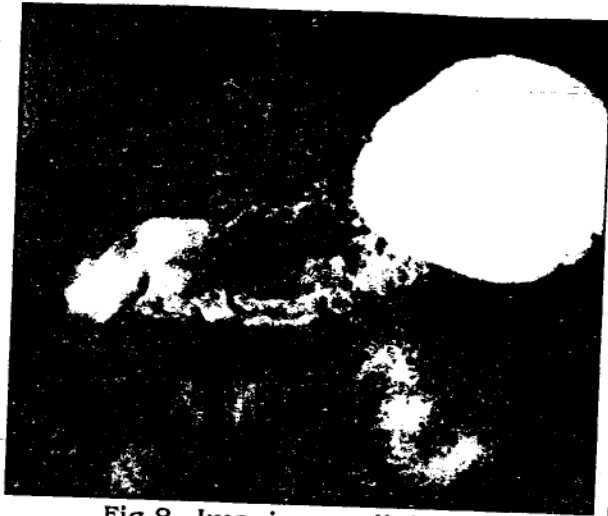


Fig.8 - Imaginea radiologică normală a stomacului (decubit dorsal)



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 aceasta 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). I se descriu 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 duodenala 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

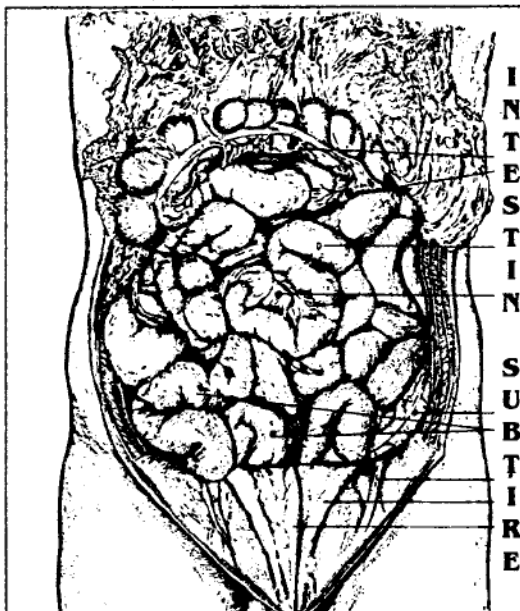


Fig.12 - Topografia jejunoleală (după Papilian modificat)



Fig.13 - Imaginea radiologică normală jejunoleală

de peretele posterior al abdomenului prin intermediul mezenterului, care are o poziție 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 poziție orizontală. Ansele ileale sunt localizate în partea dreaptă a cavității abdominale, dar de obicei sunt aglomerate în pelvis. Au o poziție 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 poziția 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 poziție longitudinală și sunt bine vizibile.

Ultima ansă ileală se deschide pe fața medială a cecului prin valva ileocecală a lui Bauhin. Are o poziție 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

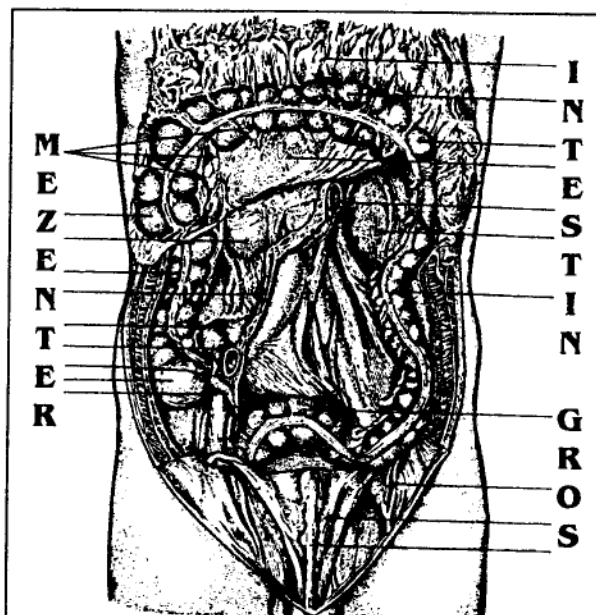


Fig.14 - Topografia intestinului gros (schemă după Papilian - modificată)



Fig.15 - Intestinul gros
în repleție - imagine radiologică

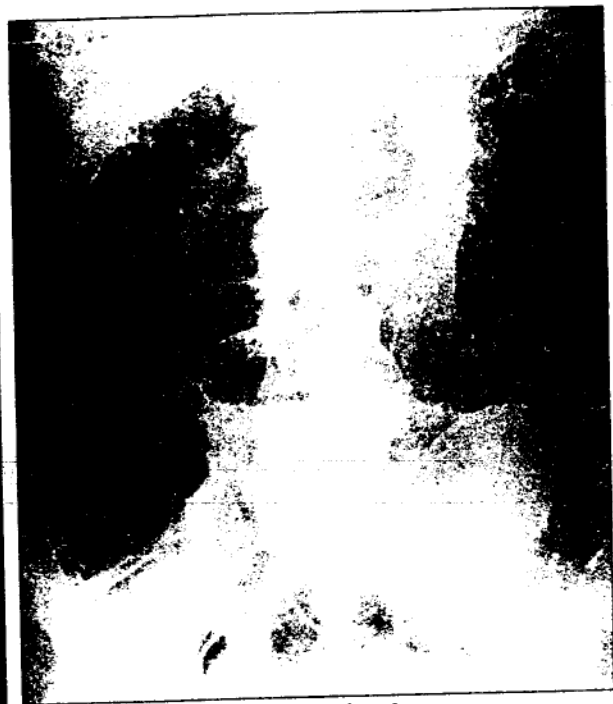


Fig.16 - Intestinul gros
în dublu contrast - imagine radiologică

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:

- Hipertonie
- Hipotonie
- Atonie
- Spasmul

Hipertonie este modificarea radiologică elementară caracterizată prin reducerea calibrului segmentului de tub digestiv și scurtarea lui, evacuarea sa rapidă urmată de distensia segmentului imediat subjacent 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.

Hipotonie (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.

Hipotonie se însoțește de obicei cu o evacuare mai lentă a segmentului, dar și de stază la acest nivel.

Atonie 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 dispariția 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 (contractie) a unui sfincter sau a fibrelor circulare dintr-o porțiune a tubului digestiv. Se traduce radiologic prin îngustarea progresivă, axială a segmentu-

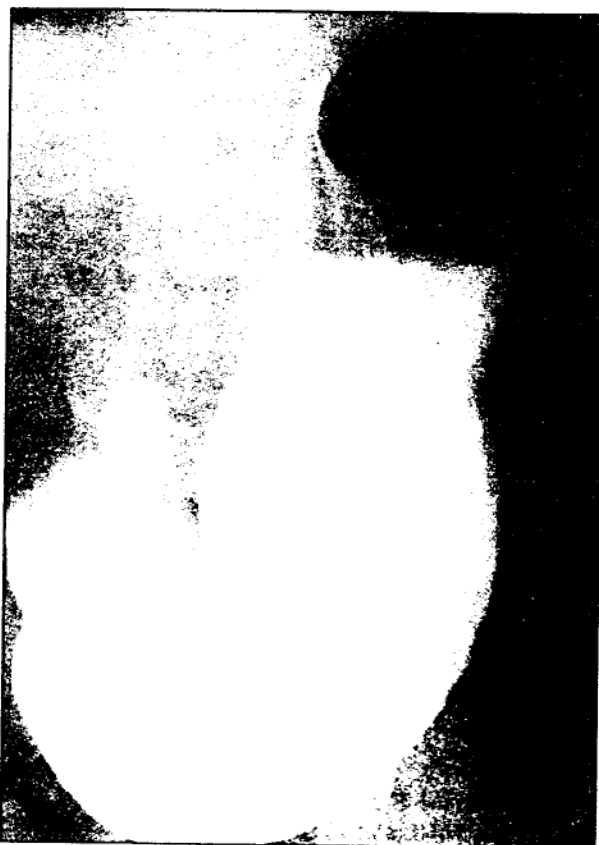


Fig.17 - Stomac hipoton radiografie în ortostatism

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 cavitătar 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 normokinetic 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.

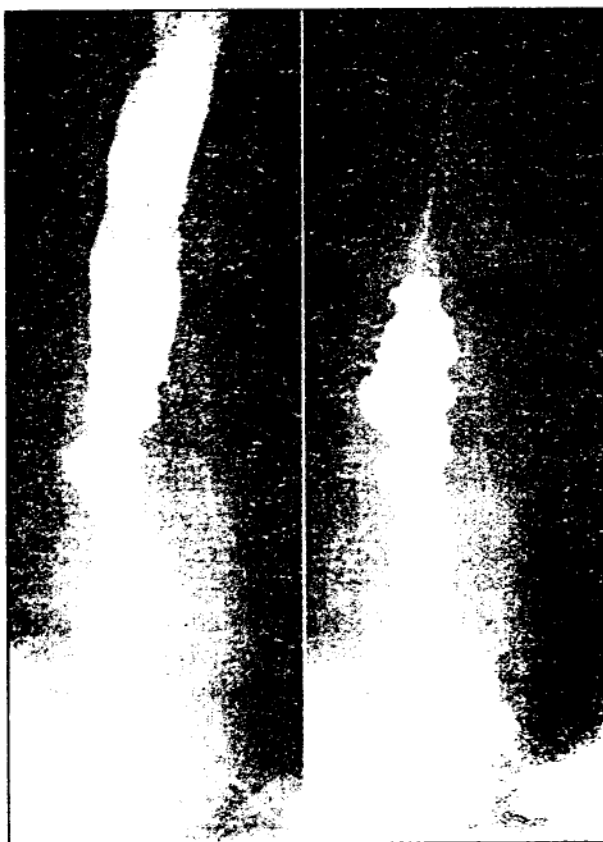


Fig.18 - Contracții terțiare esofagiene aspect radiologic

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 apare radiologic mai rare, mai puțin adânci. Hipokinezia determină apariția hipotoniei segmentului de tub digestiv.

Akinezia reprezintă starea de epuizare totală a capacității contractile a musculareii 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 opacifice 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.

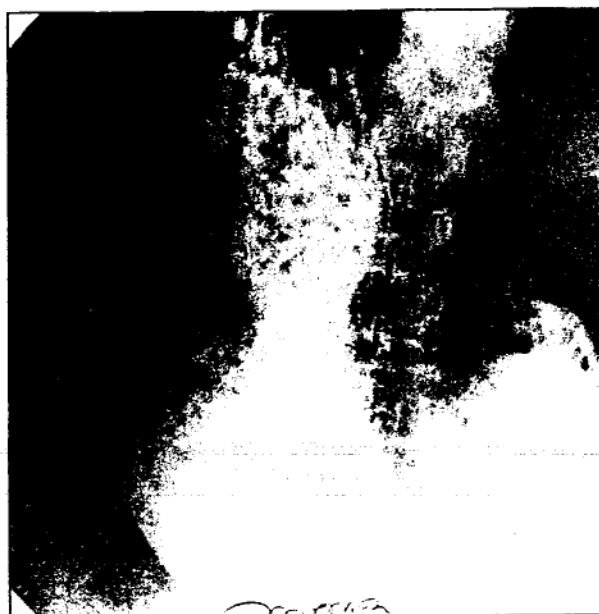


Fig.19 - Aspect radiologic de stază gastrică

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 susținere, 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 susținere. 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 transparențe 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 cavitat 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).

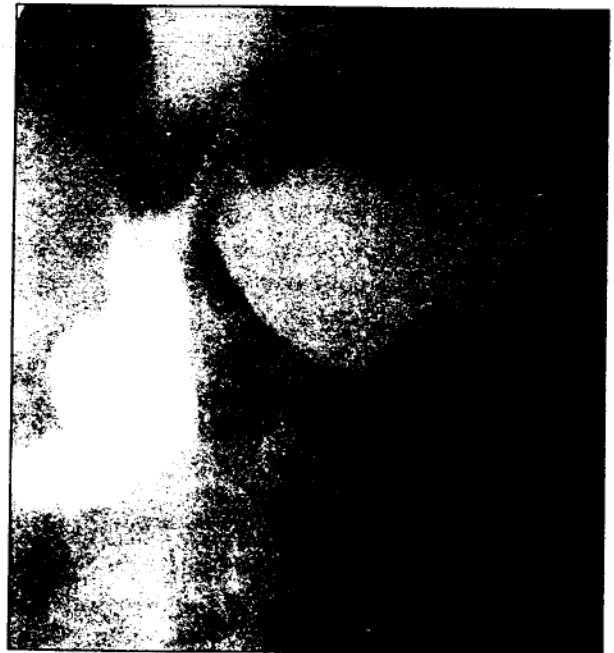


Fig.21 - Torsiune gastrică

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 cavitărilor 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 susținere 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 tuberozitare 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 ulcerățiilor 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 ulcerățiilor superficiale de mucoasă.
- Modificarea de calibru nu se face brusc și progresiv, aspectul fiind de pâlnie.
- Pliurile 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 piteni maligni.
- Pliurile de mucoasă în interiorul stenozei sunt dispărute, întrerupându-se de deasupra stenozei.
- Poate asocia alte semne de malignitate, ca imaginea de semiton și rigiditatea.

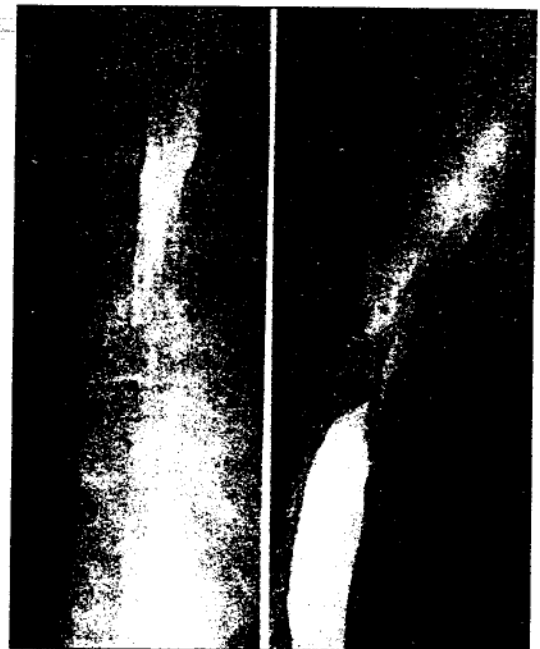


Fig.23 - Aspect radiologic de stenoză malignă

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 musculara, 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 cavitărilor 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 endoluminală 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 cavitărilor afectate.

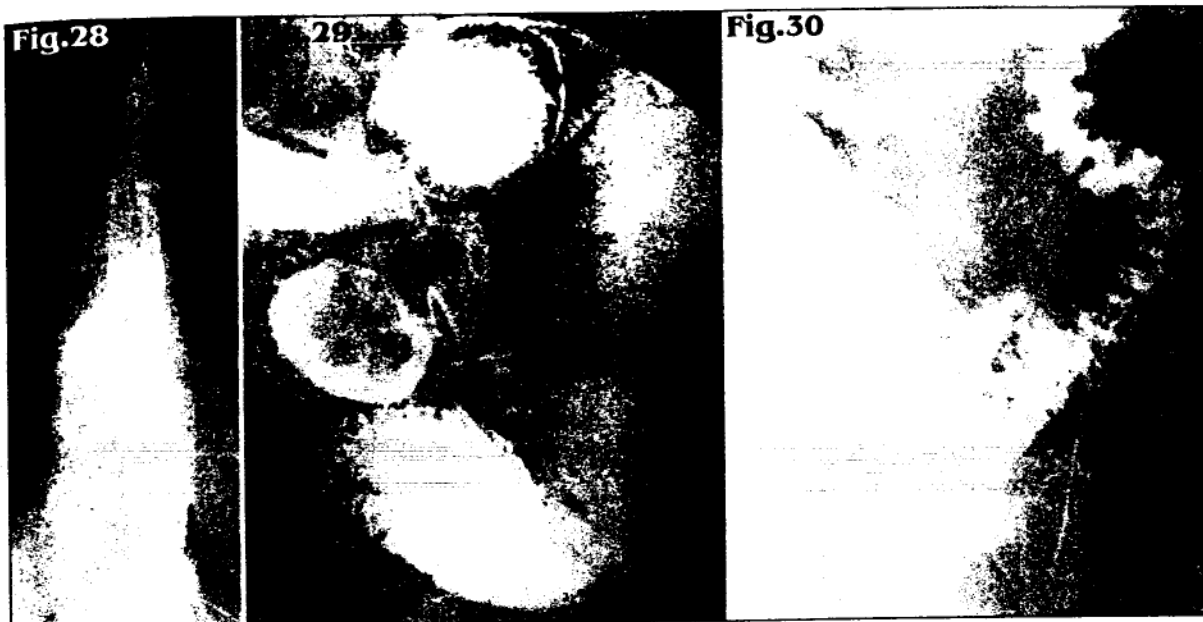
Rigiditatea - (fig.27) reprezintă o modificare radiologică elementară considerată morfologică datorită substratului ei etiopatogenic, dar cu răsunet funcțional. De fapt radiologic se traduce prin apariția unei porțiuni de contur cu aspect rectiliniu, de dimensiuni variabile, putând afecta în întregime 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 musculaturei 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 cavitărilor. 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 spicuilor



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.

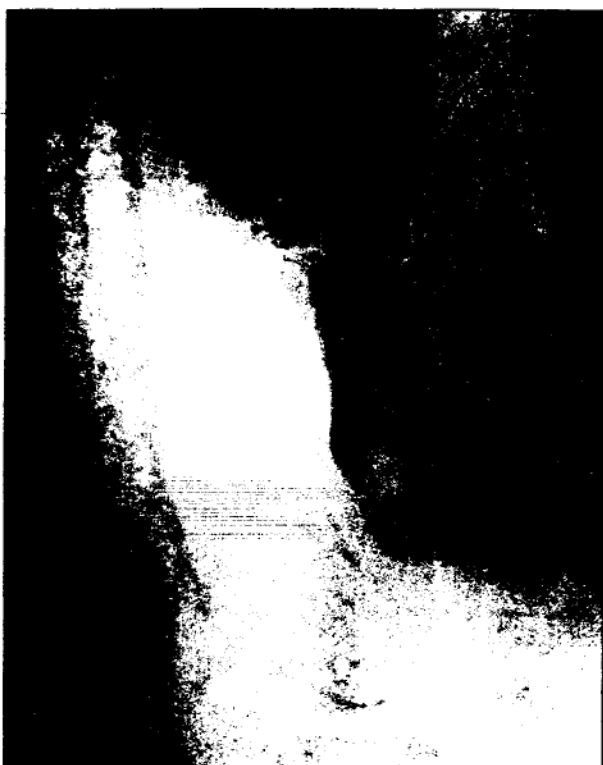


Fig.33 - Nișa benignă
aspect radiologic (decubit ventral)



Fig.34 - Nișa malignă
aspect radiologic

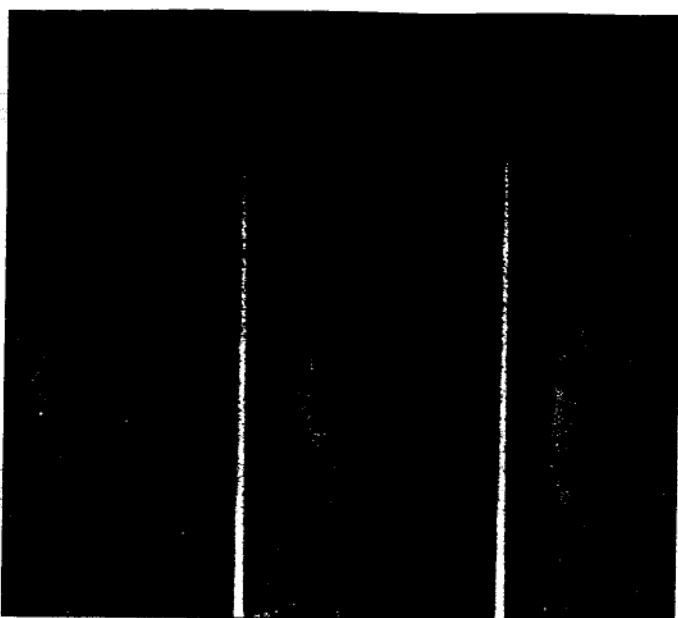


Fig.35 - Varice esofagiene



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 pinteni 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 deformate, 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 poziției 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 musculareii esofagiene. Megaesofagul secundar este o consecință a unor procese patologice cu evoluție lentă, îndelungată.

Diverticuli, 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 mezouri, 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 recognoscibilă 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 Hirschsprung, 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 oricărui agent chimic, 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, jejunitate 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 anelor determină modificări de calibrul 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 ulceratii. 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 ulceratii mici ale mucoase sau îngustări ale calibrului datorate stenzelor 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 cămașă - 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.

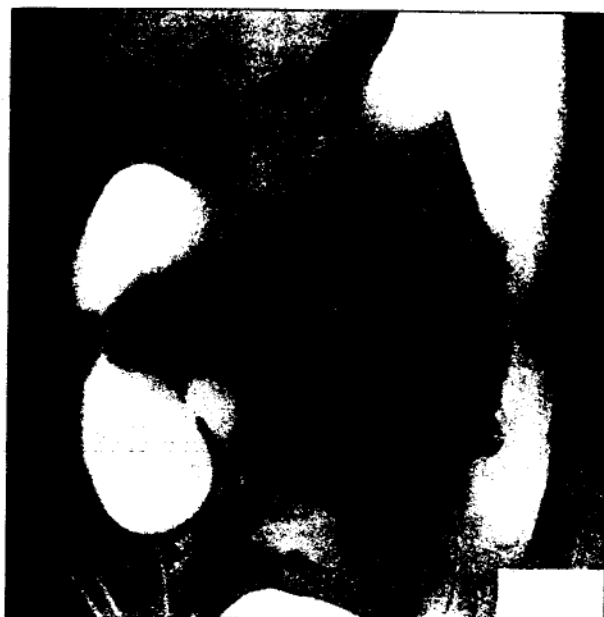


Fig.39 - Boală Crohn colonică

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 ulcerățiilor nu este obligatorie, iar prezența diverticulilor este considerată o coincidență și nu un factor determinat sau determinant. Caracterile 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

3. METODE CU SCOP TERAPEUTIC.

S-au dezvoltat în ultimii ani ca o alternativă mai puțin traumatizantă și mai ieftină a tratamentelor chirurgicale. În această grupă sunt incluse:

1. Drenajul percutan al colecțiilor fluide - hepatice
- (peri)pancreatice
2. Drenajul biliar extern.
3. Protezările biliare.
4. Procedurile intervenționale arteriale

I. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A FICATULUI.

Suprafața ficatului este vizibilă radiologic numai parțial și grație relațiilor sale cu organele învecinate.

1. ELEMENTE DE ANATOMIE RADIOLOGICĂ.

Suprafața superioară a ficatului are o formă concavă spre torace și este delimitată de diafragm. Semnul distinctiv este o opacitate nodulară constituită de proiecția ortogradă a ligamentului rotund, restul embrionar al venei ombilicale, situat pe marginea liberă a ligamentului falciform. Acesta din urmă se inseră pe diafragm, iar pe secțiunile anatomice axiale din computertomografie împarte spațiul inter-hepato diafragmatic în două segmente antero-medial și postero-lateral.

Suprafața inferioară sau viscerală are o formă complexă cu mai multe accidente reprezentate de mai multe denivelări:

- hilul hepatic locul de intrare în ficat al venei porte, arterei hepatice și căii biliare extrahepatice
- anterior de acesta se află fosa veziculei biliare
- posterior se află vena cavă inferioară, în contact intim cu lobul caudat

Lobulația hepatică. Ficatul este împărțit în doi lobi de o linie imaginară care pe secțiunile axiale unește vena cavă cu patul colecistului și cu peretele cavității toraco-abdominale, de obicei în această linie este inclusă și vena portă.

Lobul stâng hepatic este format din trei segmente: două orientate orizontal, situate în partea stângă a lobului, unul caudal (sgm.2) și unul cranial (sgm.3) și un segment orientat vertical (sgm.4), ce se întinde de la diafragm până la polul inferior al ficatului. Lobul drept este format din patru segmente: două caudale, unul anterior (sgm.5) și unul posterior (sgm.6) și două craniale, unul anterior (sgm.8) și unul posterior (sgm.7). Lobul caudat este contabilizat separat ca sgm.1. Limitele dintre aceste segmente sunt date de venele hepatice, bine vizibile ecografic și computertomografic.

Marginile ficatului se pot urmări pe radiografia simplă. Marginile vizibile sunt cele bordate de organe care conțin gaz: marginea superioară delimitată de pulmon și marginea inferioară în raport cu stomacul, duodenul și unghiul hepatic al colonului. Marginea externă este mai puțin bine vizibilă grație contrastului cu grăsimea perihepatică, dar se poate urmări până la unirea ei cu marginea inferioară. Incidența antero-posterioară în care se efectuează radiografia face ca raza centrală să cadă paralel cu marginea inferioară a ficatului, ceea ce ameliorează vizibilitatea acestei fețe valorificând contrastul cu grăsimea peritoneală și retroperitoneală. Marginea inferioară este parțial ștearsă de suprapunerea proiecției polului superior al rinichiului drept.

2. METODE DE INVESTIGAȚIE A FICATULUI ȘI SEMIOLOGIA LEZIUNILOR ELEMENTARE.

Explorarea imagistică a ficatului se face dinspre simplu spre complex respectând însă principiul metodei de prim interes diagnostic, care trebuie să fie cea mai la îndemână metodă utilizabilă, cea mai purtătoare de informații, cea mai puțin iradiantă, cea mai ieftină și obligatoriu însoțită de posibilitatea nemijlocită a unui tratament activ odată diagnosticul precizat.

A. RADIOGRAFIA ABDOMINALĂ SIMPLĂ

Se efectuează cu bolnavul în decubit dorsal și se completează la nevoie cu radiografii în decubit lateral, preferabil drept.

Aspectele normale sunt cele relatate mai sus. Aspectele patologice sunt date de modificări de volum ale ficatului și apariția de opacități sau transparente patologice suprapuse umbrei hepatice.

Hepatomegalia: nu se poate aprecia decât aproximativ. Mărirea de volum a lobului drept ascensionează diafragma și reduce mișcările lui respiratorii. În sens opus se poate produce o deplasare caudală a unghiului hepatic al colonului și a rinichiului drept. Masele de mai mici dimensiuni pot determina aceleași deplasări de viscere, dar numai parțiale sau limitate la anumite porțiuni (vezi diafragma boselat prin împingere de către mase cu volum limitat).

Mărirea de volum a ficatului nu trebuie confundată cu paralizia de diafragm drept, cu prezența unei pleurezii diafragmatice sau cu orice pneumopatie condensantă sau obstructivă bazală dreaptă, care toate pot modifica poziția limitei dintre pulmon și abdomen.

Calcificările: ficatul normal nu calcifică niciodată nici măcar ca fenomen de vârstă. Calcificările apar cel mai frecvent în structurile limitrofe legate de ficat: cartilajele costale, rinichi, pleură sau vezică biliară. Pentru confirmarea localizării intrahepatice este necesară efectuarea de incidente oblice și de profil, eventual secțiuni de tomografie plană. Cele mai frecvente cauze de calcificări intrahepatice sunt date de către granuloamele inflamatorii vindecate, hepatomul, metastazele și chistele.

- *Granuloamele* sunt calcificări multiple, stelate sau de formă rotund ovalară și sunt date cel mai des de leziuni tuberculoase sau în histoplasmoză.
- *Abcesele vechi* calcifică polimorf. Nu calcifică decât cele piogene. Calcificările sunt foarte variabile atât ca număr cât și ca formă.
- *Neoplasmale hepatocelulare* calcifică rar, în proporție de aproximativ 10% din cazuri la adult și 25% la copil. Au forme neregulate și sunt de obicei multiple.
- *Hemangioamele* dau calcificări rotunde, spiculare.
- *Metastazele* cu potențial de calcificare provin în general de la tumori cu secreție de mucus, cel mai frecvent colonice. Calcificările sunt fin striate, grupate, dar pot fi și extensive.
- *Hidatidoza* dă calcificări lineare, curbe, fine, în pereții chistului evolutiv sau voluminoase, sub formă de bulgări, conglomerate în chistul mort și ratatinat.
- *Biliare* sunt rare la nivelul căilor biliare intrahepatice.

Prezența de gaz: prezența gazului este complet anormală în interiorul parenchimului hepatic, în schimb apare frecvent, în condiții patologice, în structurile perihepatice sub formă de pneumoperitoneu sau în cavitatea abceselor subfrenice.

- *Intraparenchimatous* în masa unor tumori ca urmare a unor procese necrotice spontane sau postterapeutice (după embolizări). Este gaz distribuit în perimetrul tumoral și are o structură trabeculară. Gazul acumulat în abcesele piogene intrahepatice se structurează sub formă de nivele orizontale.
- *Biliar* după anastomoze biliodigestive sau prin fistule spontane. Apare sub formă de benzi transparente care respectă distribuția vaselor biliare mari și a căii biliare princi-

pale. Se opresc la distanță de marginea opacității hepatice.
– **Portal** după necrozele enterale inflamatorii sau ischemice sau post pancreatită acută necrotico-hemoragică. Are un aspect asemănător cu gazul biliar, dar benzile transparente sunt mai fine și distribuite până la periferia opacității parenchimotoase.

B. RADIOSCOPIA

Are aplicații foarte stric limitate la:

- localizarea colecțiilor gazoase sau calcificărilor
- în asociere cu examenul baritat
- în căutarea căilor de abord pentru puncții diagnostice și terapeutice
- pentru monitorizarea plasării cateterelor biliare sau arteriale

C. EXAMENUL BARITAT

Este indicat în precizarea deplasărilor duodenului sau stomacului, în cadrul diagnosticului hepatomegaliilor. Examenul cu dublu contrast al stomacului aduce informații asupra punctului de plecare al unor formațiuni care dau amprente. Se caută sensul de deplasare a stomacului ale cărui amprente se află situate pe fața antero-medială în caz de tumori provenite din lobul stâng hepatic sau postero-laterale pentru tumorile cu punct de plecare retroperitoneal sau pancreatic.

Varicele esofagiene sunt vizibile la bolnavii cu hipertensiune portală. Ele reprezintă o cale de shunt dinspre sistemul port către sistemul cav inferior sau al venei azygos. Au aspect de leziuni lacunare de tip serpiginos sau nodular. Dimensiunile lor nu sunt concordante cu gradul de hipertensiune portală. Sunt cel mai bine vizibile în decubit și în proba Valsalva.

Varicele gastrice sunt formate din traiecte venoase tortuoase situate în special la nivelul fornixului, practic imposibil de diferențiat de pliuri mucoase îngroșate. Varicele localizate în alte regiuni decât în fornix sunt de obicei rezultatul unor obstrucții de venă splenică.

Ulceratii și eroziuni. Apar mai frecvent la bolnavii cu hipertensiune portală. La bolnavii aceștia numai 41% dintre sângerările digestive sunt cauzate de ruptura varicelor, restul se datorează leziunilor ulcerative, iar la 14% din cazuri nu se cunoaște cauza. Examenul gastric cu dublu contrast este creditat cu un randament apropiat endoscopiei în diagnosticul acestui tip de leziune. În sângerările digestive se recomandă reținere de la examenele cu Bariu fiind de preferat endoscopia.

D. ULTRASONOGRAFIA

Este cu atât mai eficientă ca metodă de diagnostic cu cât două țesuturi contigue sunt mai net diferite ca și consistență. Acesta este motivul pentru care structurile fluide biliare sau vasculare se pot vedea bine prin contrast cu parenchimul solid hepatic, diferențierea tumorilor solide este de randament mediu, iar leziunile difuze sunt abia perceptibile.

Leziunile focalizate sunt reprezentate de zone limitate cu reflectivitate modificată față de parenchimul înconjurător.

Leziunile difuze sunt mai puțin ușor de pus în evidență din cauza imposibilității de a găsi un țesut de comparație. Randamentul general de diagnostic nu depășește 50%.

Pentru detalii vezi Capitolul de Ecografie Generală.

E. SCINTIGRAFIA

Este o metodă cu un scor bun în diagnosticul prezenței leziunilor focalizate. Este de asemeni de valoare în aprecierea volumului și configurației hepatice. Limitele metodei sunt legate de slabă sa specificitate în aprecierea aspectelor anormale difuze sau localizate, ceea ce necesită de obicei proceduri diagnostice intervenționale (biopsii, drenaje etc.).

F. COMPUTERTOMOGRAFIA

A devenit performantă ca metodă de diagnostic odată cu perfecționarea tehnică a instalațiilor și ameliorarea tehnicilor de administrare a substanței de contrast.

Tehnica de examinare constă în esență în explorarea cu secțiuni contigue, groase de 0,8-1 cm. a întregului parenchim la început fără contrast și în funcție de datele obținute în continuare cu contrast administrat cât mai rapid. În acest fel se realizează obiectivul principal de a crește diferența de densitate dintre parenchimul normal și leziunile înlocuitoare de spațiu. Diferențierea se datorează vascularizației și implicit iodofiliei diferite. Privitor la cantitatea de contrast optimală, este unanim acceptat că o cantitate minimă de contrast de 100 ml. substanță 60% concentrație de Iod permite obținerea unor imagini interpretabile.

LEZIUNILE FOCALIZATE

Sunt în imensa majoritate spontan hipodense și mai puțin iodofile față de parenchimul înconjurător. În această grupă de leziuni sunt incluse tumorile primare sau secundare, chistele, abcesele, hematoamele și infiltrația grasă circumscrișă.

Tumorile hepatice primare. Diagnosticul formațiunilor tumorale constituie principalul beneficiu al CT, randamentul de diagnostic privind prezența ca și natura tumorilor din interiorul parenchimului hepatic este superior celorlalte metode, cu o superioritate mai limitată însă în ceea ce privește diagnosticul naturii lor.

Elementele semiologice CT care permit diagnosticul de tumoră sunt:

- densitatea spontană solidă
 - limitele imprecis conturate
 - priza de contrast
- *Carcinomul hepatocelular* (fig. 1) apare ca o masa de țesut moale de densitate heterogenă și iodofilie neuniformă. Tumora conține frecvent arii de hipodensitate fluidă, date de zonele de necroză. CT poate face localizarea sigură a tumorii, poate preciza numărul de tumori și poate preciza interesarea vasculară portală și cava inferioară.

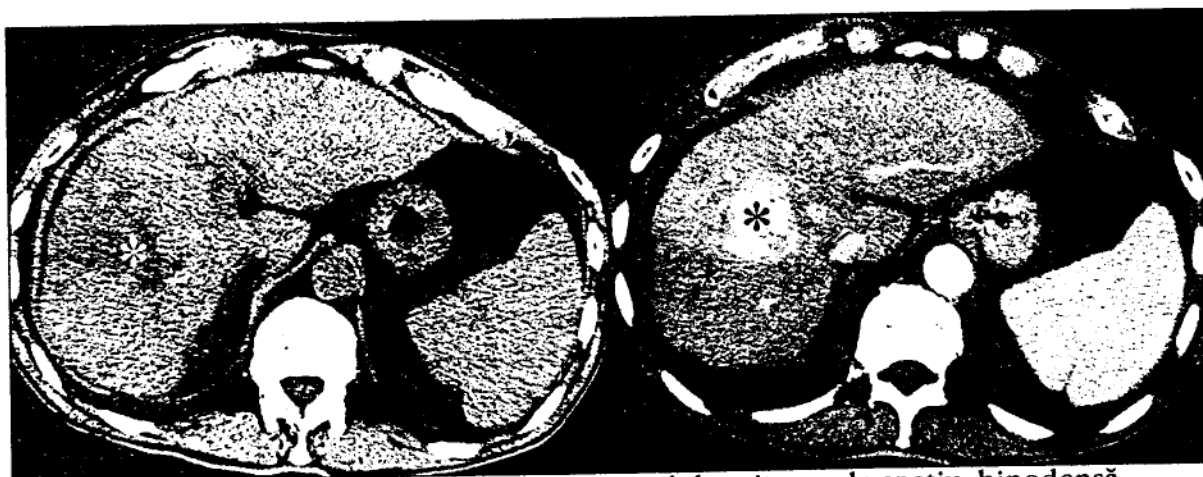


Fig. 1 - **Hepatocarcinom** (asterix) - formațiune înlocuitoare de spațiu, hipodensă, hiperfixantă pentru substanța de contrast

- *Hemangiomul* (fig. 2) este una dintre leziunile tumorale hepatice care beneficiază de un diagnostic CT de certitudine după explorarea cu contrast dinamic și preferabil în mod spiral. Aspectul post contrast este caracteristic. Priza de contrast se face în timpii precoci la periferia formațiunii, progresiunea în timp făcându-se din aproape în aproape, dinspre periferia

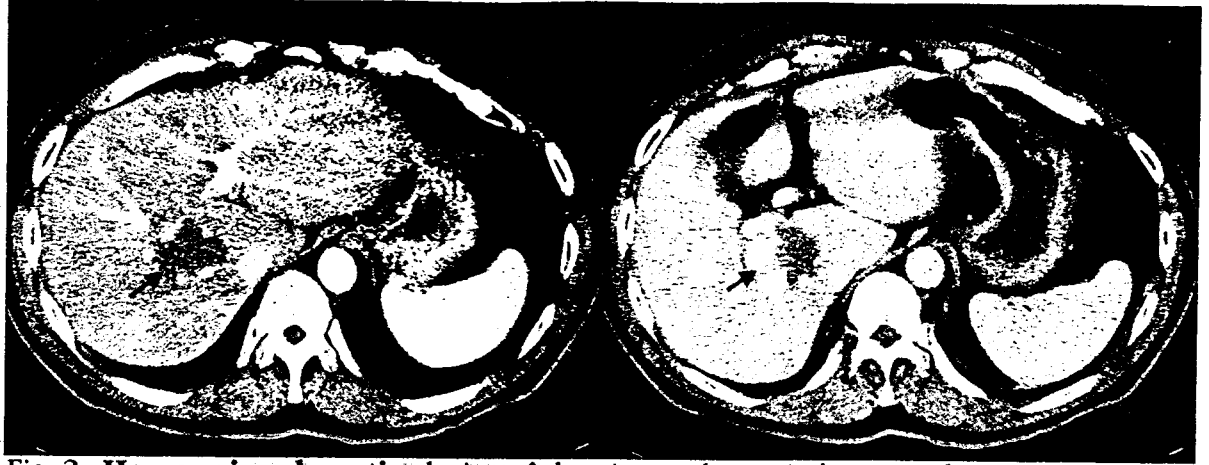


Fig. 2 - Hemangiom hepatic - leziune înlocuitoare de spațiu în care substanța de contrast progresează din aproape în aproape formând lacuri intratumorale (săgeți)

tumorii spre centru. În timpii tardivi, formațiunea apare mai încărcată cu contrast decât restul parenchimului hepatic. Hemangioamele mici se încarcă diferit căpătând un aspect pătat, fără o diferențiere perceptibilă între periferie și centru. Acest aspect poate preta la confuzii.

- Adenomul are particular faptul că este de obicei o tumoră voluminoasă, paucisimptomatică, bine delimitată de un pseudoperete propriu hipodens hipofixant.
- Limfoamele dau leziuni difuze neidentificabile ca mase înlocuitoare de spațiu.
- Alte mase tumorale benigne nu au caractere CT concludente, iar diagnosticul nu se poate pune decât prin biopsia percutană dirijată CT sau ecografic.

Metastazele. Sunt cele mai frecvente leziuni solide înlocuitoare de spațiu hepatic. În mod curent sunt hipodense, frecvent necrozate central, prost delimitate. Variaza ca aspect în funcție de punctul de plecare, dar criteriile nu sunt totdeauna sigure, deci nu pot conduce la un diagnostic de certitudine. Ocazional metastazele pot fi hiperdense: calcificate sau hemoragice, iar cele cu punct de plecare ovarian sau în cancerile mucosecretante ale tractului digestiv pot

avea aspect chistic. Iodofilia metastazelor este variabilă, sunt unele spontan izodense care nu devin vizibile decât după contrast, iar altele care fiind spontan hipodense se șterg după contrast din cauza iodofiliei similare cu a parenchimului hepatic. Este dovedit că administrarea de contrast nu ameliorează diagnosticul pozitiv decât într-un procent limitat de cca. 5% din cazuri.

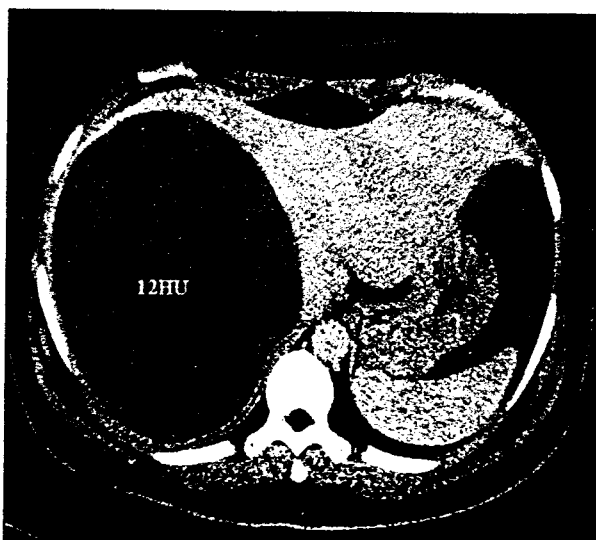


Fig. 3 - Chist hepatic - densitate spontană a conținutului cu valori de fluid. Ficat cu densitate egală cu cea a splinei.

Chistele. (fig. 3) Se definesc CT prin următoarele caractere:

- au densitate spontană fluidă
- au contur net
- nu captează substanța de contrast

Cele mai frecvente forme de chiste hepatice sunt chistele esențiale uni-ce sau multiple, cel mai adesea în cadrul bolii polichistice hepato-renale și chistele

hidatice (fig. 4) care prezintă ca aspect particular:

- calcificările parietale
- prezența veziculelor fiice
- aspectul de membrană prolijeră decolată

Abcesele. Caracterul septic piogen al leziunilor este semnat de prezența bulelor de gaz în perimetrul formațiunii, care are densități spontane variabile putând simula aspecte de chiste simple sau zone de necroză tumorală. Abcesul este de obicei delimitat de o capsulă. Abcesele parazitare date de entamoeba hystolitica nu au perete propriu și nici bule de gaz. Abcesele micotice sunt mici, multiple, distribuite aleatoriu în tot parenchimul hepatic.

Traumatismele hepatice.

Aspectele CT cele mai întâlnite sunt cel de hematom și cel de laceratie. Hematomul este variabil ca aspect după cum este situat subcapsular sau în plin parenchim hepatic. Hematomul proaspăt este hiperdens, cel vechi capătă densitate de chist. Laceratia este o modificare limitată de structură hepatică în care se asociază zone hipodense cu zone hemoragice.

Steatoza segmentară. Este caracterizată de o acumulare localizată de material hipodens, care nu poate fi diferențiată decât cu dificultate de unele metastaze sau de tumorile cu componentă lipomatoasă, ca de exemplu liposarcomul.

LEZIUNILE HEPATICE DIFUZE

Sunt date de incluziile în parenchimul hepatic a unor materiale cu densități diferite de ale parenchimului normal și distribuite difuz, fără acumulări localizate.

Steatoza hepatică difuză. (fig. 5) Acumularea de grăsime în parenchim determină o scădere difuză a densității acestuia. Valorile densității spontane pot ajunge la valori negative și în mod frecvent se află situate în jurul valorii de zero. Vasele sanguine care păstrează densitatea normală a sângelui se văd în comparație cu parenchimul hepatic de densitate redusă asemeni vaselor încărcate cu contrast într-un ficat normal.

Hemocromatoza. (fig. 6) Depunerile de fier în parenchimul hepatic determină o creștere difuză a densității care poate atinge valori de 100 UH (unități convenționale de densitate) asemănătoare parenchimului hepatic normal, încărcat cu substanța iodată. Icterele obstructive cronice pot și ele da hiperdensitate spontană a ficatului prin incluziile de pigmenți biliari.

Cirozele hepatice. Nu au semne radiologice specifice în fazele de început. În fazele avansate se pun în evidență

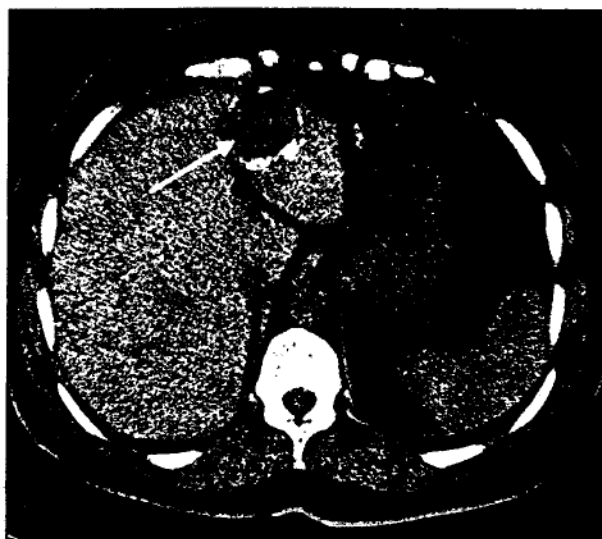


Fig. 4 - Chist hidatic hepatic (săgeată) - peretele chistului calcificat

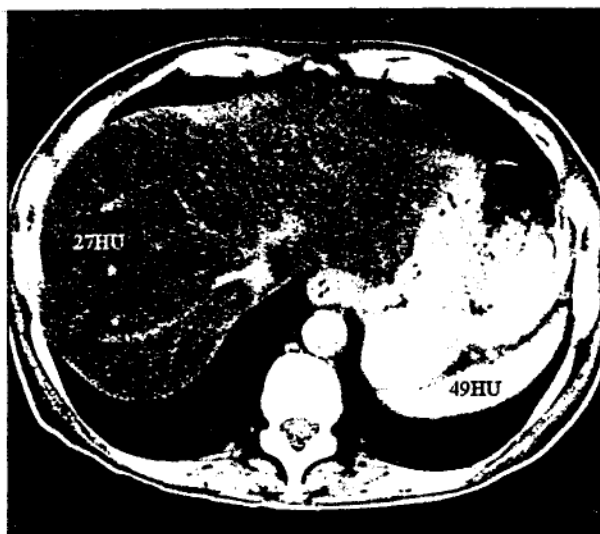


Fig. 5 - Steatoză hepatică - ficat cu densitate spontan fluidă în care se văd spontan, fără contrast structurile vasculare

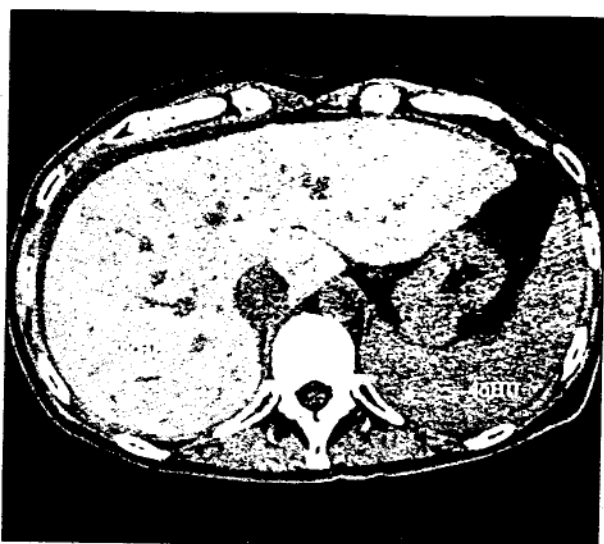


Fig. 6 - Ficat hiperdens în cadrul unei hemocromatoze. Densitatea spontană a ficatului cu mai mult decât 20UH mai mare decât a splinei

modificări de formă ale ficatului și modificări de calibru ale vaselor porte.

g. Angiografia. Cuprinde două

categorii de explorări:

– arteriografia diagnostică și intervențională

– portografia (spleno și ileoportografia).

Ambele metode și-au pierdut din interes ca metode diagnostice odată cu dezvoltarea metodelor de diagnostic imagistic neinvaziv.

Arteriografia este metoda de injectare directă a unei cantități de contrast direct în artera hepatică via trunchiul celiac. Se utilizează atât faza arterială propriu-zisă cât și faza parenchimotoasă. Timpii venoși pentru venele hepatice nu sunt utilizabili. Arteriografia prin substracție digitală (DSA) ameliorează diagnosticul printr-o mai bună vizualizare a formațiunilor

vasculare de mic calibru și prin utilizarea unei cantități mai mici de substanță de contrast.

Indicațiile metodei cuprind studiul unor leziuni focalizate tumorale, al tuturor anomaliilor arteriovenoase, al sângerărilor etc.

Dintre indicațiile majore ale arteriografiei, hemobilia este o indicație specifică, atât pentru posibilitățile de diagnostic cât și pentru posibilitățile de tratament radiointervențional nechirurgical. În afara metodelor propriu-zise de tratament direct, arteriografia se mai folosește și pentru administrarea directă intratumorală a citostaticelor.

Portografia reprezintă metoda de încărcare cu contrast a circulației porte prin injectarea în trunchiul celiac, artera mezenterică superioară sau inferioară sau prin încărcarea unui viscer cu drenaj venos direct în circulația portă (splina).

Portografia indirectă este o portografie pe cale arterială (mezenterică superioară) cu timpi tardivi, care pune în evidență circulația venoasă consecutiv fazei de încărcare parenchimotoasă. Tehnica s-a putut dezvolta foarte mult prin ameliorarea concentrației substanțelor de contrast iodate, iar în ultima vreme prin ameliorarea contrastului cu ajutorul DSA.

Portografia directă. Există cinci căi de abordare directă a venei porte: transplenică, transhepatică, transombilicală, transjugulară (via venele suprahepatice și parenchimul hepatic) și transparietală abdominală. Dintre ele cea mai utilizată este calea transplenică (splenoportografia). Se obține o foarte bună opacifiere a arborelui portal, dar friabilitatea parenchimului splenic exclude orice manevră intervențională.

H. IMAGISTICA PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ (IRM)

Este metoda neinvazivă cea mai recentă. Are față de CT avantajul de a putea evidenția structurile tubulare cu conținut fluid biliar și vasculare fără să necesite contrast și mai are avantajul de a permite reconstrucția de imagini în oricare dintre planuri. În schimb este mai lungă și mai laborioasă, iar rezoluția imaginii este de mai proastă calitate.

Cu ajutorul unor substanțe de contrast paramagnetice specifice se pot localiza în sânul unor formațiuni înlocuitoare de spațiu intrahepatice celulele Kupfer și preciza astfel punctul de plecare primitiv hepatic al nodulilor tumorali respectivi.

II. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A CĂILOR BILIARE

1. NOȚIUNI ELEMENTARE DE ANATOMIE RADIOLOGICĂ

Căile biliare se împart în căi biliare intrahepatice și cale biliară extrahepatică sau principală. Canalele biliare intrahepatice corespund fiecărui segment și sunt colectate de două canale intrahepatice (hepaticele primitive). Acestea se unesc la nivelul hilului pentru a da hepaticul comun. Calea biliară extrahepatică este unică și se împarte în canalul hepatic comun situat între hilul hepatic și joncțiunea cu cisticul și în coledoc reprezentând segmentul dintre joncțiunea cu cisticul și ampula Vater. Atât căile biliare intrahepatice cât și cele extrahepatice au o multitudine de variante care interesează toate segmentele, dar în special pe cel terminal.

2. METODE DE INVESTIGAȚIE ȘI SEMIOLOGIA ELEMENTARĂ A AFECȚIUNILOR CĂILOR BILIARE

A. RADIOGRAFIA ABDOMINALĂ SIMPLĂ.

Este justificată în căutarea *calcificărilor biliare*. Proporția de calculi biliari calcificați este necunoscută, dar oscilează în jurul valorii de 30%. Incidența mică a litiazei biliare calcificate nu justifică renunțarea la radiografia simplă. Ecografia este metoda care restrânge indicațiile de utilizare nu numai ale radiografiei simple, dar chiar și a colecistografiei în ansamblu. Alte calcificări patologice pot fi date de calcificările parietale din așa numita veziculă de porțelan (o formă de colecistită cronică cu depuneri calcare în peretele veziculei biliare). Calcificările pancreatice pot și ele traduce o afecțiune cronică a regiunii cu răsunset biliar.

Aerobilia este prezența de gaz în căile biliare. Cea mai frecventă cauză este aerobilia consecutivă anastomozelor bilio-digestive. Gazul în vezicula biliară poate însemna o colecistită emfizematoasă, o formă supraacută de colecistită.

B. COLECISTOGRAFIA ORALĂ.

Constă în administrarea unui produs iodată rezorbabil prin mucoasa intestinală.

O colecistografie orală pozitivă depinde de o multitudine de factori:

- absorbția mediului de contrast din intestin
- capacitatea de preluare a contrastului de către ficat
- capacitatea de excreție a ficatului
- permeabilitatea canalelor hepatice și a cisticului în particular
- concentrația de Iod în bilă, care este în general mică, la limita vizualizării radiologice.

Secvența unui examen colecistografic complet implică minimum două incidente și administrarea unui prânz colecistochinetic pentru aprecierea dinamică a eficienței contracției pereților colecistului și pentru o serie de alte elemente semiologice care ușurează diagnosticul (umplerea căii biliare distale, mobilizarea calculilor în interiorul colecistului etc.).

Eficiența metodei se situează în jur de 85-90% așa că în cazul examenelor negative trebuie luate în considerație informațiile furnizate de celelalte metode imagistice. Marea deficiență a metodei este aceea că este susceptibilă de a fi negativă dintr-o serie de cauze extrinseci căilor biliare.

C. COLANGIOCOLECISTOGRAFIA INTRAVENOASĂ.

Elimină o parte din neajunsurile colecistografiei orale, în special slabă concentrație de contrast și factorii negativi extra biliari. Eliminarea substanței de contrast fiind o eliminare activă, pe calea metabolică de eliminare a pigmentilor biliari, metoda are o contraindicație formală și anume utilizarea ei în diagnosticul icterelor. Metoda este creditată cu rezultate modeste în special în vizualizarea căilor biliare intrahepatice la cca. 40% din pacienți. În plus incidența reacțiilor adverse este mare, cu un accident mortal la 5000 de pacienți.

În concluzie, astăzi, în condițiile existenței celorlalte metode de diagnostic colangiografia intravenoasă este considerată anacronică.

D. COLANGIOGRAFIA PERCUTANĂ TRANSHEPATICĂ

Este o metodă agresivă care însă a devenit mult mai sigură prin utilizarea acului elastic, nontraumatic, Chiba. Pentru persoane antrenate 98% dintre căile biliare dilatate și 80% dintre cele nedilate pot fi puncționate. Procentul de complicații ale manevrelor nu depășește 5% cu ace convenționale și 2% cu ace Chiba.

Tehnica constă în reperarea vaselor biliare intrahepatice prin fluoroscopie, aspirarea unei cantități de bilă și injectarea sub control fluoroscopic de contrast iodat hidrosolubil. Se obține o opacifiere omogenă a întregului arbore biliar (fig. 7).



Fig. 7 - Colangiografie directă - icter obstructiv

1. Canalul hepatic stâng mult dilatat
2. Stenoză de hepatic comun prin colangiocarcinom primitiv
3. Coledoc normal
4. Colecist și cistic normale - nedilate

E. COLEDOCOPANCREATOGRAFIA ENDOSCOPICĂ RETROGRADĂ (ERCP).

Reprezintă metoda de reperare și cateterizare endoscopică a papilei Vater și injectarea directă de substanță de contrast pentru vizualizarea căilor biliare. Prezintă față de colangiografia percutană anterogradă o serie de avantaje:

- permite opacifierea concomitentă a căilor biliare și a canalelor pancreatice
- permite inspecția endoscopică concomitentă a stomacului și duodenului
- permite recoltarea de biopsii de la nivelul papilei
- creează condițiile optimale pentru operațiuni intervenționale

Constituie metoda de elecție pentru explorarea căilor biliare operate și metoda unică de explorare post sfincterotomie oddiană.

Complicațiile sunt rare (sub 3%) și date în special de complicații septice sau de pancreatita acută.

F. COLANGIOGRAFIA PEROPERATORIE

Este reprezentată de un grup de tehnici legate de actul chirurgical.

Colangiografia transhepatică preoperatorie este tehnica de punționare a ficatului sau a unei căi biliare mari în timpul laparatomiei, pentru vizualizarea căilor biliare intrahepatice. Este destinată studiului canalelor biliare pe segmente.

Colangiografia intraoperatorie este metoda de explorare a unor căi biliare ce nu pot fi studiate de visum în vederea precizării existenței de eventuali calculi. Se practică după o tehnică similară precedentei sau pe tubul Kher instalat.

Colangiografia postoperatorie pe tub Kher constă din injectarea de contrast pe tubul în „T” instalat în cale biliară principală. Este metoda de elecție pentru căutarea litiazelor restante sau a obstrucțiilor biliare acute postoperatorii precoci. Colangiografia pe tub Kher constituie una dintre metodele de elecție de monitorizare a stării căilor biliare consecutiv unor tehnici chirurgicale cu acțiune directă asupra căii biliare distale.

G. FISTULOGRAFIA

La pacienții cu comunicări patologice externe ale căilor biliare, indiferent de natura lor, injectarea de substanță de contrast pe orificiul extern al fistulei aduce precizări asupra locului unde s-a produs fistula și asupra stării căilor biliare.

H. ECOGRAFIA

Este metoda de elecție pentru studiul neinvaziv al căilor biliare. Randamentul metodei este mare. În icterul obstructiv poate preciza sediul obstrucției în 97% din cazuri și cauza obstrucției în 94%. Pentru detalii vezi capitolul de ecografie generală.

I. COMPUTERTOMOGRAFIA

Este superpozabilă ca randament ecografiei. Luând ca test tot icterul obstructiv randamentul metodei este tot 97% pentru precizarea sediului obstrucției și 94% pentru precizarea cauzei. Scorul este realizat în special pe baza mai bune puneri în evidență a porțiunii intrapancreatice a căii biliare, a mai bune vizualizări a căilor biliare la bolnavii obezi sau cu aerocolie marcată. Randamentul metodei este net mai scăzut decât al ecografiei în diagnosticul litiazelor biliare. Trebuie considerată o metoda adjuvantă, cu destinație țintită și utilizată numai consecutiv ecografiei.

J. METODELE RADIOIZOTOPICE

Au devenit realmente operante și utile odată cu introducerea compușilor acidului imidodiacetic marcați cu Tc99. Producții permit o vizualizare convenabilă atât a parenchimului hepatic cât și a eliminării biliare. Pentru detalii vedeți capitolul de noțiuni generale de Medicină Nucleară.

K. ANGIOGRAFIA

Constă din explorarea circulației arteriale și venoase. Are câteva indicații primordiale și anume :

- hemobilia
- traumatismele
- alcătuirea planingului de abord chirurgical al tumorilor
- diagnosticul extinderii vasculare sau biliare a tumorilor hepatice

Arteriografia constă în injectări succesive de substanță de contrast iodată în trunchiul celiac și supraselectiv în artera hepatică și artera splenică. Injectarea în artera splenică este destinată punerii în evidență în cadrul timpilor tardivi venoși a circulației venoase portale. O injectare în artera mezenterică superioară este utilă pentru a preciza existența frecventă a variantelor anatomice de irigație hepatică prin ramuri ale mezentericii superioare. Utilizarea instalațiilor de angiografie cu substracție digitală a permis utilizarea unei mai mici cantități de contrast și a unor catetere de mai mici

dimensiuni reducând astfel agresivitatea metodei. Abordul tuturor acestor artere se face pe cale transfemurală retrogradă.

Portografia se realizează pe mai multe căi expuse anterior. Indicațiile explorării portografice în patologia specific biliară sunt destul de limitate.

L. PROCEDURI INTERVENȚIONALE CU SCOP BIOPTIC

Sunt esențiale pentru evitarea unei laparatomii în vederea precizării certe a etiologiei unor procese patologice asupra cărora prin metodele imagistice nu se pot căpăta decât informații indirecte. Fragmentele de țesut biliar se pot obține prin oricare dintre metodele de abord instrumental direct a lumenului biliar: tuburile de drenaj biliar extern, tuburile Kher, endoscopic transpapilar, sau chiar transvenos.

III. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A PANCREASULUI.

Explorarea pancreasului este o achiziție diagnostică recentă apărută odată cu introducerea și dezvoltarea metodelor de studiu densimetric. Anterior acestei perioade, pancreasul era una din marile necunoscute ale cavității abdominale. Ameliorarea diagnosticului afecțiunilor pancreatice tumorale nu a avut însă efectul scontat asupra ameliorării supraviețuirii pacienților.

1. NOȚIUNI ELEMENTARE DE ANATOMIE A REGIUNII PANCREATO-DUODENALE

Pancreasul este un organ extraperitoneal situat ventral de rinichi și de marile vase abdominale. El este situat în loja pancreatică, parte componentă a spațiului pararenal anterior, cuprins între peritoneul parietal posterior și fasciile perirenale anterioare. Spațiul pararenal este un spațiu unic și unitar pentru abdomen și pelvis. El comunică în toate sensurile atât cranio-caudal cât și de ambele părți, dreaptă și stângă. Pancreasul este un organ fără capsulă proprie, orice proces intrapancreatic fuzând liber în spațiul pararenal anterior, iar de aici în orice direcție spre stânga sau spre dreapta de la cupolele diafragmatice până în pelvis, inclusiv între foițele mezenterului sau mezourilor.

- capul, care este porțiunea cea mai caudală a pancreasului, conturat lateral dreapta de cadrul duodenal, conține în interiorul său locul de unire al venelor splenică și mezenterică superioară pentru a forma vena portă. Tot în capul pancreatic posterior se află situat și coledocul terminal. Polul inferior al capului pancreatic de formă efilată se numește proces uncinat și are rapoarte cu genunchiul inferior al duodenului.
- corpul pancreatic este separat de cap prin istm. Corpul pancreasului este orientat orizontal și are rapoarte cu aorta.
- coada pancreasului este extremitatea laterală stângă a organului, situată cel mai cranial și anterior de rinichiul și suprarenala stângă și având rapoarte laterale cu fața viscerală a splinei.

Irigația arterială a pancreasului este asigurată pentru fiecare regiune separat de către ramuri provenite din artera mezenterică superioară și din artera splenică.

2. METODE DE INVESTIGAȚIE ȘI SEMIOLOGIA ELEMENTARĂ A AFECȚIUNILOR PANCREATICE.

A. RADIOGRAFIA ABDOMINALĂ SIMPLĂ.

Are avantajul de a fi o explorare la îndemâna oricui, dar poartă o cantitate mică de informații. Pancreasul normal nu se vede deloc pe radiografia simplă.

În pancreatita cronică se pot vizualiza calcificări, în pancreatita acută se poate vizualiza „ansa santinelă” și limita de demarcație între stomacul cu aer și colonul cu aer prin interpunerea colecțiilor fluide sau a edemului peripancreatic. Stomacul poate fi deplasat de formațiunile pseudochistice, iar în cazul colecțiilor suprainfectate se observă bule de gaz.

B. DUODENOGRAFIA HIPOTONĂ.

A fost înlocuită în timp de alte metode mai specifice. Constă în administrarea de Sulfat de Bariu pe sonda duodenală după o prealabilă administrare parenterală sau locală de Buscopan sau Glucagon, produse care paralizază peristaltica. Modificările de cadru duodenal și de mucoasă duodenală pot reprezenta argumente pentru leziuni inflamatorii acute sau pentru infiltrația neoplazică.

C. ECOGRAFIA.

Este metoda de bază în gestul diagnostic de primă intenție. Se obține o delimitare bună a pancreasului în 60-85% din cazuri. La indivizii foarte slabi este superioară ca performanțe computertomografiei. Principalul inconvenient al ecografiei pancreatice este dat de dificultățile de vizualizare ale organului în cazurile de dilatație marcată a anselor intestinale. Pentru alte amănunte vezi capitolul de ecografie generală.

D. MEDICINĂ NUCLEARĂ.

Nu se mai folosește din cauza slabei vizualizări a parenchimului. A fost practic complet abandonată și înlocuită cu metode imagistice cu randament superior.

E. COMPUTERTOMOGRAFIA

Constituie metoda de bază de diagnostic a afecțiunilor pancreatice. Pancreasul se vede bine în special la bolnavii mai grași. Fiind un organ cu iodofilie accentuată, dar cu spălare rapidă de contrast tisular se explorează cu contrast în cantitate mare, în administrare rapidă și cu timpi precoci de scan.

Computertomografia constituie metoda de elecție de punere în evidență a heterodensităților. Se pot pune în evidență leziuni hipodense de tipul colecțiilor fluide intra sau peripancreatice din pancreatita acută (fig. 8) cât și leziuni hiperdense de tipul calcificărilor din pancreatita cronică (fig. 9).

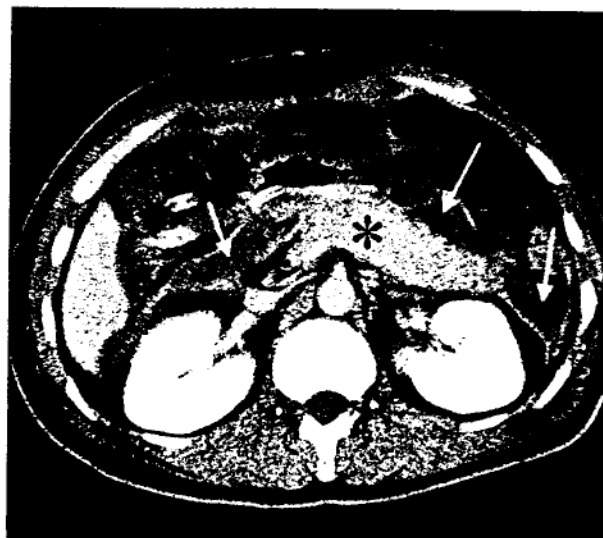


Fig. 8 - Pancreatită acută - necrotico-hemoragică

Pancreas (asterix) mărit de volum, cu colecții fluide peripancreatice mulate pe fasciile perirenale și conturată de peritoneul parietal posterior împins (săgeți)



Fig. 9 - Pancreatită cronică - calcificări parenchimotoase (săgeți) și chist cefalic

Cancerle de pancreas (fig. 10) beneficiază în mod diferit de diagnosticul computertomografic. Cancerle mici sub 3 cm. se pun în evidență numai în procent de cca. 15%, iar cele mai mari de 3-4 cm., care sunt practic inabordabile chirurgical, se evidențiază în procent de 92-94%, dar fără o finalitate clară pentru pacient. Infiltrația neoplazică, precum și adenopatiile regionale sau la distanță sunt unul dintre beneficiile examenului computertomografic. Metastazele hepatice, cel mai sigur argument de cancer pancreatic, se pun în evidență chiar de la începuturile diseminării sub formă de leziuni mici multiple.

În rupturile traumatice de pancreas soluțiile de continuitate ale organului se pot completa cu colecții fluide peripancreatice, iar delimitarea lor se face cu ușurință dacă se administrează contrast rapid.



Fig. 10 - Cancer de pancreas (asterix)
Masă solidă necrozată cu înglobarea trunchiului celiac și metastaze hepatice (săgeți)

F. COLANGIOPANCREATOGRAFIA ENDOSCOPICĂ RETROGRADĂ.

Se cateterizează endoscopic papila și se injectează o cantitate minimă de contrast sub control fluoroscopic pentru a preîntâmpina refluarea de substanțe de contrast în parenchim, cauză de pancreatită acută. Canalul Wirsung este o formațiune cu perete neted și contur net, cu un diametru de maxim 4mm și multiple ramuri fine. Metoda permite manevre intervenționale endoscopice.

G. COLANGIOGRAFIA PERCUTANĂ TRANSHEPATICĂ

Este indicată în diagnosticul obstrucțiilor biliare distale prin procese expansive cefalice pancreatice. Vizualizarea canalului pancreatic este ocazională și datorată de cele mai multe ori unei obstrucții foarte distale.

H. ANGIOGRAFIA

Este o metodă care și-a pierdut mult din interes. Este în acest moment utilizată în principal pentru stabilirea criteriilor de operabilitate a unor anumite tumori și a diagnosticului unor tumori endocrine insuficient de bine vizualizate prin metodele neinvazive.

I. IMAGISTICA PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ.

Este superpozabilă ca randament diagnostic computertomografiei cu și fără contrast. Structurile cu conținut fluid sunt mai bine puse în evidență.

IV. EXPLORAREA RADIO-IMAGISTICĂ A SPLINEI

1. NOȚIUNI ELEMENTARE DE ANATOMIE A SPLINEI

Splina, care reprezintă cel mai mare volum al sistemului reticulo-endotelial, este situată în abdomenul stâng superior, între diafragma stâng și polul superior al stomacului. Embriologic splina se dezvoltă multifocal. Nodulii splenici izolați persistă la vârsta de sugar și uneori pot persista și la adult. În cadrul creșterii ei embrionare și din prima perioadă de viață, splina se acoperă de peritoneu și își pierde structura lobulată devenind netedă. Are o formă particulară variabilă de la individ la individ și dimensiuni greu quantificabile. Scade proporțional ca dimensiuni față de celelalte viscere abdominale pe măsura creșterii în vârstă. Este legată de stomac prin ligamentul gastro-splenic prin care trece artera splenică și ramurile ei gastro epiploice, care irigă corpul gastric. Conexiunea cu peretele abdominal se face prin ligamentul splenorenal. Ambele ligamente reprezintă căi de trecere pentru o multitudine de vene care constituie căi potențiale de anastomoze porto-cave.

2. METODELE DE EXPLORARE ȘI SEMIOLOGIA LEZIUNILOR ELEMENTARE SPLENICE

A. RADIOGRAFIA ABDOMINALĂ SIMPLĂ

Marginea anterioară a splinei se poate vedea pe radiografia simplă grație contrastului cu conținutul aeric al polului superior gastric sau al flexurii splenice a colonului. În principiu numai splinele mărite de volum se pot vedea bine, cele de dimensiuni normale nu se vizualizează. Opacitățile de intensitate calcară pot fi date de calcificări ale unor granuloame tuberculoase sau bruceloase sau de acumulări de contrast iodat după utilizarea în trecut a Thorotrastului.

B. MEDICINĂ NUCLEARĂ

Permite aprecieri statice și dinamice asupra splinei, cu bun randament în diagnosticul modificărilor de volum și leziunilor înlocuitoare de spațiu. Studiile dinamice sunt legate în principal de metabolismul elementelor figurate sanguine și de metabolismul fierului.

C. ECOGRAFIA

Constituie una din metodele de bază de screening al modificărilor de dimensiuni sau structură a splinei, totuși impactul metodelor imagistice densimetrice în diagnosticul morfologic al splinei a fost mai mic decât în studiul ficatului sau pancreasului.

D. COMPUTERTOMOGRAFIA

Poate face aprecieri morfologice asupra volumului, formei și structurii splinei. Dimensiunile cranio-caudale sunt greu de apreciat, dar determinările sunt fiabile în ceea ce privește diametrele axiale. Forma splinei este absolut particulară, extrem de variabilă de la individ la individ. Imaginea în plan axial a organului descrie o față parietală (externă) și una viscerală (medială) și două muchii: una antero-laterală și una postero-medială. Modificările de structură se manifestă ca modificări de densitate spontană. Aceasta se apreciază ca fiind în limite normale atunci când este egală sau nu depășește 20 unități de densitate diferită față de ficat. Contrastul iodat în bolus sporește contrastul imaginii în special în faza de invazie tisulară.

Unul din avantajele metodei în studiul morfologic al splinei este posibilitatea de apreciere corectă, concomitentă a unor structuri limitrofe: ganglionii limfatici, vasele splenice, ficatul și pancreasul. Aspectul splinei după administrarea rapidă de contrast iodat este absolut particular, ceea ce permite un diagnostic diferențial de organ totdeauna corect, inclusiv al splinelor accesorii, sau al splinelor reziduale postoperator. Patologia tumorală se adresează tumorilor localizate și structurate ca mase înlocuitoare de spațiu splenic. Limfoamele dau leziuni difuze invizibile computertomografic.

E. REZONANȚA MAGNETICĂ NUCLEARĂ

Este rar utilizată, deoarece randamentul ei ca metodă uzuală nu depășește pe cel al computertomografiei cu contrast dinamic.

F. ANGIOGRAFIA

Arteriografia este reprezentată de injectarea de contrast în trunchiul celiac sau selectiv în artera splenică. Timpii precoci permit vizualizarea vascularizației arteriale și a masei parenchimului splenic, iar timpii tardivi pun în evidență vena splenică și vena portă. Calitatea imaginii elementelor venoase este cu atât mai slabă cu cât dimensiunile splinei sunt mai mari, din cauza diluției pe care o suferă substanța de contrast în volumul de sânge rezidual din parenchimul splenic.

Angiografia prin substrație digitală cu injectare venoasă periferică este și ea tributară pentru timpii venoși dimensiunilor splinei.

Splenoportografia directă vezi mai înainte.

Examenul radio-imagistic al glandelor anexe ale tractului digestiv și al splinei trebuie conceput ca un examen complex realizat prin metode imagistice eșalonate dinspre simplu spre complex. Dintre aceste metode cea care constituie cea mai convenabilă metodă de prima intenție este ecografia. Computertomografia constituie metoda cu maximum de informații și randament. Tehnicile cu contrast direct injectat în lumene sunt rezervate numai unor situații speciale din ce în ce mai restrânse numeric.

CAPITOLUL VI

RADIOIMAGISTICA

APARATULUI RENO-URINAR

M. Lesaru

1. METODE DE EXPLORARE A APARATULUI RENO-URINAR

A. METODE RADIOGRAFICE

RADIOGRAFIA RENO-VEZICALĂ SIMPLĂ

Radiografia reno-vezicală simplă (RRVS) se execută de obicei în decubit dorsal, cu o încadrare ce trebuie să cuprindă ultimele două coaste și simfiza pubiană. Este o primă explorare radiologică utilizată pentru a aprecia morfologia renală. Se apreciază: umbrele renale, spațiul perirenal, contururile renale, mușchii psoas. Se caută de asemeni existența calcificărilor, care pot fi prezente în aria de proiecție a aparatului reno-urinar sau în afara acestuia (fig.1). Calcificările suprapuse se departajează prin incidente speciale sau prin tomografie.

UROGRAFIA INTRAVENOASĂ

Urografia intravenoasă (UIV) continuă de cele mai multe ori RRVS, fiind o explorare cu substanțe de contrast iodate administrate intravenos (1 ml./kg. corp soluție de concentrație 300mg.I/ml). IUV oferă informații privind funcția renală și morfologia căilor excretorii. Nefrograma permite aprecieri asupra rinichilor.

Substanțele de contrast iodate pot genera la administrarea i.v. reacții adverse (alergice) cum ar fi greață, vărsături, cefalee (reacții ușoare), hipotensiune, erupții cutanate (reacții medii), edem glotic, șoc anafilactic, stop cardio-respirator (reacții severe). Prima măsură terapeutică este suprimarea injectării în continuare a substanței de contrast. Reacțiile ușoare necesită de regulă doar o urmărire atentă a pacientului până la dispariția simptomelor. Apariția unei reacții medii sau severe impune atitudine

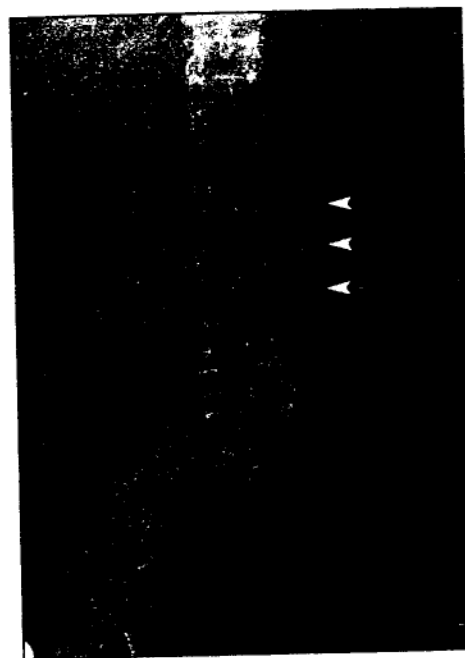


Fig.1 - opacități calcare
paravertebrale stângi —
litiază ureterală multiplă

terapeutică fermă. Aceasta presupune instalarea unei perfuzii i.v. cu ser fiziologic, administrat în ritm rapid, de cele mai multe ori în jet, la care se adaugă hemisuccinat de hidrocortizon, calciu gluconic și, pentru situațiile cu hipotensiune severă și șoc, adrenalină în diluție 1/10. În cazul unui stop cardio-respirator se instituie rapid manevrele de resuscitare cardio-respiratorie. Este recomandabilă în cazul unor reacții medii și grave colaborarea eficientă cu un serviciu de terapie intensivă, care să stabilească atitudinea terapeutică adecvată. În afara reacțiilor alergice la substanțele de contrast iodate trebuie menționată nefrotoxicitatea acestor produși, cu risc crescut de a se produce la pacienții care au creatininemie de peste 2 mg/ml.

Pentru a preveni situațiile critice, trebuie cunoscute în primul rând antecedentele alergice ale pacientului. Este bine de știut că există două categorii de substanțe de contrast iodate:

- ionice (odiston, urografin), cu încărcătura electrică negativă și hiperosmolare, ceea ce le conferă un potențial alergic ridicat ;
- non-ionice monomerice (omnipaque, ultravist) și dimerice (isovist, visipaque), neutre din punct de vedere electric și normosmolare, cu potențial alergic redus (în special cele dimerice), indicate la pacienții cu antecedente alergice de orice fel sau cu insuficiențe organice severe.

La bolnavii cu factori de risc se instituie tratament corticoid cu 2-3 zile înainte de urografie și antihistaminic în ziua anterioară examenului.

Ținem să subliniem faptul că deși se recomandă în mod sistematic testarea substanței de contrast, utilitatea acestei manevre este considerată redusă în prevenirea reacțiilor alergice. Se face prin injectarea a 1 ml substanță de contrast, după care se așteaptă câteva minute apariția fenomenelor adverse. Dacă totul decurge normal se continuă injectarea

Orice substanță de contrast administrată i.v. sau intraarterial are un timp vascular, un timp parenchimos (tisular) și un timp excretor. Obținerea imaginilor urografice se bazează pe timpul parenchimos - evidențiable sub formă **nefrogramei** pe clișeele precoce, în general sub 3 min. de la terminarea injectării - și timpul excretor al substanței de contrast - evidențiable sub formă **urogramei (urografie)**, reprezentând opacifierea cu substanță de contrast a căilor excretorii, vizibilă după 3 min. de la terminarea injectării. Tomografia plană în timpul nefrografic (nefrotomografia) ajută la aprecierea mai corectă a conturilor renale și a gradului de vascularizație a maselor tumorale renale (fig.2).

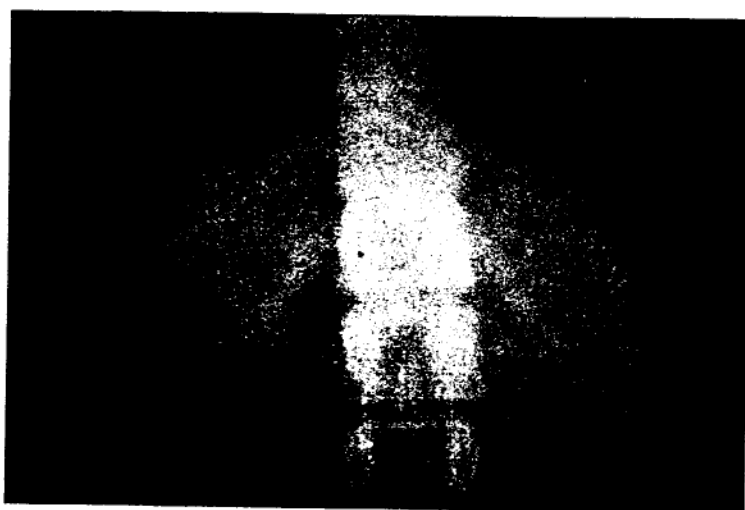


Fig.2 - Tomografia plană în timpul nefrografic al urografiei facilitează aprecierea conturilor renale

Pentru ameliorarea încărcării cu contrast a aparatului urinar superior și a ureterelor, pentru evidențierea unor anumite regiuni ale aparatului urinar (joncțiunea pieloureterală, ureterul presacrat, joncțiunea ureterovezicală) se recomandă efectuarea de artificii tehnice. Examenul UIV trebuie să evidențieze funcțional și morfologic întregul aparat urinar, ceea ce impune de cele mai multe ori clișee în plus față de cele considerate „standard”, de la 5, 15 și 30 min. Din acest motiv se

ecografiei în depistarea și caracterizarea maselor renale.

Ecografia poate examina practic orice regiune a aparatului reno-urinar, mai puțin ureterele iliace, fiind indicată ca screening în analiza patologiei reno-urinare. Este neiradiantă și ieftină, dar cu principalul dezavantaj că este manipulator dependentă.

Ecografia poate fi considerată metoda de elecție pentru ghidarea în timp real a manevrelor intervenționale cum ar fi nefrostomia, drenajul absceselor, puncții.

TOMOGRAFIA COMPUTERIZATĂ

Tomografia computerizată (TC) este explorarea imagistică radiologică ce aduce cele mai multe informații privind aparatul reno-urinar datorită posibilității de a demonstra densități specifice (aer, grăsime, apă, calciu) și a aprecierii iodofiliei, deci a vascularizației unei leziuni. Prin achiziția în mod spiral a datelor, în timpul vascular de circulație a unui bolus de substanță iodată, se poate realiza studiul vaselor cu o sensibilitate apropiată de angiografie. TC aduce informații referitoare la aparatul reno-urinar și mai ales spațiul retroperitoneal chiar și în absența administrării substanței de contrast, ceea ce o face utilă în cazurile de insuficiență renală, în special de cauză obstructivă.

TC este indicată în 1) depistarea și caracterizarea maselor renale, 2) stadializarea tumorilor maligne și urmărirea postoperatorie, 3) traumatismele aparatului reno-urinar, 4) obstrucțiile urinare înalte, cu evidențierea sediului și a naturii obstacolului, 5) absența vizualizării unui rinichi prin alte investigații imagistice.

IMAGISTICA PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ

Rezonanță magnetică (IRM) este o metodă imagistică neiradiantă care are indicații limitate în explorarea aparatului reno-urinar, informațiile pe care le poate furniza fiind în majoritatea cazurilor identice cu cele obținute prin TC. IRM are un randament superior în caracterizarea leziunilor vasculare și a patologiei regiunii pelvine având avantajul că poate realiza secțiuni în orice plan (fig.5). Există variante de explorare IRM care permit obținerea de imagini similare urografiei fără a folosi substanță de contrast. În perspectivă este posibil ca spectroscopia prin IRM să aducă elemente de diagnostic cu o specificitate foarte ridicată mai ales în diagnosticul etiologic al tumorilor prostatice.

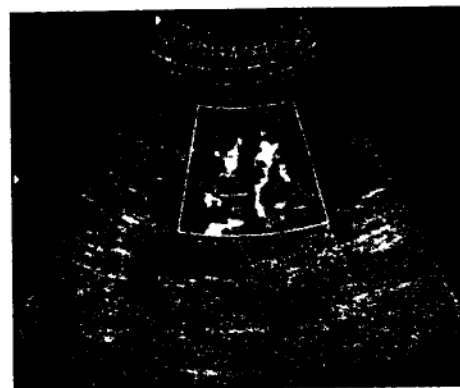


Fig.4 - Ecografie Power Doppler care evidențiază fluxurile vasculare intrarenale în aceeași culoare indiferent de sensul de curgere al sângelui



Fig.5 - Secvență IRM ponderată T2, sagitală prin pelvis. Se pot observa structurile pelviene, în special uterul ce prezintă o foarte bună diferențiere endometru - miometru și un nodul în hiposemnal la nivelul miometrului - fibrom

Necesită condiții de sterilitate, iar injectarea trebuie făcută cu presiune mică pentru a nu realiza extravazări ale substanței de contrast.

Indicațiile pielografiei directe sunt 1) obstrucția ureterală, 2) tumorile uroteliale înalte de dimensiuni mici, 3) leziuni inflamatorii incerte pe UIV (necroza papilară, cavernă), 4) manevre intervenționale: nefrostomie de necesitate, nefrolitotomie percutană, instalarea de sonde sau stenturi (proteze) ureterale.

CISTOGRAFIA

Cistografia, opacifierea cu substanță de contrast a vezicii urinare, se poate obține în finalul UIV sau prin introducerea directă a substanței iodată pe sonda uretrală, retrograd, sau prin cateter suprapubian. Metoda poate evidenția tumorile vezicale, leziuni posttraumatice, diverticuli vezicali, malformații sau traiecte fistuloase. Cistografia prin opacifiere directă este indicată în mod special pentru evaluarea refluxului vezico-ureteral, fiind necesare incidente și grade de umplere variate și clișeu micțional. Clișeu în ortostatism este necesar în cazul suspiciunii unei ptoze vezicale.

URETROGRAFIA

Uretrografia se obține prin opacifierea cu substanță de contrast iodată a uretrei, fiind un examen utilizat în special în patologia uretrei masculine. Opacifierea se poate realiza anterograd, prin clișeu micțional după cistografie, sau retrograd, folosind o sondă plasată cu vârful în fosa naviculară. La femei uretra este explorată cel mai frecvent anterograd. Uretrografia este indicată în diagnosticul stenozelor, tumorilor, leziunilor posttraumatice și a fistulelor localizate la acest nivel.

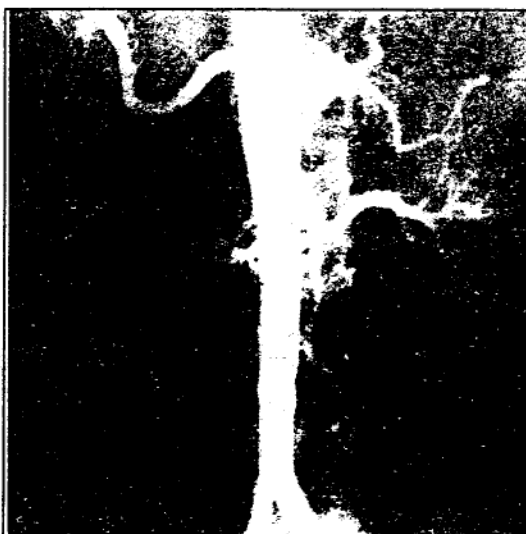


Fig.3 - Aortografie pentru evaluarea pediculului renal la un donator de rinichi
două artere renale drepte și o singură arteră renală stângă, toate de aspect normal. Rinichiul stâng este preferat pentru a fi donat

ANGIOGRAFIA AORTICĂ GLOBALĂ SAU SELECTIVĂ RENALĂ (UNI SAU BILATERAL)

Angiografia renală (fig.3) nu diferă ca tehnică de explorarea altor organe, indicațiile actuale fiind mai limitate datorită impactului tehnicilor imagistice moderne. Tehnicile digitale de prelucrare a imaginii fac posibilă actualmente explorarea arterială și venoasă cu cantități relativ mici de substanță iodată. Angiografia este utilă în:

- stenoza arterelor renale
- anevrismele și fistulele arterio-venoase
- evaluarea vascularizației renale în vederea transplantului de la donator viu
- manevre intervenționale vasculare: dilatări, embolizări, protezări vasculare

B. METODE IMAGISTICE

ECOGRAFIA

Ecografia aparatului reno-urinar folosește ultrasunete cu frecvențe de 3,5 Mhz (aduți), 5 Mhz (copii) sau de 7-10 Mhz (endorectale, endovaginale, endouretrale), oferind doar informații morfologice. Explorarea Doppler (fig.4), având capacitatea de a evidenția fluxuri, aduce în plus date privind perfuzia renală, fiind indicată în patologia vasculară. Administrarea substanțelor de contrast ecografic ameliorează sensibilitatea și specificitatea

ecografiei în depistarea și caracterizarea maselor renale.

Ecografia poate examina practic orice regiune a aparatului reno-urinar, mai puțin ureterele iliace, fiind indicată ca screening în analiza patologiei reno-urinare. Este neiradiantă și ieftină, dar cu principalul dezavantaj că este manipulator dependentă.

Ecografia poate fi considerată metoda de elecție pentru ghidarea în timp real a manevrelor intervenționale cum ar fi nefrostomia, drenajul abceselor, puncții.

TOMOGRAFIA COMPUTERIZATĂ

Tomografia computerizată (TC) este explorarea imagistică radiologică ce aduce cele mai multe informații privind aparatul reno-urinar datorită posibilității de a demonstra densități specifice (aer, grăsime, apă, calciu) și a aprecierii iodofiliei, deci a vascularizației unei leziuni. Prin achiziția în mod spiral a datelor, în timpul vascular de circulație a unui bolus de substanță iodată, se poate realiza studiul vaselor cu o sensibilitate apropiată de angiografie. TC aduce informații referitoare la aparatul reno-urinar și mai ales spațiul retroperitoneal chiar și în absența administrării substanței de contrast, ceea ce o face utilă în cazurile de insuficiență renală, în special de cauză obstructivă.

TC este indicată în 1) depistarea și caracterizarea maselor renale, 2) stadializarea tumorilor maligne și urmărirea postoperatorie, 3) traumatismele aparatului reno-urinar, 4) obstrucțiile urinare înalte, cu evidențierea sediului și a naturii obstacolului, 5) absența vizualizării unui rinichi prin alte investigații imagistice.

IMAGISTICA PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ

Rezonanță magnetică (IRM) este o metodă imagistică neiradiantă care are indicații limitate în explorarea aparatului reno-urinar, informațiile pe care le poate furniza fiind în majoritatea cazurilor identice cu cele obținute prin TC. IRM are un randament superior în caracterizarea leziunilor vasculare și a patologiei regiunii pelvine având avantajul că poate realiza secțiuni în orice plan (fig.5). Există variante de explorare IRM care permit obținerea de imagini similare urografiei fără a folosi substanță de contrast. În perspectivă este posibil ca spectroscopia prin IRM să aducă elemente de diagnostic cu o specificitate foarte ridicată mai ales în diagnosticul etiologic al tumorilor prostatice.

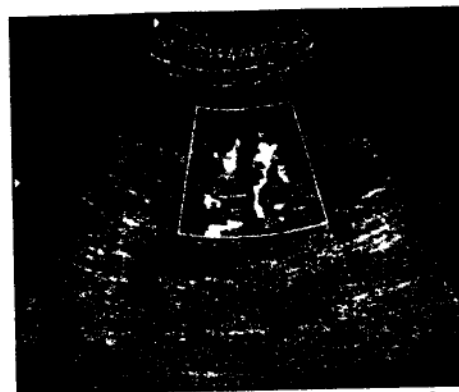


Fig.4 - Ecografie Power Doppler care evidențiază fluxurile vasculare intrarenale în aceeași culoare indiferent de sensul de curgere al sângelui



Fig.5 - Secvență IRM ponderată T2, sagitală prin pelvis. Se pot observa structurile pelviene, în special uterul ce prezintă o foarte bună diferențiere endometru - miometru și un nodul în hiposemnal la nivelul miometrului - fibrom

2. ANATOMIE RADIOLOGICĂ

Rinichii sunt organe primitiv retroperitoneale, având rapoarte cranial cu glandele suprarenale, posterior cu pilierii diafragmatici și cu mușchiul pătrat lombar, iar anterior cu ficatul (dreapta) respectiv splina. Medial de rinichi se găsesc mușchii psoas, despărțiți de aceștia prin grăsimea spațiului perirenal. Pediculul vascular renal conține vena anterior și artera posterior, aceasta din urma având în hil un ram prepielic și un ram retropielic. Acesta poate genera pe secvențele urografice o umplere incompletă a SPC, cel mai frecvent la nivelul tijei caliceale superioare (pensa vasculară). Vena renală stângă este mai lungă decât cea dreaptă, trecând printre aorta și a. mezenterică superioară (pensa aorto-mezenterică), raport evidențiable prin ecografie, TC sau IRM (fig.6). Spațiul perirenal, cuprins între capsula renală și fascia perirenală, conține o cantitate variabilă de grăsime, ușor de identificat pe secțiunile TC datorită densității specifice negative. Acest spațiu este evidențiable și pe RRVS și UIV prin existența unei benzi transparente înguste între marginea medială a rinichiului și m.psoas. Spațiul perirenal este închis cranial, lateral. Medial este limitat de către aortă și v. cavă inferioară, astfel încât nu există comunicare stânga-dreapta. Fascia perirenală delimitează posterior spațiul pararenal anterior, în care se găsesc pancreasul, duodenul, colonul ascendent și descendent. Acest spațiu este delimitat ventral de peritoneul parietal posterior. Spațiul pararenal anterior comunică în porțiunea caudală cu spațiul pararenal posterior, ceea ce explică extensia proceselor inflamatorii, în special pancreatice, dinspre anterior spre posterior.

Poziția normală a rinichilor este între platoul superior al vertebrei T 12 și platoul inferior al vertebrei L 3, putând exista variații datorate mobilității respiratorii sau ortostatice.

Orientarea rinichilor este oblică în toate planurile (fig.7). În plan frontal, axul longitudinal converge spre vertebra T 10, polii inferiori renali fiind mai depărtați decât cei superiori, lucru ușor de evidențiat pe RRVS și UIV. În plan sagital, datorită așezării pe mușchii psoas, polii inferiori sunt mai depărtați de peretele posterior al lombei, față de cei superiori. Secțiunile axiale (transversale) utilizate în TC evidențiază orientarea anterioară a hilurilor renale.

Dimensiunile rinichilor variază în intervalele 8-12 cm. longitudinal, 6-7 cm. transversal și 3-4 cm. antero-posterior, putând fi măsurate prin orice metodă imagistică.



Fig.6 - reconstrucție tridimensională a rinichilor și structurilor vasculare abdominale după o achiziție TC spirală. Se observă pensa aorto-mezenterică prin care trece v. renală stângă (->)

Fig.7 - reconstrucție tridimensională a rinichilor care evidențiază orientarea anterioară a hilurilor renale și convergența cranială a axului longitudinal renal

Pe RRVS și UIV axul longitudinal este cuprins între echivalentul a 2 vertebre și jumătate și 3 vertebre și jumătate.

Contururile renale sunt netede la adult, convexe lateral și ușor concave în regiunea hilurilor. La copilul sub 5 ani contururile normale sunt ușor policiclice datorită persistenței lobulației fetale.

Parenchimul renal normal are în mod normal o structură omogenă la adult hipocogenă ecografic și hipodensă la CT, comparativ cu cea a parenchimului hepatic sau splenic. La copii și tineri se pot evidenția zone hipocogene, triunghiulare, corespunzătoare piramidelor renale. Sinusul renal este hiperecogen datorită multiplelor interfețe de la acest nivel (vase, cale excretorie, grăsime). Vizualizarea arterelor arcuate marchează ecografic limita între corticală și medulară. În mod normal, SPC și ureterele nu se vizualizează ecografic.

Pe RRVS structura se apreciază prin intermediul intensității umbrei renale, care este omogenă, comparabilă ca intensitate cu mușchiului psoas. Pe secțiunile TC fără substanță de contrast densitatea parenchimului renal este omogenă cuprinsă între 40-60 UH (unități convenționale de densitate). Secțiunile IRM pot în plus diferenția corticala de medulară fără substanță de contrast.

Opacifierea parenchimului în timpul nefrografic al UIV este omogenă și simetrică, de intensitate superioară mușchiului psoas, fiind, alături de intensitatea și simetria de opacifiere a căilor excretorii criterii de apreciere a funcției renale normale. Pe secțiunile TC, diferențierea corticală-medulară se poate vizualiza după injectarea substanței de contrast, la începutul timpului nefrografic (fig.8).

Căile excretorii includ sistemul pielo-caliceal (SPC), ureterele, vezica urinară (VU) și uretra. Cu excepția VU, acestea pot fi examinate în mod normal doar prin investigații cu substanță de contrast iodată.

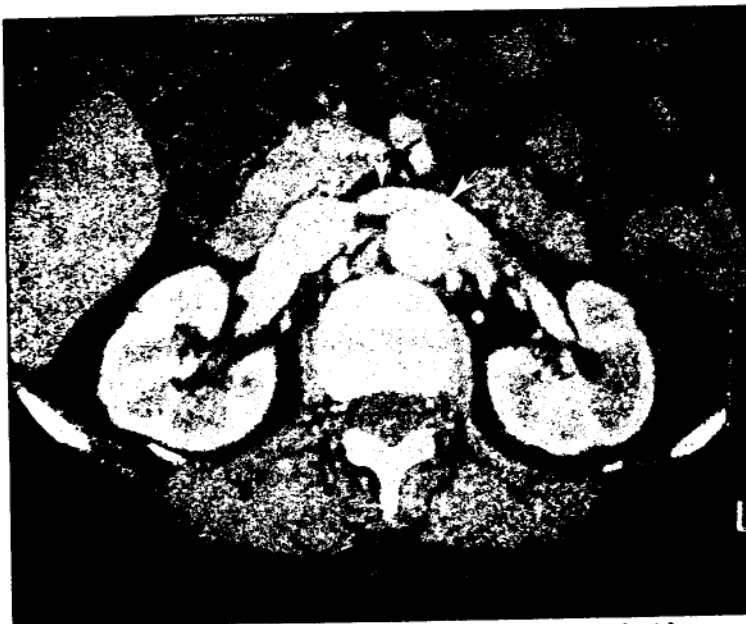


Fig.8 - Secțiune TC la nivelul hilului renal stâng după injectarea substanței de contrast iodate timpul vascular și parenchimatous, cu diferențierea cortico-medulară normală. Observați v. renală stângă (→) care trece prin pensa aorto-mezenterică

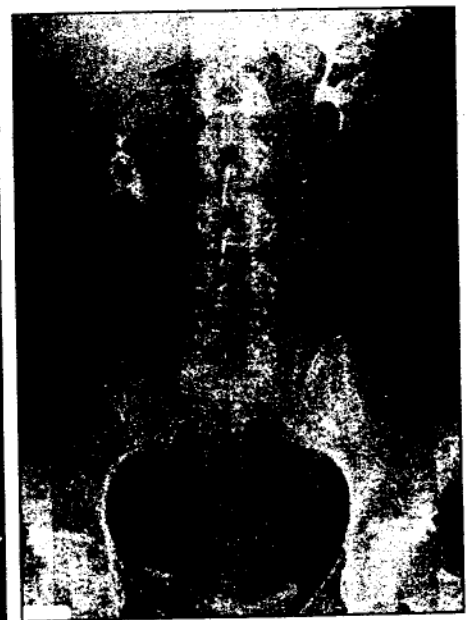


Fig.9 - Secvență urografică normală observați aspectul SPC (cupe caliceale, tije caliceale și pelion)

SPC normal se evidențiază radiografic doar prin opacifierea cu substanță de contrast iodată (fig.9), fiind alcătuit, dinspre periferie spre hil, din cupe caliceale, cuplate fiecare cu o piramidă renală, tije caliceale minore și majore și, în final, bazinetul (pielon). Cupele caliceale normale au o formă concavă spre periferie (văzute de profil) sau inelară (incidență ortogradă), continuându-se fiecare cu o tijă caliceală minoră. Tijele caliceale majore, de obicei în număr de trei (superioară, medie și inferioară), converg spre bazinet. Pielonul are o formă triunghiulară, cu conturul inferior concav spre caudal, fiind localizat în interiorul patruleterului Bazy-Moyrand. Acesta are laturile orizontale prin mijlocul vertebrelor L1 și L2, iar cele verticale date de linia mediană și o linie paralelă, la ~6 cm lateral de aceasta. O opacitate calcară aflata pe RRVS în interiorul acestui patruleter este foarte probabil localizată în bazinet.

Opacifierea cupelor caliceale permite trasarea unei linii imaginare care să unească cele mai periferice cupe, numită linie interpapilară (linia Hodson). În exteriorul acestei linii se găsește parenchimul renal, a cărui grosime se poate estima prin intermediul indicelui parenchimos, reprezentat de raportul între distanța de la linia Hodson la conturul extern renal și diametrul transvers. Valoarea normală a indicelui în regiunea medio-renală este de aprox. 1/2. Indicele parenchimos poate fi evaluat și ecografic, măsurând distanța între sinusul renal și conturul extern al rinichiului și raportând-o la diametrul transvers.

Ureterele normale se opaciază în timpul UIV incomplet, pe segmente, acestea având aspect fuziform (fuse ureterale), datorită peristalticii fiziologice. Din punct de vedere radiologic se pot descrie trei segmente ale ureterelor: lombar, iliac și pelvin.

Porțiunea lombară se întinde de la joncțiunea pieloureterală până la marginea superioară a aripii iliace, având un traiect aproximativ paralel cu coloana vertebrală, situat anterior de mușchii psoas. În continuare ureterul iliac, suprapus bazinului osos, are un traiect discret lateralizat determinat de trecerea peste vasele iliace. Ultima porțiune a ureterului, pelvină, are un traiect orientat spre medial, terminându-se pe fața posterioară a VU cu ostiurile ureterale. Regiunea terminală, intramurală, a ureterului reprezintă una din strâmtoarele fiziologice ale acestuia, proiectată în interiorul patruleterului Robert-Gayet pe RRVS și UIV. Laturile orizontale ale acestuia trec prin marginea superioară a acetabulului, respectiv prin foseta ligamentului rotund, iar cele verticale prin linia mediană, respectiv prin marginea internă a găurilor obturatorii. Opacitățile calcare proiectate în interiorul acestui patruleter pe RRVS sunt foarte probabil localizate în ureterul intramural. Celelalte strâmtoare fiziologice ale ureterului sunt situate la nivelul joncțiunii pieloureterale și la nivelul pasajului ureterului peste pachetul vascular iliac comun.

Vezica urinară (VU) poate fi examinată ecografic în repleție având în mod normal conținutul anecogen și o grosime a pereților variabilă funcție de gradul de umplere, vezica plină având o grosime a pereților de aproximativ 2 mm. VU în repleție este folosită și ca fereastră transsonică pentru examenul ecografic al organelor pelvine: uterul și anexele la femeie, situate posterior respectiv postero-lateral față de VU, prostata și veziculele seminale la bărbat, situate caudal de VU. În retenția de urină se practică și un examen postmictional, cu evaluarea reziduiului, care în mod normal este inexistent. Pe clișeele UIV, VU se proiectează suprapubian în incidența antero-posterioară, având formă variabilă, funcție de gradul de umplere: semilunară, cu concavitatea în sus, la începutul umplerii, triunghiulară în semirepleție, rotund-ovalară în repleție. Volumul normal în repleție este de aproximativ 500 ml. Rapoartele cu organele pelvine enunțate anterior este în majoritatea cazurilor vizibil, sub forma amprentelor pe conturul superior (uter) sau inferior (prostata).

Uretra feminină este scurtă, de ~ 3-4 cm, localizată anterior de vagin, fiind examinată cel mai frecvent prin clișeu micțional la finalul UIV. Uretra masculină (fig.10) are, din punct de vedere radiologic, o porțiune posterioară, corespunzătoare uretrei prostatice (cranial) și membranoase (caudal), și o regiune anterioară, corespunzătoare uretrei bulbare (fixă) și peniene (mobilă). La nivelul uretrei prostatice se evidențiază o mică imagine lacunară (minus de umplere) dat de veru montanum, la aproximativ 1-2 cm sub sfincterul vezical, fiind locul unde se deschid cele două canale ejaculatorii.



Fig.10 - Uretrografie micțională uretra masculină normală
Observați imaginea lacunară de la nivelul uretrei prostatice dată de coliculul seminal (veru montanum)

3. LEZIUNI RADIOLOGICE ELEMENTARE

În continuare vom face o prezentare a semiologiei din radiologia standard, cu referire în mod special la RRVS și UIV, urmând a fi completată în cadrul capitolelor de patologie cu aspectele imagistice corespunzătoare.

A. CALCIFICĂRI LA NIVELUL APARATULUI RENO-URINAR

Calcificările pot apare la nivelul oricărui segment al aparatului reno-urinar, traducând existența unor procese patologice variate, analiza localizării, intensității și aspectului putând clarifica etiologia.

Calcificările renale (tabel 1) sunt proiectate peste umbra renală pe RRVS. Ele pot fi diferențiate de cele extrarenale cu ajutorul unui clișeu în incidența de profil, unde calcificările renale se proiectează peste coloana vertebrală, iar celelalte anterior de coloană. Opacifierea cu contrast a căilor urinare șterge imaginile de calcificare în interiorul căilor și permite localizarea calcificărilor extraurinare.

Tabelul 1

| Calcificările renale | | | |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------|
| Localizare | Aspect pe RRVS | Etiologie | Observații |
| Hil renal | - lineare | - vasculare | |
| Parenchim | - nebulos sau pulverulent, în general de intensitate mică | - tuberculoză | - poate asocia litiaza |
| Parenchim, difuz | - pulvérulente, de intensitate mare | - nefrocalcinoză | |
| În vecinătatea calicelor | - liniare, scurte, distribuite radiar (în perie) | - calcificări în ectazii tubulare precaliceale (b. Cacchi Ricci) | - de regulă bilateral |
| Parenchim, asociat cu sd. tumoral | - arciforme | - calcificări în perete chist | - posibil chist hidatic |
| Parenchim, asociat cu sd. tumoral | - neregulate, în interiorul tumorii, dimensiuni variabile | - tumori maligne | |
| Patrulaterul Bazy Moyrand | - variabil ca intensitate și dimensiuni | - litiază | - v. cap. litiază |

Calcificările de la nivelul SPC sau ureterelor (tabel 1) pot fi identificate pe RRVS folosind patruleterele Bazy-Moyrand și Robert-Gayet și traiectele ipotetice ale ureterelor.

La nivelul pelvisului (tabel 2), apartenența calcificărilor este relativ dificil de precizat doar pe RRVS, fiind ușurată de administrarea substanței de contrast.

Tabelul 2

Calcificări pelvine

| Localizare | aspect pe RRVS |
|--|--|
| - vasculare - arteriale - venoase (fleboliți) | - lineare - rotund - ovalare |
| - vezica urinară - perete - litiaza | - arciforme - forme variabile, mobile la schimbarea poziției |
| - ureterale - litiaza | - proiectată în patrulaterul Robert- Gayet sau pe traiectul ipotetic al ureterului |
| - uter (fibrom) | - dimensiuni mici, grupate (aspect muriform) |
| - prostata | - de regulă punctiforme, proiectate peste simfiza pubiană |

B. MODIFICĂRI RENALE

1. Poziția rinichilor poate fi modificată congenital (ectopie) sau dobândit, rinichii fiind situați mai jos față de poziția normală (ptoza).

Ectopia renală are drept cauza ascensionarea renală incompletă sau exagerată din regiunea pelvină, unde se formează în perioada intrauterina mugurele ureteral și metanefrosul ce vor constitui aparatul reno-urinar superior. Ectopia asociază destul de frecvent și fuziuni ale rinichilor. Astfel, ectopia poate fi:

- joasă - frecvent în poziție presacrată
- înaltă - sunt citate cazuri de ectopie intratoracică
- directă - fiecare rinichi își păstrează localizarea stângă, respectiv dreaptă
- încrucișată - unul din rinichi migrează de partea contralaterală, cu sau fără fuziune.

Modificările de poziție dobândite sunt cauzate de:

- slăbirea sistemului de susținere a rinichilor, cu „căderea” (ptoza) acestora, asociind de obicei și ptoza altor organe
- împingerea produsă de hipertrofia organelor de vecinătate.

Funcție de localizarea rinichilor, ptozele se împart în grade de la I la III.

Diferențierea între ectopie și ptoză se poate face pe baza aspectului ureterului: ureter de lungime adecvată poziției, de obicei scurt, în ectopie și cudad, cu traiect sinuos, în ptoze.

2. Dimensiunea rinichilor (tabel 3) pe RRVS și UIV se apreciază prin raportare la corpii vertebrali. Astfel rinichii sunt de regulă mai mari de două vertebre și jumătate (~8 cm.), dar nu peste trei vertebre și jumătate (~12 cm.), modificările de dimensiune fiind în general coroborate cu cele de contur.

În general toate inflamațiile acute ale rinichilor (glomerulonefrite, pielonefrite) pot produce creșteri dimensionale ale rinichilor, fără modificări de contur, datorate mai ales edemului. Inflamațiile cronice produc de regulă reduceri ale dimensiunilor renale prin procese de fibroză, cicatriceale. Aceste procese sunt de regulă implicate și în fiziopatologia ischemiilor renale cronice, având același rezultat: reducerea dimensiunilor.

Sindromul obstructiv poate genera creșterea dimensiunilor renale, asociind de regulă persistența nefrogramei cu întârzierea sau absența excreției (fig.11).

Modificări de dimensiune și contur ale rinichilor

| Dimensiune | Contur | Etiologie | Observații |
|---------------------|--------------------------|---|--|
| Crescute unilateral | neted | - displazie multichistică - compensator - pielonefrita acută - ischemie acută - tromboza v. renală - obstrucție ureterală | - rinichi nefuncțional |
| | boselat | - formațiune tumorală - rinichi polichistic, forma adultului | - v. cap. Tumori - rar unilateral, cu boseluri multiple |
| | cu ancoșă | - ren duplex | - ancoșă mediorenală |
| Crescute bilateral | neted | - rinichi polichistici, forma copilului - boala Cacchi-Ricci - glomerulonefrite acute - boli de sistem (LES, poliarterita nodoasă, boala Goodpasture, granulomatoza Wegener) - amiloidoză - mielom multiplu - limfoame, leucemii - obstrucție bilaterală de cale urinară | - rar unilaterală |
| | boselat | - tumori bilaterale - rinichi polichistici, forma adultului | - multiple boseluri |
| Reduse unilateral | neted | - aplazie renală (congenital) - hipoplazie renală (congenital) - ischemie cronică - nefrită de iradiere | - rinichi nefuncțional - rinichi funcțional, cu indice parenchimos normal |
| | cu ancoșă sau depresiune | - pielonefrite cronice - tuberculoză renală (tardiv) - infarcte renale | |
| Reduse bilateral | neted | - glomerulonefrite cronice - ischemie cronică | |
| | cu ancoșă sau depresiune | - pielonefrite cronice - tuberculoză renală (tardiv) | |

3. Conturul renal (tabel 3) poate prezenta modificări în plus față de conturul ideal (boselură) sau în minus (ancoșă, depresiunea).

Boselura poate fi unică sau multiplă, situațiile care pot genera acest aspect fiind:
– rinichiul „dromader” - variantă de normal, boselura fiind de regulă medio-renală, cu indice parenchimos normal;
– tumori renale - întotdeauna asociază creșteri ale indicelui parenchimos și, în majoritatea cazurilor, modificări de căi excretorii.

Ancoșă este retracție unghiulară a conturului renal traducând 1) persistența lobulației fetale, 2) existența unui sistem excretor dublu (ren duplex), 3) afecțiuni inflamatorii cronice, 4) cicatrice după infarct renal.

Depresiunea este o retracție a conturului renal (fig.12), pe o întindere mai mare decât ancoșă, asociind de regulă și reducerea indicelui parenchimos, generată de 1) amprenta hepatică sau splenică, 2) afecțiuni inflamatorii cronice, 3) cicatrice post-infarct.



Fig.11 - Secvență urografică pe care se vizualizează rinichiul stâng de dimensiuni crescute, cu nefrogramă persistentă, dar fără urogramă, combinație sugestivă pt. obstrucție. Rinichi stâng normal

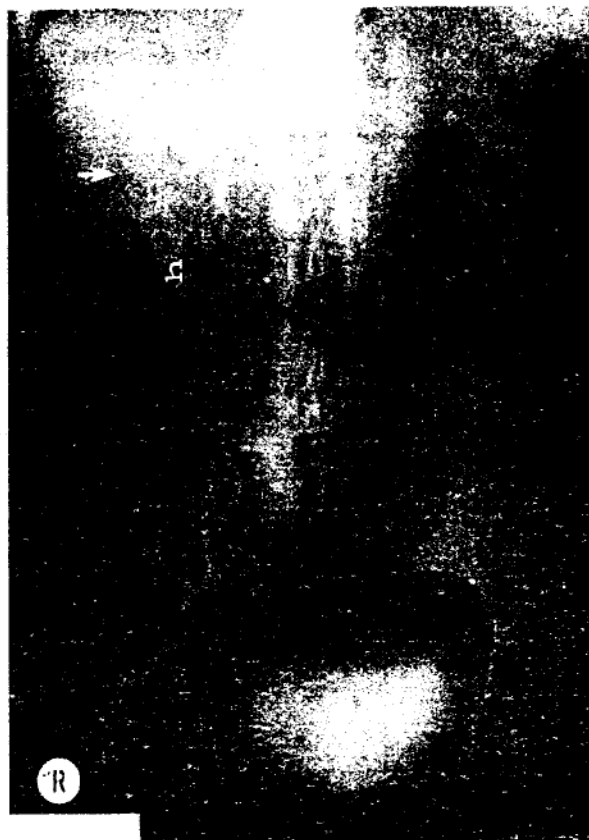


Fig.12 - Tomografie plană în timpul urografiei pt. a evidenția depresiunea conturului renal (-> drept (sechelă inflamatorie). La nivelul SPC drept: dilatație caliceală inferioară (poststenotică) (↘)

C. MODIFICĂRI ALE FUNCȚIEI RENALE (tabel 4)

Funcția renală normală apreciată pe UIV presupune, după cum am văzut, nefrograma simetrică vizibilă începând cu primul minut de la injectare și apariția urogramei (opacifierea căilor excretorii), de asemenea simetrică, începând cu al treilea minut de la injectare până la cel mai târziu 5 min.

Apariția întârziată a nefrogramei asociază de regulă întârzierea urogramei, având în general cauze prerenale sau renale. Apariția normală a nefrogramei fără apariția urogramei (nefrograme persistentă fără urogramă) are de regulă cauze postrenale, caracteristic sindromului obstructiv. Acest aspect se datorează faptului că substanța de

Modificări ale funcției renale

Tabelul 4

| Nefrograma | Urograma | Etiologie | Observații |
|--------------------------------|------------|---|---|
| Absentă | absentă | - displazia multichistică - ischemie acută - traumatism renal | - congenitală |
| Prezentă, normal sau întârziat | absentă | - litiază - tumori renale - tumori uroteliale - traumatism de căi excretorii | - afectarea fiind de regulă unilaterală, prezintă asimetrie (v. și sindr. obstructiv) |
| Asimetrică | asimetrică | - nefrite | |

contrast pătrunde în rinichi unde, datorită presiunii crescute din sistemul colector (SPC), persistă timp îndelungat, fiind eliminată cu dificultate, lent.

Asimetria nefrogramei sau a urogramei, cu reducerea intensității de opacifiere a rinichiului sau a SPC, traduce deficiențe de perfuzie, respectiv de concentrație ale rinichiului în cauză, aspecte ce apar în afectări ale parenchimului renal (pielo- sau glomerulonefrite). Un rinichi este considerat „mut urografic” dacă nu are excreție (urogramă) până la dispariția substanței de contrast din SPC contralateral.

Cauzele modificărilor funcționale pot fi localizate:

- prerenal - vasculare - cu ischemie acută / cronică prin stenoză arterială sau tromboză;
- renal - alterarea parenchimului renal datorită proceselor inflamatorii (nefrite) acute sau cronice cu scleroză renală
- postrenal - sindromul obstructiv indiferent localizare

D. MODIFICĂRI DE CĂI EXCRETORII

Căile excretorii pot suferi modificări de calibru, de contur, de conținut.

Modificări de calibru

Dilatația (tabelul 5) definește creșterea calibrului unui segment de cale excretorie, fiind principalul semn radiologic al sindromului obstructiv. La nivelul SPC, dilatația poate afecta doar un calice / grup caliceal generând un hidrocalix - sau întregul SPC - dând hidronefroză - sub forma balonizării calicelor și a bazinetului. Hidronefroza este cuantificată în grade de la I la IV, putând asocia și dilatație de ureter - ureterohidronefroza:

- gr. I: creșterea dimensiunilor pelonului, cu tendință la rectitudine a cupelor caliceale văzute de profil;
- gr. II: pelon și cupe caliceale cu aspect balonizat, fără reducerea indicelui parenchimatous (fig.13);
- gr III: creșterea dimensiunilor SPC asociată cu reducerea indicelui parenchimatous;

Etiologia dilatațiilor

Tabelul 5

| Etiologia dilatațiilor | Observații |
|--|---|
| Reflux vezico-ureteral | - v. cap. leziuni congenitale |
| Obstrucție intralumenală - litiaza - cheaguri - papila „alunecată” în calea excretorie | - în necroze papilare |
| Obstrucție din perete - ureterocel - megaureter - edem - stenoze inflamatorii - tumori uroteliale | - congenital - congenital - însoțește litiaza - cel mai frecvent tuberculoza, cu stenoze multiple, etajate |
| Obstrucție extralumenală - ureter retrocav - cancer de vecinătate - fibroză retroperitoneală - hipertrofia prostatică - anomalii vasculare | - congenital, doar pe dreapta - frecvent postiradiere - determină stenoză uretrală și reziduu postmicțional patologic |
| Fără obstrucție - post partum - infecții urinare - după înlăturarea unui obstacol | - în general aceste dilatații sunt reversibile, fiind definite ca hipotonie |

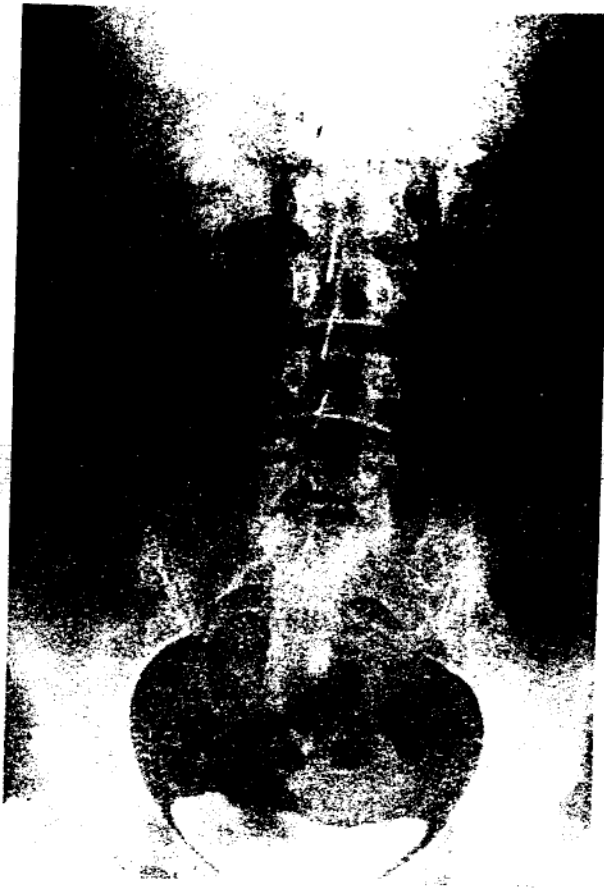


Fig.13 - Ureterohidronefroză dreaptă gradul II prin litiază la nivelul ureterului pelvin



Fig.14 - Hidronefroză gradul III dreaptă (rinihiul mai are încă parenchim vizibil) și gradul IV stângă, ambele prin obstacol litiazic

– gr IV: dilatația ajunge până în vecinătatea conturului renal, cu reducerea drastică a indicelui parenchimos (SPC cu aspect pseudochistic) (fig.14).

Indicele parenchimos normal indică debutul recent, acut, al dilatației, în timp ce indicele parenchimos redus indică o evoluție îndelungată, cronică, a bolii.

Stenoza este definită drept reducerea calibrului unui segment de cale excretorie, frecvent de etiologie inflamatorie, cu localizare unică sau multiplă, reprezentând una din cauzele dilatației. Localizarea stenozei la nivelul tijelor caliceale va determina apariția hidrocalixului. La nivelul uretrei, stenoza se manifestă prin dilatație în amonte, dar și prin retenție vezicală de urină, vizibilă radiologic prin existența reziduiului postmictional patologic.

Modificări de contur

Conturul poate prezenta **amprentări** (tabelul 6) determinate de existența unor elemente extrinseci, normale sau patologice, cu sau fără reducerea calibrului, fiind uneori dificil de diferențiat de imaginile lacunare cu punct de plecare parietal.

Modificările în plus ale conturului normal al căii excretorii sunt definite ca **imagini adiționale** (tabelul 7), putând fi localizate la orice nivel.

Amprente pe calea excretorie

| Localizare | Etiologie | Observații |
|-----------------|--|---|
| SPC | - vasculare - chiste - lipomatoza sinusală | - v. pensa vasculară - tije efilate și ecartate - tije efilate și aspect de „ciupercă” al cupelor caliceale |
| Ureter | - tum. retroperitoneale | - cu sau fără modificări de traiect |
| Veziica urinară | - uter - prostată | - normal - amprenta de regulă simetrică în hipertrofia benignă |

Imagini adiționale

| Localizare | Etiologie | Observații |
|--|--|---|
| Parenchim (în afara liniei Hodson) | - diverticul caliceal - chiste fistulizate - caverna | - congenital - specifică tuberculozei |
| Piramida renală (în vecinătatea cupei caliceale) | - ectazia tubulară precali- ceală (b. Cacchi-Ricci) - necroza papilară | - congenital - anamnesic: consum de analgetice, pielo- nefrite, diabet, sickle-cell anemia, etanol |
| Veziica urinară | - diverticul - pseudodiverticul - fistule | - persistă după golire - dispar după golire (vezica de luptă) - congenitale, inflamatorii (b. Crohn, abces apendicular) cancere de vecinătate, radioterapie |
| Uretra | - diverticul - fistula | |
| orice localizare | - posttraumatice - iatrogene | - extravazările au de regulă contururi șterse |

Localizarea în interiorul parenchimului renal presupune existența unor cavități comunicante cu calea excretorie. Aceste cavități apar pe secvențele urografice în afara liniei interpapilare (fig.15), fiind de regulă imagini persistente pe clișeele tardive urografice, evacuarea substanței de contrast din acestea fiind lentă.

La nivelul vezicii urinare diverticuli (fig.16) - prolabări ale mucoasei vezicale în afara vezicii - trebuie diferențiați de pseudodiverticuli - deformări ale întregului perete vezical, prezente în sindromul obstructiv inferior și vizibile mai ales în efort de micțiune - prin efectuarea unui clișeu postmicțional, pe care pseudodiverticuli dispar.

Leziunile posttraumatice pot apare la orice nivel - hil renal, parenchim renal sau cale

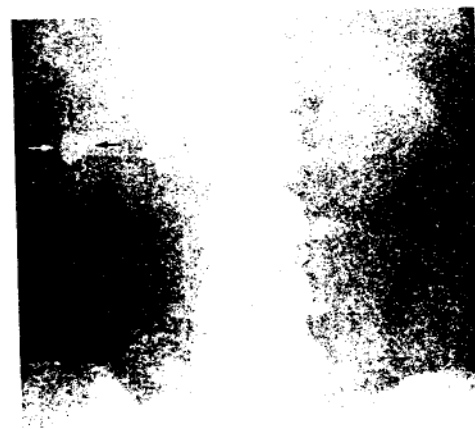


Fig.15 - Imagine adițională în parenchimul renal drept (cavernă) în dreptul cavernei remarcăți o depresiune a conturului (sechelă retractilă inflamatorie)



Fig.16 - Imagine adițională pe peretele supero-extern stâng al vezicii urinare - diverticul



Fig.17 - Extravazare a substanței de contrast periureteral stânga la un pacient cu traumatism auto - ruptură ureterală.
Remarcați conturul șters datorită difuziei substanței de contrast

excretorie - lezarea căii excretorii fiind demonstrată prin extravazarea substanței de contrast în afara căii (fig.17).

Modificări de conținut

Conținutul căii excretorii poate fi modificat de prezența unor imagini radioopace, invizibile de regulă după administrarea substanței de contrast (litiaza), sau radiotransparente (lacune) (tabelul 8), înconjurate în totalitate de substanță de contrast (intralumenale) sau cu punct de plecare parietal.

MODIFICĂRI PARTICULARE

La nivelul SPC se pot descrie două tipuri de leziuni prezente doar la acest nivel: amputația și dezorganizarea.

Amputația (fig.18) definește absența opacifierii unui segment al SPC de regulă periferic, având ca etiologii posibile 1) tumori maligne renale și 2) tuberculoza.

Imagini lacunare

Tabelul 8

| Localizare | Etiologie | Observații |
|-------------------------------|---|---|
| intralumenale | - litiaza radiotransparentă - cheaguri - papila „alunecată” | - în necroza papilară |
| cu punct de plecare în perete | - papilom - carcinom - pielouretrita cistică | - contur net, regulat - contur șters și / sau neregulat - în infecții cronice |



Fig.18 - Pielografie retrogradă stângă ce pune în evidență amputația grupului caliceal superior, cu contururi foarte neregulate, dată de o tumoră renală malignă



Fig.19 - Dezorganizare bilaterală a sistemului pielocaliceal prin chiste parapelice (verificate ecografic).

Dezorganizarea (fig.19) definește modificarea aspectului normal al SPC putând fi asociată cu prezența 1) tumorilor renale maligne, 2) chistelor parapelice sau 3) bolii polichistice, forma adultului.

4. SINDROAME LA NIVELUL APARATULUI RENO-URINAR

Leziunile elementare descrise anterior pot fi grupate în sindroame radiologice care pot conduce alături de elemente clinice la diagnosticul corect de boală.

4.1. SINDROMUL OBSTRUCTIV

Sindromul obstructiv cuprinde totalitatea semnelor radiologice și imagistice consecutive unui obstacol la nivelul căii excretorii. Funcție de localizarea obstacolului acesta va avea efecte asupra căii excretorii superioare (SPC, uretere), urmând a fi analizat în cele ce urmează ca sindrom obstructiv superior, sau asupra vezicii urinare și uretrei, fiind analizat ca sindrom obstructiv inferior.

4.1.1. SINDROMUL OBSTRUCTIV SUPERIOR

Sindromul obstructiv superior este caracterizat radiologic și imagistic prin modificări funcționale (întârzierea excreției) și morfologice ale SPC (dilatată). Se poate determina sediul, vechimea și cauza obstrucției.

Fiziopatologic un obstacol în eliminarea urinei va determina o distensie a căii excretorii în amonte (proximal). Dilatarea acută a căii generează durere care va antrena reflexe vasospastice cu scăderea perfuziei renale de partea afectată, uneori chiar bilateral, cu întârzierea sau absența excreției. De regulă în aceste situații gradul dilatației este redus. Dacă instalarea obstacolului este lentă durerea este absentă sau de intensitate mică. În aceste situații presiunea în calea excretorie crește și ea lent, determinând în final reducerea gradientului de presiune la nivel glomerular, cu scăderea filtratului glomerular. Radiologic aceasta se va manifesta prin întârzierea excreției. Acest mecanism acționează și în cazul obstacolelor apărute brusc, diferența fiind gradul obstrucției mai mare în obstrucția cronică. Dacă presiunea în calea excretorie depășește presiunea de filtrare glomerulara excreția va fi absentă, realizând aspectul de rinichi „mut urografic”.

Ecografia evidențiază modificările morfologice: hidronefroza sau ureterohidronefroza și rinichi de dimensiuni normale sau crescute, fără modificări de contur. Dilatarea izolată a unui sau mai multor calice poartă denumirea de hidrocalix sau hidrocalicoză.

Hidronefroza este clasificată ecografic în patru grade, cu aspecte similare hidronefrozei descrise pe secvențele UIV:

- gr. I: dilatația bazinetului (pielectazie), care apare ca imagine transsonică în centrul sinusului renal, având dimensiuni mai mari de 15 mm ;
- gr. II: apar în plus dilatații de calice, ca imagini transsonice în periferia sinusului renal, comunicante cu imaginea transsonică centrală (pielonul)-fig 20;
- gr. III: indicele parenchimos se reduce, odată cu creșterea dimensiunilor imaginii transsonice centrale, care păstrează încă forma SPC ; reducerea grosimii parenchimului sugerează existența unei obstrucții cronice ;
- gr. IV: parenchimul este dispărut, rinichiul fiind transformat într-o imagine transsonică.

Ecografia poate depista în majoritatea situațiilor sediul obstacolului și uneori natura acestuia, în special pentru cele situate intralumenal. Prin aceasta examinare se poate aprecia și vechimea obstrucției, hidronefroza de gradul I și II fiind întâlnită în obstrucțiile acute, iar hidronefroza gr. III și IV în obstrucțiile cronice.

Obstacolul cel mai frecvent întâlnit la adult, litiaza, apare ecografic ca imagine hiperecogenă, prezentând de obicei un con de umbră acustică posterioară (fig.21).



Fig.20 - Ecografie renală: ureterohidronefroză gradul II

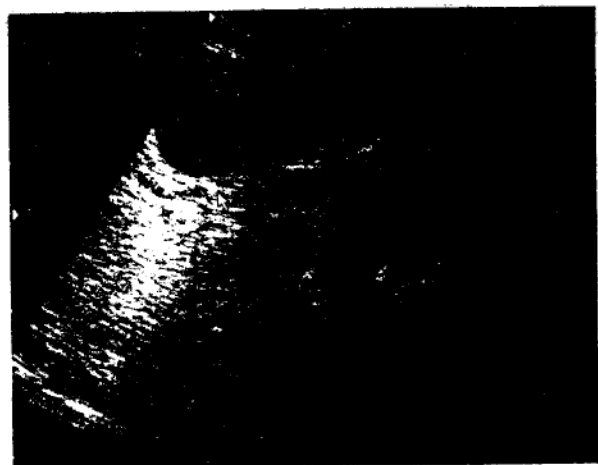


Fig.21 - Dilatație a ureterului pelvin drept (bandă hipoeecogenă) prin litiază ureterală (imaginea hiperecogenă cu con de umbră acustică posterioară din extremitatea dilatației). Vezica urinară este plină (continut transsonic)

Diagnosticul pozitiv ecografic al sindromului obstructiv se bazează pe dilatația de căi excretorii, asociată eventual cu dimensiuni renale crescute (peste 12 cm. ax longitudinal).

Diagnosticul diferențial ecografic se impune cu toate formațiunile transsonice localizate în sinusul renal (chiste parapielice unice sau multiple) sau în parenchimul din vecinătatea acestuia (chiste renale).

RRVS în cazul unei obstrucții oferă informații privind dimensiunile rinichilor, prin intermediul umbrelor renale, și existența unor calcificări în aria de proiecție a căilor excretorii superioare (SPC, uretere) sugerând posibila litiaza reno-ureterală radioopacă care reprezintă 90% din totalul litiazelor reno-urinare. Restul de 10% este reprezentat de litiazele radiotransparente, alcătuite din urați, cistină sau xantină, invizibile pe RRVS, dar vizibile pe secvențe urografice ca imagini lacunare (fig.22).

Injectarea unei substanțe de contrast i.v. în vederea obținerii unei UIV trebuie să țină cont de valorile creatininei și ureei serice. Depistarea unor valori crescute este asociată de regulă cu alterarea excreției substanței iodate consecutivă alterării funcției renale. În aceste situații, ca și în colica renală, este necesară injectarea unei cantități crescute de substanță iodată pentru a obține opacifierea căilor excretorii. În același timp nu trebuie ignorat faptul ca la pacienții cu valori ale creatininemiei peste 2 mg/dl substanțele de contrast iodate pot determina alterarea suplimentară a funcției renale prin fenomene de nefrotoxicitate.

UIV evidențiază modificări funcționale și morfologice ale aparatului reno-urinar, sediul și natura obstacolului în majoritatea cazurilor.

Modificările funcționale sunt reprezentate de absența sau întârzierea excreției, cu nefrogramă prezentă și de multe ori persistentă ore după injectarea substanței iodate, însoțită de opacifiere mai redusă a căii excretorii afectate, prin diluare cu urina stagnantă.



Fig.22 - Opacitate calcară de aprox. 1,5 cm situată în aria de proiecție a ureterului intramural stâng pe RRVS (a). Pe secvența urografică (b) ureterul dilatat se oprește la nivelul acestei opacități sugerând o litiază radioopacă ureterală situată foarte probabil într-o dilatație congenitală a ureterului terminal (ureterocel)

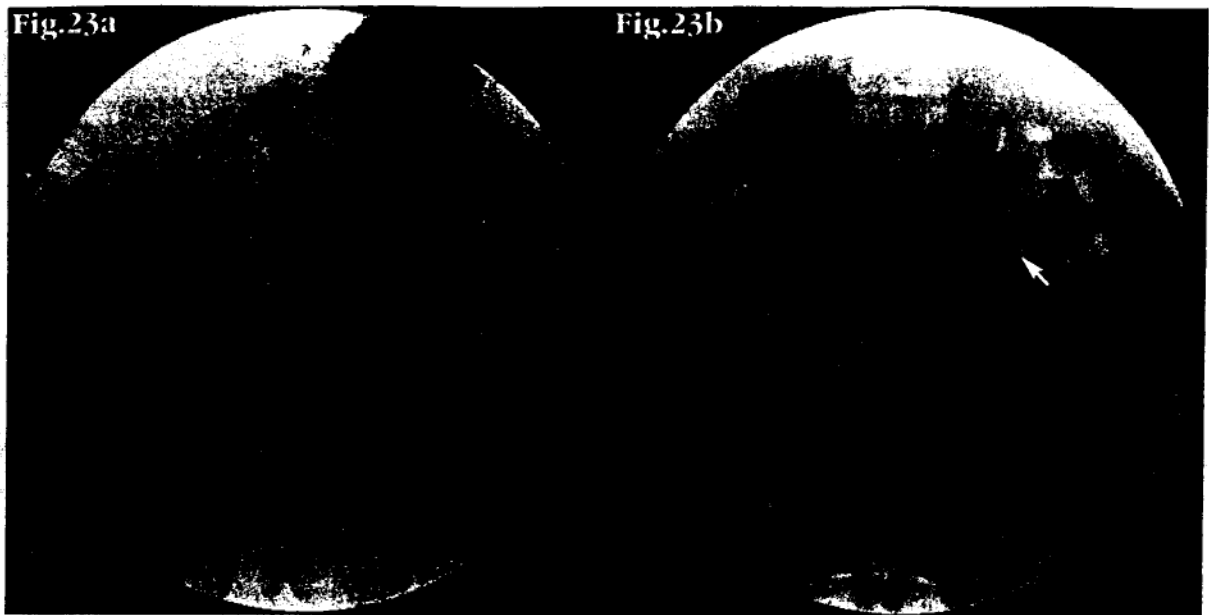


Fig. 23 - Absența opacităților calcare renale pe RRVS (a) - cu prezența a două imagini lacunare pe UIV (b) - situate la nivelul joncțiunii pielo-ureterale stângi litiază radiotransparentă cu hidronefroză gradul II

Modificarea morfologică caracteristică sindromului obstructiv, dilatația de calice (hidrocalix), de SPC (hidronefroza) sau de ureter poate fi urmărită până la sediul obstacolului (fig.22). Litiaza radiotransparentă se vizualizează sub forma imaginilor lacunare (fig.23). Dilatația se poate termina brusc, sugerând existența unui obstacol intralumenal, sau prin îngustare treptată a căii excretorii, sugerând apartenența parietală sau extralumenală a obstacolului (v. modificări radiologice elementare). Gradul hidronefrozei corelează cu vechimea dilatației.

În majoritatea situațiilor UIV poate evidenția cauza obstacolului.

Pielografia directă anterogradă (fig.24) poate evidenția aceleași modificări morfologice ca și UIV, împreună cu sediul și natura obstacolului, fără informații privind funcția renală. Subliniem faptul că injectarea directă în SPC poate crea aparent un grad de



Fig.24 - ureterohidronefroză prin stenoză la nivelul ureterului lombar (pielografie directă dreaptă după puncția percutanată a SPC)

hidronefroza mai mare decât cel real, astfel încât aprecierea vechimii obstacolului este bine să fie făcută prin alte metode. Principalul avantaj al metodei constă în posibilitatea manevrelor intervenționale de înlăturare sau depășire a obstacolelor, iar în caz de eșec lăsarea unui drenaj extern al urinei (nefrostoma).

Executarea manevrei prin abord endoscopic (ureteropielografia retrogradă) oferă mai multe date privind situația căii excretorii distal de obstacol. Se poate încerca depășirea sau înlăturarea obstacolului prin manevre intervenționale: instalare de sonde ureterale sau stenturi, litotripsie endoureterală.

Tomografia computerizată (TC) fără substanță de contrast (nativ) depistează dilatația de cale excretorie și poate identifica sediul și natura obstacolului. De menționat că TC vizualizează litiaza indiferent de caracterul radioopac sau radiotransparent pe RRVS, ambele fiind hiperdense pe secțiunile tomografice. Injectarea substanței iodate oferă informații privind funcția renală și confirmă hidronefroza prin decelarea substanței radioopace în interiorul SPC dilatat. În plus, postcontrast se pot depista eventualele focare de pielonefrita asociate.

Diagnosticul diferențial TC al hidronefrozei se face cu chistele parapielice, care sunt în majoritatea situațiilor asimptomatice, ambele având densitate fluidă pe examenul nativ. După contrast i.v. chistele sunt neiodofile (avascular), păstrând densitatea fluidă și deformând SPC.

Rezonanță magnetică (IRM) este un examen scump raportat la informațiile pe care le oferă. Dorim să subliniem posibilitatea de a obține imagini ale căilor excretorii dilatate similare UIV, având posibilitatea de a face diferența între obstrucția acută și cronică pe baza vizualizării edemului din jurul căii excretorii caracteristic fenomenelor acute.

Etiologia sindromului obstructiv superior este foarte variată, o parte dintre cauze fiind enumerate în tabelul de mai jos.

- | | | |
|-----------|---------------|---|
| Etiologie | – congenitală | - disfuncție de joncțiune pielo-ureterală - stenoze ureterale - ureter retrocav (dreaptă) |
| | – dobândită | - litiaza - stenoze postinflamatorii - stenoze posttraumatice - tumori renale - tumori ureterale - compresii extrinseci - fibroză retroperitoneală - tumori vezicale (în zona ostiumului ureteral) - răsunset tardiv al sindromului obstructiv inferior |

4.1.2. SINDROMUL OBSTRUCTIV INFERIOR

Sindromul obstructiv inferior este caracterizat imagistic prin existența rezidului vezical postmictional, asociind funcție de sediul și vechimea obstrucției dilatație de vezică, uretră și / sau de uretere. Întârzierea excreției este relativ rar întâlnită și apare după o evoluție îndelungată. Imagistica poate preciza frecvent și cauza obstrucției.

Ecografia se face prin abord suprapubian sau endorectal pentru prostată. Examinarea suprapubiană trebuie făcută cu vezica plină și obligatoriu postmictional la bărbații cu simptomatologie de retenție urinară. Tumorile vezicale în regiunea colului vezical, una din cauzele de obstrucție, se vizualizează cu vezica plină. Tot cu vezica plină se examinează și prostata. Existența rezidului vezical, evidențiată prin examinare



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.

postmictională, cu aprecierea volumului acestuia stă la baza diagnosticului pozitiv al sindromului obstructiv inferior.

Ecografia endorectală are rezoluție superioară abordului suprapubian în aprecierea morfologiei prostatice, cu posibilitatea detectării precoce a nodurilor prostatice sugestivi pentru leziuni maligne și biopsierii ghidate a acestora. În general creșterea dimensiunilor prostatei fără modificări de ecostructură este caracteristică hipertrofiei benigne de prostată. Evidențierea unei imagini hiperecogene cu sau fără con de umbra posterior în lobul median prostatic impune diagnosticul diferențial între litiaza din canalul uretral și calcificări prostatice.

RRVS în cazul obstrucțiilor joase instalate acut este bine să fie făcută cu prinderea în întregime a simfizei pubiene pentru a evidenția calcificările subvezicale: prostatice, litiaza uretrală. UIV va cuprinde un clișeu mictional, pentru examinarea anterogradă a uretrei, și un clișeu postmictional, pentru aprecierea reziduiului vezical. Amprenta prostatică pe conturul inferior al vezicii urinare vizibilă în cazul hipertrofiilor, poate fi simetrică, de regulă în hipertrofiile benigne, sau asimetrică, asociată uneori cu hipertrofia nodulară malignă.

Uretrografia retrogradă determină sediul și gradul de obstrucție, având avantajul că nu depinde de excreția renală, opacifierea uretrei fiind net superioară celei obținute în finalul urografiei (fig.25). Nu oferă nici o informație privind rezidiul vezical. În cazul stenozelor și a rupturilor de uretră, uretrografia retrogradă nu poate preciza de cele mai multe ori lungimea acesteia, astfel încât este necesară și o uretrografie anterogradă realizând uretrografia bipolară.



Fig.25
Stenoză de uretră anterioară
(uretrografie retrogradă)

Tomografia computerizată și rezonanța magnetică nucleară nu aduc informații esențiale în diagnosticul sindromului obstructiv inferior.

Etiologia sindromului obstructiv inferior:

- congenitală
 - stenoze uretrale
 - valvă uretrală
- dobândită
 - stenoze inflamatorii
 - traumatisme
 - tumori vezicale în vecinătatea colului
 - hipertrofia de prostată
 - disectazia colului vezical

4.2. SINDROMUL TUMORAL

4.2.1. SINDROMUL TUMORAL RENAL

Sindromul tumoral renal cuprinde totalitatea semnelor radiologice și imagistice pe care le determină existența unei tumori renale benigne sau maligne.

Ecografia poate determina localizarea, dimensiunile și natura solidă sau fluidă a formațiunilor renale. Astfel, primele apar ecografic ca imagini hiper sau hipocogene față de parenchimul renal (fig.26). Formațiunile izocogene sunt vizibile de cele mai multe ori doar la examenul eco Doppler și după administrarea unor substanțe de contrast ecografic datorită vascularizației diferite de restul parenchimului. Formațiunile fluide sunt ecografic transsonice (anecogene) și fără semnal Doppler, fiind în marea majoritate benigne: chiste renale simple (fig.27).

Diagnosticul diferențial ecografic se face cu imaginile date de leziunile inflamatorii renale focalizate, de multe ori fiind practic imposibil în absența datelor clinice și de laborator.

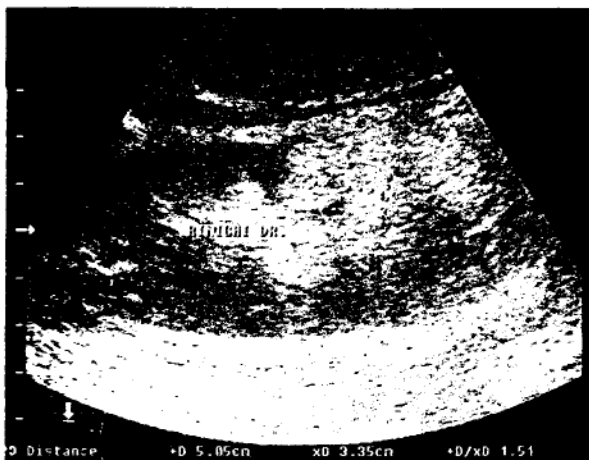


Fig.26 - Ecografie renală dreaptă care pune în evidență o masă hiperecogenă (deci solidă) de pol inferior, care deformează conturul renal

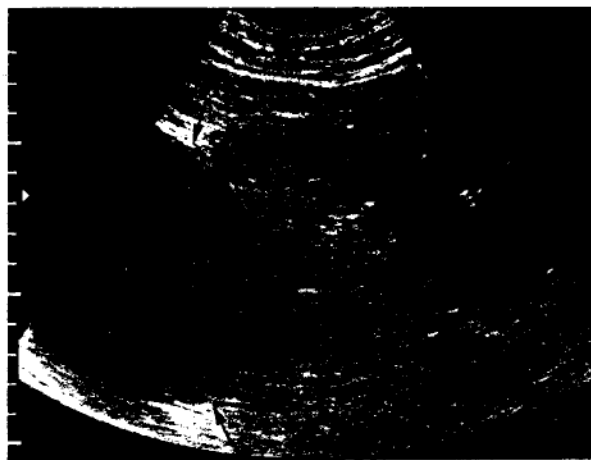


Fig.27 - Ecografie renală dreaptă: masă voluminoasă anecogenă în polul superior (chist)

Sindromul tumoral în **RRVS** și **UIV** este caracterizat prin combinația bosenurii (modificare de contur), cu indice parenchimos crescut la acest nivel, eventual dimensiuni renale crescute și modificări de căi excretorii (fig.28). Modificările căilor excretorii pot oferi date privind natura malignă sau benignă a leziunii. Astfel, amprentarea, stenozarea și ecartarea elementelor SPC sugerează o etiologie benignă, în timp ce amputația este caracteristică pentru etiologia malignă a leziunii. Absența excreției la nivelul unui rinichi care prezintă bosenura este foarte sugestivă pentru formațiune tumorală malignă cu invazia sinusului renal.

TC este indicată atât în evaluarea preoperatorie, cât și în urmărirea postoperatorie a tumorilor renale. Preoperator TC are capacitatea de a afirma natura benignă sau malignă a leziunilor. Cele mai frecvente tumori renale benigne, chistele, au densitate fluidă, sunt neiodofile și au de regulă perete propriu subțire (fig.29). Tumorile renale maligne au densități variabile, predominant solide, de multe ori cu calcificări de dimensiuni mici centrale, cu iodofilie prezentă, variabilă funcție de vascularizație. Depistarea adenopatiilor în hilul renal sau la distanță, a invaziei venei renale sau venei cave inferioare (fig.30) și a metastazelor la distanță asociată cu o tumoră renală certifica

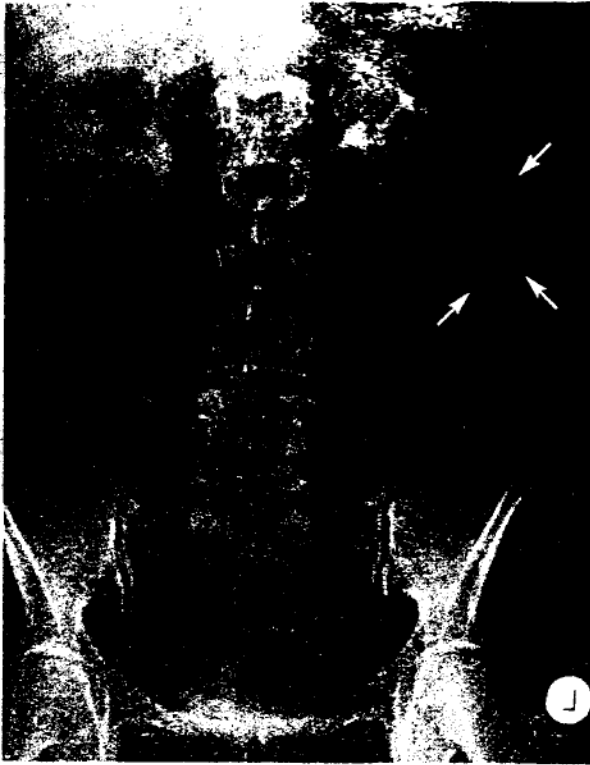


Fig.28 - Opacitate de intensitate tisulară care deformează conturul renal latero-inferior stâng. În absența altor informații imagistice nu se pot face aprecieri pe aceasta urografie asupra naturii maligne sau benigne



Fig.29 - Secțiune TC post contrast i.v. care evidențiază un chist de pol superior renal drept



Fig.30 - Secțiune TC post contrast i.v. care pune în evidență o voluminoasă tumoră renală dreaptă cu invazia spațiului perirenal, a v.cave inferioare și v.renale stângi. Datorită dificultăților de evaluare a trombozei venoase explorarea a fost continuată cu un examen IRM (fig.31)

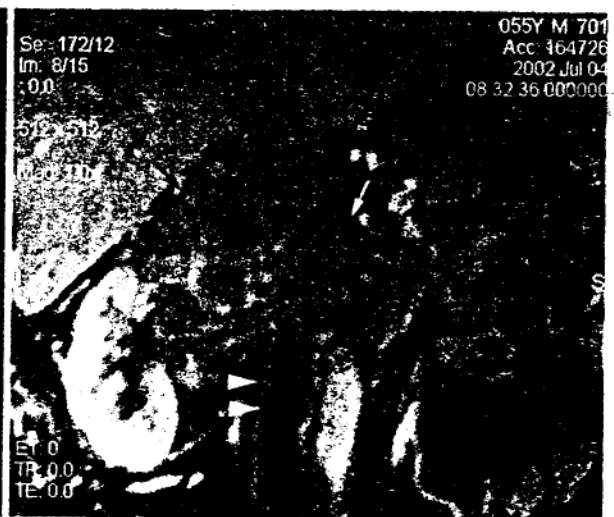


Fig.31 - IRM (secțiuni frontale după contrast) pune în evidență trombus tumoral în vv.renale și v.cavă inferioară suprarenală (→) și trombus hematic în v.cavă inferioară subrenală (⊘)

natura malignă a acesteia. Evidențierea unor structuri cu densitate lipidică în interiorul tumorii semnează de regulă natura benignă a leziunii (angiomiolipom).

Stadializarea tumorilor renale maligne se face cel mai frecvent după sistemul TNM (tumora, noduli adenopatici, metastaze) la care se adaugă invazia venoasă, sistem pe care îl prezentăm în continuare și care poate fi utilizat și la examinarea TC.

T - tumoră primară

- Tx: tumora primară nu poate fi evaluată
- T1: tumoră sub 2,5 cm. limitată la rinichi
- T2: tumoră peste 2,5 cm. care nu depășește capsula renală
- T3a: tumora invadează spațiul perirenal sau glanda suprarenală
- T3b: tumora invadează hilul renal, cu v. renală și / sau VCI
- T4: tumora invadează spațiile pararenale

N - noduli adenopatici (hilari, paraaortici, paracavi)

- Nx: ganglionii limfatici nu pot fi evaluați
- N0: nu există determinări secundare ganglionare
- N1: ganglion unic sub 2 cm.
- N2: ganglion unic / multipli între 2 și 5 cm.
- N3: ganglioni peste 5 cm.

M - metastaze la distanță

- Mx: nu se poate evalua prezența metastazelor
- M0: nu există metastaze la distanță
- M1: metastaze la distanță prezente

V - invazie venoasă

- V0: invazie venoasă absentă
- V1: invazia v. renale
- V2: invazia v. cave inferioare

Invazia v. renale este mult mai ușor de evidențiat pe partea stângă, unde v. renală este mai lungă și trece prin pensa aorto-mezenterică, față de v. renală dreaptă.

Angiografia și IRM au indicații foarte limitate pentru cazurile în care examenele efectuate până în această etapă sunt neconcludente sau contradictorii (fig.31). Angiografia este singura care poate preciza punctul de plecare al unei tumori foarte voluminoase, prin precizarea sursei principale de vascularizație. IRM este utilă pentru tumorile cu invazie venoasă, unde precizarea tipului de trombus (tumoral sau hematic) poate influența maniera de abord chirurgical.

Tumorile renale cele mai frecvente sunt enumerate în continuare:

- benigne
 - chist
 - angiomiolipom
 - oncocitom
 - adenom
- maligne
 - adenocarcinom (tumora Grawitz)
 - nefroblastom (tumora Wilms) - la copil
 - sarcoame

4.2.2. SINDROMUL TUMORAL UROTELIAL

Sindromul tumoral urotelial, reprezentat de totalitatea semnelor radiologice și imagistice generate de tumorile uroteliale, poate asocia funcție de localizare și sindromul obstructiv.

Ecografic se poate evidenția rar o imagine sugestivă pentru tumora urotelială în SPC sau uretere, dar mult mai frecvent și ușor în vezica urinară (fig.32), unde aspectul este de imagine ecogenă imobilă, placată la perete, care poate invada planurile profunde sau spațiul perivezical. Prezența cheagurilor sanguine, cu aspecte ecografice similare, face

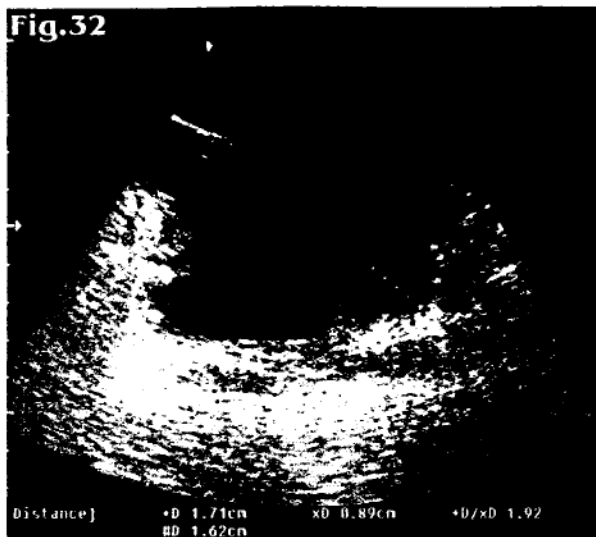


Fig.32 - Vezică urinară ce prezintă ecografic mai multe mase ecogene cu punct de plecare parietal: tumori vezicale



Fig.33 - Cistografie în finalul urografiei care pune în evidență o imagine lacunară pe peretele lateral al vezicii urinare: tumoră vezicală

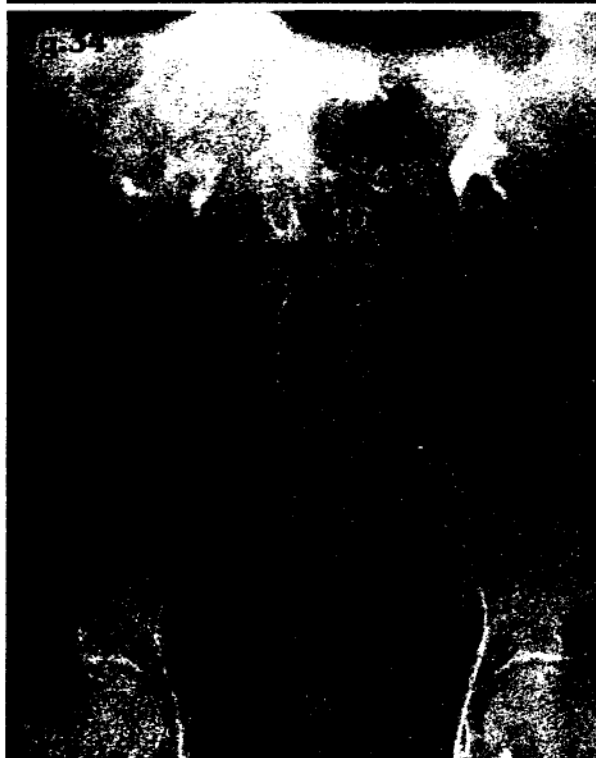


Fig.34 - Imagini lacunare la nivelul bazinetului drept și opacifiere foarte neomogenă și incompletă a restului SPC, fără modificări de contur renal. Deși suntem tentați să afirmăm diagnosticul de tumori uroteliale înalte, nu putem exclude pe criteriile UIV o tumora renală cu invazie de SPC

foarte dificil diagnosticul mai ales în cazul aderenței acestuia de perete. Ecografia endorectală face aprecieri mult mai exacte privind invazia planurilor profunde.

Ecografia este utilă și în căutarea adenopatiilor iliace și lombo-aortice și în aprecierea efectelor obstructive ale tumorilor uroteliale.

Pe RRVS și UIV sindromul tumoral urotelial este caracterizat prin prezența lacunei imobile, cu punct de plecare parietal, cu sau fără obstrucție și afectarea consecutivă a funcției renale (fig.33). În general este dificil de afirmat natura benignă sau malignă a leziunilor folosind doar criteriile radiologice, un element cu valoare orientativă fiind conturul imaginii lacunare: neted sugestiv pentru benignitate, șters și neregulat sugestiv pentru malignitate. Diagnosticul diferențial cel mai frecvent și uneori destul de dificil este cu litiiza radiotransparentă, aceasta din urma fiind înconjurată în totalitate de substanță de contrast. Tumorile uroteliale localizate în SPC sunt de multe ori dificil de diferențiat de tumorile renale ce invadează sinusul renal (fig.34). La nivelul vezicii urinare

diagnosticul diferențial se face și cu amprentele date de formațiuni cu punct de plecare în organele vecine (uter, prostată, rect).

Pielografia directă, anterogradă sau retrogradă, este una din metodele cele mai sensibile în depistarea tumorilor uroteliale înalte, având avantajul că nu depinde de funcția renală, iar imaginile obținute conțin mai multe detalii decât secvențele urografice. Aspectul este identic celui întâlnit la UIV.

Cistografia poate evidenția cu ușurință tumorile vezicale cu condiția să se facă secvențe multiple cu grade variate de umplere. La ora actuală metodele este abandonată în favoarea ecografiei.

TC este utilizată în special pentru diagnosticul tumorilor uroteliale înalte (uretere, SPC) unde apar ca formațiuni cu densitate solidă, slab iodofile, cu uretero-hidronefroză secundară sau invazie a parenchimului renal. De multe depistarea într-un stadiu avansat face imposibilă afirmarea punctului de plecare parenchimos sau urotelial al unei formațiuni din sinusul renal.

La nivel vezical, TC poate evidenția invazia tumorală a spațiului perivezical fiind utilă și în diagnosticul diferențial cu tumorile cu punct de plecare în organele vecine.

IRM poate aduce informații suplimentare în stadializarea tumorilor vezicale datorită semnalelor de intensitate diferită a componentelor peretelui vezical. Astfel, poate fi cunoscut cu precizie nivelul de invazie tumorală în peretele vezical.

Sindromul tumoral urotelial poate fi generat de:

- tumori benigne - papilom
- tumori maligne - carcinom
 - adenom vilos (în VU)
 - sarcoame

4.3 SINDROMUL INFLAMATOR

Sindromul inflamator cuprinde modificările radioimagistice determinate de infecțiile urinare.

Etiologic acestea sunt cel mai frecvent determinate de germeni gram negativi și mai rar de cei din grupul Mycobacterium, care generează tuberculoza reno-urinară. Inocularea în parenchimul renal se poate face pe cale hematogenă, cum este cazul tuberculozei, sau pe cale ascendentă, urmând traseul uretră - vezică urinară - uretere - SPC, cum se întâmplă cel mai frecvent cu germeii gram negativi. Această cale ascendentă presupune de cele mai multe ori existența unor deficiențe la nivelul mecanismelor naturale antireflux sau anomalii ale aparatului reno-urinar.

Ecografia oferă informații cu specificitate redusă în patologia inflamatorie. Inflamațiile acute asociază de regulă dimensiuni renale crescute, iar cele cronice se asociază de regulă cu dimensiuni reduse. În glomerulonefrita acută pe lângă creșterea dimensională se poate remarca o creștere difuză a ecogenității parenchimului renal vizibilă din ziua a șaptea de evoluție. Parenchimul renal prezintă modificări ecografice focale în cazul afecțiunilor supurative, cum este cazul abcesului renal, care ecografic se prezintă ca imagine hipoecogenă până la transsonică, cu contururi șterse. În unele cazuri se evidențiază un inel hiperecogen periferic atunci când abcesul are un perete propriu.

Ecografia este utilă în depistarea unora din factorii favorizanți ai infecțiilor urinare, congenitali (ectopii, hidronefroza congenitală...) sau dobândiți (ptoza, hidronefroza, litiaza).

RRVS și UIV rămân metodele de elecție pentru evidențierea leziunilor inflamatorii, având o specificitate ridicată în special pentru tuberculoza reno-urinară. Metoda nu este utilă în glomerulonefrite, fiind chiar contraindicată datorită nefrotoxicității substanțelor de contrast iodate.

Modificările de dimensiune ale rinichilor au aceeași semnificație ca în ecografie. Prezența ancoșei sau depresiunii la nivelul conturului marchează evoluția veche, cronică, a procesului inflamator. În plus, urografia vizualizează întârzierea excreției, un semn cu specificitate redusă, și modificările de cale excretorie. Acestea din urmă se pot găsi la orice nivel: SPC (necroza papilară, stenoze și dilatații), uretere (stenoze, dilatații, hipotonii și infiltrări), vezică urinară (contururi neregulate în faza acută, infiltrări cu volum redus în faza cronică) și uretră (stenoze, dilatații).

Tuberculoza reno-urinară are o sumă de semne specifice, prezente de regulă bilateral datorită inoculării renale pe cale hematogenă a bacilului Koch. Un prim semn vizibil pe RRVS este rinichiul mastic (fig.35): rinichi de dimensiuni reduse, cu multiple calcificări cu aspect granular sau nebulos, difuz distribuite în aria umbrei renale, predominant în parenchim. De cele mai multe ori acest rinichi are excreție tardivă sau absentă. La nivelul căilor excretorii (fig.36) sunt de menționat ca semne specifice caverna, stenozele multiple cu dilatații în amonte (aspect de „floare de margaretă” la nivelul SPC), infiltrarea ureterului (ureter cu calibru mărit, rigid - ureter în „țeavă de pușcă”) și a vezicii urinare (vezica de dimensiuni reduse), cu calcificări arciforme în peretele vezical.

UIV este metoda recomandabilă pentru decelarea malformațiilor congenitale de cale excretorie, unele dintre acestea putând favoriza infecțiile urinare.

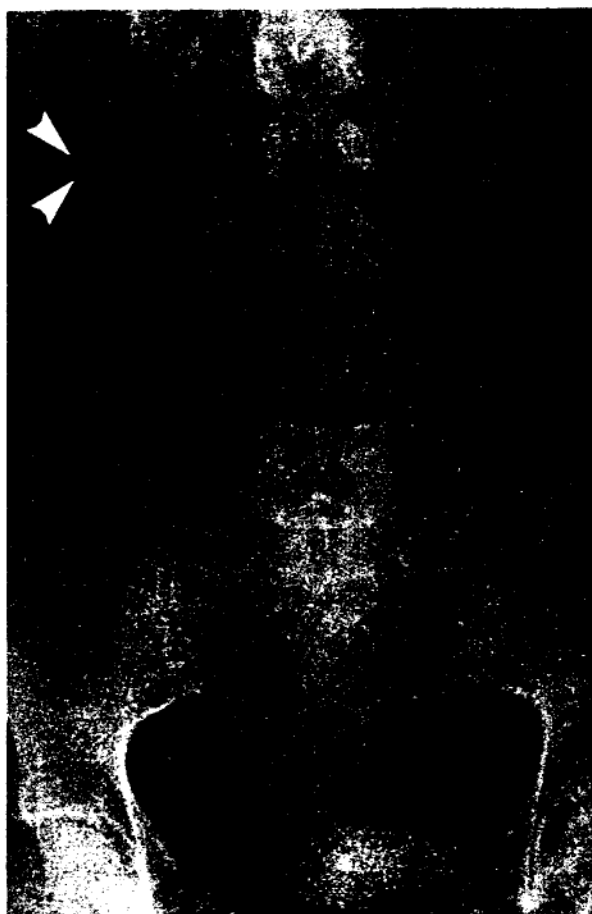


Fig.35 - Cavernă renală dreaptă și rinichi mastic stâng la un pacient cu tuberculoză renală cunoscută. Observați și depresiunea de contur renal în dreptul cavernei

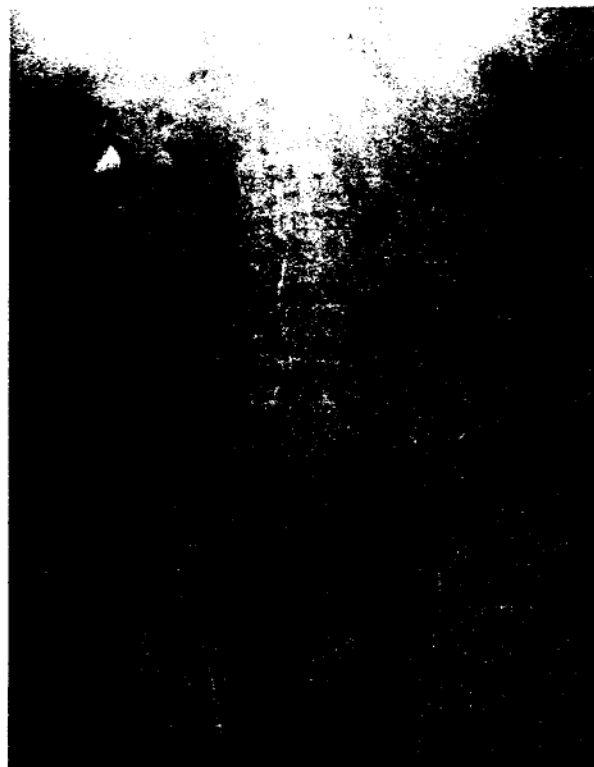


Fig.36 - Dilatații caliceale date de stenoza (sechelară) la nivelul bazinetului și tijelor caliceale la un pacient cu nefrectomie stângă pentru tuberculoză. Contururile neregulate ale calicelor sunt date de leziunile erozive inflamatorii

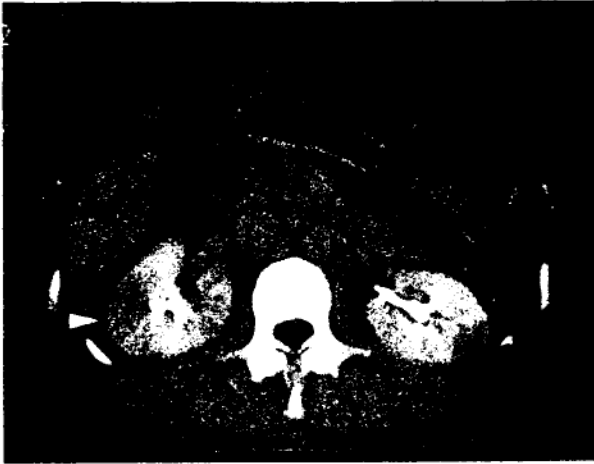


Fig.37 - Secțiune TC post contrast i.v. cu zone hipocaptante (ischemice) la nivelul parenchimului renal bilateral, sugestive pentru focare de pielonefrită. Delimitarea mai netă a leziunii din rinichiul stâng poate evoca tendința la abcedare.

Tomografia computerizată aduce informații privind leziunile parenchimotoase fiind de regulă necesară injectarea cu substanță de contrast iodată și urmărirea tardivă a modificărilor. Se pot evidenția astfel abcesele renale, focarele de pielonefrită, care apar postinjectare precoce ca plaje de captare redusă a substanței de contrast, datorită fenomenelor ischemice (fig.37). Aprecierea extensiei proceselor patologice în spațiul perirenal este foarte precisă prin TC. Cu o sensibilitate mai mică se pot vizualiza și imaginile adiționale intraparenchimotoase (caverna). În general TC are indicații limitate în patologia inflamatorie a aparatului reno-urinar.

Diagnosticul diferențial TC se face pentru leziunile inflamatorii focale cu tumorile renale, ceea ce poate fi de multe ori imposibil de făcut doar pe criterii imagistice.

Pielografia directă, de cele mai multe ori pe cale retrogradă, este recomandată în cazul rinichiului nefuncțional. Are avantajul că evidențiază cu mare sensibilitate leziunile de cale excretorie - necroza papilară, caverna, stenoze și dilatații - chiar de dimensiuni minimale, cum este eroziunea

Cistouretrografia și uretrografia retrogradă sunt indicate pentru evidențierea leziunilor pe uretră - stenoze, dilatații - și a malformațiilor congenitale la acest nivel.

CAPITOLUL VII

RADIOIMAGISTICA

SISTEMULUI OSTEO-ARTICULAR

C. Zaharia

Investigația imagistică a sistemului osteo-articular constituie unul din elementele indispensabile de diagnostic în multiple specialități medicale. Ortopedia, reumatologia nu pot fi concepute fără aportul imagisticii centrate pe explorarea oaselor și articulațiilor. Același important aport și-l aduce imagistica sistemului osteo-articular și în medicina internă, neurologie, oto-rino-laringologie, oncologie, hematologie și în alte discipline medicale.

TEHNICI DE EXAMINARE

Explorarea imagistică folosește diverse metode pentru explorarea sistemului osteo-articular. După agentul fizic folosit în obținerea imaginii, metodele de explorare imagistică pot fi împărțite în:

- a) Explorări radiologice
- b) Explorări imagistice neradiologice

A. EXPLORĂRILE RADIOLOGICE

Explorările radiologice cuprind toate metodele de investigație radiologice care folosesc la producerea imaginii razele X.

În investigația sistemului osteo-articular metodele radiologice uzitate, în ordinea frecvenței sunt:

1. Radiografia „standard”
2. Tomografia plană
3. Arteriografia
4. Tomografia computerizată
5. Fistulografia
6. Artrografia

1. RADIOGRAFIA

În 1895, Röntgen a efectuat prima radiografie medicală. Ea a fost o radiografie a oaselor mâinii. De atunci și până astăzi instalațiile de radiodiagnostic au evoluat foarte mult, dar radiografia a rămas mijlocul fundamental de explorare a scheletului.

Examenul radiografic are ca scop să furnizeze radiologului informații cât mai complete și în același timp precise asupra modificărilor eventuale a structurilor moi înconjurătoare, cât și asupra poziției, formei, dimensiunilor, conturilor și structurii osului. Pentru aceasta este deosebit de important ca să se respecte niște condiții obligatorii pentru ca prin interpretarea radiografiei să se obțină maximum de informații.

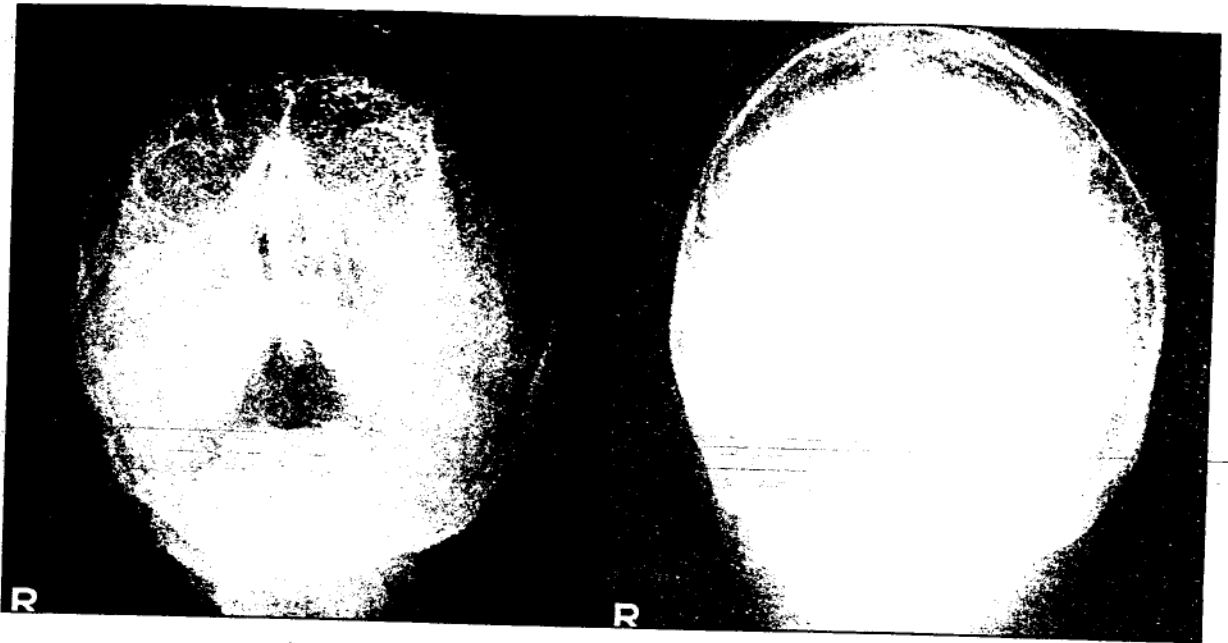


Fig.1 - Alegerea unor parametri electrici optimi

Alegerea unor parametri electrici optimi (fig.1)

Radiografia trebuie efectuată în așa fel încât să poată fi evidențiate atât structurile moi înconjurătoare cât și să fie reliefate cât mai net detaliile structurale ale osului.

În acest scop, ținând cont de diferența de densitate dintre părțile moi și os, cât și de abundența calciului (element chimic cu număr atomic mare) în structura osului,

trebuie ca valoarea kilovoltajului să nu fie deosebit de mari, deci fascicolul să nu fie prea penetrant, iar intensitatea curentului în circuitul de încălzire să fie destul de mare, astfel încât fascicolul să fie destul de „bogat”.

Efectuarea a cel puțin două radiografii în incidențe perpendiculare (fig.2).

Radiografia este reprezentarea bidimensională a unei structuri tridimensionale. Pentru ca examenul radiografic să poată lămuri exact localizarea leziunii, dimensiunile ei și relațiile cu structurile înconjurătoare este obligatorie reconstrucția în cele trei dimensiuni a leziunii.

Radiografia să cuprindă cel puțin o articulație a osului examinat (fig.3).

Aceasta condiție ne dă premisele unei bune aprecieri a eventualelor modificări de poziție și ax ale osului.

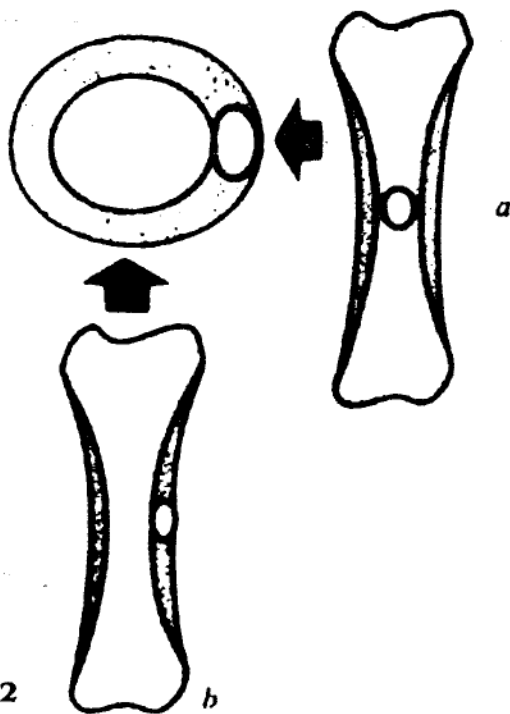


Fig. 2



Regiunile simetrice trebuie explorate întotdeauna bilateral (fig.4).

Efectuând radiografii în contextul acestei cerințe pot fi mult mai bine apreciate modificările incipiente de structura ale osului.

O radiografie corect executată poate și de obicei furnizează radiologului informații suficiente pentru elaborarea unui diagnostic complet și corect. Uneori, sunt necesare pentru elucidarea diagnosticului examene complementare, în alte incidențe decât cele standard, cu specificitate pentru țesuturile moi sau pentru explorarea unor regiuni mai puțin voluminoase (oasele mici ale feței, falange, membre ale copilului mic).

2. TOMOGRAFIA PLANĂ

Este un examen radiologic complementar. Se execută întotdeauna ulterior examenului radiografic în cele două incidențe perpendiculare. Reprezintă o tehnică de examinare utilă pentru evidențierea unor leziuni mici, care sunt suspicionate pe radiografie, evidențiază detalii de structură și elimină suprapunerile, cum este cazul în situația examinărilor regiunilor complexe unde indiferent de poziționare nu se pot evidenția clar leziunile.

Acest tip de examinare reprezintă o tehnică care implică o iradiere mare a bolnavului. Aceasta se datorează atât parametrilor electrici și de timp folosiți (miliamperaj mare și timpi de expunere lungi) cât și faptului ca examenul impune de obicei secțiuni multiple.

În prezent, prin apariția tomografiei computerizate, aceasta tehnică de examinare nu mai este folosită atât de frecvent.

3. ARTERIOGRAFIA

Este o metodă de explorare radiologică complexă care se efectuează complementar examenului radiografic standard (fig.5). Constă în injectarea prin intermediul unui cateter plasat transcutan într-o arteră, a unei substanțe de contrast, evidențiindu-se în acest fel starea axului vascular, dar mai ales tipul de vascularizație a procesului patologic. Acest tip de examinare este utilă mai ales în explorarea tumorilor osoase, știut fiind că tumorile benigne sunt leziuni paucivascularare, iar tumorile maligne sunt hipervascularizate având o vascularizație anarhică.

Având în vedere că poziționarea sondei intraarterial se face sub control fluoroscopic, putând să dureze un interval de timp destul de mare, examinarea este destul de iradiantă.

Arteriografia este un examen invaziv. Din aceasta cauză este de evitat ca tehnică atâta timp cât poate fi înlocuită cu un alt tip de examinare. Aceasta este tomografia computerizată.





4. TOMOGRAFIA COMPUTERIZATĂ

Reprezintă o metodă de explorare radiologică, care în cazul investigației sistemului osteo-articular, este tot o metodă complementară. Tomografia computerizată permite evidențierea unor detalii de structură ale osului, a studiului rapoartelor anatomice a regiunii explorate și furnizează informații precise asupra extensiei de vecinătate a procesului patologic, putându-se efectua și reconstrucții (fig.6).

Metoda permite explorarea unor regiuni complexe și oferă date densitometrice exacte ale regiunilor explorate. Spre deosebire de tomografia plană este mult mai puțin iradiantă, iar explorarea cu substanță de contrast, prin cantitatea mică de substanță folosită și prin calea de administrare (exclusiv venoasă) nu este atât de invazivă ca arteriografia. Ea permite și efectuarea unor manevre intervenționale (puncții) atât în scop diagnostic cât și terapeutic.

5. FISTULOGRAFIA

Constă în introducerea unui produs de contrast printr-un orificiu preformat, comunicând printr-un canal cu o cavitate patologică apărută în leziune. Metoda reprezintă o explorare complementară, având ca scop evidențierea precisă a traiectului fistulos cu toate caracterele lui (dimensiuni, localizare, aspectul pereților), în scopul rezolvării chirurgicale a acestuia.

6. ARTROGRAFIA

Este o metodă de explorare radiologică care permite studiul detaliat al spațiului articular, al suprafețelor articulare, a mijloacelor de susținere (burelete, meniscuri, etc.) și a capsulei articulare.

Examinarea se face folosind substanțe de contrast pozitive (radioopace) sau negative (aer) care sunt introduse intraarticular.

Metoda este invazivă, impune o bună cunoaștere a anatomiei articulare și a unei manualități care o face să fie utilizată destul de limitat.

Apariția tehnicilor noi de examinare, mult mai fiabile și mai precise, a făcut ca o serie de alte examinări ca radiografia mărită sau radiografia de contact să nu mai fie folosite.

B. EXPLORĂRILE IMAGISTICE NERADIOLOGICE

Cuprind totalitatea explorărilor imagistice care folosesc pentru obținerea imaginii alți agenți fizici decât razele X. Tehnicile de explorare imagistică folosite în explorarea sistemului osteo-articular sunt:

1. Scintigrafia osoasă
2. Explorarea I.R.M.
3. Explorarea ultrasonografică

1. SCINTIGRAFIA OSOASĂ

Metoda folosește variația acumulării anumitor izotopi radioactivi (radiotrasori) în țesuturi. Detectarea și înregistrarea emisiei gamma a radionuclidului permite obținerea unor imagini caracteristice. Investigația radioizotopică a sistemului osteo-articular utilizează ca radiotrasori Tc-99 sau F-18. Mai pot fi folosiți Sr-85 sau Sr-87. Izotopul radioactiv este fixat de anumite molecule care au tropism pe țesutul osos. Astfel, Tc-99 este fixat de difosfați de tipul metildifosfonat (MDP) sau hidroximetildifosfonat (HMDP). Captarea radionuclidului depinde în cazul Tc-99 de vascularizația osului. De asemenea Tc-99 se aglomerează și la nivelul cartilajelor de conjugare.

Datorită acestei proprietăți această metodă este deosebit de fiabilă în

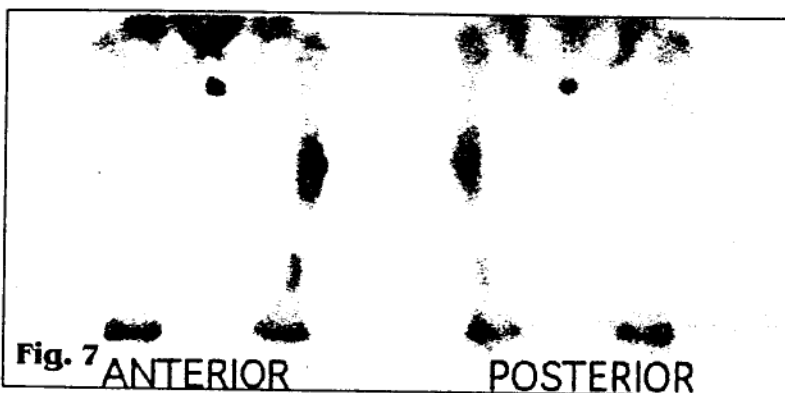


Fig. 7

ANTERIOR

POSTERIOR

diagnosticul timpuriu al tumorilor maligne, dar mai ales în bilanțul lezional al metastazelor osoase. Scintigrafia osoasă este de un real folos și în diagnosticul distrofiilor osoase.

Metoda este repetabilă și mult mai puțin iradiantă decât examenele radiologice.

2. EXPLORAREA I.R.M.

Metoda utilizează transformarea în imagine a variațiilor intensității semnalelor de radiofrecvență (RF) emise în anumite condiții de protonii de hidrogen aflați în structurile anatomice studiate.

Pacientul este introdus într-un câmp magnetic foarte mare (minim 0,25T) care produce orientarea pe aceeași direcție a dipolilor magnetici nucleari. Aplicarea unui câmp magnetic oscilant din zona de radiofrecvență a spectrului electromagnetic (unda de radiofrecvență) determină rezonanța (oscilația sistemului) nucleilor. Sistarea câmpului magnetic oscilant permite nucleilor să oscileze ei înșiși, emițând o undă de radiofrecvență. Detectarea și măsurarea acestui semnal rezonant magnetic al nucleilor este folosită în formarea imaginii I.R.M. Semnalul depinde de abundența de ioni de hidrogen a structurii examinate.

Explorarea I.R.M. permite evidențierea tuturor structurilor anatomice, studiul atât secțional în mai multe planuri, cât și reconstrucția 2-D și 3-D a regiunilor investigate.

Fig. 8



Această tehnică de explorare imagistică furnizează imagini net superioare a leziunilor, fiind în același timp o metodă neiradiantă.

În IRM semnalul osului este intermediar, același în secvențele ponderate T_1 cât și T_2 . Măduva osoasă, bogată în grăsimi, se prezintă în hipersemnal T_1 . În secvențele ponderate T_2 lichidele prezintă un semnal mai intens ca al grăsimii.

3. EXPLORAREA ULTRASONOGRAFICĂ

Ultrasonografia (echografia) utilizează pentru obținerea imaginii ultrasunetele. Variațiile fascicolului de ultrasunete care s-a modulată după structurile traversate și care este receptat de transductor sunt transformate în imagine, reproducând regiunea aflată în aria de recepție a transductorului.

Metoda este fiabilă în studiul părților moi și a articulațiilor.

NOTIUNI DE ANATOMIE RADIOLOGICĂ NORMALĂ

Oasele sunt organe dure, rezistente de culoare alb-gălbuie, care în ansamblul totalității lor și în poziția lor anatomică constituie scheletul. Osul constituie o structură dinamică.

Țesutul osos este un țesut conjunctiv dur, alcătuit dintr-o matrice proteică, săruri minerale și celule. Altfel spus, el este compus din țesut viu și substanță inertă. Vitalitatea lui este demonstrată de-a lungul întregii vieți prin cele două funcții esențiale ale sale: un rol metabolic - prin conținutul său de calciu (99% din cantitatea totală din organism) jucând un rol major în reglarea echilibrului fosfo-calcic și în homeostazia organismului precum și un rol de susținere, caracteristicile mecanice ale osului conferindu-i acestuia rezistență, dar și elasticitate, astfel că osul are funcție de pârghie egală și opusă acțiunii mușchilor.

Matricea proteică și sărurile minerale constituie o substanță intercelulară complexă. Matricea proteică, elaborată de osteoblaste, este cunoscută și sub numele de osteoid. Ea este alcătuită în proporție de 90% din fibre de colagen. Între fibrele de colagen se află substanța fundamentală, compusă din proteoglicani, glicoproteine, peptide și

lipide. Sărurile minerale sunt reprezentate în special de fosfatul tricalcic cristalizat sub formă de hidroxiapatită. Ele reprezintă aproximativ 70% din greutatea uscată a osului. Imaginea radiologică a osului este dată de fapt de impregnarea în săruri de calciu a matricei proteice.

Celulele țesutului osos sunt reprezentate de:

- Osteoblaste
- Osteocite
- Osteoclaste

Osteoblastele sunt celulele care au ca funcție proliferarea osoasă, fiind dispuse în „fronturi de celule” pe suprafețele formatoare de os. Ele elaborează în principal componenta proteică a osului. Astfel osteoblastul sintetizează substanța fundamentală și moleculele de tropocolagen. În același timp secretă mucopolizaharidele substanței fundamentale.

Osteocitele se formează prin maturarea osteoblastelor încastate în matricea osoasă și au rol de susținere și metabolic. De asemenea ele au rol în pregătirea matricei în vederea procesului de remaniere osoasă și în resorbția periosteocitară. Prin prelungirile lor citoplasmice constituie în țesutul osos un sistem canalicular cu rol important în schimburile ionice de calciu între os și plasmă.

Osteoclastele sunt celulele responsabile de remanierea osoasă. Ele sunt mobile, se deplasează pe suprafața osoasă, resorbind osul și lăsând lacune de resorbție. Osteoclastul asigură demineralizarea și apoi degradarea substanței fundamentale noncolagenice, ca apoi restul să fie fagocitat de macrofage și fibroblaști.

Având în vedere structura țesutului osos se observă clar că imaginea oricărei piese scheletice este de fapt dată de prezența sărurilor minerale care determină modularea fascicolului de radiații incident. Cu alte cuvinte, partea inertă a osului, solidă și cavitată, este ceea ce creează imaginea radiologică a structurii osoase, în timp ce parenchimul vital al osului, respectiv matricea proteică, creează „tiparul” imaginii radiologice.

La adult, la orice os normal se pot întâlni două tipuri de țesut osos (fig.9):

- Țesut osos compact
- Țesut osos spongios

Țesutul osos compact este alcătuit din sisteme Havers cu lamele dispuse concentric, intersectate de altele dispuse radial față de canalul Havers situat central. Aceste canale sunt legate între ele prin ramificații cu rol în microvascularizația osului și asigurarea continuității țesutului conjunctiv intraos. Aceste canalicule sunt așa de reduse încât fascicolul incident care traversează țesutul osos compact se modulează aproape uniform pe toată lungime osului. Din aceasta cauză țesutul osos compact are ca imagine radiologică o opacitate în bandă cu contururi bine precizate, regulate, de aceeași intensitate pe toată ariă de proiecție și omogenă.

Țesutul osos spongios este format dintr-o rețea de lamele (travee) osoase cu dispoziție tridimensională, aparent anarhică, care delimitează între ele areole conținând țesut moale medular. Distribuția

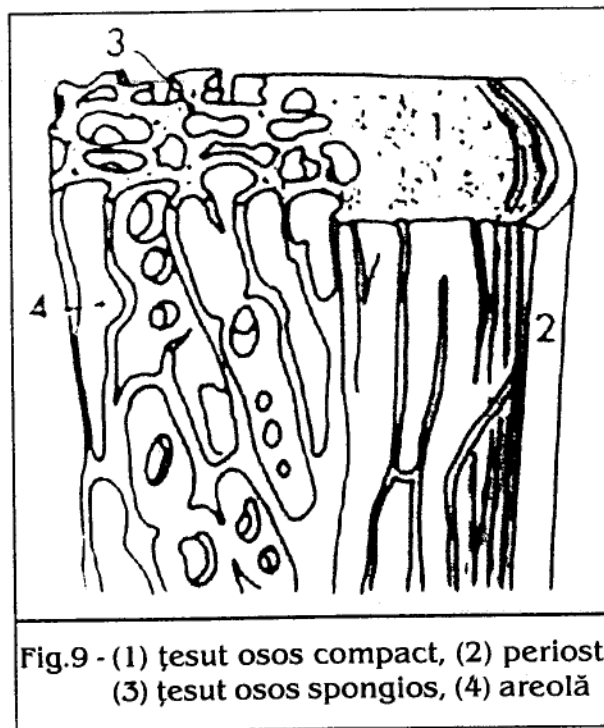
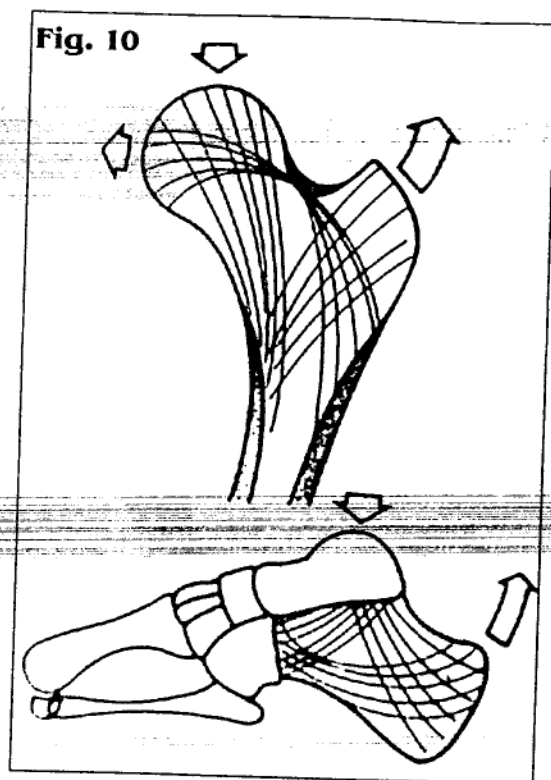


Fig.9 - (1) țesut osos compact, (2) periost, (3) țesut osos spongios, (4) areolă



lamelilor osoase dar și grosimea lor este determinată de rezultanta forțelor care acționează la nivelul osului (fig.10). De aceea se consideră că traveele se dispun după liniile de forță care acționează la nivelul osului. Corespondentul de imagine radiologică al țesutului osos spongios este o rețea de opacități liniare bine conturate regulate, de intensitate mare, delimitând între ele arii radiotransparente de dimensiuni variabile.

Țesutul osos embrionar este o structură de țesut care nu se întâlnește în mod normal la osul adult. Este un țesut osos lamelar fibros. El corespunde scheletului embrionar (fetal). Radiologic apare ca o rețea fină de opacități liniare de intensitate mai redusă ca a țesutului osos spongios și mai rare, unele travee fiind întrerupte sau putând apare microopacități calcare în interior. La adult poate fi întâlnit în faza de formare a calusului.

Periostul este o structură conjunctivă care înconjoară osul. Densitatea lui îl face invizibil în mod normal la osul adult. El poate fi

uneori decelat în condiții normale la osul copilului. În acest caz este decelat ca o opacitate liniară fină, regulată, care dublează conturul osos la nivelul diafizei oaselor lungi.

În general oasele au la periferie țesut osos compact și în interior țesut osos spongios. După dimensiuni oasele se clasifică în (fig.11):

- Oase lungi
- Oase plate
- Oase scurte



La un os lung se descriu două epifize și o diafiza, legătura dintre ele realizându-se prin intermediul unei zone mai late, debutând de la extremitatea canalului medular.

La periferie osul lung are un strat de țesut osos compact, de grosime variabilă, mai bine reprezentat la nivelul diafizei și care se îngustează progresiv spre epifize unde este mult mai subțire. Din aceasta cauză la nivelul diafizei poartă numele de compactă osoasă iar la nivelul epifizelor de corticală osoasă. La nivelul treimii medii diafizare grosimea compactelor trebuie să fie egală cu jumătatea diametrului transversal al osului la acest nivel. Conturul compactei este regulat bine precizat extern și ușor neregulat, mai șters la interior spre canalul medular. Canalul medular, delimitat de cele două compacte diafizare este de obicei omogen. Dacă diafiza are formă prismatică, cum este cazul tibiei și peroneului, pe radiografie pot fi decelate mai multe benzi opace determinate de reprezentarea bidimensională a unui corp geometric cu mai multe muchii. Epifizele sunt delimitate la periferie de corticală și conțin în interior spongioasă epifizară. Arhitectonica spongioasei epifizare este structurată după liniile de forță care acționează la acest nivel. Cel mai bine este evidențiată distribuția traveelor după liniile de forță la nivelul epifizei proximale femurale. Periostul învelește osul, continuându-se la nivelul capetelor articulare cu cartilajul epifizar.

Oasele plate sunt alcătuite din două straturi subțiri de țesut compact, alcătuind corticala osului și care delimitează în interior un strat de țesut spongios

Oasele scurte sunt învelite într-un strat subțire de țesut osos compact care formează corticala osului, având în interior un nucleu de țesut osos spongios.

Aspectul radiologic al oaselor adultului diferă de cel al copilului. Diferențele între oasele adultului și cele ale copilului țin de procesul de geneză și de dezvoltare pe care îl parcurg până la vârsta adultă.

Oasele se formează din nuclee de osificare primară și secundară. La oasele lungi, nucleele de osificare primară apar în perioada de viață intrauterină și formează diafizele viitoarelor oase. La naștere diafizele sunt alcătuite din țesut osos brut, care suferă după naștere transformări impuse de remanierea osoasă formând osul definitiv. De aceea până în jurul vârstei de 2 ani oasele lungi ale copilului au o formă tubulară, cu extremități rotunjite, ușor evazate, bine conturate de linia de osificare provizorie.

Apofizele și epifizele osoase se formează din nuclee secundari (epifizari) care apar de obicei după naștere. Singurul nucleu epifizar care este prezent la naștere după o sarcină normală este nucleul epifizar distal femural, numit și nucleul lui Béclard. Nucleii epifizari au o formă rotundă sau rotund-ovalară și sunt omogeni. Ei apar treptat până în jurul vârstei de 12 ani, se dezvoltă și se sudează cu diafiza într-o anumită ordine, pe măsura ce copilul crește. Acest fapt face ca ei să fie folosiți pentru aprecierea vârstei și dezvoltării eutrofice a copilului. Totuși, apariția și momentul sudării lor cu diafiza are un grad de variabilitate determinat de arealul geografic, modul de alimentație, expunerea la ultraviolete, etc. Creșterea nucleului epifizar se face preponderent lateral și către articulație, creșterea spre metafiză fiind stopată de lama epifizară a cartilajului de creștere. Nucleii epifizari se sudează cu diafiza între 16-22 ani.

Oasele scurte se formează tot din nuclee de osificare. Dintre aceștia la naștere sunt prezenți nucleii astragalului, al calcaneului și uneori a cuboidului.

Oasele late, care se formează prin osificare de membrană, se osifică definitiv din puncte de osificare formate în membrana conjunctivă care evoluează radier.

Creșterea în lungime a osului lung se face pe seama cartilajului de creștere. Acesta este situat între viitoarea epifiză și diafiză. Radiologic are aspectul unei benzi transparente, care se întinde pe toată lățimea osului, având o grosime de 2-3 mm, cu contururi ușor neregulate, dar bine precizate.

Din punct de vedere histologic, cartilajul de creștere este alcătuit din 8 straturi succesive care reflectă procesul de formare a osului de tip encondral. Aceste straturi sunt:

- Cartilaj hialin
- Zona grupelor coronale
- Zona cartilajului seriat
- Cartilaj hipertrofic
- Celulele zonei cartilajului calcificat
- Substanță fundamentală calcificată
- Zona de invazie și osificare provizorie
- Lamela osoasă epifizară

Cartilajul de creștere dispare cam în jurul vârstei de 22 de ani. Pe locul său persistă opacități lineare, traducând zone de calcificare, până în jurul vârstei de 30-40 de ani.

EXPLORAREA IMAGISTICĂ A ARTICULAȚIILOR

Articulațiile sunt formațiuni anatomice care realizează legătura între oase, asigurându-le un grad de mobilitate.

Explorarea imagistică a articulațiilor se face utilizând aceleași tehnici de explorare ca și în cazul oaselor. Tehnică de explorare specifică este artrografia, care a fost descrisă anterior. Este de notat că în cazul articulațiilor și în special al diartrozelor explorarea ultrasonografică poate aduce multe informații, mai ales la copii. Astfel, această metodă să permită reducerea iradierii de multe ori inutilă a copiilor.

Studiul radiologic al unei articulații supune atenției examinatorului studiul suprafețelor articulare și studiul spațiului articular.

După gradul lor de mobilitate, articulațiile se clasifică în:

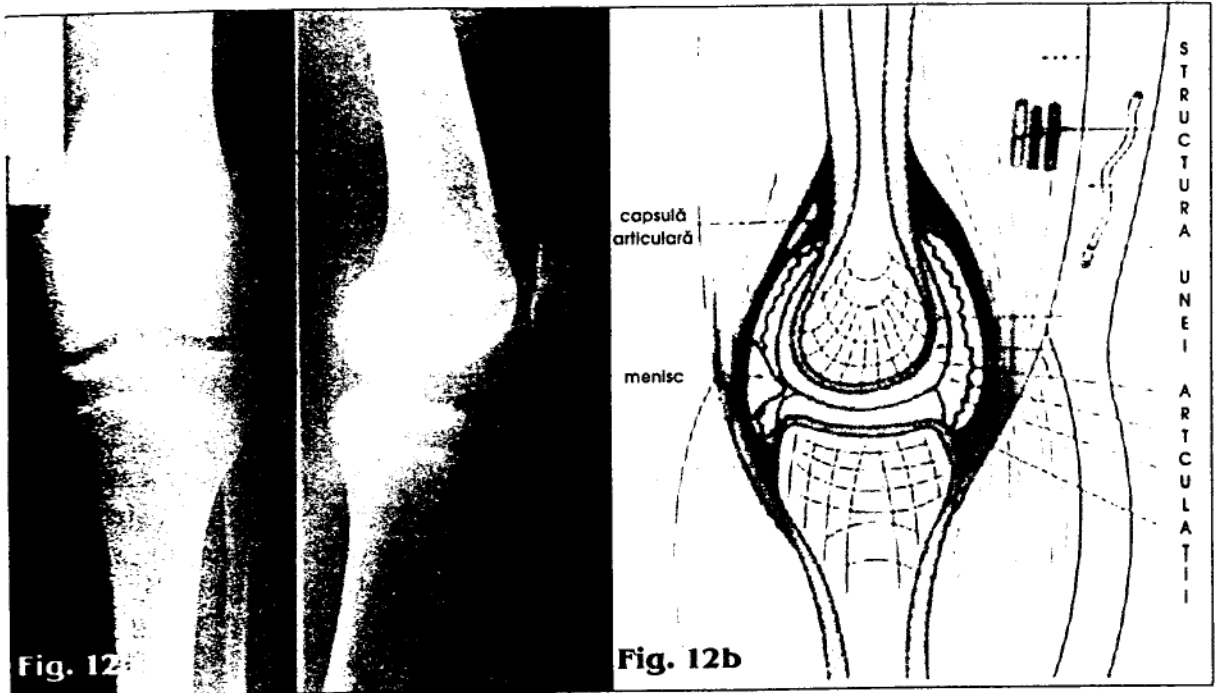
- Sinartroze
- Amfiartroze
- Diartroze

Sinartrozele, sau articulațiile fixe leagă extremitățile unor piese scheletice prin intermediul unor bandelete cartilaginoase (sincondroza). Sunt întâlnite la articulațiile oaselor neurocraniului. Pe măsura înaintării în vârsta bandeleta cartilaginoasă depune calciu, devenind sinostoză. Aspectul radiologic al unei sincondroze este al unei benzi transparente cu contururile determinate de contururile extremităților oaselor ce participă la articulație. Suprafețele acestor oase sunt ondulate dar bine precizate la copii.

Amfiartrozele sunt articulații cu grad redus de mobilitate, într-un singur sens. Extremitățile osoase participante la articulație sunt legate între ele printr-o structură fibrocartilaginoasă. Este cazul articulației intervertebrale. Radiologic, suprafețele articulare au contur regulat, bine precizat, determinat de corticala osoasă a corpului vertebral, iar între ele se delimitează o bandă transparentă de câțiva milimetri grosime, egală pe toată lungimea ei.

Diartrozele, sau articulațiile mobile au o morfologie mult mai complexă. Sunt alcătuite din extremitățile oaselor participante la articulație și o serie de structuri fibroconjointive - mijloacele de susținere, capsula articulară și sinoviala. Sinoviala are o suprafață mai mare decât a cavității articulare fiind plicaturată și generând burse. Ea are rolul de a secreta o cantitate minimă de lichid sinovial cu rol de lubrifiere articulară. Mijloacele de susținere sunt reprezentate de burelete, meniscuri și ligamente (fig.12).

Toate structurile fibroconjointive sunt radiotransparente în raport cu opacitatea capetelor articulare. Capetele articulare sunt manșonate de un strat de cartilaj hialin cu



rol protector. Acesta este și el radiotransparent în condiții normale. Cunoscând aceste detalii de structură putem înțelege de ce radiografia unei diartroze cuprinde doar capetele articulare și spațiul articular. Spațiul articular este de fapt un spațiu virtual. El este reprezentat de grosimea celor două manșoane de cartilaj hialin, între ele în mod normal negăsindu-se spațiu liber. Din aceasta cauză, pentru explorarea completă a unei diartroze radiografia nu este suficientă. Explorarea ultrasonografică, tomografia computerizată, artrografia, dar mai ales explorarea I.R.M. reprezintă tehnici mult mai complete de evaluare a unei diartroze.

MODIFICĂRI RADIOLOGICE ELEMENTARE

Țesutul osos este un țesut viu, într-o permanentă remaniere, datorată activității osteoblastelor și osteoclastelor. Osteoclastele, celule mobile, sunt responsabile de distrucția permanentă a țesutului osos. Ele desfășoară o activitate similară cu fagocitoza. În urma ei rămân zone de distrucție de remaniere. Osteoblastele, aflate la periferie unde formează fronturile de celule, produc permanent os, formând matrice proteică, pe care datorită acțiunii enzimatică a osteoblastelor se depun săruri de calciu. Astfel țesutul osos se remodelează în raport de solicitările la care este supus și poate face față necesităților de calciu ale organismului fără să-și altereze în mod obișnuit funcția de susținere. Activitatea de resorbție fiziologică desfășurată de osteoclaste și cea de reconstrucție fiziologică, desfășurată de osteoblaste, se află într-un perfect echilibru guvernat de o serie de factori generali și locali. Aceștia sunt:

A. Factori generali

- Endocrini
- Vitaminici
- Biochimici (metabolici)

B. Factori locali

- Vascolari
- Mecanici

Dintre hormonii cu acțiune directă asupra remanierii osoase cel mai important este parathormonul (PTH). Acesta desfășoară o activitate directă asupra osteoblastelor, și prin intermediul lor și asupra osteoclastelor. În același timp acționează direct în mobilizarea directă a ionilor de Ca. Hormonii tiroidieni au efect direct asupra resorbției osoase fiziologice, iar estrogenii au un rol anabolic în balanța calcică.

Metaboliții activi ai vitaminei D3 au un acțiune sinergică cu al PTH, stimulând resorbția osoasă fiziologică. Vitamina D2 are și ea efect în resorbția fiziologică a osului, determinând în același timp și o activitate osteoblastică crescută.

Concentrația ionilor de Ca poate stimula direct activitatea PTH cu creșterea consecutivă a resorbției osoase fiziologice. Necesitățile variabile ale organismului de ioni de calciu face ca activitatea de remanieră osoasă să fie direct dependentă de concentrația sanguină a ionilor de Ca.

Accelerarea circulației determină și ea variații a concentrației ionilor de Ca, cu răspuns direct asupra remanierii osoase fiziologice. Dar cel mai important factor local al remanierii osoase fiziologice rămâne factorul mecanic. Osul, prin funcția sa de susținere, este supus unor cupluri de forțe care, în raport cu activitatea organismului, nu este permanent aceeași. Din aceasta cauză, pentru a face față solicitărilor mecanice la care este supus, remanieră osoasă joacă un rol important. Aceasta se produce în special prin reorientarea fibrelor de colagen, dar și prin variațiile presionare ale lichidului interstițial din areolele medulare dintre traveele osoase.

Modificările radiologice elementare care se impun a fi analizate pe o radiografie a unei piese scheletice sunt:

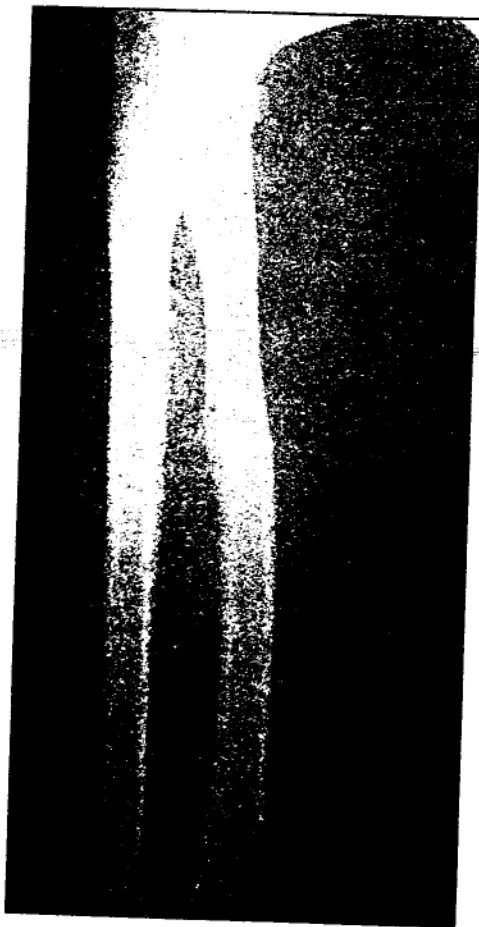


Fig.13 - Modificări de părți moi

- a. Modificări de țesuturi moi
- b. Modificări de formă ale osului
- c. Modificări de dimensiune ale osului
- d. Modificări de contur ale osului
- e. Modificări de poziție și ax ale osului
- f. Modificări de structură ale osului

a. Modificările de țesuturi moi pot fi proprii ale țesutului sau determinate de modificările structurilor osoase pe care le înconjoară.

Pe o radiografie pot fi puse în evidență calcificări aflate în țesuturile moi, densificări, împingeri, îngroșări sau reduceri ale dimensiunilor țesuturilor moi (fig.13). Toate aceste modificări trebuie puse în legătura sau nu cu patologia osului, corelarea lor putând constitui element definitoriu în formularea diagnosticului final.

b. Modificările de formă ale osului se referă la piesa scheletică în ansamblu. De multe ori modificările de formă antrenează și modificări ale părților moi, modificări de dimensiuni sau modificări ale contururilor osului. Modificările de formă ale osului sunt:

- Hiperostoza
- Exostoza
- Oedostoza
- Scoliostoza

Hiperostoza reprezintă modificarea radiologică elementară care definește o îngroșare segmentară sau totală a unei piese scheletice, determinând modificarea formei osului. Determină de obicei și modificări ale țesuturilor moi și modificări ale dimensiunilor osului (fig.14).

Exostoza definește apariția unei deformări a osului prin apariția unei producțiuni osoase, având aceleași elemente morfologice cu osul normal (corticală și spongioasă) și care se află în continuarea structurilor normale ale osului pe care se dezvoltă. Determină modificări de dimensiuni ale osului la locul de apariție și poate produce modificări ale țesuturilor moi înconjurătoare. Poate constitui modificare radiologică elementară în cadrul unei boli, dar în același timp poate fi ea însăși o afecțiune a osului.

Oedostoza reprezintă modificarea radiologică elementară constând în deformarea osului prin împingerea compactei sau corticalei osului de către o modificare de structură cu dezvoltare lentă. Mai poartă denumirea de "os suflat". Se însoțește de creșterea în diametrul transversal a osului. Poate fi însoțită de modificări de părți moi (fig.15).

Scoliostoza reprezintă o încurbare a osului datorată de asemenea de obicei unei modificări de structură a acestuia. Determină întotdeauna o modificare a axului osos (fig.16).

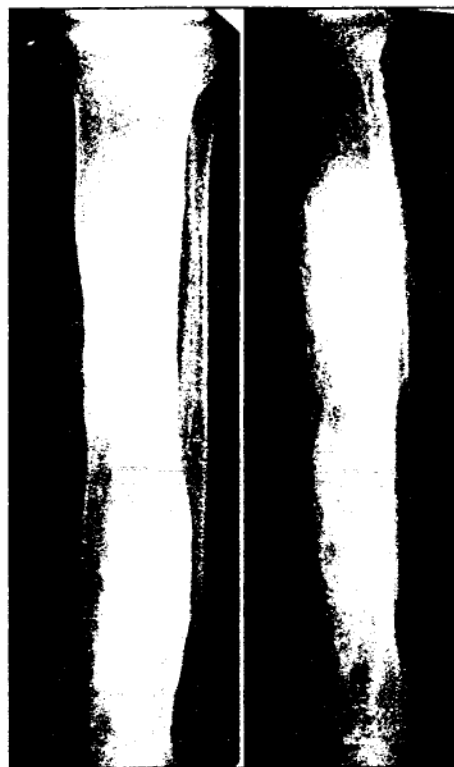


Fig.14 - Modificări de formă - hiperostoza

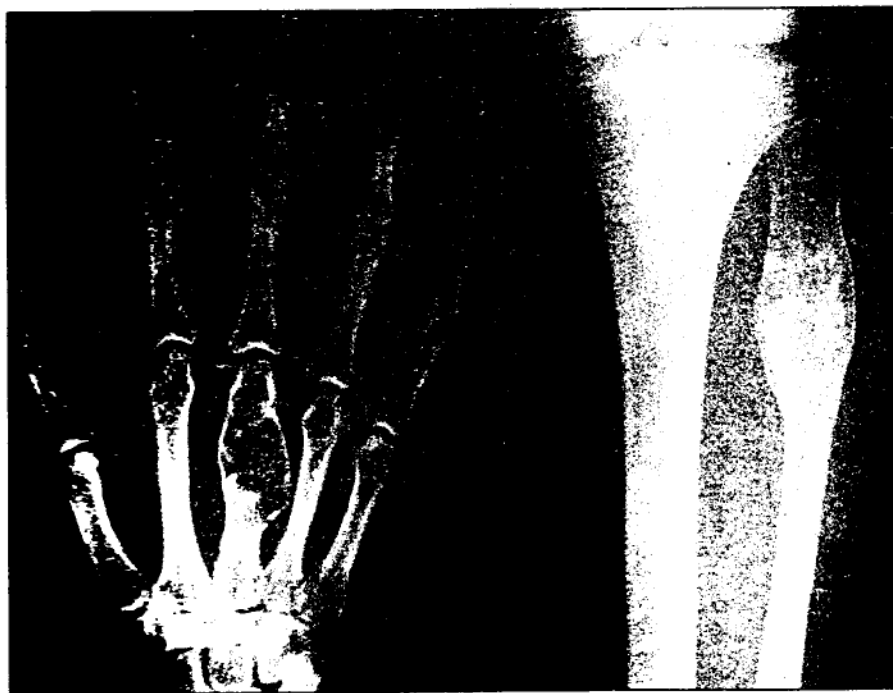


Fig.15 - Oedostoza



Fig.16 - Scoliostoza

c. Modificările de dimensiuni ale osului pot afecta osul în toate diametrele sale sau pot fi segmentare, datorate altor modificări patologice. Modificări globale de dimensiuni ale osului sunt de obicei consecința modificărilor de dezvoltare ale acestora apărute în perioada de formare. Ele sunt clasificate în:

- Aplazii
- Hipoplazii
- Hiperplazii
- Displazii

Aplazia reprezintă absența unei sau mai multor piese scheletice. Se datorează lipsei de apariție a nucleilor de formare a osului respectiv. Mai poartă numele de agenezie. Nu trebuie confundată absența imaginii radiologice a unui os prin agenezie cu consecința ablației chirurgicale a acestuia.

Hipoplazia reprezintă existența unui os cu dimensiuni reduse, dar cu dezvoltare „armonioasă” a acestuia (oasele piticilor). Forma și structura osului sunt normale.

Hiperplazia este consecința dezvoltării exagerate a unui os. Piesa scheletică apare normală ca forma și structură dar cu toate diametrele crescute.

Hipoplaziile și hiperplaziile pot fi leziuni monostice, dar și poliostice sau generalizate.

Displaziile sunt un grup de modificări ale dimensiunilor oaselor consecința tulburărilor de osificare endcondrală sau periostală. Deoarece displaziile cumulează mai multe tipuri de modificări radiologice elementare le vom trata ca și boli și nu ca modificări radiologice elementare.

d. Modificările de contur ale osului pot fi determinate de traumatisme (fracturi) având drept consecință întreruperea conturului osului, sau de modificări de formă sau modificări de structură a piesei scheletice. Pot consta în întreruperi de contur, dedublări de contur sau neregularități de contur.

e. Modificările de poziție sau ax sunt consecința traumatismelor (fracturi, luxații) a modificărilor de formă (scoliozozte) sau de dimensiuni (displazii). Pot consta în deplasări în cele trei axe sau rotații interne sau externe (fig.17).

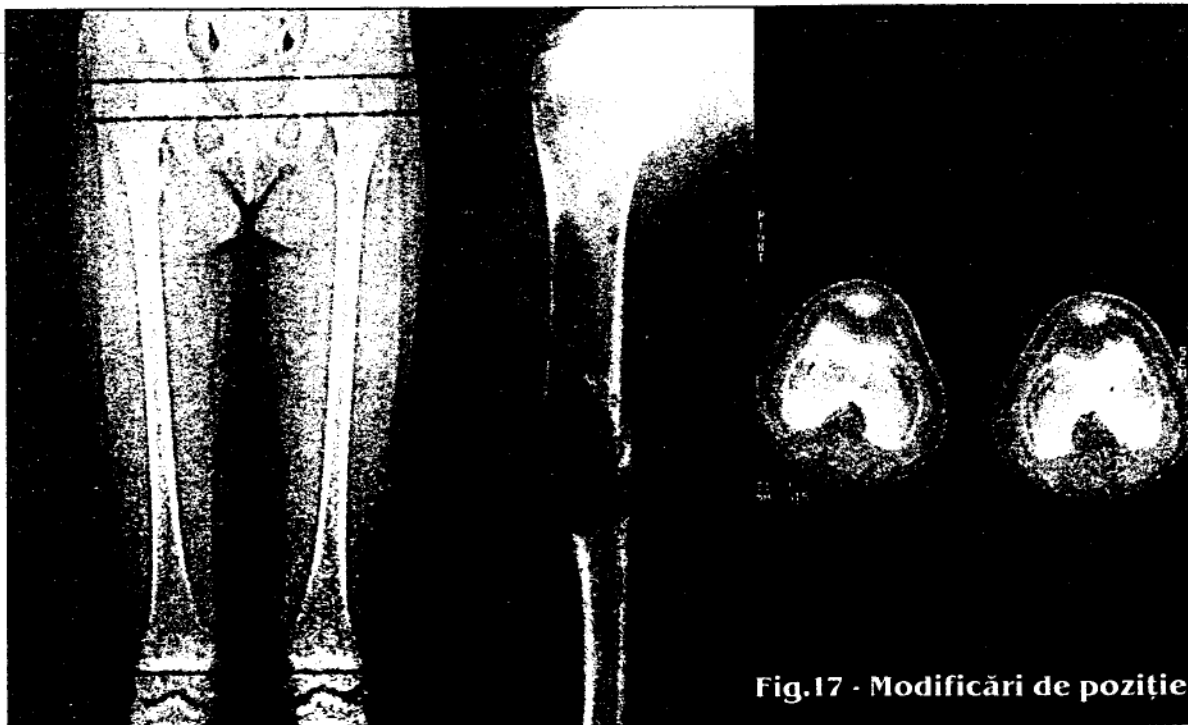


Fig.17 - Modificări de poziție

f. **Modificările de structură** reprezintă în esență tulburări ale echilibrului remanierii osoase. Atunci când avem o producție osoasă în exces, fie prin reducerea resorbției osoase, fie prin exagerarea osteoblastozei se produc modificări elementare încadrabile ca modificări constructive. Atunci când are loc o resorbție osoasă în exces, fie prin reducerea osteoblastozei, fie prin exagerarea resorbției se produc modificări distructive.

Modificările radiologice elementare de structură pot fi deci:

- Modificări distructive
- Modificări constructive

Modificările de structură pot fi localizate într-un singur loc, pe un singur os - leziuni monotopice, sau să aibă mai multe localizări pe același os - leziuni politopice. Leziunile pot fi cantonate pe același os - leziuni monostice, sau pe mai multe oase - leziuni poliostice.

MODIFICĂRILE DISTRUCTIVE

sunt modificările de structură cel mai des întâlnite. Ele sunt:

1. Demineralizare - osteoporoză
2. Osteoliză
3. Atrofia prin presiune
4. Osteonecroza

Mecanismele care determină modificările distructive sunt:

- *Halistereza* reprezintă migrarea ionilor de calciu din structura osoasă fără să fie distrusă sau alterată matricea proteică
- *Osteocrazia* este mecanismul de distrucție atât a sărurilor de calciu cât și a matricei osoase prin activitatea osteoclastelor
- *Resorbția periosteocitară a osteocitului* reprezintă activitatea osteocitului în mecanismul de resorbție osoasă prin acțiunea sa directă asupra matricei proteice.

1. DEMINERALIZAREA - OSTEOPOROZA

Demineralizarea constă în diminuarea în săruri fosfo-calcice a piesei scheletice.

Deci demineralizarea înseamnă masă osoasă joasă.

Osteoporoză reprezintă masă osoasă joasă cu alterarea microarhitecturii osului (fig 18).

Demineralizarea - osteoporoză devin detectabile pe radiografie când minim 30% din cantitatea de calciu a părăsit structura osoasă. Procesul are la baza o serie de factori generali și locali.

Factorii generali care determină apariția demineralizării au ca substrat alterarea echilibrului concentrației ionului de calciu. Aceasta se poate produce din diverse cauze:

a) Factorii digestivi care pot determina apariția demineralizării pot fi reprezentați de tulburări de aport (alimentație necorespunzătoare), tulburări de absorbție (enteropatii grave, bolnavi gastrectomizați) sau pierderi exagerate (vărsături incoercibile, sindroame diareice).

b) Factorii renali au ca substrat tot pierderi exagerate determinate în timpul formării urinei definitive.

c) Factorii endocrini pot fi și ei una din cauzele generale de apariție a demineralizării. Hiperfuncția paratiroidiană sau disfuncțiile estrogenice pot determina pierderea ionilor de calciu din oase cu apariția demineralizării.

Factorii locali care determină apariția demineralizării sunt factori vasculari, factori mecanici și alterarea fibrelor conjunctive.

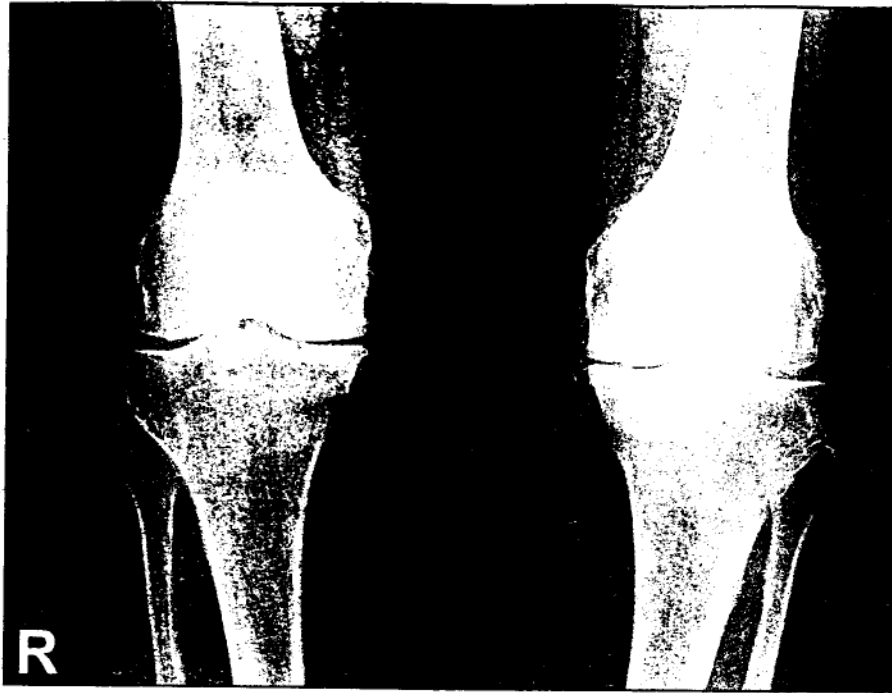


Fig.18
Osteoporoză

a) Factorii vasculari. Prin accelerarea circulației din teritoriul arterial determină apariția acidozei locale. Aceasta favorizează mobilizarea ionilor de calciu din os.

b) Factorii mecanici au rol important în procesul de remaniere osoasă. Una din funcțiile osului este rolul de susținere. Reducerea activității, imobilizarea prelungită, tracțiunile deosebite asupra osului sunt factori mecanici care determină instalarea demineralizării.

c) Alterarea fibrelor conjunctive poate apare ca și consecință a îmbătrânirii, în stări carentiale grave sau datorită avitaminozelor. Aceasta deteriorare a fibrelor creează condițiile migrării ionilor de calciu din piesa scheletică.

Alterarea microarhitecturii osului se produce prin deteriorarea matricei proteice a traveelor. Aceasta nu este decelabilă prin examenul radiografic standard, ceea ce face ca această metodă de investigație a sistemului osteo-articular să nu poată face diferențierea între demineralizare și osteoporoză.

Din punct de vedere a imaginii radiologice, demineralizarea la nivelul țesutului osos spongios determină diminuarea intensității acestuia, reducerea grosimii traveelor, care apar mai subțiri până la dispariția unora dintre ele. Areolele osoase cresc, se lărgesc, unele dintre ele confluând aparent.

Țesutul osos compact, pe lângă reducerea intensității lui, devine neomogen, cu aspect fasciculat datorită evidențierii sistemului canalicular propriu. În timp atât corticala cât și compacta se subțiază.

Demineralizarea poate fi localizată, monostică, numindu-se și „circumscrișă”, poliostică sau generalizată.

2. OSTEOLIZA

Osteoliza este modificarea radiologică elementară în care componenta minerală și proteică sunt distruse pe un teritoriu osos în totalitate. Este consecința activității exacerbate, insulare, de osteoclastie. Desfășurarea ei este un proces mai lent decât demineralizarea. Procesul apare ca și consecință a alterării grave a caracteristicilor biologice ale țesutului osos datorită unor procese patogenice diverse. Substratul patogenic al osteolizei este reprezentat de:

- Procese inflamatorii
- Procese toxice
- Hemoragii
- Suprasolicitări mecanice
- Proliferări maligne

Apariția osteolizei este urmarea unui proces de demineralizare rapidă care favorizează fagocitarea osteoclastică, urmată de dezvoltarea unui țesut de granulație

Aspectul radiologic al zonelor de osteoliză este cel al unor arii de resorbție osoasă de dimensiuni variabile, cu contur bine precizat sau șters, regulat sau neregulat, uneori determinat de un lizereu osteosclerotic, alteori de structura osoasă din jur, în interiorul cărora macrostructura osului este complet dispărută. Uneori în interior se pun în evidență septuri sau calcificări. Zonele de osteoliză pot fi localizate la nivelul țesutului osos compact, unde se și vizualizează mai ușor, sau la nivelul spongioasei osoase. Aria de osteoliză poate fi localizată periferic, afectând conturul osului. În acest caz, dacă diametrul leziunii este mai mare decât profunzimea poartă numele de eroziune, iar dacă profunzimea este mai mare decât diametrul leziunii poartă numele de carie. Dacă leziunea este situată central, neafectând conturul osului se numește lacună osoasă. În situația localizării subcorticale leziunea osteolitică se mai numește și geodă osoasă.

3. ATROFIA PRIN PRESIUNE

Este modificarea radiologică elementară apărută ca și consecința a unei presiuni mari exercitată asupra unui os. Presiunea mare determină la locul de acțiune edem cu instalarea demineralizării. Consecința acestui fenomen este că osul devine la acest nivel plastic, încurbându-se. În același timp la periferie apar premisele unui proces de osteoscleroză compensatorie.

Aspectul radiologic al unei părți scheletice afectată de un proces de atrofie prin presiune este al unui os scoliototic, eventual subțiat la acel nivel cu compactele inegale ca grosime, dar fără alte modificări. Dacă presiunea exercitată este prea mare la locul de acțiune a forței presionare pot apărea traiecte de fractură în os patologic (fig.19).



Fig.19 - Atofie prin presiune

4. OSTEONECROZA

Reprezintă modificarea radiologică elementară apărută ca și consecință a apariției unui stop vascular la un anumit nivel în microcirculația osului. Stopul vascular determină moartea biologică a unui teritoriu osos.

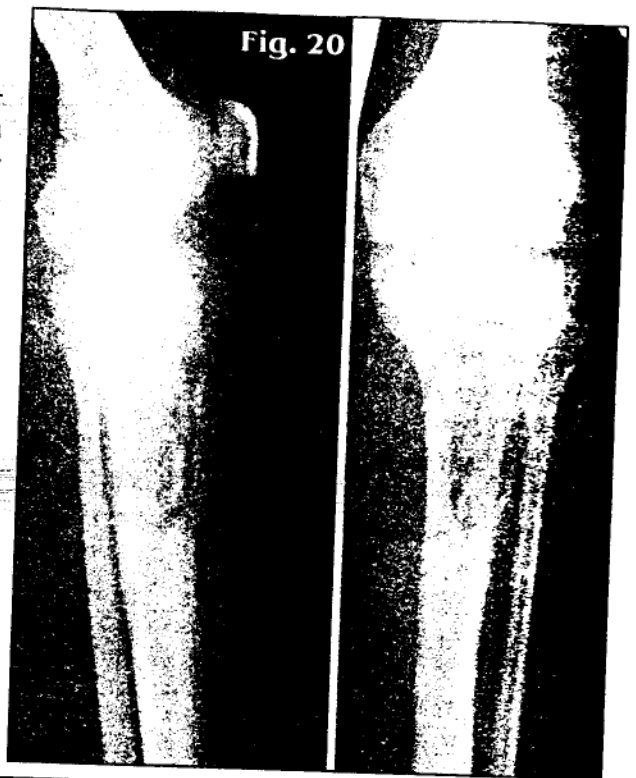
Stopul vascular poate fi consecința unui proces infecțios, a unor traumatisme, supunerii la presiuni deosebit de mari, emboliilor non-septice sau a unor spasme vasculare prelungite. În funcție de agentul etiologic determinat al osteonecrozelor, acestea se clasifică în:

– Osteonecroze septice (fig.20)

– Osteonecroze aseptice (fig.21)

În teritoriul din imediata vecinătate a stopului vascular apare edem cu demineralizare rapidă și alterarea fibrelor conjunctive cu crearea premiselor osteoclastiei. Teritoriul afectat direct de moartea biologică, își păstrează concentrația în săruri de calciu și nu este fagocitat, rămânând ca fragment osos mai opac în centrul zonei de lichifiere necrotică. Acest fragment osos poartă numele de sechestrus osos.

Aspectul radiologic al necrozei îl constituie apariția unei zone de liză într-un teritoriu cu demineralizare circumscrișă, având în interior un sechestrus osos.



MODIFICĂRILE CONSTRUCTIVE

sunt modificările radiologice elementare datorate unei activități osteoblastice crescute. Producerea excesivă de os se explică prin capacitatea țesutului de tip conjunctiv din spațiile intraosoase și din periost de a redeveni țesut cu potențial osificabil. Modificările de tip constructiv sunt reprezentate de:

1. Osteoscleroza
2. Periostoza
3. Osificări heterotopice

Modificările de tip constructiv nu sunt atât de frecvente ca cele de tip distructiv.

1. OSTEOSCLEROZA

Mai poartă denumirea și de condensare osoasă. Reprezintă un proces patologic definit de hiperproducția de țesut osos format prin transformarea spațiilor conjunctive, medulare și a sistemului canalicular din țesutul osos.

Mecanismul patogenetic pornește tot de la tulburări circulatorii cu apariția edemului. Acesta determină pe de o parte transformarea pe de o parte a țesutului conjunctiv și medular în matrice osificabilă, iar pe de alta parte apariția stazei limfatice. Staza limfatică determină un aport crescut de săruri de calciu. Acestea se depun pe matricea nou constituită. Osteocitele existente se reconvertesc în osteoblaști capabili să furnizeze enzimele necesare fixării sărurilor de calciu.

Osteoscleroza de la nivelul țesutului osos spongios poartă numele de spongioscleroză, iar când are loc la nivelul compactei se numește endostoza.

Aspectul radiologic în spongioscleroză este dat de îngroșarea traveelor osoase, apariția de noi travee, cu reducerea până la dispariție a areolelor intertraveale. Rezultă o structură osoasă cu aspect de țesut osos compact.

Endostoza reprezintă procesul de osteoscleroză la nivelul țesutului osos compact. Acesta are loc întotdeauna pe conturul intern al compactei spre canalul medular. Întrucât ochiul nu poate decela înlocuirea spațiilor interlamelare și a canalelor Havers cu țesut osos, aspectul radiologic al osteosclerozei la nivelul țesutului osos compact este cel al îngroșării compactei și a diminuării calibrului canalului medular, până la dispariția acestuia. La nivelul corticalei se constată doar îngroșarea acesteia (fig.22).

Leziunile de tip osteosclerotic pot fi monostice monotipe, monostice politipe și mai ale poliostice. Se pot prezenta ca și ca insule opace cu aspect de țesut osos compact cu contur net sau mult mai frecvent șters, neregulat.

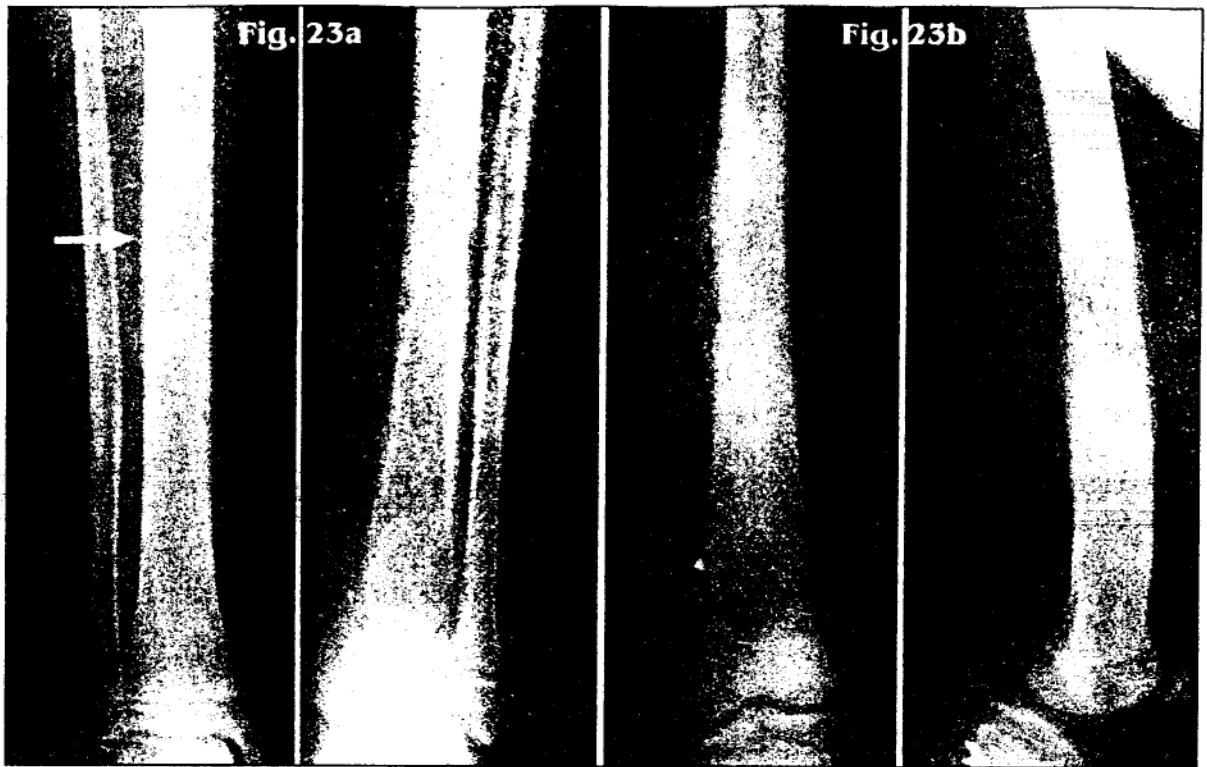


2. PERIOSTOZA

Este modificarea radiologică elementară reprezentând formarea de țesut osos la nivelul periostului în afara procesului normal de creștere în grosime a osului.

În mod normal periostul este invizibil la adultul normal. Periostul are conexiuni circulatorii foarte bogate cu osul pe care îl înconjoară. Manifestările patologice proprii osului se pot răsfârâge și asupra osului prin intermediul legăturilor vasculare. Acestea determină apariția edemului, a stazei limfatice și practic a aportului crescut al sărurilor minerale, care se depun de aceasta dată direct pe periost făcându-l vizibil. În funcție de agresivitatea și de timpul de evoluție al procesului patologic periostoza poate fi:

- Lineară
- Lamelară
- Spiculară
- Pineni periostotici



Periostoza lineară apare ca o opacitate lineară bine conturată, regulată, dublând conturul extern al osului, având o intensitate similară cu a structurii osoase pe care o însoțește (fig.23a).

Periostoza lamelară apare ca multiple opacități lineare, cu aceleași caracteristici ca ale periostozei lineare cu distribuție paralelă cu conturul osului și între ele (fig.23b).

Pintenii periostotici apar ca opacități de formă triunghiulară bine conturați de obicei regulați. Se întâlnesc de obicei la periferia proceselor expansive tumorale maligne la periferia locului de efracție a corticalei de către tumoră.

Spiculi pot fi întâlniți și în procesele inflamatorii deosebit de agresive, cu evoluție rapidă. Aspectul radiologic este de opacități lineare sau triunghiulare dispuse în unghiuri variabile față de conturul extern al osului, de dimensiuni mici de câțiva milimetri (fig.24).

3. OSIFICĂRILE HETEROTOPE

Sunt modificări radiologice elementare determinate de apariția de țesut osos în teritorii extraosoase. Poate apare în mușchi, ligamente. Cauzele apariției acestor osificări sunt crearea condițiilor ca un țesut conjunctiv să sufere un proces de metaplazie,

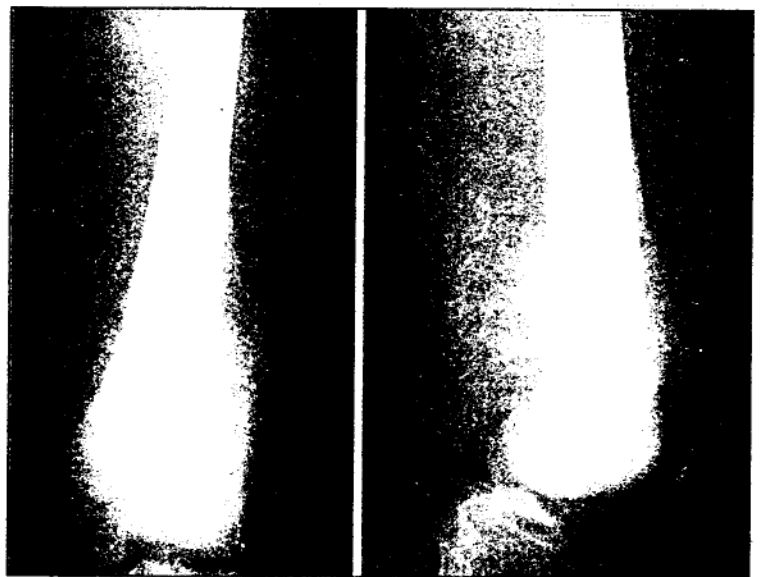


Fig.24 - Spiculi periostotici

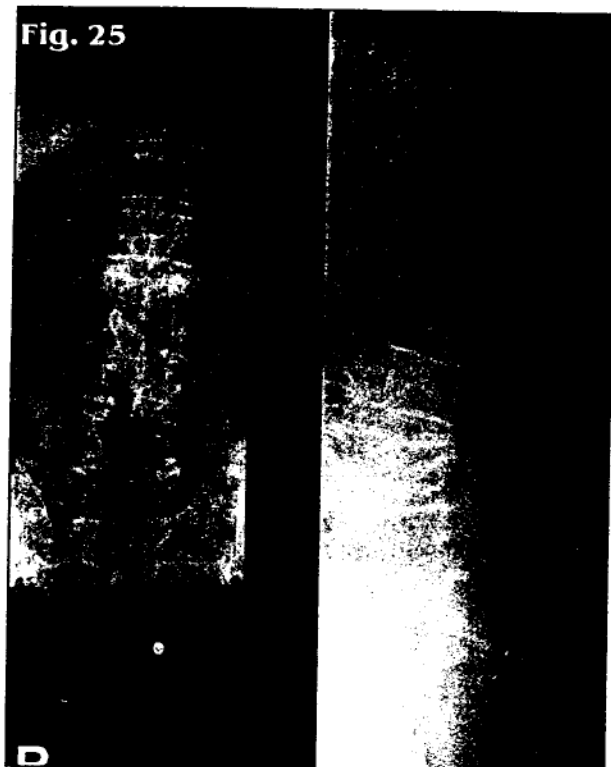
favorabil depunerilor de săruri minerale. Cel mai clasic exemplu este formarea osteofitelor și sindesmofitelor (fig.25).

Osteofitele apar ca și consecință a unor factori mecanici (presionari) care acționează asupra sistemului ligamentar intervertebral, determinând mici hemoragii la locul de inserție pe corpul vertebral și edem al țesutului conjunctiv. Consecința este transformarea acestuia în țesut osificabil pe care se depun săruri minerale provenind din osul de vecinătate care se demineralizează datorită microhemoragiilor și edemului. În acest fel, la periferia suprafeței corpului vertebral, ținând de ligament, apare o structură osoasă de formă mai frecvent triunghiulară cu baza pe corpul vertebral, orientată cranio-caudal și ușor oblic medio-lateral.

Sindesmofitul reprezintă tot o osificare heterotopă interesând sistemul ligamentar intervertebral. La originea sa stau de obicei afecțiuni inflamatorii care determină apariția edemului și creează condițiile transformării țesutului conjunctiv în țesut osificabil. Spre deosebire de osteofit, aparent nu are legătură cu structura osoasă pe care se inseră ligamentul. Radiologic apare ca o structură osoasă ce face legătura între două sau mai multe corpuri vertebrale fără continuitate cu structura osoasă a vertebrei.

Osificări heterotope mai pot apărea după hematoame mari sau în afecțiuni inflamatorii a unor structuri de țesut conjunctiv.

Fig. 25



MODIFICĂRI RADIOLOGICE ELEMENTARE ARTICULARE

În patologia articulară apar modificări care țin de structurile moi înconjurătoare, modificări ale suprafețelor articulare și ale spațiului articular.

Modificările radiologice ale țesuturilor moi înconjurătoare sunt aceleași care pot fi întâlnite și în patologia osoasă.

Modificările radiologice elementare ale suprafețelor articulare sunt modificări de tip distructiv sau modificări de tip constructiv osos.

Modificările spațiului articular sunt modificări ale manșonului cartilajinos de la periferia capetelor articulare și ale spațiului minim dintre ele în care se găsește lichid sinovial.

Modificările de spațiu articular pot fi clasificate în:

- a) Modificări de înălțime
- b) Modificări de formă
- c) Modificări de transparentță

a) **Modificările de înălțime** ale spațiului articular pot apărea fie în producerea în exces a lichidului sinovial sau apariția unui alt fluid în cavitatea articulară. Consecința este lărgirea spațiului articular, fără modificări ale suprafețelor articulare. Alterarea

structurii cartilajului hialin produce distrucția acestuia. Consecința imediată este apariția reducerii spațiului articular. Ea poate fi egală pe toată lărgimea spațiului articular sau predominantă pe o parte a acesteia. Spațiul articular se poate reduce până la dispariție și se poate asocia cu modificări ale suprafețelor articulare (neregularități, apariția de eroziuni sau carii sau ale altor modificări de structură osoasă. Între suprafețele articulare pot apărea punți interosoase (fig.26).

b) Modificările de formă ale spațiului articular sunt mai greu de pus în evidență prin examenul radiologic standard al articulației. Artrografia aduce informații precise în legătura cu acest tip de modificare radiologică elementară.

c) Modificările de transparență a spațiului articular apar în modificările de structură ale cartilajului hialin ale manșonului periepifizar sau, în situația unei hidrartroze, prin alterări ale lichidului intraarticular.

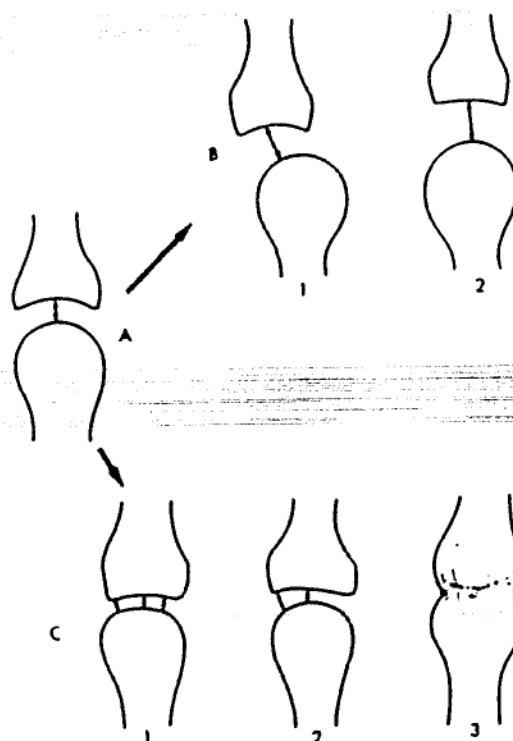


Fig.26 - A. articulație normală
 - B1. luxație
 - B2. lărgirea capsulei articulare
 - C1-3 reducerea până la dispariție a spațiilor articulare

SINDROAME ÎN PATOLOGIA OSTEO-ARTICULARĂ

Analiza modificărilor radiologice elementare de pe o radiografie evidențiază o serie de alterări morfologice ale osului sau articulațiilor. Aceste modificări sunt într-o strânsă interdependență, unele determinându-le pe celelalte. Afecțiunile sistemului osteo-articular pot fi grupate pe sindroame, fiecare grupând boli cu caractere comune.

DISPLAZIILE

Displaziile grupează afecțiunile osului care au ca substrat morfopatologic desfășurarea defectuoasă a proceselor de creștere a osului. Ele grupează modificări de dimensiune, modificări de formă și uneori de contur ale osului. Uneori pot asocia și modificări de structură ale oaselor. Determină de obicei leziuni poliostice. Pot fi clasificate în:

- Displazii prin tulburarea mecanismului de creștere encondrală
- Displazii cartilaginoase " direcționale "
- Displazii periostale
- Displazii prin tulburarea mecanismelor de modelare și tubulație.

Displaziile prin tulburarea mecanismului de creștere encondrală sunt datorate unei activități deficitare a cartilajelor de creștere sau hipoplaziei nucleilor epifizari sau a celor din care se dezvoltă oasele scurte. Creșterea în grosime a osului se face normal.

Rezultă oase lungi cu epifize mici, turtite, cu structură neomogenă și modificări de dimensiuni și formă a spațiilor articulare în articulațiile la care participă aceste oase. Oasele scurte sunt mai mici, sunt deformate și uneori au contururi neregulate. Afecțiunile mai poartă numele de condrodizplazii. Dintre ele pot fi amintite acondroplaziile, sindromul Morquio etc.

Displaziile cartilaginoase „direcționale” apar în dezvoltarea pe direcții aberante a cartilajelor de creștere. Cartilajul poate migra în totalitate sau fragmentar. Rezultă oase cu dimensiuni reduse, cu unele extremități hipoplazice, și care prezintă exostoze.

Displaziile periostale sunt afecțiuni în care oasele au lungimi normale dar diafizele sunt mai subțiri putând să fie și demineralizate, ceea ce poate duce la modificări de formă (scoliostoze) sau chiar fracturi pe os patologic.

Displaziile prin tulburarea mecanismelor de modelare și tubulație sunt afecțiuni care apar prin tulburarea activității osteoclastelor. Rezultă oase la care, resorbția fiziologică fiind deficitară, compactele și corticalele se îngroașă, canalul medular se îngustează sau poate lipsi. Afecțiunea poate fi generalizată ca în boala oaselor de marmură (Albers- Schonberg).

DISTROFIILE

Distrofiile grupează afecțiuni în care modificările radiologice care predomină sunt cele de structură. Acestea determină apariția modificărilor de formă, contur și dimensiune a oaselor. Leziunile sunt politopice, poliostice sau generalizate.

Clasificare:

- osteodistrofii carentiale - adult - osteoporoza
 - osteomalacia
- copil - rahitism
 - scorbut
- osteodistrofii fibroase - osteita fibroasă poliostică
 - osteita paratiroidiană
 - osteita deformantă progresivă

- osteodistrofii sanguine - eritropatii constituționale
 - eritropatii câștigate
- osteodistrofii toxice
 - intoxicația cu Pb
 - intoxicația cu Bi
 - intoxicația cu P
 - intoxicația cu Fl
 - osteoartropatia pneumatică

Modificările de structură constau în prezență concomitentă a demineralizării, ariilor de osteoliză și a unor zone de osteoscleroză neregulată. Aceste modificări determină și modificări funcționale ale osului, putându-se asocia fracturi în os patologic.

Inițial apare demineralizarea unei zone, a unei piese scheletice în întregime sau a mai multor oase care poate determina modificări de formă ale osului. Matricea osoasă restantă poate fi și ea alterată ceea ce va determina necroze cu apariția unor zone de osteoliză sau fibroză. Sărurile minerale se pot depune pe zone unde activitatea osteoblastică se produce în continuare fiziologic sau anarhic. În acest caz rezultă oase cu contururi neregulate cu compacte îngroșate neregulat cu travee groase, anarhice la nivelul spongioasei, prezentând multiple zone de liză de dimensiuni variabile. Dintre distrofiile cele mai cunoscute amintim boala Paget, boala Recklinghausen și altele.

OSTEOPOROZA

Reprezintă entitatea caracterizată prin masă osoasă joasă cu alterarea matricei proteice a osului. Se deosebește ca entitate de demineralizare.

Afecțiunea, de origine de obicei metabolică este generalizată sau poliostică.

Anatomopatologic se constată subțierea și rarefacția traveelor osoase la nivelul țesutului osos spongios și spongiozarea țesutului osos compact cu subțierea acestuia. Studii histologice pe țesut osos decalcificat au arătat că pe lângă diminuarea dimensională a traveelor există zone de resorbție osoasă și zone de țesut osteoid. În restul de os normal procentajul de impregnare fosfocalcică a matricei proteice este normal.

Radiografic se constată:

- modificări de structură la nivelul osului spongios travee reduse numeric și dimensional cu intensitate redusă și areole mai largi; la nivelul osului compact corticala subțiată, lărgirea canalului medular, eventual fascicularea compactei.
- modificări de formă: oasele lungi se încurbează
- modificări de ax: prin încurbare oasele lungi își modifică axul principal
- la nivelul vertebrelor: accentuarea cifozelor, lărgirea spațiilor intervertebrale prin tasarea corpurilor vertebrale, accentuarea intensității +/- îngroșarea suprafețelor discale a corpurilor vertebrale prin prăbușirea traveelor oblice ale spongioasei. La nivel toracal vertebrele devin cuneiforme.

OSTEOMALACIA (RAHITISMUL ADULTULUI)

Este o osteodistrofie prin carență fosfocalcică a adultului, mai frecventă la femei. Anatomopatologic, țesutul osos este înlocuit de țesut osteoid. Structura proteică este normală, fiind vorba de o decalcifiere.

Bolnavul prezintă dureri necaracteristice, nesistematizate, are hipotonie musculară cu mers nesigur, cu spasm al adductorilor coapsei, poate suferi fracturi spontane sau la eforturi mici. Biologic se constată hipocalcemie, hipofosforemie, fosfataze alcaline crescute

Clasificare etiopatogenică:

- osteomalacii carentiale (prin deficit de aport); sunt vitaminosensibile, prin hipovitaminoză D2
- osteomalacii vitaminorezistente (nehipovitaminozice), sunt consecința unor leziuni renale, după corticoterapie prelungită sau datorită unor tulburări genetice

Radiologic se constată:

- la debut - aspect normal sau o ușoară reducere a intensității structurii osoase
- în timp - aspect osteoporotic al structurii osoase
 - imagini de resorbție osoasă circumscrise
 - striuri Looser diafizare sau metafizare (benzi transparente perpendiculare pe axul osului, complete sau incomplete cu contururi șterse); se datoresc tracțiunilor musculare pe regiuni osoase cu rezistență minimă; multiple benzi Looser - sdr Milkman
 - fracturi în lemn verde, cu sau fără deplasare
 - deformări osoase
 - bazin în cupă cu protruzie acetabulară și etalarea aripilor iliace
 - coxa vara (reducerea unghiului cervicodiafizar)
 - torace deformat în clopot

RAHITISMUL

Afecțiune generală, cronică, cu debut în prima copilărie, cu determinare principală osoasă dar și a altor organe. Boala este determinată de imposibilitatea de fixare a Ca pe osul în creștere.

Factori determinanți incriminați în apariția rahitismului sunt:

- avitaminoză D prin aport
- aport insuficient de Ca
- lipsa de activare a provitaminei D (ultraviolete insuficiente)

Substratul anatomopatologic al leziunilor este lipsa calcificării în zona de calcificare provizorie și hipertrofia celulelor cartilajinoase care determină formare exagerată de țesut osteoid cu creștere în grosime a cartilajului de conjugare, suprafețe metafizare cu contur neregulat, metafize lărgite cu pinteni rahitici spre epifize. La nivelul oaselor plate și diafizelor oaselor lungi osteoidul se formează între periost și corticală. Nucleii epifizari apar cu întârziere și sunt palizi.

Clasificarea rahitismului:

- rahitism comun - vitaminosensibil
- rahitism vitaminorezistent - de origine digestivă sau biliară
- rahitism renal clasic (osteodistrofia hiperfosfatică) - prin IR glomerulară sau globală
- rahitism renal hipofosfatic - prin tubulopatii
- rahitism renal hipercalciuric - prin acidoză hipercloremică tubulară
- rahitism vitaminorezistent - hipofosfatic familial
- hipofosfatazia

Forma cea mai răspândită este **rahitismul comun**, căruia i se descriu o formă precoce, cu debut de la 3 luni la 2 ani și forma tardivă care apare după 2 ani și se manifestă la pubertate.

Clinic, se descrie prezența craniotabesului, persistența fontanelei anterioare după 14-18 luni, o primă dentiție întârziată, iar cea definitivă cu striatii și eroziuni, hipertrofia cartilajelor condrocostale, cunoscută sub denumirea de mătănie costale, îngroșarea extremităților - brățări rahitice, încurbările oaselor lungi în coxa vara și genu valgum, bazin turtit și strâmtat, cu consecințe distotice la fete, cifoze rotunde, chiar cu aspect fetal al vertebrelor în cazurile grave, fracturi spontane, consolidate cu calusuri voluminoase.

Radiologic semnele radiologice sunt vizibile de la 2-4 săptămâni de la debut. Este o boală poliostică, chiar cu afectare generală a scheletului. Zona metafizo-epifizară (cartilaj de creștere) crește, metafiza se lărgiște, linia metafizoepifizară având un contur șters, neregulat, concav spre nucleul epifizar cu aspect de cupă; deformarea este mai accentuată la oasele membrelor inferioare datorită mersului. Corticala osoasă depășește linia metafizoepifizară spre epifiză apărând pinteni rahitici; primul os afectat este e obicei extremitatea distală a cubitusului. Nucleii epifizari apar cu întârziere, sunt mai mici, mai distanțați de diafiză, cu contur șters, de intensitate mai mică; demineralizarea poate fi atât de accentuată încât nu se pot vizualiza nucleii epifizari.

Structura osoasă este demineralizată, cu canal medular lărgit, compacta subțiată, fasciculată, traveație redusă cu areole largi, intensitate redusă a osului cu aspect de os de sticlă. Creșterea în grosime determină apariția periostozei liniare sau lamelare. Se mai constată deformări osoase cu încurbări (tibiae în iatagan, coxa vara, genu valgum), prezența de benzi Looser.

În rahitismul cronic apar linii multiple opace metafizare, transversale, cunoscute sub denumirea de linii Harris. Se mai pun în evidență deformări osoase accentuate.

Rahitismul tardiv apare la 4 - 16 ani și este de obicei localizat la genunchi, șolduri și coloană vertebrală.

SCORBUTUL

Afecțiune determinată de avitaminoza C. Se întâlnește atât la copii cât și la adulți.

Anatomopatologie: avitaminoza C determină tulburări în sinteza colagenului - suport proteic slab pentru fixarea complexului fosfocalcic=os osteoporotic; fragilitatea capilară determină hemoragii în zonele de osificare provizorie.

- Clinic:
- anorexie
 - astenie
 - diaree
 - hematurie, gingivoragii, echimoze
 - edeme
 - pierdere ponderală
 - fosfataze alcaline reduse

Radiologic:

- nespecifice - osteoporoză
- specifice:
 - localizare: nucleii epifizari, metafiza distală radială, metafiza proximală humerală, metafiza distală femurală, ambele metafize tibiale, joncțiunile condrocostale; localizarea este simetrică de obicei
 - zona Frenkel - zonă de densificare osoasă, de prăbușire a scorbutului - bandă opacă cu contur neregulat, dantelat, transversală, de aproximativ 1 cm, situată la extremitatea metafizei, prin prăbușirile traveale determinate de solicitările mecanice
 - linia Lehndorff - bandă transparentă transversală situată deasupra zonei Frenkel, spre metafiză
 - pinteni Pelkan - pinteni epifizari - apoziții transversale determinate de prelungirea zonei Frenkel
 - metafiză lărgită
 - nucleii epifizari de intensitate redusă dar conturați extern de o linie de osteoscleroză (image în cocardă) - marginea de doliu - semnul Wimberger - evident și la oasele scurte și tars
 - hematoame subperiostale - creștere a densității structurilor moi periosoase - în evoluție se calcifică - pseudocalusuri localizate cel mai frecvent peritibial și perifemural.

AFECTIUNILE TRAUMATICE ALE SCHELETULUI

Afecțiunile traumatice reprezintă un grup de boli având aceleași cauze: factorii mecanici. Sunt reprezentate de:

- a) Fracturi
- b) Luxații
- c) Entorse

A. FRACTURILE

Fracturile sunt soluții de continuitate la nivelul oaselor. Mecanismele care duc la apariția fracturilor se datoresc unor:

1. Factori mecanici
2. Factori proprii sistemului osos.

Factorii mecanici care pot determina apariția fracturilor pot fi:

- Compresiunea
- Tracțiunea
- Forfecarea
- Torsiunea
- Flexiunea

Acțiunea acestor factori asupra unei regiuni a osului neadaptată funcțional să suporte aceste forțe, sau care depășesc capacitatea de rezistență și elasticitate a osului produce apariția fracturii. Mecanismul fracturii poate fi complex, asociind mai multe tipuri de factori.

Factorii proprii sistemului osos sunt reprezentați de modificările patologice de dezvoltare sau structurale care reduc rezistența osului.

Examenul radiografic în cazul unei fracturi trebuie să aducă precizări asupra unor elemente de diagnostic foarte importante pentru tratamentul aplicat ulterior:

- Sediul (localizarea) fracturii
- Tipul de fractură
- Traiectul de fractură
- Deplasarea fragmentelor de fractură
- Existența unor leziuni asociate

Radiografia poate fi utilizată și în monitorizarea tratamentului fracturilor și în aprecierea vechimii ei și a modului de evoluție.

Sediul (localizarea) fracturii. Fractura poate interesa un os lung, un os scurt sau unul plat. Cele mai frecvente sunt fracturile oaselor lungi. Ele se pot produce la nivelul oricărei porțiuni ale sale – epifiza, metafiza sau diafiza. Uneori fractura se poate produce intraarticular interesând și suprafața articulară.

Tipul de fractură Fracturile se pot clasifica după tipul de fractură în:

Fracturi incomplete – a căror traiect de fractură nu separă în totalitate fragmentele fracturate

Fracturi complete – a căror traiect de fractură separă complet două sau mai multe fragmente de fractură. Fracturile complete pot fi subclasificate după traiect, număr de fragmente și mecanismul de producere în:

- Fracturi bifragmentare
- Fracturi cominutive
- Fracturi bifocale
- Fracturi prin smulgere
- Fracturi prin tasare
- Fracturi – separație

Traiectul de fractură După poziția și forma sa față de axul osului traiectul de fractură poate fi:

- Transversal
- Oblic
- Longitudinal
- Spiroid

Deplasarea fragmentelor de fractură Deplasările fracturare pot lipsi, având de-a face cu fracturi fără deplasare. Dacă există deplasarea se poate face față de cele trei planuri - sagital, frontal sau transversal. În acest fel pot apare:

- Angularea
- Translația (deplasarea laterală)
- Încălecarea
- Rotația
- Telescoparea (intrepătrunderea)

Existența unor leziuni asociate În afara leziunilor cutanate care apar în cadrul fracturilor deschise, pot apare concomitent cu fractura entorse, luxații, leziuni vasculare sau nervoase. În afara luxațiilor care pot fi diagnosticate în cazul unor radiografii "standard", diagnosticul restului leziunilor asociate poate fi făcut doar folosind alte tehnici de examinare.

Evoluția fracturilor Sub tratament ortopedic conservator sau chirurgical fractura poate evolua spre vindecare sau se poate complica.

Vindecarea fracturilor se face prin apariția calusului. Constituirea calusului se face în trei etape:

Faza inițială inflamatorie. Fractura este un proces patologic care declanșează la locul de apariție un mecanism inflamator și o hemoragie. Edemul consecutiv fracturii și hiperemia determină apariția unei demineralizări. În același timp la locul fracturii se constituie, ca și consecință a hemoragiei un hematom care trece și el prin fazele lui de evoluție. Consecința este apariția unui cheag fibrinos. Această perioadă durează aproximativ 1-2 săptămâni. Radiologic în această perioadă fragmentele fracturare apar demineralizate la extremități, iar traiectul de fractură poate apare lărgit.

Faza de proliferare celulară. Cheagul fibrinos va fi invadat de fibroblaști din țesutul conjunctiv propriu osului și structurilor vecine, dar și de osteoblaști apăruiți prin reconversia osteocitară. Apare astfel o nouă matrice osoasă constituită de-a lungul traiectului de fractură și în jurul extremităților fragmentelor de fractură. Datorită edemului și hematomului fracturar la nivelul focarului de fractură apare staza limfatică care reține sărurile minerale deplasate de hiperemie și edem. Acestea se vor fixa pe aceasta nouă matrice osoasă. Această fază apare din cea de a treia săptămână și are drept consecință apariția unui țesut osos brut (țesut osos embrionar).

Faza de remodelaj. În funcție de evoluția fracturii, după 6-12 săptămâni imobilizarea fracturii este suprimată și pacientul începe o serie de mișcări sub controlul medicului. În această perioadă asupra calusului încep să acționeze forțe mecanice care determină apariția procesului de remaniere fiziologică a osului nou format. În acest fel, la maxim 2 ani de la producerea fracturii, calusul are aspectul structural de os definitiv.

Vindecarea fracturii se poate face defectuos. În acest fel pot apare complicații ca întârzierea apariției calusului, pseudartroza, calusul vicios, osteoporoza de imobilizare, necroze aseptice, osteomielite sau osificări heterotopice.

B. LUXAȚIILE

Luxațiile reprezintă afecțiuni articulare soldate cu pierderea parțială sau totală a contactului între suprafețele osoase articulare. Ele se pot complica sau asocia cu fracturi prin smulgere la locul de inserție a unor ligamente. Diagnosticul este pus pe un examen radiologic.

C. ENTORSELE

Reprezintă afectări ale aparatului capsulo-ligamentar. Nu au corespondent radiologic. La fel ca și luxațiile se pot asocia fracturi parcelare prin smulgere cu apariția unor modificări la nivelul contururilor capetelor articulare.

SINDROMUL INFLAMATOR INFECȚIOS

Țesutul osos poate fi sediul unor variate procese inflamatorii și infecțioase.

Infecțiile osului, cunoscute sub denumirea de osteite sau osteomielite, survin la orice vârstă, dar afectează de preferință osul în perioada de creștere. Localizarea infecțioasă este de obicei unică, mult mai rar putând fi și multiplă.

Infecția osoasă induce o inflamație a țesutului conjunctivo-vascular care duce la o supurație ce se poate întinde spre părțile moi, dar mai ales spre restul piesei scheletice.

Agenții patogeni sunt variați. Dintre aceștia cei mai frecvenți sunt stafilococul auriu și bacilul Koch.

Agentul patogen poate ajunge la nivelul osului:

- Pe cale sanguină. Agentul infecțios se mobilizează dintr-un focar septic aflat la distanță și fără legătură cu osul.
- Prin inoculare directă. Agentul infecțios ajunge la nivelul osului prin intermediul unei plăgi penetrante, a unei fracturi deschise, consecutiv unei intervenții chirurgicale
- Prin contiguitate. Agentul infecțios pleacă dintr-un focar infecțios de vecinătate, care are contact cu periostul și osul subiacent.

OSTEOMIELITA ACUTĂ BACTERIANĂ

Afectează cu predilecție grupul de vârstă 5-20 de ani, fără predispoziție de sex.

Localizarea cea mai frecventă este la nivelul metafizei oaselor lungi, unde circulația este mai lentă și mai bogată. De aici procesul inflamator se extinde spre diafiză, dar și spre epifiză, traversând cartilajul de creștere, afectând epifiza și putând ajunge la nivelul articulației unde determină artrite septice.

Evoluția bolii are loc în mai multe etape, reprezentate de apariția anumitor modificări radiologice elementare.

Primele două săptămâni de la debutul bolii, deși sunt zgomotoase din punct de vedere clinic, cu dureri, roșeață locală, impotență funcțională, nu creează nici un fel de modificări radiologice la nivelul piesei scheletice afectate.

În săptămânile 3-4 apar aproape concomitent demineralizarea și periostoza. Demineralizarea apare ca și consecință a edemului local și hiperemiei inflamatorii, afectând atât compacta și corticala, cât și spongioasa. Periostoza este consecința stazei limfatice determinată de edem și produce reacție periostală lineară sau lamelară. În formele mai agresive sau cu localizare periferică, se pot produce afectări directe ale periostului, având drept consecință apariția periostozei sub formă de spiculi. Evoluția osteomielitei se face cu necroza țesutului osos. Extensia procesului necrotic se poate face periferic, având drept consecință decolarea periostală și accentuarea periostozei.

Suprimarea circulației prin embolusul microbial determină fagocitoza osteoclastică și apariția colecției purulente. În interiorul ei, teritoriul osos mortificat prin

stopul vascular rămâne nedemineralizat, având aceeași intensitate cu țesutul osos sănătos. Acest fragment osos, aflat în interiorul ariei de osteoliză poartă numele de sechestru osos.

Dimensiunea sechestrelor este variabilă, depinzând de teritoriul afectat de stopul vascular, dar și de agresivitatea agentului microbial.

Necroza osoasă, deși are o evoluție aproape concomitentă cu celelalte modificări radiologice elementare, este mai lentă astfel că devine vizibilă radiologic abia la câteva luni de la debutul bolii.

OSTEOMIELITA CRONICĂ

Osteomielite cronică apare fie prin cronicizarea unei osteomielite acute, fie ca forme particulare cum sunt:

- Abcesul central osos
- Osteomielite cronică - forma condensantă
- Osteomielite cronică - forma pseudotumorală

În osteomielite cronică modificărilor radiologice tipice se adaugă procese reconstructive osoase de tipul osteosclerozei și periostozei. Modificările radiologice elementare specifice osteomielitei acute pot fi estompate global sau parțial, doar unele dintre ele.

OSTEOARTRITA TUBERCULOASĂ

Agentul patogen este bacilul Koch. Boala este de obicei o determinare secundară a unei tuberculoze pulmonare și doar de excepție o afecțiune osoasă primară.

Vârsta de apariție este la aproximativ 20 de ani. Localizarea primară este direct articulară sau osoasă. Afectarea primară osoasă se extinde de regulă și afectează și articulația.

Localizarea este metafizară sau în epifiza oaselor lungi, mai ales la nivelul articulației coxo-femorale, tibio-tarsiene, genunchi sau coloanei vertebrale.

Clinic simptomatologia este mult mai discretă ca în osteomielite bacteriană, fenomenele osteo-articulare apărând mai târziu.

Modificările radiologice elementare apar la un interval de timp mai mare decât în osteomielite acută, la câteva luni de la debutul real al bolii, Ele constau în:

- Demineralizare - cu localizare la periferia osoasă articulară, cu extensie spre diafiză, care afectează corticala și spongioasa.
- Osteoliza - cu localizare marginală, sub formă de geode sau eroziuni și carii osoase. În lacune se pot găsi sechestre mici, demineralizate
- Osteoscleroza și periostoza sunt mult mai puțin reprezentate și nu reprezintă modificări radiologice „patognomonice” tuberculozei, ci mai ales altor infecții supraadăugate.
- Afectarea articulară - constă în lărgirea spațiului articular la debut ca și consecința a hidrartrozei și apoi a reducerii până la dispariție a spațiului articular prin afectarea cartilajelor articulare.

TUBERCULOZA VERTEBRALĂ (MORB POTT)

Localizarea de predilecție este la nivelul regiunii de tranziție vertebrale toracolumbare.

Afectează un cuplu de vertebre și discul intervertebral. Afectarea cuplului de vertebre și mai ales topografia leziunilor distructive în cele două corpuri vertebrale are ca substrat vascularizația vertebrelor.

Modificările radiologice elementare sunt asemănătoare celor osteoartritei tuberculoase.

Particularitățile constau în:

- Apariția modificărilor de poziție - prin distrucția hemicorpurilor vertebrale apare

cifoza angulară.

- Spațiul intervertebral dispare datorită atât distrucțiilor corpurilor vertebrale cât mai ales distrucției discului intervertebral
- Apariția fusului paravertebral – opacitate fuziformă dispusă pe ambele contururi ale vertebrelor, omogenă, bine conturată, fiind expresia imagistică a abcesului rece paravertebral.
- Modificările radiologice elementare de tip constructiv sunt mult mai bine reprezentate și sunt consecința atât a proceselor de vindecare și limitare a afecțiunii, cât și de evoluția lentă a bolii.

NECROZELE ASEPTICE

Substratul fiziopatologic al necrozelor aseptice îl constituie tot stopul vascular.

Agenții etiopatogenici sunt variabili:

- Microtraumatisme repetate
- Embolii
- Depresurizări brutale
- Endocrinici - hipercorticism
- Iatrogeni - tratament prelungit cu cortizon

Vârsta de apariție este în prima decadă de vârstă la copil, la adult neexistând o perioadă de vârstă predilectă.

Localizarea predilectă este la nivelul epifizelor sau la nivelul oaselor scurte la adulți, la nivelul nucleilor epifizari al oaselor lungi și ai altor nucleii secundari la copil.

Modificările radiologice elementare sunt similare celor din procesele septice cu unele particularități:

- Spațiul articular este întotdeauna păstrat, el apărând fals lărgit prin deformarea nucleului epifizar la copil.
- Nucleul epifizar suferă fracturi intratraveale și prăbușiri ale corticalei epifizare
- Colul osului se scurtează și se lărgeste, în interiorul lui putând apare geode și chiar mici sechestre.
- Prin vindecare poate apare osteoscleroza și artroza.

SINDROMUL TUMORAL

Proliferarea patologică în interiorul osului a oricărui fel de țesut propriu sau a unor tesuturi aberante cu punct de plecare dintr-o altă proliferare patologică (neoplazică) cu altă localizare determină la nivelul osului apariția tumorilor osoase.

Tumorile osoase se clasifică în:

1. Tumori benigne
2. Tumori maligne

Tumorile maligne pot fi:

- tumori primitive
- tumori secundare (metastaze)

Tumorile benigne și tumorile maligne primitive sunt afecțiuni monostice monotipe. Tumorile maligne secundare sunt afecțiuni poliostice politipe.

1. TUMORILE BENIGNE

Sunt afecțiuni relativ rare. Apar la tineri de obicei în prima și a doua decadă de vârstă.

Au o evoluție lentă și nu modifică starea generală a bolnavului, ceea ce le face să fie diagnosticate întâmplător, tardiv sau cu ocazia apariției complicațiilor – de obicei fracturi în os patologic.

Histologic au în structură celule mature, bine diferențiate, care înlocuiesc elementele osului dar nu le distrug.

Nu recidivează și nu metastazează.

Explorarea imagistică a tumorilor osoase benigne constă în:

- Explorarea radiografică - pune în evidență tumora, și orientează diagnosticul spre elemente de benignitate.
- Tomografia computerizată completează informațiile privind criteriile de benignitate ale tumorii
- Scintigrafia osoasă pune în evidență hipocaptarea la nivelul tumorii datorită vascularizației reduse tumorale

Diagnosticul etiologic îl face doar examenul histopatologic.

Radiologic tumorile benigne prezintă anumite criterii diagnostice definitorii:

- Localizare metafizară cu extindere diafizară
- Au contur net, bine precizat
- Suflă și subțiază corticala osoasă, dar nu o întrerup. Întreruperea corticalei se poate produce doar prin fractura.
- Nu prezintă reacție periostală. Toate aceste caractere se datoresc evoluției lente a tumorii.
- Modificările de structură pot fi de tip:
 - litic
 - osteosclerotic
 - mixt
- Tumora împinge structurile moi de vecinătate dar nu le infiltrază
- Structura țesutului osos din vecinătatea tumorii este normal.
- Marea majoritate a tumorilor benigne sunt tumori litice.

Tumorile benigne sunt clasificate în:

A. Tumori osteogenice: - osteom

- osteom osteoid
- exostoza
- fibrom osifiant

B. Tumori cartilajinoase: - condrom

- osteocondrom
- condroblastom benign
- fibrom condromixoid

C. Tumori vasculare: - hemangiom
- limfangiom

D. Tumori conjunctive: - lipom
- fibrom

E. Pseudotumori: - chist osos solitar
- chist anevrismal
- displazia fibroasă

Osteomul - este o tumoră benignă osteogenică care apare la vârstă tânără. Localizarea preferențială este pe oasele plate și la nivelul masivului facial (sinusuri, oase pneumatice), foarte rar la oase lungi.

Aspectul radiologic este al unei zone de condensare osoasă (osteoscleroză) cu contururi regulate, dezvoltate pe corticala osului afectat, cu contururi regulate bine precizate, omogenă.

Osteomul osteoid - este o tumoră benignă osteogenică care apare la vârsta tânără. Localizarea predilectă este pe oasele lungi, vertebre, mai rar pe oase plate. Se dezvoltă în jurul unui nucleu de țesut conjunctiv, care rămâne transparent, ca o proliferare osteosclerotică, regulată omogenă, bine conturată. Nucleul transparent poartă denumirea de nidus. De multe ori nidusul nu poate fi pus în evidență decât prin tomografie computerizată sau prin tomografie plană.

Condromul - este o tumoră osoasă benignă, compusă din cartilaj hialin care se dezvoltă predilect în cavitățile medulare ale oaselor lungi. Localizarea centrală, în interiorul osului, îi atrage denumirea de encondrom, iar tumora localizată periferic poartă denumirea de econdrom. Este o tumoră litică. Zona de liză are forme variabile, contururi bine delimitate de compactă care este subțiată și suflată determinând o diafiză oedototică. În interiorul zonei de liză se pun în evidență multiple calcificări. Tumora se poate maligniza. Momentul malignizării este evidențiat radiologic prin întreruperea corticalei și infiltrarea structurilor moi, înconjurătoare.

Hemangiomul - se dezvoltă prin proliferarea capilară și arteriolară din țesutul medular. Apare în prima decadă de vârstă. Localizarea de elecție este la nivelul corpurilor vertebrale și a oaselor plate. Radiologic aspectul caracteristic este al unei mase buretoase prin modificările de structură de la nivelul spongioasei. La nivelul corpurilor vertebrale, traveele spongioasei iau o dispoziție verticală. Hemangiomul poate determina prin dezvoltarea lui suflarea osului cu modificări de formă și dimensiuni.

Chistul osos esențial - este o tumoră benignă de origine necunoscută, cu dezvoltare asimptomatică, care apare în prima sau cea de a doua decadă de vârstă. Localizarea de elecție se află la nivelul metafizelor proximale ale oaselor lungi. Radiologic aspectul radiologic este al unei zone de liză, de dimensiuni variabile, putând ajunge la câțiva centimetri, care suflă corticala, o subțiază, dar nu o întrerupe. În interior de obicei nu se pun în evidență alte structuri. În cazul chisturilor mari, pot apare în interior rare septuri fine. La polul inferior poate prezenta un fin lizereu osteosclerotic, regulat (aspectul de coajă de ou).

Tumora cu mieloplax (tumora cu celule gigante) - este clasificată fie ca tumoră, fie ca distrofie osoasă. Este o tumoră litică. Apare după închiderea cartilajului de creștere (după 20 de ani). Localizarea predilectă este la nivelul metafizei oaselor lungi. Mai rar poate fi întâlnită la oasele plate. Se află situată la limita dintre benign și malign, fiind tumora benignă care se poate maligniza mai frecvent decât condromul. Radiologic aspectul este al unei zone de liză osoasă localizată epifizar, de dimensiuni variabile de câțiva centimetri diametru, care subțiază corticala osului și o suflă. Atât timp cât corticala este intactă tumora este considerată ca fiind benignă. Când corticala se rupe, țesuturile moi se densifică și sunt infiltrate de tumoră, aceasta a devenit malignă. În interiorul zonei de liză se pun în evidență travee fine regulate care dau aspectul unor "bule de săpun".

2. TUMORILE MALIGNNE

Tumorile maligne primare apar de obicei la tineri până în a treia decadă de vârstă. Sunt mai frecvente decât tumorile benigne. Sunt leziuni unice, cu evoluție rapidă, care afectează starea generală a bolnavului. Histologic au celule tinere, cu atipii celulare și mitoze. Infiltrază structura osoasă de vecinătate și structurile moi înconjurătoare. Spre deosebire de tumorile benigne recidivează și metastazează.

Explorarea imagistică a tumorilor osoase maligne primare constă în:

- Explorarea radiografică - pune în evidență tumora, și orientează diagnosticul spre elemente de malignitate.

- Tomografia computerizată completează informațiile privind criteriile de malignitate ale tumorii și pune în evidență invazia țesuturilor moi.
- Scintigrafia osoasă pune în evidență hipercaptarea la nivelul tumorii datorită vascularizației tumorale bogate, anarhice cu multiple lacuri sanguine.

Diagnosticul etiologic îl face doar examenul histopatologic.

Radiologic tumorile benigne prezintă anumite criterii diagnostice definitorii:

- Localizarea este metafizară; tumora respectă cartilajul de creștere.
- Tumora are un contur șters imprecis
- Corticala osului este întreruptă prin extensia tumorală, dar și prin fracturi în os patologic

- Tumorile maligne determină reacție periostală spiculiformă. La periferia tumorii, la locul de efracție a periostului, apar spiculi periostali de formă triunghiulară care poartă denumirea de "triunghiul lui Codman".
- Modificările de structură pot fi:

- litice
- osteosclerotice
- mixte

- Structurile moi sunt infiltrate, invadate cu multiple incluziuni osoase în interior.

Tumorile maligne se clasifică în:

1. Tumori osteogenice:

- Osteosarcom
- Osteosarcom parostal
- Osteosarcom periostal

2. Tumori cartilaginoase: - Condrosarcom

3. Tumori conjunctive:

- Liposarcom
- Fibrosarcom

4. Hemopatii:

- Sarcom Ewing
- Limfoame
- Mielom multiplu

Osteosarcom - Este cea mai frecventă tumoră malignă. Apare la vârsta tânără, mai frecvent în prima și a doua decada de vârstă. Localizarea de predilecție este în metafiza oaselor lungi, foarte rar, în diafiza și în oase late. Radiologic se descriu trei forme:

- forma osteogenică
- forma osteolitică
- forma mixtă

După localizare se descrie o formă centrală, o formă periferică. Există osteosarcoame cu punct de plecare periostal.

Osteosarcomul osteogenic prezintă infiltrarea și densificarea structurilor moi înconjurătoare, care pot să prezinte în interior incluziuni osoase, întreruperea corticalei osoase prin dezvoltarea masei tumorale care este alcătuită din producțiuni osoase anarhice, neregulate, neomogene ce invadează părțile moi.

Osteosarcomul osteolitic are ca aspect radiologic dezvoltarea unei zone mari de osteoliză neregulate care sparge corticala osoasă, infiltrază țesuturile moi înconjurătoare și prezintă periostoza spiculară evidentă.

Condrosarcomul - este o tumoră malignă cu punct de plecare din țesut cartilaginos. Apare mai frecvent în cea de-a doua și a treia decada de vârstă. Poate fi primar, dezvoltându-se de la început ca tumoră malignă sau secundar, prin malignizarea

unui condrom. Localizarea de elecție este la nivelul metafizei oaselor lungi, dar se descriu și localizări la nivelul oaselor late. Ca și condromul este caracterizat printr-o zonă de liză, centrală sau periferică, dar care sparge corticala și invadează structurile moi.

Mielomul multiplu - este o tumoră malignă hematogenă. Apare după vârsta de 40 de ani. Leziunea poate să fie monostică, monotopă, situație în care tumora poartă numele de plasmocitom sau poliostică, politopă. Histopatologic se caracterizează prin apariția de focare plasmocitare în os, prin proliferarea plasmocitelor medulare. Este însoțit de un sindrom biologic caracteristic. Diagnosticul de certitudine este dat de puncția medulară. Localizarea este la nivelul oaselor bogate în măduvă hematogenă. Radiologic leziunile sunt leziuni de liză, rotunde și rotund - ovalare cu diametre variabile, de la dimensiuni infracentimetrice la 1 - 3 cm. Zonele de osteoliză sunt conturate de structura osoasă din jur, fără lizereu osteosclerotic. Leziunile osteolitice suflă osul, subțiază corticala, dar nu o sparg. Afecțiunea se însoțește de obicei de osteoporoză generalizată.

Metastazele osoase

Sunt cele mai frecvente tumori maligne cu localizare osoasă. Sunt tumori secundare cu localizare poliostică, politopă, datorită diseminării hematogene. Se localizează la nivelul oaselor bogate în țesut medular - coloană vertebrală, bazin, craniu, extremitățile oaselor lungi. Apar de obicei după vârsta de 40 de ani. Evidențierea lor poate fi consecința unor examene radiologice de rutină sau efectuate sub o altă indicație diagnostică, semnalând în acest caz prezența unui cancer necunoscut. Radiologic se descriu metastaze osteolitice, în care modificarea radiologică elementară predominantă este liza osoasă, metastaze osteocondensante, în care modificarea radiologică elementară predominantă este o plajă de osteoscleroză sau mixte. În raport cu cancerul primitiv și sex metastazele se clasifică astfel:

Metastaze osteocondensante

- sex masculin-cancer primitiv:
 1. prostată / vezică urinară
 2. stomac
 3. pancreas
- sex feminin-cancer primitiv:
 1. sân
 2. uter

Metastaze osteolitice

- sex masculin-cancer primitiv:
 1. plămân
 2. vezică urinară
 3. tub digestiv
 4. rinichi
 5. tiroidă
- sex feminin-cancer primitiv:
 1. sân
 2. uter
 3. tub digestiv
 4. vezică urinară
 5. tiroidă
 6. ovar

Radiologic, metastazele osteolitice apar ca multiple zone de liză, de diametre variabile, de la dimensiuni infracentimetrice la 1 - 3 cm., cu contur neregulat, șters, care suflă compacta și corticala, dar nu o sparg. Nu dau reacție periostală, se pot însoți de fracturi în os patologic.

Metastazele osteocondensante apar ca multiple zone de osteoscleroză, de diametre variabile, de la dimensiuni infracentimetrice la 1 - 3 cm., cu contur neregulat, șters care suflă compacta și corticala, dar nu o sparg. Nu dau reacție periostală, se pot însoți de fracturi în os patologic. Formele mixte prezintă concomitența leziunilor osteosclerotice și osteolitice.

CAPITOLUL VIII

NOȚIUNI INTRODUCATIVE

ÎN RADIOPEDIATRIE

Ghe. Goldiș

RADIOPEDIATRIA este o supraspecializare a radiologiei generale, care utilizează aceleași tehnici de investigare ca la adult, prezentând o serie de particularități care o individualizează.

Riscul mult mai mare al leziunilor consecutive iradierii la copil, față de adult, impune o conduită de investigare radioimagică aparte, care să limiteze cât mai mult efectul nociv al razelor X fără a prejudicia stabilirea rapidă și corectă a diagnosticului și urmărirea eficienței tratamentului.

Practic, fiecare caz care necesită investigație imagistică se discută de către medicul radiolog cu medicul clinician pentru alegerea metodei celei mai eficiente și mai puțin iradiante. Se indică folosirea, ca primă intenție, a examenelor imagistice neiradiante chiar dacă rezultatele obținute reprezintă 75-80% față de cele iradiante obișnuite (ex: ecocistografie în locul uretrocistografiei micționale clasice). Repetarea examenelor radiologice se face numai în funcție de imaginea precedentă și evoluția cazului, fiind excluse calendare prestabilite. Se impune imobilizarea și uneori sedarea sugarilor și copiilor mici pentru a se evita repetarea examenului datorită artefactelor de mișcare

Imaginea radiologică normală la sugar și copilul mic prezintă particularități față de adult.

Aspectul imagistic al unor afecțiuni întâlnite și la adult este diferit la copil.

Bolile specifice vârstei mici prezintă aspecte imagistice caracteristice.

PARTICULARITĂȚILE PROTOCOALELOR

DE INVESTIGAȚIE IMAGISTICĂ LA COPIL

Motto: nici o investigație imagistică nu se efectuează înaintea examenului clinic și a unui minim de examene de laborator.

A. TORACE

La copil, ca și la adult, investigația imagistică a toracelui are două metode de primă intenție :

Ecografia pentru peretele toracic, diafragme, extremitățile mediastinului, cord și vase mari și evidențierea colecțiilor lichidiene pleurale minime.

Radiografia toracică pentru schelet toracic și aparat respirator.

Este indicată doar la copii cu afecțiuni cardio-respiratorii sau cu boli de sistem ce pot afecta plămânul sau cordul. Este obligatorie protejarea abdomenului copilului cu șort plumbat. Se face fără grilă antidifuzoare. Incidențele de profil sau oblice se execută doar

în funcție de imaginea de față. Referitor la așa - zisa radiografie „de control” la externare, aceasta nu are indicație decât în cazuri punctuale.

Precizăm că incidența de profil pentru studiul cordului este inutilă sub vârsta de 3 ani având în vedere particularitățile imaginii radiologice normale, la această vârstă.

Radioscopia pulmonară nu are indicație la copil, în unele țări fiind interzisă, pentru că nu aduce date suplimentare față de examenele amintite și este foarte iradiantă. Restul investigațiilor au indicații superpozabile celor de la adult.

B. ABDOMEN

APARATUL DIGESTIV

a. **Tubul digestiv** beneficiază de două metode de investigare clasice: ecografia și radioscopia cu substanță de contrast

Ecografia reprezintă examen de primă intenție în diagnosticul stenozei hipertrofice de pilor, apendicitei, invaginației intestinale. Esofagul și rectul pot fi investigate prin ecoendoscopie. Studiarea peretelui stomacului și intestinului gros este facilitată după umplerea lor cu o substanță lichidă.

Menționăm aportul ecografiei în depistarea și analizarea colecțiilor lichidiene intraabdominale.

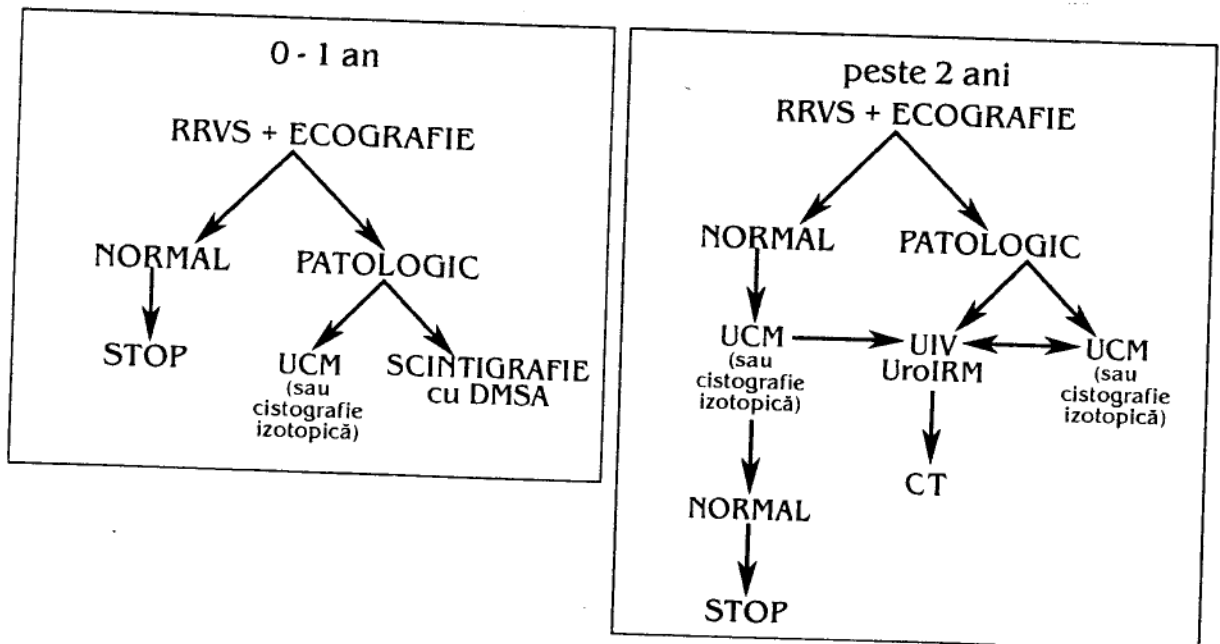
Radioscopia cu substanță de contrast se execută numai după ce examenele endoscopice sunt neconcludente sau pentru segmente digestive inaccesibile acestora (intestin subțire). Se folosesc numai aparate cu amplificator de imagine și se fac minimum de radiografii.

b. **Glandele anexe** nu prezintă particularități de investigație imagistică față de adult.

În ceea ce privește **radiografia abdominală simplă** aceasta are indicații mai ales în sindroamele obstructive intestinale.

APARATUL URINAR

În patologia pediatrică există două protocoale de investigație imagistică pentru studiul aparatului urinar, pe grupe de vârstă :



Din cele două scheme prezentate se desprind următoarele concluzii:

- sub vârsta de 1 an UIV nu prezintă interes practic, ea fiind înlocuită cu succes de ecografie, scintigrafie ± cistografie. În plus pregătirea sugarilor este dificilă iar examenul este foarte iradiant.
- la sugari cistografia micțională clasică poate fi înlocuită cu succes cu cistografia izotopică cu $^{99m}\text{TcDTSA}$ care prezintă un disconfort mai mic și este mai puțin iradiantă. Are dezavantajul că nu evidențiază refluxul vezico-ureteral de grad mic (1-2).
- la copii mari UIV este indicată pentru studiul morfologiei căilor urinare și în primul rând depistarea necrozelor papilare care pot apare în evoluția pielonefritei cronice. Ea poate fi înlocuită de UroIRM, care este un examen neiradiant și oferă o cantitate superioară de date. În prezent este prohibitivă datorită costului ridicat.

Reamintim necesitatea protejării toracelui sugarilor în cazul efectuării RRVS, UIV sau cistografiei deoarece sternul este la această vârstă organ hematopoetic.

C. SISTEMUL OSTEO-ARTICULAR

Nu sunt particularități de protocoale de investigație imagistică față de adult.

Precizăm aportul **ecografiei** ca examen de primă intenție, net superioară investigației radiografice pentru studiul articulațiilor și a părților moi periosoase.

D. Menționăm importanța examenului ecografic în depistarea eventualelor malformații organo-scheletice la făt.

PARTICULARITĂȚILE IMAGINII RADIOLOGICE NORMALE LA COPIL

A. TORACE

Diametrele unui hemitorace la sugar au tendință la egalizare.

Hemidiafragmele sunt la același nivel : la sugar în dreptul arcurilor posterioare CVIII, iar la preșcolari în dreptul arcurilor posterioare C IX.

Arcurile posterioare ale coastelor sunt mai orizontalizate.

Hilul și vasele pulmonare sunt vizibile de la naștere, calibrul arterelor fiind egal în cele două jumătăți ale toracelui datorită poziției în decubit a sugarilor.

Bifurcația traheei este în dreptul vertebrei T3; la școlar și adult fiind în dreptul vertebrei T5.

Mediastinul superior apare mai larg la copii sub 2 ani datorită imaginii normale a timusului, vizualizat în incidența de profil în mediastinul antero-superior.

Cordul apare proporțional mai mare, raportat la torace, cu cât copilul este mai mic având următorii indici cardio-toracici :

- 0 - 1 an = 0,65%
- 1 - 2 ani = 0,60%
- 2 - 4 ani = 0,55%
- > 6 ani aprox. 0,50%

Imagina normală a cordului este diferită în funcție de vârstă:

La sugar este globulos și nu prezintă delimitarea arcurilor pe contur(fig. 1a, 1b).

Între 2 și 6 ani se vizualizează doar patru arcuri, prin absența imaginii butonului aortic și arcul mijlociu stâng este mai convex(fig. 1c).

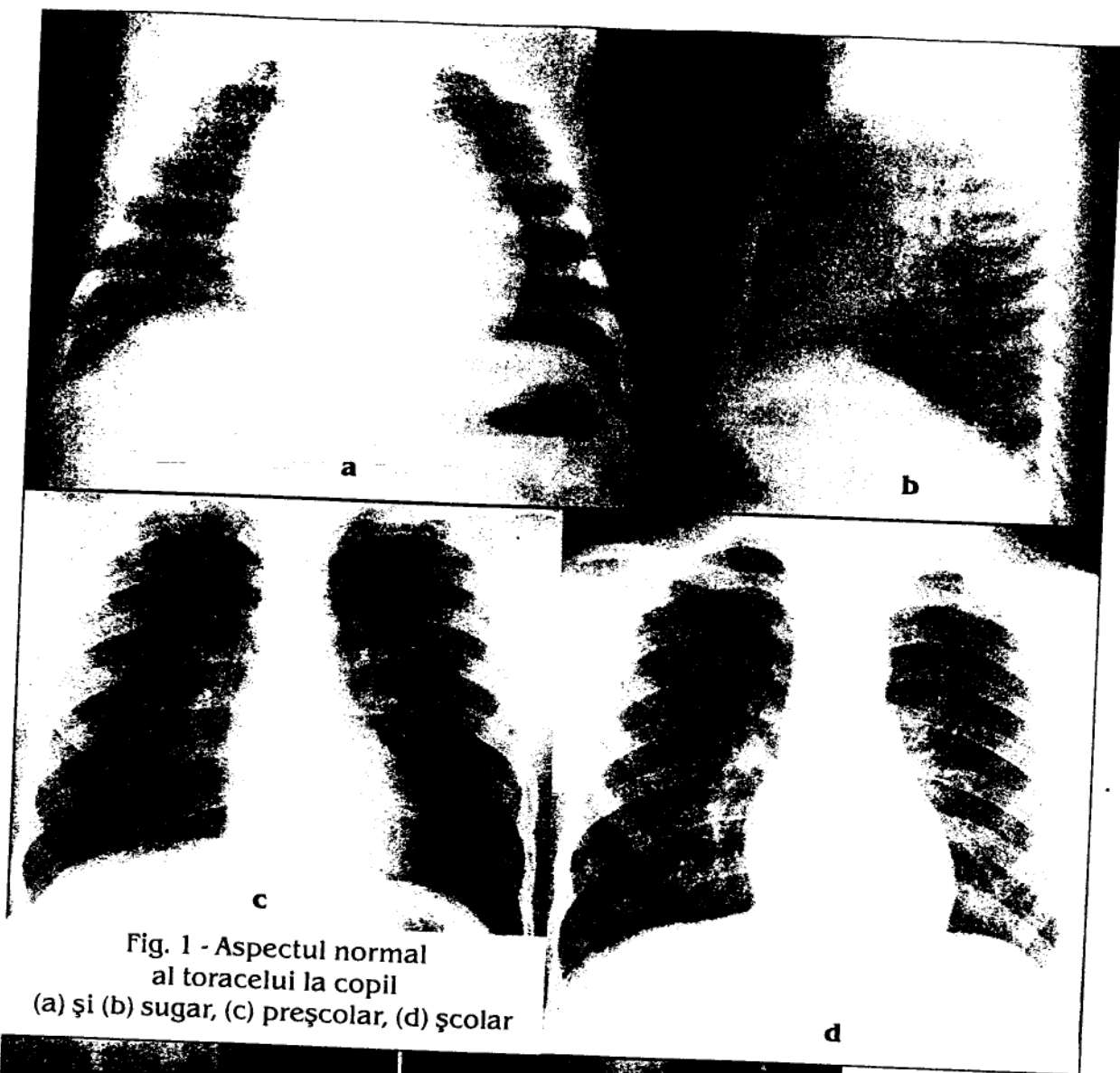


Fig. 1 - Aspectul normal al toracelui la copil (a) și (b) sugar, (c) preșcolar, (d) școlar

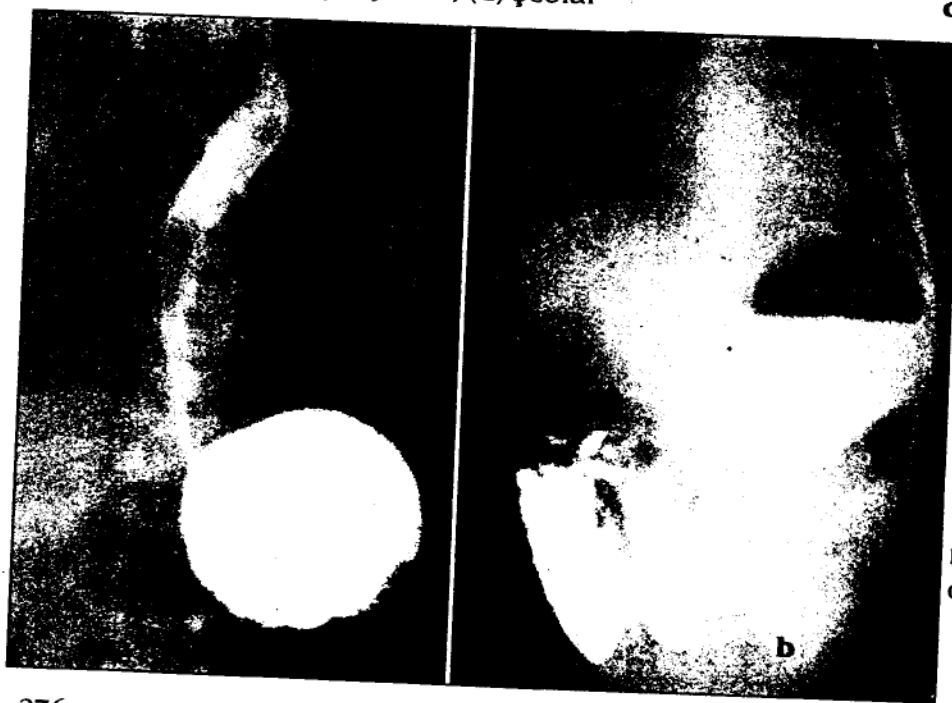


Fig. 2 - Aspectul normal al tubului digestiv la sugar - a. esofag, b. stomac

Peste vârsta de 6 ani imaginea este asemănătoare cu cea a adultului, cu excepția arcului mijlociu stâng care se menține mai convex (fig. 1d).

După prima respirație nou născutul poate prezenta un mic pneumotorax care se reduce spontan.

B. ABDOMEN

1. TUBUL DIGESTIV

Esofagul

La sugar, se vede uneori și fără substanță de contrast datorită aerofagiei normale la această vârstă.

Din punct de vedere morfologic el prezintă volum variabil în funcție de conținut. În strat subțire nu se vizualizează pliurile de mucoasă. De asemenea, radiosopic nu se vizualizează contracții pe conturul său (fig. 2a).

În primele două luni de viață prezintă un mic reflux gastro-esofagian, intermitent, după umplerea stomacului, în decubit, fără semnificație patologică.

Stomacul

Timpul de evacuare gastrică, raportat la volum, este mai mare comparativ cu adultul fiind de circa 3 ore.

Volumul său este proporțional mai mare, raportat la cel al abdomenului.

Prezintă aspect globulos fără evidențierea curburilor. Contururile sunt regulate fără vizualizarea contracțiilor. În strat subțire nu prezintă imagini de pliuri de mucoasă(fig. 2b).

Intestinul subțire

La sugar timpul de evacuare este de circa 1-2 ore fiind mai scurt decât la adult.

Morfologic prezintă contururi regulate iar în strat subțire nu se vizualizează imaginea pliurilor de mucoasă, având aspect granulat. Coloana baritată poate apare fragmentată(fig. 3a).

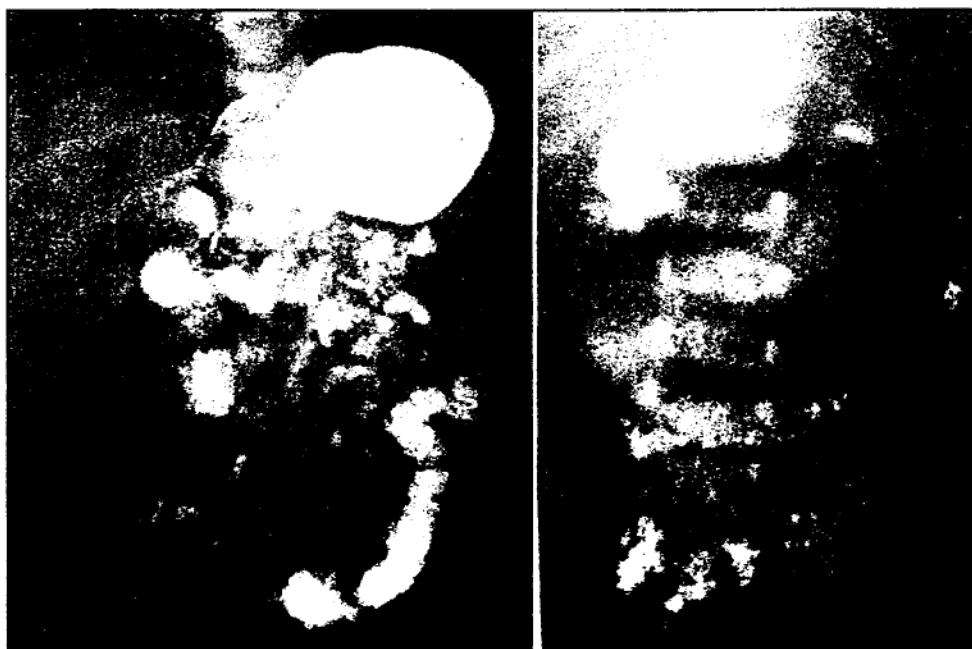


Fig. 3 -
Aspectul normal al
tubului
digestiv la
sugar
a. intestin
subțire
b. intestin
gros

Intestinul gros

La fel ca și celelalte segmente ale tubului digestiv, prezintă volum variabil în funcție de conținut ; de aceea la sugar se recomandă aprecierea dimensiunilor sale în timpul trei al irigografiei, după insuflarea cu aer.

Contururile intestinului gros sunt mai regulate, fără vizualizarea imaginilor de haustre iar în strat subțire are un aspect granulat(fig. 3b).

Este de remarcă că linia peritoneală se vizualizează de la vârstă de sugar. Ei prezintă în mod normal aerocolie și aeroenterie mai accentuate decât adultul.

2. GLANDELE ANEXE

Dintre glandele anexe ale aparatului digestiv pancreasul prezintă imagine particulară la sugar și copilul mic apărând ecografic izocogen cu parenchimul hepatic; uneori chiar ușor hipocogen.

3. APARATUL URINAR

Rinichi

Examenul ecografic arată aspect caracteristic la această categorie de vârstă parenchimul apărând mai hiperecogen și piramidele lui Malpighi bine vizualizate.

Examenul urografic, la sugar, arată rinichii proporțional mai mari decât la școlar și adult diametrul bipolar corespunzând înălțimii a 4 - 4,5 corpi vertebrali. Ei prezintă contururi boselate, până la vârsta de 5 ani. Sistemele pielo-caliceale au aspect morfologic similar cu cele ale adultului (fig. 4).

hipo. sau izocogen față de parench. hep.

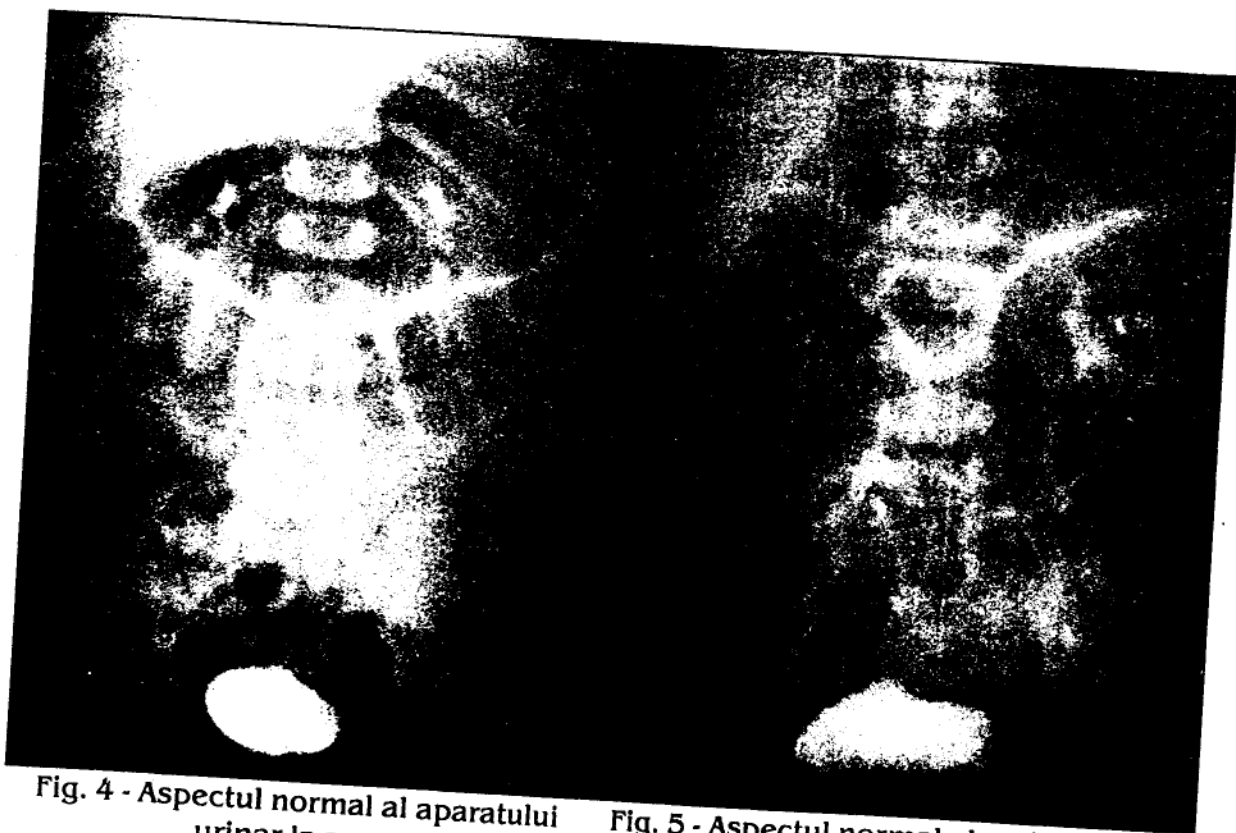


Fig. 4 - Aspectul normal al aparatului urinar la sugar secvență urografică

Fig. 5 - Aspectul normal al vezicii urinare în perioada neonatală: în semirepleție herniază tranzitoriu în canalele inghinale

Ureterul

În primul an de viață este mai mobil, putând avea traiect ușor deplasat în caz de aeroenterie sau aerocolie mai accentuată.

Vezica urinară

În primul trimestru de viață, în semirepleție, apare ușor deformată datorită hernierii tranzitorii prin canalele inghinale, imagine care dispare în repleție(fig. 5).

C. SISTEMUL OSTEOARTICULAR

Craniul

La nou născut și sugarul mic raportul dintre neurocraniu și masivul facial apare modificat față de școlar și adult fiind de 3-4/1(ex: la 6 ani este 2-2,5/1). Suturile și sincondrozele dintre oase sunt largi, datorită zonelor cartilaginoase dintre ele.

În primul an de viață se vizualizează fontanelele, zone neosificate între oasele calotei, care apar radiologic ca ^{IMAG} zone lacunare, neregulate.

La unirea celor două jumătăți ale ramului orizontal al mandibulei se vede o bandă lacunară, care dispare la preșcolar după terminarea osificării.

Craniul la preșcolar prezintă lacune sub formă de benzi sinuoase sau rotund-ovalare care sunt șanțurile vasculare, bine vizibile la această vârstă(fig. 6).

Sinusurile craniene

Apar ca imagine radiologică la vârste diferite. La sugar se văd doar cele maxilare. Cele frontale, sfenoidale și celulele etmoidale apar după vârsta de 3-4 ani.

Coloana vertebrală

Aspectele radiologice sunt diferite la sugar, preșcolar și școlar.



Fig. 6 - Aspectul normal al craniului la sugar

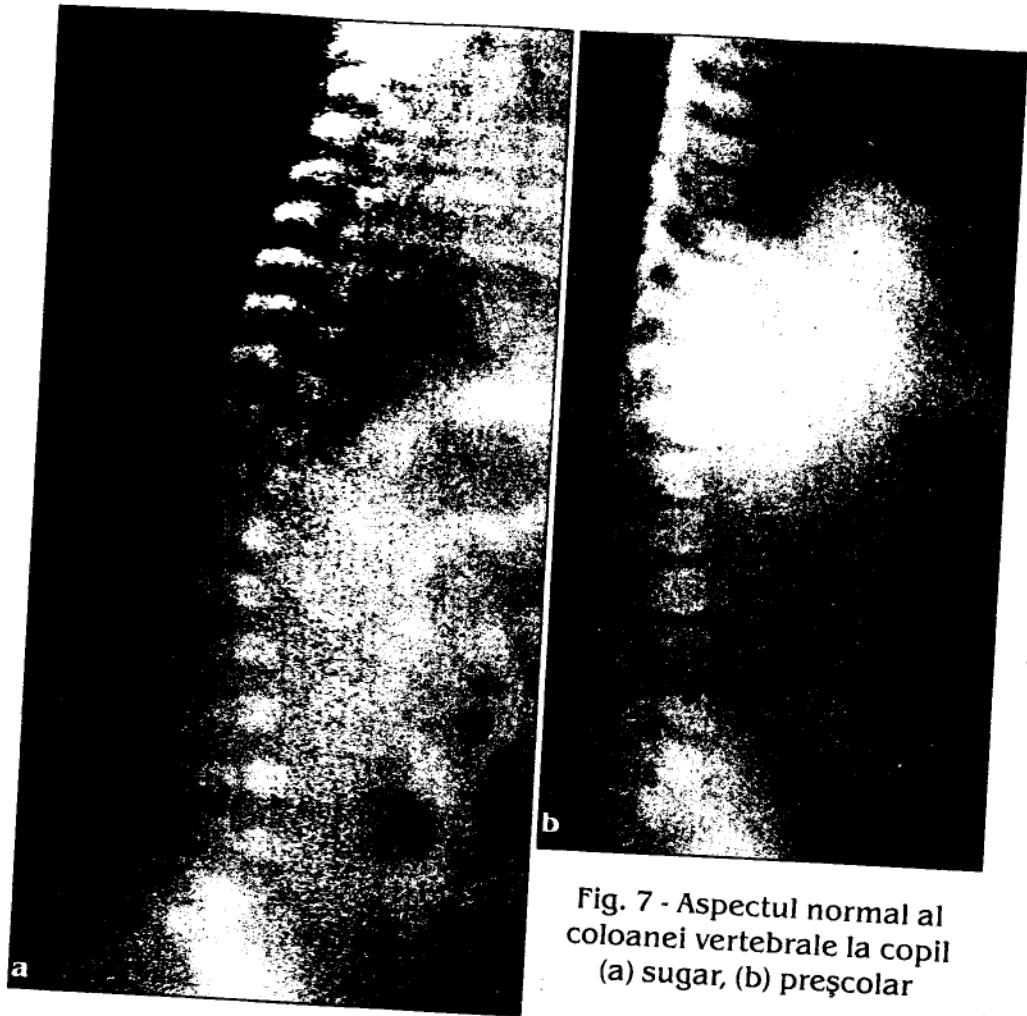


Fig. 7 - Aspectul normal al coloanei vertebrale la copil (a) sugar, (b) preșcolar

În perioada neonatală raporturile dintre segmentele coloanei vertebrale sunt : coloană cervicală $1/4$, coloană toracală $1/2$, coloană lombară $1/4$. Imaginea ei radiologică apare formată din alternanță de zone scleroase cu zone lacunare datorită neosificării sincondrozelor dintre nucleii primari de osificare ai corpului și arcurilor vertebrale. Corpul vertebral are un aspect caracteristic de „sandwich” (fig. 7a).

La preșcolar corpul vertebral apare cu marginile rotunjite, prezentând în treimea anterioară o bandă lacunară (șanț vascular). Persistă zonele lacunare între corp și arcurile vertebrale, osificarea dintre ele finalizându-se la vârsta școlară. În incidență de față platourile vertebrale apar ușor neregulate (fig. 7b).

După vârsta de 7 ani, în unghiurile corpului vertebral, apar imagini scleroase punctiforme reprezentând nucleii secundari de osificare ai corpurilor vertebrale. Raporturile coloanei vertebrale sunt asemănătoare adultului: coloană cervicală $1/5 - 1/6$, coloană lombară $1/3$.

Bazin osos

După naștere se vizualizează zone lacunare la nivelul cartilajelor de conjugare dintre oasele bazinului, persistente și la preșcolar. Unghiul de înclinare al plafonului acetabular este de circa 35° . El scade progresiv ajungând la vârsta de preșcolar asemănător adultului ($10^\circ - 12^\circ$). Marginea superioară a sacrului are poziție ușor mai înaltă față de oasele iliace, aspect remediat după ce sugarul începe să meargă.

La preșcolar apare nucleul de osificare al coccisului și se închide sincondroza ischio-pubiană.

La școlar apar nucleii secundari de osificare ai creștelor iliace și ischioanelor.

Scheletul membrelor

La **nou născut** un os lung prezintă o diafiză în centru și două metafize la capete, care sunt proporțional mai late și cu marginea epifizară convexă.

Periostul este vizibil ca o fină linie scleroasă paralelă cu diafiza, imagine care dispare după prima lună de viață. Se vizualizează nucleul secundar de osificare al epifizei distale a femurului (Beclard) (fig. 8).

La **sugar și preșcolar** imaginea radiologică a osului prezintă la extremități nucleii secundari de osificare ai epifizelor apoi zona cartilajului de creștere ca imagine radiologică de bandă lacunară, metafiza care are structură de țesut spongios și diafiza cu compactă la periferie și canalul medular în centru. În canalul medular se vizualizează canalele nutritive. La această vârstă compacta osoasă, este proporțional mai îngustă față de canalul medular decât la adult.

Nucleii secundari de osificare

Apar la nivelul scheletului după un calendar prestabilit, caracteristic pentru vârsta osoasă fiind cei de la nivelul oaselor mâinilor. În primele șase luni după naștere se vizualizează 1-2 oase carpiene (osul mare și hamatum). La preșcolar numărul oaselor carpiene este aproximativ egal cu cifra vârstei calendaristice cu excepția pisiformului care poate apare între 8-12 ani.

D. VARIANTE ANATOMICE

Prezentăm în continuare unele dintre cele mai frecvente variante anatomice ale imaginii radiologice la sugar și copilul mic.

SISTEMUL OSTEO-ARTICULAR

Craniul poate prezenta suturi supranumerare, de ex.: sutura metopică ce împarte osul frontal în două jumătăți. Pot apare oase supranumerare, cele mai frecvente fiind oasele vorniene situate intrasutural. Uneori protuberanța occipitală este mai accentuată.

Coloana vertebrală prezintă uneori, la sugar, moderat anterolistezis C2-C3 și C3-C4 vizualizat în poziția de flexie și dispărut în poziție de extensie ceea ce nu se întâmplă în subluxații. *(bloc vertebral ; hemivertebră . . .)*

Scheletul membrelor poate prezenta nucleii de osificare supranumerari, mai frecvent la oasele metacarpiene, nucleii de osificare bifizi de exemplu la calcaneu sau rotulă, asimetrie de apariție a nucleilor de osificare la oase simetrice (important în acest caz contextul clinic) sau oase supranumerare, cele mai cunoscute fiind la scheletul mâinilor: oase sesamoide.

În perioada de creștere unele **oase** (calota craniană, pelvis, carpiene, tarsiene, corpi vertebrali) prezintă conturul ușor neregulat aspect care dispare odată cu maturarea scheletului.

Zonele metafizare ale oaselor lungi pot prezenta uneori mici modificări de structură, fără substrat patologic, reprezentate de defectul cortical cu aspect lacunar și/sau insule de compactă cu aspect sclerotic. Ele dispar la osul adult.

TORACE

Menționăm pozițiile ectopice ale timusului, cele mai frecvente fiind în regiunea cervicală sau în mediastinul posterior.

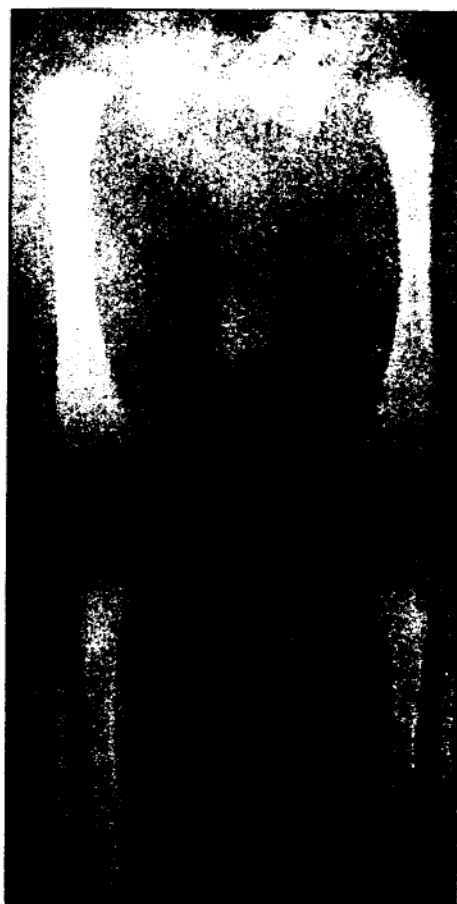


Fig. 8 - Aspectul normal al oaselor lungi la sugar

MALFORMAȚII CONGENITALE LA COPIL

TORACE

Diafragul

Relaxarea (eventrația) diafragmatică poate afecta un hemidiafragm în totalitate sau doar jumătate din el, fiind mai frecventă în partea dreaptă.

Foramenele Morgagni, Bochdalek, Larey sau hiatusul esofagian, pot fi sedii de herniere a diferitelor organe abdominale. Radiologic se vizualizează imagini aerice sau hidro-aerice intra sau paratoracice. Diagnosticul se pune pe examenul ecografic sau după administrarea de substanță de contrast pentru tubul digestiv(fig. 9).

Scheletul toracic

Malformațiile de coastă sunt variate. Dintre ele enumerăm coasta cervicală, bifiditate costală, sinostoze, agenezii.

La nivelul **scapulei** se descrie deformația Sprengel care constă în poziția ei mai înaltă datorată viciului de coborâre din perioada intrauterină. Se asociază frecvent cu sindromul Klippel Feil.

Sternul poate apare înfundat, în regiunea apendicelui xifoid. Consecutiv acestei malformații cordul apare ușor deplasat spre stânga. Sternul în carenă constă în accentuarea unghiului lui Louis, malformație asimptomatică.

La nivelul **claviculei** cele mai frecvente malformații constau în agenezie sau hipoplazie. Ele se asociază cu deformări toracice și secundar cu diferite grade de insuficiență respiratorie.

Traheea și bronhiile

Dintre malformațiile congenitale ale căilor aeriene menționăm **emfizemul obstructiv congenital**. Etiologia este discutabilă. Radiologic are aspect caracteristic prin menținerea hipertransparenței pulmonului afectat atât în expir cât și în inspir datorită obstrucției bronșice incomplete, cu mecanism de supapă. Se asociază cu modificări de poziție ale mediastinului în cei doi timpi respiratori.

Se mai pot întâlni atrezii, fistule, stenoze de căi aeriene.



Fig. 9 - Fenestrație toraco-abdominală asociată cu herniere a colonului

Fig. 10 - Agenezie pulmonară dreaptă

Plămânul

Agenezia pulmonară este o malformație care constă în absența vaselor, bronhiilor și parenchimului pulmonar. Radiologic zona pulmonară afectată apare opacă și cu volumul redus (fig. 10).

Aplazia pulmonară este asemănătoare ageneziei dar prezintă un rudiment de bronhie.

Hipoplazia pulmonară se caracterizează printr-un număr redus de bronhii și acini pulmonari. Radiologic, lobul sau pulmonul afectat apare redus volumetric și hipotransparent.

Chistele pulmonare congenitale pot fi unice sau multiple descriindu-se pulmonul polichistic în care parenchimul este practic înlocuit cu imagini transparente : nelare : aspect de „fagure de miere”.

Mediastinul

Agenezie timică este o malformație care se poate întâlni atât izolat cât și asociat cu alte anomalii de ex tetralogia Fallot.

Chistele bronhogenice și chistele enterogenice sunt anomalii ale tractului aëro-digestiv embrionar, cu sediul în mediastinul mijlociu sau posterior și cu aspect radiologic de opacități rotunde ce nu comunică în general cu căile aeriene sau digestive la administrarea de substanțe de contrast.

Cordul și vasele mari

Agenezia parțială de pericard are sediul mai frecvent pe partea stângă a opacității cardio-vasculare, în dreptul arcului mijlociu stâng, cu aspectul radiologic clasic în „dop de șampanie”.

Alte malformații mai frecvent întâlnite sunt dextrocardia și dextropoziția.

Dintre malformațiile de vase mari amintim anomalii de arc aortic, de ex .- dublu arc aortic cu aspect radiologic caracteristic de amprentă inversată pe esofagul baritat în dreptul butonului aortic (imaginea trebuie confirmată prin aortografie).

Circulație pulmonară

Drenajul venos pulmonar aberant reprezintă o malformație complexă cu multiple variante dintre care cea clasică este drenarea venelor pulmonare în vena cavă inferioară (sindromul Scimitar) (fig. 11).

B. ABDOMEN

1. TUB DIGESTIV

Esofagul

Disfagia neurofaringiană reprezintă o tulburare funcțională datorată afectării centrului deglutiției (prematuri, encefalopatii cronice infantile). La administrarea substanței opace, per os, se opaciază concomitent atât esofagul cât și arborele bronșic, fără vizualizarea de traiecte fistuloase între ele (fig. 12a, 12b).

Atrezia esofagiană poate prezenta mai multe variante după sediul și lungimea segmentului absent. Este asociată frecvent cu fistule traheale sau bronșice. Radiologic, se opaciază esofagul proximal care apare dilatat, porțiunea lui distală având imagine caracteristică de „fund de sac” (fig. 13).

Chalazia reprezintă o tulburare neuromusculară a joncțiunii eso-gastrice care constă în neînchiderea completă a orificiului cardial după evacuarea conținutului esofagian în stomac. Consecutiv apare reflux gastro-esofagian, care nu modifică unghiul lui Hiss.

Achalazia (cardiospasmul) este reversul chalaziei constând din deschiderea incompletă a cardiei pentru evacuarea conținutului esofagian în stomac. Este de asemenea

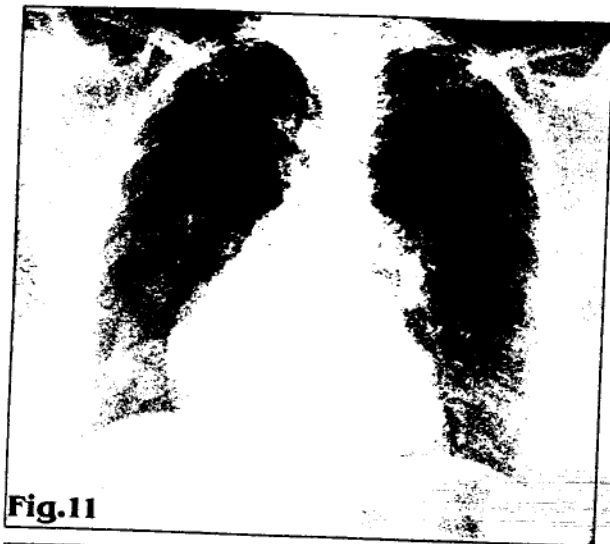


Fig. 11 - Drenaj venos aberant

Fig.11

Fig. 12 - Disfagia neuro-faringiană la sugar
Esofag cu substanță de contrast, fără vizualizare de fistule eso-traheale sau bronșice



Fig.12a



Fig.12b

Fig. 13 - Atrezie de esofag.
Examen cu substanță de contrast - incidență de profil.



Fig.13

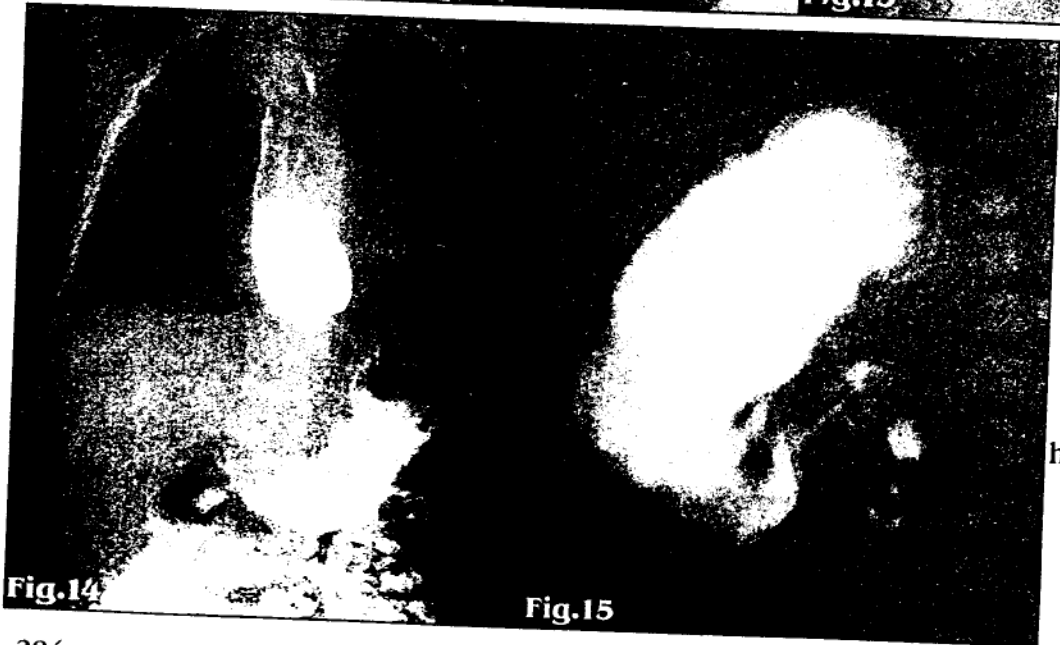


Fig. 14
Achalazie

Fig. 15
Stenoză hipertrofică de pilor

Fig.14

Fig.15

o tulburare neuromusculară. La administrarea substanței de contrast se vede o îngustare a esofagului precardial cu aspect de „pâlnie” și dilatare supraiacentă.(fig. 14).

Stomacul

Stenoza hipertrofică de pilor constă în alungirea și îngustarea canalului piloric datorate hipertrofiei stratului muscular. Radiologic apare un stomac „de luptă” cu vizualizarea contractiilor pe contur și un canal piloric subțire și lung. Se însoțește de reflux gastro-esofagian. Simptomatologia clinică apare la 2-3 săptămâni după naștere. Diagnosticul cert se poate pune ecografic (fig. 15).

Plicatura gastrică apare consecutiv aerocoliei mai accentuate la sugar prin volvularea parțială și intermitentă a stomacului, în semirepleție. Este reversibilă după umplerea completă a stomacului și în majoritatea cazurilor dispare cu vârsta.

Intestinul subțire

Mezenterium commune este datorat unei coalescențe anormale a mezenterului pe ansele intestinale. Radiologic, intestinul subțire este situat în întregime în hemiabdomenul drept și colonul în hemiabdomenul stâng.

Stenoza duodenală congenitală are cea mai frecventă localizare la nivelul duodenului II datorat unui diafragm intraluminal. Radiografia abdominală simplă, în ortostatism, arată imaginea clasică de dublu nivel hidroaeric, reprezentat de aerul din fornixul gastric și de dilatarea duodenului prestenotic. Se însoțește de reflux gastro-esofagian. Simptomatologia apare de la naștere (fig. 16) cu predominanța vărsăturilor biliare.

Diverticulul Meckel, reprezintă un apendice ileal, situat la circa 70 - 90 cm de valva ileo-cecală datorat anomaliei de închidere a unei membrane embrionare. Este cauza unor variate simptome clinice. Diagnosticul se face prin scintigrafie cu ^{99m}Tc , putând fi uneori, vizualizat la examenul baritat al intestinului.

Intestinul gros

Megadolicocolonul congenital apare consecutiv deschiderii incomplete a regiunii rectale consecutiv unei zone aganglionare la acest nivel. Evacuarea intestinului se face prin „preaplin”. Radiologic, colonul apare mult dilatat, cu evacuare foarte lentă. Zona aganglionară se vizualizează printr-o îngustare cu aspect de „pâlnie”.

Interpunerea colonului între hemidiafragme și ficat, splină - **sindromul Chilaiditti** - are aspect radiologic asemănător pneumoperitoneului cu deosebire că zona nu este omogenă prezentând benzi opace datorate haustrelor. Diagnosticul cert se face prin examen irigografic.

Se pot întâlni anomalii de poziție ale cecului cum ar fi situarea lui subhepatică („cec inversat”).

2. GLANDE ANEXE

Ficatul

Agenezia unuia dintre lobi sau prezența de lobi supranumerari reprezintă cele mai frecvente anomalii congenitale hepatice.

Fibroza hepatică congenitală este caracterizată prin hepatosplenomegalie asociată sau nu cu hipertensiune portală. Imagistic apare o fibroză periportală exprimată ecografic printr-o creștere a ecogenității parenchimului hepatic și un dismorfism al căilor biliare. Poate fi asociată cu boală chistică renală într-o afecțiune autosomal recesivă.

Căile biliare

Atrezia de căi biliare este cea mai frecventă anomalie întâlnită la copil. Diagnosticul se pune prin colangiografie retrogradă care precizează teritoriul biliar afectat.

Dilatațiile chistice ale căii biliare principale prezintă mai multe forme dintre care menționăm chistul de coledoc. Este datorat achalaziei de sfincter Oddi și hipotoniei peretelui coledocului.

Splina

Splina supranumerară, unică sau multiplă, reprezintă un țesut cu structură lienală situat cel mai des perisplenic dar și în alte regiuni abdominale. Diagnosticul se pune pe examenul ecografic și/sau scintigrafic.

Agenezia splenică este rară și se poate asocia cu malformații cardiovasculare (sindromul Ivemark).

3. APARAT URINAR

Dezvoltarea intrauterină a rinichiului cuprinde fazele de pronefros, mezonefros, urmate de metanefros perioada în care se definitivează structura rinichiului.

Începând cu perioada de metanefros, rinichiul începe să ascensioneze din regiunea pelvină, ajungând la nou-născut în loja renală.

Anomalii în formarea structurii aparatului reno-urinar sau în migrarea rinichilor generează malformații.

Rinichii

Anomaliile de număr ale rinichilor sunt reprezentate de **agenezie**, caz în care rinichiul unic apare hipertrofiat compensator și rinichiul **supranumerar**, care este ectopic și displazic.

Ectopia renală constă în poziția anormală a rinichiului datorată neascensionării lui complete în viața intrauterină. Cea mai frecventă localizare este cea presacrată. Poate fi simplă sau încrucișată cu sau fără fuzionarea cu rinichiul contralateral (fig. 17).

Se citează și cazuri de ectopii înalte cu localizare intratoracică de țesut renal.

Anomaliile de dimensiuni au două variante: **rinichiul „mignon”** (miniatural) care are același aspect cu rinichiul adult dar este proporțional mai mic și **rinichiul displazic** care prezintă modificări morfologice ale cavităților intrarenale asociate frecvent cu tulburări funcționale: opacifiere tardivă sau rinichi mut.

Rinichii „în potcoavă” reprezintă o anomalie de ax datorată fuzionării lor prin polurile inferioare. Fuzionarea se poate face prin prelungirea parenchimelor sau printr-o bandă fibroasă. O variantă mai rară este **rinichiul „în sigma”** fuzionarea producându-se între polul inferior al unui rinichi și polul superior al celuilalt.

Rinichiul polichistic reprezintă o variantă a sindromului chistic congenital renal constând din înlocuirea parenchimelor renale cu chiste. Forma infantilă prezintă nefromegalie bilaterală, opacifiere tardivă a cavităților intrarenale sau rinichi mut. Diagnosticul de acuratețe este cel ecografic : nefromegalie bilaterală, creșterea marcată a ecogenității medularei și numeroase mici imagini transonice în regiunea sinusală (chiste).

La nivelul cavităților intrarenale poate apare o anomalie de traiect vascular care suprapunându-se unei tije caliceale (mai frecvent cea superioară și la rinichiul drept) duce



Fig. 16

Fig. 16 - Stenoză duodenală radiografie abdominală simplă

la opacifierea ei neomogenă, uneori asociat cu moderată dilatare supraiacentă: **sindromul Fraley**. Diagnosticul se pune pe examenul eco Doppler sau arteriografie renală.

Căile urinare superioare

Dintre modificările dimensionale ale căilor urinare se citează hidronefroza congenitală și megaureterul congenital. Ele constau în dilatarea neobstructivă, de cauză displazică a căilor urinare respective.

Bifiditatea bazineto-ureterală este o anomalie ce constă din existența a două sisteme pielo-caliceale cu uretere proprii care se unesc înainte de comunicarea cu vezica urinară, situate în aceeași capsulă. Radiologic rinichiul apare mărit în dimensiuni, unul din sistemele pielo-caliceale fiind mai frecvent displazic.

Duplicitatea bazineto-ureterală este asemănătoare cu cea anterioară deosebirea fiind că ureterele comunică separat cu vezica urinară. Întotdeauna ureterul sistemului inferior comunică cu vezica urinară superior de celălalt ureter. Consecutiv joncțiunea lui cu vezica urinară este ectopică, traiectul intramural este mai scurt și mai puțin oblic favorizând apariția refluxului vezico-ureteral.

Anomalii joncționale La nivel bazineto-ureteral se descrie o anomalie de joncțiune care constă din implantarea ureterului în porțiunea antero-superioară a bazinetului. Se poate asocia cu moderată ectazie pelică. La acest nivel pot exista stenoze sau bride congenitale. Anomaliile de traiecte vasculare la nivelul hilului pot genera prin mecanismul de „pensă” diferite grade de dilatații bazinetale.

Ureterul retrocav este o anomalie de traiect a ureterului lombar drept. Acesta apare cu un traiect medializat și cu reducerea treptată a calibrului realizând aspectul de „ureter în baionetă”. Se însoțește de diferite grade de ureterohidronefroză supraiacentă.

Ectopia ureterală și ureterocelul reprezintă anomalii ale joncțiunii uretero-vezicale. Implantarea anormală poate fi la nivelul vezicii urinare, vaginului, rectului, etc. Ureterocelul reprezintă prolabarea capătului distal a ureterului în vezica urinară, cu aspect descris clasic de „cap de cobră” (fig. 18).

Refluxul vezico-ureteral congenital Anomalia uneia dintre componentele mecanismului antireflux produce apariția refluxului : ectopia joncțiunii uretero-vezicale, modificarea lungimii și oblicității traiectului intramural al ureterului, mai ales în porțiunea submucoasă sau pierderea tonicității peretelui vezical.

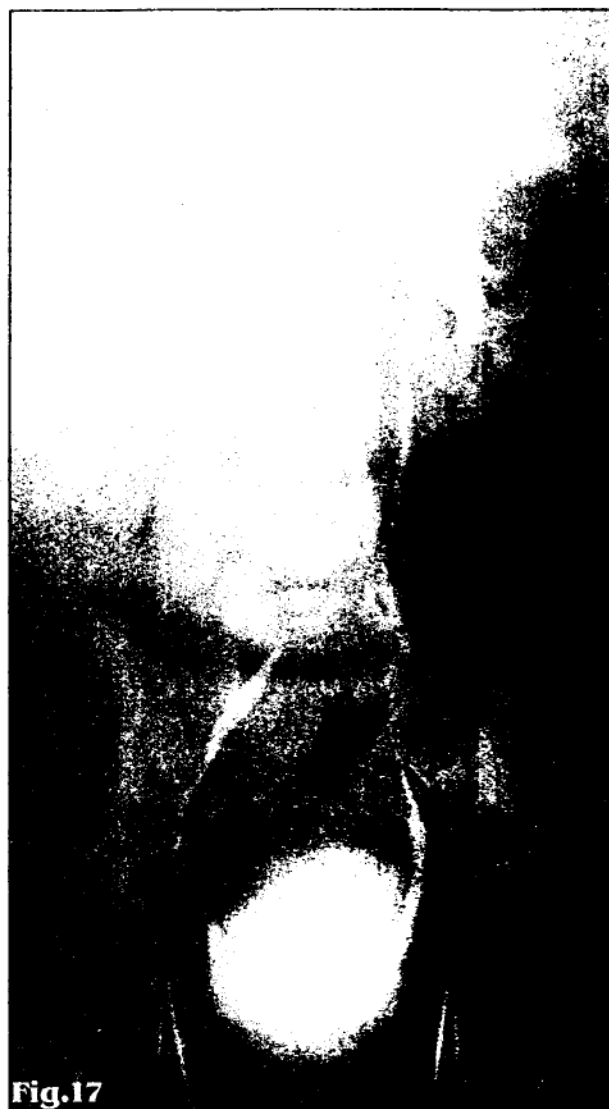


Fig.17

Fig. 17 -Ectopie încrucișată a rinchiului drept.

Vezi ca urinară

Extrofie de vezică urinară constă în poziția ei anormală fiind situată subombilical, imediat sub peretele abdominal și fiind frecvent asociată cu dehiscenta musculaturii abdominale și uneori criptorhidie.

Uretră

Stenoza congenitală apare cel mai frecvent prin valvă de uretră posterioară. Diagnosticul se face prin cistografie. Se asociază cu reflux vezico-ureteral.

Se mai descriu comunicări anormale ale uretrei cu vaginul sau rectul.

C. SISTEM OSTEO-ARTICULAR

Craniu

Se descriu numeroase malformații la nivelul craniului. Dintre acestea menționăm:

Cranioschizis sau craniul bifid care este o anomalie de sutură între cele două jumătăți ale calotei. Se asociază cu meningocel sau meningoencefalocel.

Craniostenoză reprezintă osificarea precoce dintre oasele calotei. În funcție de locul stenozei apar diferite modificări de formă ale craniului cum ar fi dolicocefalie (mărirea diametrului anteroposterior al craniului) și plagicefalie (craniu „turtit”).

Coloană vertebrală

Malformațiile de corp vertebral mai frecvent întâlnite constau din: agenezie, corp vertebral supranumerar, hemivertebră și bloc vertebral. Ultimele două pot apare izolate sau asociate, mai frecvent în porțiunea cervicală și apoi lombară (sindromul Klippel - Feil).

Spina bifida reprezintă o dehiscentă la nivelul arcului vertebral care se poate asocia sau nu cu tulburări neurologice.

Scolioza congenitală este o anomalie a coloanei vertebrale, fără malformații de corp vertebral. Se accentuează progresiv după ce copilul începe să meargă.

Menționăm de asemenea **sacralizarea vertebrei L5 și lombalizarea vertebrei S1**.

Bazinul osos

Luxația congenitală de șold (fig. 19) este o malformație care are semne radiologice tipice constând din:

- întreruperea arcului cervico-obturator
- mărirea unghiului de înclinare a plafonului acetabular
- deplasarea nucleului capului femural spre lateral și cranial
- axul diafizar lateralizat (în mod normal trece prin mijlocul plafonului acetabular).



Fig. 18 - Ureterocele bilateral dreapta asociat cu litiază și stânga cu aspect tipic de "cap de cobra".



Fig. 19 Luxație congenitală de șold drept

Scheletul membrelor

Anomaliile de număr constau din **agenzie, polidactilie, brahidactilie.**

Modificările de formă și dimensiuni sunt **hipoplazia sau hiperplazia.**

Fuzionarea dintre oase apare mai frecvent la scheletul mâinilor : **sindactilie.**

Osteodisplaziile reprezintă un grup mare de malformații osoase de cauză genetică apărute imediat după naștere, unele depistate ecografic intrauterin sau în prima copilărie. Prezentăm ca exemple

- **osteogeneza imperfectă** care este o anomalie de constituire a țesutului osos ce determină fracturi la traumatisme minime sau necunoscute. Are o formă infantilă generalizată și o formă adultă localizată la un segment scheletic. Radiologic se caracterizează prin vizualizarea de numeroase fracturi osoase cu topografie aleatorie în diferite stadii de evoluție și cu intensitatea structurii osoase reduse

- **osteopetroza** (boala oaselor de marmură) care este datorată unei osificări anormale, anarhice cu predominanța osteogenezei având aspect radiologic tipic de osteoscleroză generalizată a scheletului. Prezintă o formă adultă localizată doar la unele segmente osoase (fig. 20).
- **disostoza cleido-craniană**: prezintă imagistic persistența unor fontanele și suturi largi la nivelul calotei asociate cu dismorfism cranian și agenzie sau hipoplazie de clavicule asociate cu deformare toracică.



Fig. 20
Osteopetroză

ASPECTE RADIOLOGICE ÎN UNELE AFECȚIUNI DOBÂNDITE SPECIFICE COPILULUI

APARAT RESPIRATOR

INFECȚIILE PULMONARE

Infecțiile virale apar radiologic cu modificări de tip sindrom interstițial: infiltrare peribronhovasculară, perialveolară, uneori micronoduli sau imagine de „geam mat”. Se văd aproape întotdeauna modificări datorate tulburărilor de ventilație:

- hipertransparență periferică însoțită de depărtarea arcurilor mijlocii al coastelor datorată nematurității stratului muscular a peretelui toracic.
- atelectazii segmentare, subsegmentare prin obstrucție bronșică intraluminală datorată hipersecreției și îngroșării inflamatorii a peretelui. Radiologic apar ca opacități intense, omogene care modifică structurile învecinate : îngustează spațiile intercostale, atrag mediastinul de partea lor.

Infecțiile bacteriene au aspect radiologic de opacități lobulare: diametru până la 1 cm. contur fin sau șters, intensitate mică spre medie și tendință la confluare formând opacități întinse neomogene, difuze sau sistematizate (formă pseudolobară) putând prezenta în interior bronhografie aerică. Se poate însoți de pleurezie parapneumonică, de regulă în cantitate mică și cu aspect particular la sugar: bandă opacă laterotoracică mai lată spre



Fig. 21 - Bronhopneumonie bacteriană - aspectul radiologic la sugar



Fig. 22 - Aspectul radiologic al mucoviscidozei la copilul mare

diafragm îngustându-se spre apex. În perioada de rezoluție apar transparențe inelare, tranzitorii, care dispar în general odată cu dispariția opacității alveolare: pneumatocele. Unele dintre ele pot persista câteva săptămâni după vindecare, fără semnificație patologică (fig. 21).

În condițiile unor viruși sau microbi mai agresivi, la sugar, se vizualizează o distensie aerică enterală asociată cu nivele hidro-aerice datorată parezei toxice a peretelui intestinal (ileus dinamic).

MUCOVISCIDOZA

Este o afecțiune care apare în organe cu funcție de secreție exocrină prin obstrucția lumenelor de scurgere cu mucus vâcos. Cel mai frecvent afectează tractul respirator, tubul digestiv și aparatul genital.

Radiografia toracică la sugar poate fi normală sau poate prezenta o hipertransparență pulmonară, datorată hiperinflației, asociată sau nu cu atelectazii. Diametrul antero-posterior al toracelui se mărește progresiv. Într-o fază ulterioară apar îngroșarea peretelui bronșic și noduli de tip bronhopneumonic. Mici abcese pulmonare, vizualizate mai ales ca imagini hidro-aerice, zone pseudochistice datorate bronșiectaziei și hiluri cu dimensiuni mărite datorate lărgirii arterei pulmonare și uneori a adenopatiilor completează tabloul radiologic la preșcolar și școlar (fig. 22). În fazele avansate pot apare pneumotorax și modificări determinate de cordul pulmonar cronic.

Sinusurile anterioare ale feței apar opacificate.

— SIDA

La sugar și copilul mic nu există diferențe majore de modificări toraco-pleuro-mediastino-cardio-pulmonare față de adult. De remarcat că cea mai frecventă infecție oportunistă la această vârstă este cu *Pneumocystis Carinii*. La majoritatea pacienților, afecțiunea fiind în etapele de debut, afectarea pulmonară este de tip LIP (pneumonia interstițială limfoidă) care poate avea aspect radiologic normal sau prezintă moderată infiltrare interstițială.

— TUMORI BENIGNE

Frecvența lor la copil este foarte mică. Dintre ele cel mai des întâlnite sunt tumorile disembrionice din grupa **teratoamelor**. Radiologic imaginea este de opacitate rotund-ovalară parenchimatooasă prezentând uneori calcificări în interior.

NEOPLAZII

Cele mai frecvente afectări toracice la această vârstă sunt **metastazele** parenchimotoase datorate tumorilor retroperitoneale și în primul rând tumorii renale Wilms.

Hemopatiile maligne au aspecte radiologice superpozabile cu ale adultului excepție făcând leucemiile care mai ales la debut și în fazele precoce ale bolii nu prezintă modificări toracice.

— **PNEUMOMEDIASTINUL** la sugar apare rar. Cele mai frecvente cauze sunt infecția cu Pneumocistis Carinii sau traumatismele la naștere.

APARAT CARDIOVASCULAR

La acest capitol prezentăm aspectul particular al **PERICARDITELOR** și **MIOCARDITELOR** la sugar. Din punct de vedere radiologic singura modificare este mărirea opacitatea cardio-vasculară, fără modificarea unghiurilor cardio-frenice. În cazul pericarditelor hilurile pulmonare pot fi parțial acoperite de opacitatea cardiacă la fel ca și la adult. Diagnosticul se pune în funcție de contextul clinic și prin compararea cu imaginea anterioară. Ecografia este metodă de elecție în depistarea lichidului pericardic.

Una dintre cele mai frecvente cauze de miocardită, la sugar, este cea virală. Pericarditele apar cel mai des drept complicație a stafilocociei pleuro-pulmonare.

APARAT DIGESTIV

ENTEROCOLITELE ACUTE ale sugarului prezintă particularități ale imaginii radiologice care constau în îngroșarea peretelui anselor intestinale și pneumatoză intestinală. Aceasta din urmă apare mai ales în enterocolita ulcero-necrotică constând din vizualizarea unor mici imagini lacunare rotunde în perețele anselor. Riscul de perforație intestinală cu apariția pneumo/hidropneumoperitoneului este mult mai frecvent decât la adult (fig. 23).

INVAGINAȚIA INTESTINALĂ reprezintă telescoparea unei porțiuni a intestinului în segmentul distal. Cea mai frecventă localizare este ileocecală. Poate apare consecutiv polipozei intestinale, sindroamelor de malabsorbție sau ileusului meconial. Acesta din urmă reprezintă o modificare a conținutului meconial, care se transformă într-o masă fecală solidă ce obstruează lumenul intestinal. De menționat că ileusul meconial poate reprezenta debutul unei mucoviscidoze.



Fig. 23 - Enterocolita ulcero-necrotică la sugar: pneumatoză intestinală.

APARAT URINAR

NEFROCALCINOZA reprezintă calcificări parenchimotoase bilaterale. Examenul ecografic și/sau tomografia computerizată stabilesc diagnosticul. Sediul de elecție este în medulara renală prin afectarea majorității piramidelor care ecografic apar hiperecogene. Mult mai rar calcificările pot apare în corticala renală, aceasta apărând ecografic mai hiper-ecogenă.

VEZICA URINARĂ NEUROGENĂ apare la copil consecutiv anomaliilor congenitale ale măduvei a spinării sau rădăcinilor nervoase, cauza principală fiind mielomeningocelul. Consecutiv apare o disfuncție a mușchiului detrusor și a sfincterului uretral extern. La examenul cistografic vezica urinară apare mult mărită în dimensiuni, evacuarea ei se face „prin preaplin”, dar aproape complet. Secundar apare reflux vezico-ureteral bilateral.

SISTEM OSTEO-ARTICULAR

INFECȚIILE OSOASE

Osteomielita la sugari apare predominant sub formă acută, forma cronică fiind foarte rară. Afectarea este osteoarticulară, mono sau poliostică și se însoțește mai frecvent cu fracturi pe os patologic. Radiologic apare tumefiere de părți moi prin creșterea dimensiunilor și intensității țesuturilor periosoase, lărgirea spațiului articular și modificarea structurii osului care pe un fond de osteoporoză prezintă imagini lacunare mici, difuze. Se însoțește de reacție periostală specifică. Sechestrele osoase apar rar posibil și datorită instituirii precoce a tratamentului adecvat

Sifilisul congenital este o afecțiune poliostică, apărută la scurt timp după naștere, predominantă la oasele lungi și caracteristic în zonele metafizare. Acestea apar radiologic ca zone cu intensitatea structurii scăzută, în faze mai avansate parțial distruse. De asemenea structura diafizei apare modificată prin prezența de zone lacunare datorate infiltrării gomatoase sifilitice. Frecvent apare reacție periostală de tip linear.

NECROZELE ASEPTICE

Reprezintă o grupă de afecțiuni caracterizată prin întreruperea fluxului sanguin osos fără cauză infecțioasă sau traumatică, caracterizată clinic prin diferite grade de durere locală asociată cu moderată impotență funcțională. Este specifică vârstei copilăriei și are localizare de elecție la nivelul nucleilor de osificare secundari. Exemplificăm cu câteva dintre cele mai frecvente necroze aseptice.

Necroza aseptică de cap femural (Legg-Perthes-Calvé) Radiologic modificările de la nivelul capului femural apar în succesiunea : reducerea dimensiunii epifizei cu lărgire consecutivă a spațiului articular, ulterior fragmentarea acesteia pentru ca vindecarea să se facă prin restitutio ad integrum sau cu un cap femural ușor mărit în dimensiuni. Este singura necroză aseptică care se asociază cu modificări de structură la nivelul metafizei osului afectat: osteoporoză asociată uneori cu mici zone lacunare (fig. 24).



Fig. 24 - Necroză aseptică de cap femural

a. micșorarea dimensiunilor epifizei femurale cu lărgire consecutivă a spațiului articular coxo-femural

b. fragmentarea epifizei femurale

Necroza aseptică de corp vertebral (Scheuermann) Afectarea este monovertebrală, mai frecvent în regiunea toraco-lombară. Se vizualizează zonă de distrucție în unghiurile anterioare ale corpului vertebral cu detașare de mici fragmente osoase. În cazurile extreme deformarea corpului vertebral este foarte accentuată cu aspect de vertebră plană Calvé. Funcție de gradul afectării corpului vertebral apare o accentuare a curburii coloanei vertebrale în regiunea respectivă. Discul vertebral nu este afectat.

Necroza aseptică de apofiză anterioară a tibiei (Osgood- Schlatter). Apofiza anterioară a tibiei apare fragmentată. Menționăm că nucleul secundar de osificare al apofizei poate fi format din două fragmente, diferențierea dintre normal și patologic făcându-se pe simptomatologia clinică prin prezența sau nu a durerii. Vindecarea se face prin restitutio ad integrum.

RAHITISMUL

Este o afecțiune poliostică ce apare la copil datorită deficienței de vitamină D.

Cauzele sunt multiple: carență de vitamină D (aport sau sindroame de malabsorbție), tulburări în metabolismul vitaminei D (boli hepato-biliare, insuficiență renală), tulburări în resorbția tubulară renală a vitaminei D.

Afectarea osoasă este poliostică cuprinzând practic întreg scheletul. Radiologic, pe un fond de scădere a intensității structurii osoase apar modificări tipice la nivelul metafizelor oaselor lungi în șir: lărgirea metafizei, contur neregulat al liniei epifizare care ulterior devine concavă și în final dispariția ei apărând un aspect „flanjurit“.

Complicațiile constau în apariția de fracturi pe os patologic și deformări osoase mai ales după ce copilul începe să meargă. Tipic se descrie aspectul scoliostotic al tibiilor cu aspect de iatagan turcesc („tibia sabre“).

Modificări pot apărea și la nivelul craniului: suturile oaselor calotei apar mai dehiscente, fontanelele se închid mai tardiv și sechelar apar bose frontale.

Scheletul toracelui prezintă modificări caracteristice la nivelul coastelor care apar cu capătul anterior mai lățit, inițial marginea fiind concavă, apoi rotunjită (mătânii costale). Sechelar poate apărea toracică prin prezența unei depresiuni în bază (șanțul Harrison).

- p. lui inf.

HIPERVITAMINOZA D

Apare consecutiv intoxicației cu vitamina D. Radiologic se vizualizează scleroză osoasă neuniform distribuită

HISTIOCITOZA LANGERHANS

Maladia este caracterizată prin proliferare granulomatoasă a celulelor specifice (histiocite Langerhans) în unul sau mai multe regiuni ale corpului: tegumente, viscere, schelet. Prezintă trei forme de manifestare în funcție de vârsta la care apare.



Fig. 25 - Rahitism la nivelul oaselor lungi

La sugari afectarea este predominant tegumentaro-viscerală, fără leziuni osoase vizibile radiologic.

La copilul mic afectarea este mixtă, leziunile osoase devenind vizibile radiologic. Modificarea radiologică elementară este lacuna osoasă cu formă rotund-ovalară la dimensiuni mici și neregulată la dimensiuni mari. Este net delimitată de țesutul osos din jur. Poate fi unică sau multiplă, mono- sau poliostică. Poate fi localizată la nivelul:

- calotei craniene având uneori aspect de hartă geografică
- bazei de craniu determinând distrucția șei turcești și apariția clinică a diabetului insipid
- stâncii temporalului unde afectează urechea internă cu apariția otoreei
- orbitei distrucția ei generând exoftalmia.
- mandibulei cu afectarea alveolelor dentare și apariția dinților „flotați”

În ordinea frecvenței mai pot fi afectate oasele plate (coaxal, coaste), oasele lungi cu localizare predominant metafizo-diafizară sau corpii vertebrali cu forma extremă de vertebră plană Calvé.

La copilul mare aspectul este asemănător cu cel al adultului și anume de leziune osoasă unică: granulomul eozinofil.

TRAUMATISMELE OSOASE

Fracturile la copil au particularitatea refacerii și remodelării rapide a osului datorită procesului de creștere activ la această vârstă.

Tipică vârstei mici este **fractura în „lemn verde”**. Aceasta apare consecutiv curbării osului cu fracturarea compactei de pe partea convexă. Este de fapt o fractură incompletă și este datorată elasticității mult mai mari a oaselor la copil (fig. 26).

Sindromul copilului bătut prezintă o problemă socială actuală mult dezbătută în lumea medicală. Abuzul asupra copilului poate fi complex. Traumatismele apărute consecutiv agresiunii fizice constau în fracturi osoase multiple, în diferite stadii evolutive, asociate cu afectare organică variată. Aspectul normal al oaselor neafectate diferențiază acest sindrom de alte afecțiuni ce produc traumatisme osoase multiple (ex. osteogeneza imperfectă).



Fig. 26 - Fractură în lemn verde

CAPITOLUL IX

NOȚIUNI DE NEURORADIOLOGIE

Ioana Lupescu

Neuroradiologia cuprinde totalitatea metodelor radioimagistice ce explorează extremitatea cefalică (craniu, meninge, encefal) și coloana vertebrală (vertebre, sac dural, măduva spinării, structuri radiculo-nervoase).

Metodele utilizate pot fi grupate în două mari categorii:

1. Metode radiologice standard ce cuprind la rândul lor:

- metode neinvazive ce au ca exponent radiografia standard
- metode invazive ce utilizează substanțe de contrast iodate nonionice (tip Omnipaque) utilizate în angiografia cerebrală, în mielografie și saco-radiculografie.

2. Metode imagistice reprezentate de:

- Doppler cervical
- Ecografia transfontanelară
- Doppler transcranian
- Ecografia orbitală
- Computertomografia (CT)
- Imagistica prin rezonanță magnetică (IRM) și angiografia prin rezonanță magnetică (ARM).

Explorarea neuroradiologică presupune o bună cunoaștere a diferitelor metode radioimagistice, a indicațiilor, avantajelor, limitelor și contraindicațiilor fiecărei metode în parte.

Interpretarea unui examen impune cunoașterea noțiunilor de radio - anatomie precum și corelarea imaginilor obținute cu simptomatologia clinică a bolnavului.

1. EXPLORAREA RADIOLOGICĂ STANDARD ÎN NEURORADIOLOGIE

1.1. EXPLORAREA RADIOLOGICĂ STANDARD A EXTREMITĂȚII CEFALICE

În explorarea radiografică standard a craniului sunt utilizate o serie de planuri de referință și repere.

1.1.1. INCIDENTE GLOBALE ȘI SEGMENTARE

Explorarea radiologică curentă a craniului presupune realizarea a două radiografii în incidență de față și de profil. În situații particulare se pot adăuga celor două radiografii standard, incidența Worms: occiput - semiaxial, incidența Hirtz pentru analiza bazei craniului sau incidența Blondeau utilă în patologia masivului facial.



Fig.1 - Radiografie de craniu în incidență de față antero-posterioară

Legendă:

- ASM: aripa sfenoidală mare
- ATM: articulație temporomandibulară
- CI: vertebra cervicală I
- CC: coasa creierului
- CE: celule etmoidale
- CG: crista galli
- GC: gaura de conjugare
- E: etmoid
- FOS: fisura orbitală superioară
- M: mastoida
- MI: mandibula
- MSO: marginea supraorbitară
- O: orbita
- PC: proces cribriform

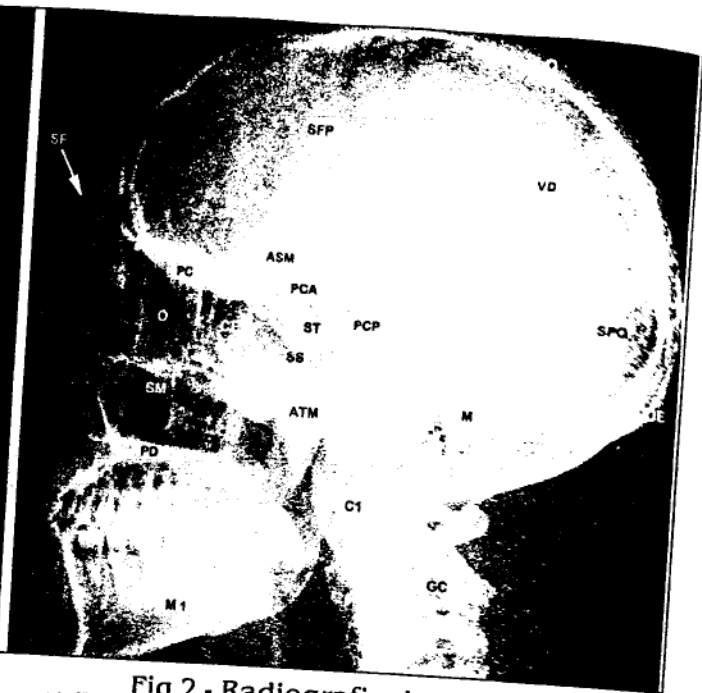


Fig.2 - Radiografie de craniu în incidență de profil

- PCA: proces clinoidian anterior
- PCP: proces clinoidian posterior
- PD: palat dur
- POE: protuberanța occipitală externă
- PS: planul sfenoidal
- SF: sinus frontal
- SFP: sutura frontoparietală
- SFZ: sutura frontozigomatică
- SM: sinus maxilar
- SN: sept nazal
- SPO: sutura parietooccipitală
- SS: sinus sfenoidal
- ST: șaua turcească
- VD: vene diploice

1. *Incidența de față* permite studiul (Fig.1):

- sinusurilor frontale
- orbitelor
- fantelor sfenoidale
- aripilor sfenoidale
- parțial al bolții
- planșeului selar ce se proiectează la nivelul foselor nazale.

2. *Incidența de profil* permite studiul (Fig.2):

- bolții craniene
- șei turcești
- joncțiunii cranio-spinale.

La nivelul bazei craniului în incidența de profil se evidențiază:

- etajul anterior ce cuprinde 3 linii opace - două reprezentate de plafoanele orbitare și o a treia ce corespunde planului sfenoidal.
- etajul mijlociu este centrat de șaua turcească și este cuprins între marile aripi sfenoidale (anterior), clivus și stâncile temporalului (posterior).
- etajul posterior cuprinde clivusul.

În afara *incidențelor globale* mai sus prezentate, în anumite situații, în funcție de leziunile găsite și în corelație cu simptomatologia clinică a bolnavului se pot realiza

incidențe centrate pe o regiune particulară. Aceste incidențe sunt utile în studiul:

- șei turcești;
- conductelor auditive interne și a vârfurilor stâncilor temporalului;
- urechii medii;
- fantelor sfenoidale și a canalelor optice;
- găurilor rupte posterioare.

1.1.2. INTERESUL DIAGNOSTIC AL RADIOGRAFIILOR STANDARD ÎN PATOLOGIA CRANIANĂ

1. Patologia traumatică

Evidențierea traiectelor de fractură simple sau cominutive localizate la nivelul calotei, bazei craniului sau masivului facial.

Uneori putem evidenția:

- deplasări ale glandei pineale calcificate secundare prezenței unui revărsat sanguin la acest nivel;
- voalarea sinusurilor anterioare prin prezența de revărsate sanguine;
- existența pneumatoceleului (acumulare aerică) secundar unei fistule osteo-meningee, fie unei fracturi de perete sinusal datorită unei plăgi penetrante.

2. Diagnosticul afecțiunilor sinusale inflamatorii

Sinuzite caracterizate fie prin:

- îngroșarea mucoasei celor două sinusuri;
- opacitate difuză uni sau bilaterală;
- prezența unui nivel lichidian evidențiable pe radiografia efectuată cu pacientul în ortostatism.

3. Patologie tumorală

În sindromul de hipertensiune intracraniană, la copil, putem constata:

- dehiscenta suturilor;
- apariția impresiunilor digitiforme de la nivelul tablei interne;
- accentuarea amprentelor vasculare determinată de sporirea vaselor epiploice, modificare ce are importanță când este localizată în vecinătatea procesului expansiv.

În tumorile selare, dimensiunile șei turcești cresc, uneori fiind întâlnit aspectul de „șă în omega”.

Meningioamele pot determina modificări osoase mai frecvent de tip osteocondensant localizate la nivelul aripii mici sau mari sfenoidale.

4. Asimetriile craniene

Se întâlnesc în atrofiile cerebrale unilaterale.

Semnele radiologice sunt reprezentate de:

- **a**platizarea calotei craniene de partea atrofiei;
- **i**nclinarea apofizei crista galli de partea patologică;
- **r**idicarea aripii sfenoidale;
- **h**iperpneumatizarea sinusului frontal omolateral.

5. Malformațiile cranio-cerebrale și cranio-vertebrale

Craniostenoză ce reprezintă închiderea prematură a uneia sau mai multor suturi craniene cu repercusiuni asupra formei craniului și asupra dezvoltării sistemului nervos central.

Impresiunea bazilară – deformare a bazei craniului caracterizată prin înfundarea în cavitatea craniană a diverselor piese osoase care înconjură gaura occipitală.

6. Diagnosticul calcificărilor intracraniene

Există două mari grupe de calcificări intracraniene: fiziologice și patologice.

Calcificările intracraniene fiziologice se întâlnesc la nivelul:

- **Glandei pineale** (diametrul axial între 5- 6 mm până la 1 cm) frecvența acestor calcificări crește cu vârsta: 15- 18% între 10- 20 de ani ajungând la peste 80 % după 60 de ani. Topografic pe o radiografie în incidență AP, epifiza se proiectează pe linia mediană la egală distanță între cele două oase parietale, deasupra apofizei crista galli. Orice deplasare mai mare de 2 mm pledează pentru un proces expansiv controlateral;
- **Plexurilor coroide.** Calcificările la acest nivel se întâlnesc cu o frecvență de 15- 20 % la adult. Pe o radiografie în incidență anteroposterioară aceste calcificări sunt adesea bilaterale și simetrice în raport cu linia mediană, proiectându-se deasupra orbitelor, mai aproape de linia mediană decât de peretele cranian. Pe radiografia de profil, se proiectează deasupra marginii posterioare a stâncii, postero-inferior față de sediul glandei pineale. Diametrul axial mediu al acestor calcificări este de regulă de 1, 5- 2 mm;
- **Coasei creierului.** Coasa creierului se poate calcifica după vârsta de 20 de ani, întâlnindu-se cu o frecvență de 6- 10% dintre subiecți. În incidența AP coasa calcificată formează o opacitate liniară cu limite net trasate, ce are poziție mediană. Pe radiografia de profil, calcificarea ocupă treimea anterioară, fiind placată pe tabla internă a frontalului;
- **Cortului cerebelului;**
- **Ligamentelor interclinoidiene și petroclinoidiene;**
- **Granulațiilor Pacchioni;**
- **Intraselare netumorale.**

Calcificările intracraniene patologice din cadrul proceselor:

- **Tumorale.** Dintre tumorile care prezintă cel mai frecvent calcificări amintim: oligodendrogliomul, meningiomul cu forma sa particulară „piatra cerebrală” sau psamomul, craniofaringiomul, cordonul, pinealomul.
- **Vasculare și hematice** sunt reprezentate de: calcificări la nivelul pereților arterei carotide interne în porțiunea sifonului sau rar, la nivelul trunchiului bazilar; calcificări în pereții anevrismului sau pe traiectele vasculare serpiginoase ale unei malformații arterio-venoase și în cazuri rare, de opacități liniare calcare la nivelul capsulei unui hematom subdural cronic.
- **Infecțioase și parazitare** pot fi întâlnite în: tuberculom calcificat, într-un abces cerebral cronic sub forma de calcificări marginale la nivelul pereților, în toxoplasmoză, cisticercoză sau echinococoză.
- **Facomatoze** (phakos = nev pigmentar) au ca reprezentanți neurofibromatoza tip 1 (Recklinghausen), scleroza tuberoasă Bourneville unde sunt prezente calcificări nodulare dispuse periventricular și mai rar la nivelul fosei cerebrale posterioare și angiomatoza encefalo-trigeminală Sturge-Weber ce prezintă calcificări serpiginoase cu topografie superficială corticală predominant în regiunea occipitală.
- **Boala Fahr.** Este încadrată în patologia degenerativă cerebrală și este o ferocalcinoză cu valori normale ale calcemiei și fosforemiei. Calcificările sunt localizate la nivelul nucleilor bazali, bilateral, simetric și rar la nivelul nucleilor cerebelului.

1.2. EXPLORAREA RADIOLOGICĂ STANDARD A COLOANEI VERTEBRALE

Marea majoritate a vertebrelor prezintă un aspect morfologic unitar și anume: corp vertebral, arc posterior format din pedicul, lame, apofiza spinoasă, apofize articulare. Arcul posterior delimitează împreună cu corpul canalul vertebral, iar lateral se detașează apofizele transverse.

În general explorarea radiologică standard a coloanei vertebrale cuprinde efectuarea de radiografii în incidență de față, de profil și eventual în poziție oblică 3/4.

1.2.1. ASPECTUL RADIOLOGIC AL COLOANEI VERTEBRALE NORMALE

1. Incidența de față permite examinarea (Fig.3):

- Contururilor corpurilor vertebrale;
- Poziției pediculilor vertebrale;
- Apofizelor transverse;
- Apofizelor spinoase.

2. Incidența de profil permite analiza (Fig.4):

- Corpilor vertebrale;
- Pediculilor;
- Apofizelor spinoase;
- Unor detalii ale articulațiilor mici;
- Spațiilor intervertebrale;
- Curburilor coloanei vertebrale;
- Calcularea diametrului antero-posterior a canalului vertebral.

3. Pozițiile oblice permit evidențierea:

- Găurilor de conjugare;
- Pediculilor vertebrale;
- Micilor articulații;
- Istmului vertebral.



Fig.3- Radiografie coloană lombară în incidență de față antero-posterioară

T12:vertebra toracală 12; C12:coasta 12;
L1: vertebra lombară 1;
S: apofiză spinoasă;
P: pedicul vertebral;
RD: rinichi drept;
MP: mușchi psoas;
D: disc;
AT: apofiză transversă;
L5: vertebra lombară 5;
cap de săgeată: articulația sacroiliacă dreaptă și stângă.

Fig.4-Radiografie coloană lombară în incidență de profil

T12: veretebra toracală 12;
CV: corp vertebral;
P: pedicul;
D: disc;
L5: vertebra lombară 5;
S1: vertebra sacrată 1;
S: proces spinos;
Săgeți:
1: gaura de conjugare;
2: procesul articular superior;
3: proces articular inferior.

Obligatoriu orice explorare a coloanei vertebrale începe prin efectuarea unui bilanț radiologic standard.

Există aspecte particulare în funcție de segmentul vertebral examinat: de exemplu la nivelul coloanei cervicale se delimitează două etaje unul superior atlo-axoidian care participă la formarea joncțiunii cranio-cervicale și altul caudal subaxoidian.

Pentru explorarea **segmentului atlo-axoidian** este necesară efectuarea de radiografii în incidență de față transbucal și incidență de profil.

În **incidența de față** se vizualizează:

- Condilii occipitalului;
- Articulația occipito-atloidiană;
- Apofizele transverse ale atlasului cu masele laterale;
- Axisul cu corpul și odontoida;
- Articulația atlo-axoidiană;
- Apofizele transverse ale axisului.

În **incidența de profil** examinăm:

- Arcul anterior cu tuberculii anteriori ai atlasului;
- Arcul posterior atloidian;
- Odontoida;
- Corpul axisului cu apofiza spinoasă;
- Articulația atlo-odontoidiană.

La nivelul **coloanei dorsale** găsim ca elemente particulare articulațiile costo-vertebrale și costo-transverse.

Examenul radiografic standard al coloanei vertebrale poate evidenția:

- Prezența de eroziuni corporeale sau pediculare;
- Existența unei tasări vertebrale;
- Lărgirea diametrului antero-posterior sau interpedicular;
- Existența anomaliilor congenitale (spina bifida, hemivertebre) (Fig.5)



Fig.5 - Radiografie coloană lombosacrată în incidență de față: absența congenitală a unei porțiuni inferioare din hemisacrul stâng într-un context de **meningocel sacrat anterior**.

2. MIELOGRAFIA ȘI SACO-RADICULOGRAFIA LA NIVEL LOMBAR

Se realizează prin injectarea intratecală de produși de contrast iodați hidrosolubili non-ionici în cantitate de aproximativ 10 ml după ce în prealabil s-a extras o cantitate echivalentă de LCR. Injectarea se face de regulă în etajul L2 - L3, deplasarea produsului de contrast necesitând modificarea poziției bolnavului în decubite (lateral drept, stâng, decubit ventral) și înclinarea mesei în poziție Trendelenburg (înclinație caudo-cranială).

Studiul global al conținutului canalului rahidian se realizează prin opacifierea progresivă cu substanță de contrast a spațiilor subarahnoidiene.

Se efectuează radiografii în incidență de față, profil, 3/4 în decubit și ortostatism (Fig.6).

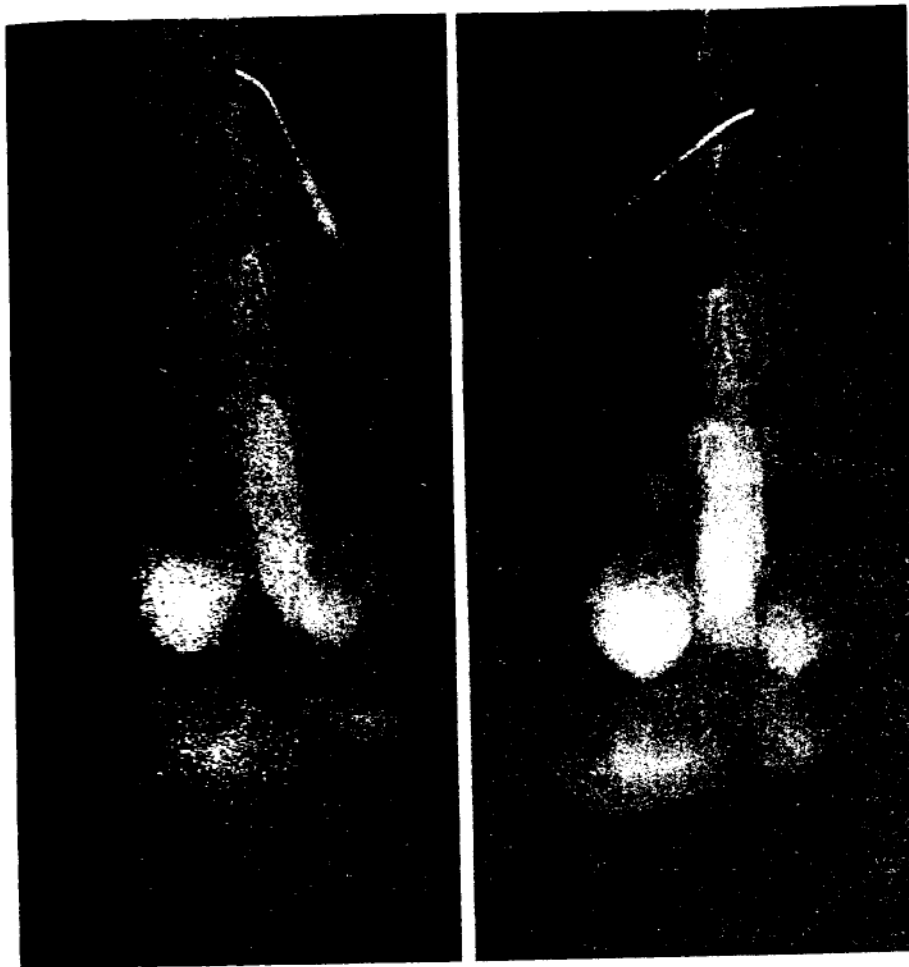


Fig.6
Mielografie în
decubit dorsal și
ortostatism:
**chisturi radiculare
Tarlov**

În cazul unui stop total este necesară injectarea produsului de contrast în etajul cervical la nivel C1 - C2 în vederea aprecierii nivelului superior al obstacolului.

2.1. SEMIOLOGIE GENERALĂ

1. LEZIUNILE EXTRADURALE

Sunt cele mai frecvente leziuni ce pot fi găsite în cadrul fenomenelor de compresiune medulară având substraturi histopatologice variate: tumori rahidiene primitive și secundare, abcese extradurale, hematoame extradurale, hernii discale, spondilolistezis. Se caracterizează prin:

- Împingerea globală a coloanei opace;
- Îngustarea spațiului subarahnoidian omolateral leziunii;
- Împingerea măduvei cu îngustarea spațiului perimedular controlateral.

2. LEZIUNI INTRADURALE EXTRAMEDULARE

Au ca exponenți principali: neurinoamele și meningioamele. Aceste procese expansive determină:

- Împingerea măduvei cu efilarea progresivă a spațiului perimedular controlateral leziunii;
- Lărgirea în general progresivă a spațiului perimedular omolateral leziunii;
- Stop total cu aspect de „cupă”.

3. LEZIUNI INTRAMEDULARE:

Pot avea ca substrat fie o cavitate de tip siringomicelic sau procese tumorale tip astrocitom sau ependimom. Există două tipuri de leziuni intramedulare:

Tipul 1 - armonic materializat sub forma unei

- Măduve „groase” uneori de aspect fusiform;
- Îngustări progresive și simetrice a spațiilor subarahnoidiene;
- Aspect de stop total (foarte rar).

Tipul 2 - disarmonic ce se prezintă sub forma unei

- Boseluri localizate sau unei simple asimetrii a conturilor medulare;
- Uneori se pot asocia imagini tortuoase, serpiginoase ce corespund dilatațiilor vasculare venoase.

3. ANGIOGRAFIA ÎN NEURORADIOLOGIE

3.1. ANGIOGRAFIA CEREBRALĂ

Vasele craniului sunt alimentate de două sisteme: carotidian și vertebro-bazilar.

Tehnica actuală constă în realizarea unei arteriografii selective pe cale femurală prin metoda Seldinger: de la nivelul arterei femurale sonda ajunge pe calea arterei iliace comune în aorta abdominală, apoi în aorta toracică, de la nivelul crosei realizându-se caterizarea selectivă a trunchiului arterial brahiocefalic drept și a arterei carotide comune stânga. Injectarea selectivă de produs de contrast iodat nonionic în arterele vertebrale se face întotdeauna la baza acestora.

Sistemul carotidian este alcătuit din cele două carotide interne și de ramificațiile acestora: un ram colateral - artera oftalmică ce se anastomozează cu ramuri din carotida externă și 4 ramuri terminale: artera cerebrală anterioară, artera cerebrală medie, artera coroidiană anterioară și artera comunicantă posterioară ce se anastomozează cu artera cerebrală posterioară ram din trunchiul bazilar, luând parte la formarea poligonului Willis.

Sistemul vertebro-bazilar este format din cele două artere vertebrale și din trunchiul bazilar.

Poligonul Willis (vezi fig. 11) este format din arterele cerebrale anterioare unite prin artera comunicantă anterioară proiectate anterior, arterele carotide interne (sifonul carotidian) și arterele cerebrale medii în poziție laterală, arterele cerebrale posterioare (posterior) unite prin artera comunicantă posterioară dispusă postero-lateral, făcându-se astfel legătura între sistemul carotidian și cel vertebro-bazilar.

Timpul arterial presupune realizarea de incidențe în plan frontal, sagital, oblic și tip Blondeau. **Timpul capilar** se prezintă ca un voal omogen uniform repartizat. Acest timp este important în diagnosticul unor tumori cerebrale ce determină încetinirea fluxului circulator în zona patologică și reținerea unei cantități crescute de produs de contrast.

În **timpul venoși** venele pot fi divizate în vene superficiale și vene profunde. **Timpul venos superficial** cuprinde venele superioare ce drenează în sinusul longitudinal superior, venele mijlocii ce drenează în sinusul cavernos și venele inferioare ce drenează în sinusul lateral, pietros superior și cavernos. Venele corticale se varsă în sinusul longitudinal superior și inferior. **Timpul venos profund** cuprinde marea vena Galien, sinusul longitudinal inferior și sinusul drept.

Avantajele și limitele angiografiei cerebrale

| Avantaje | Limite |
|--|--|
| Studiu complet Studiul arterelor comunicante Analiza ramurilor corticale Analiza supleanțelor | Complicații neurologice Iradiere Cantitate mare de produs de contrast iodat nonionic Nu există vedere în plan axial Nu există informații asupra structurii parietale |

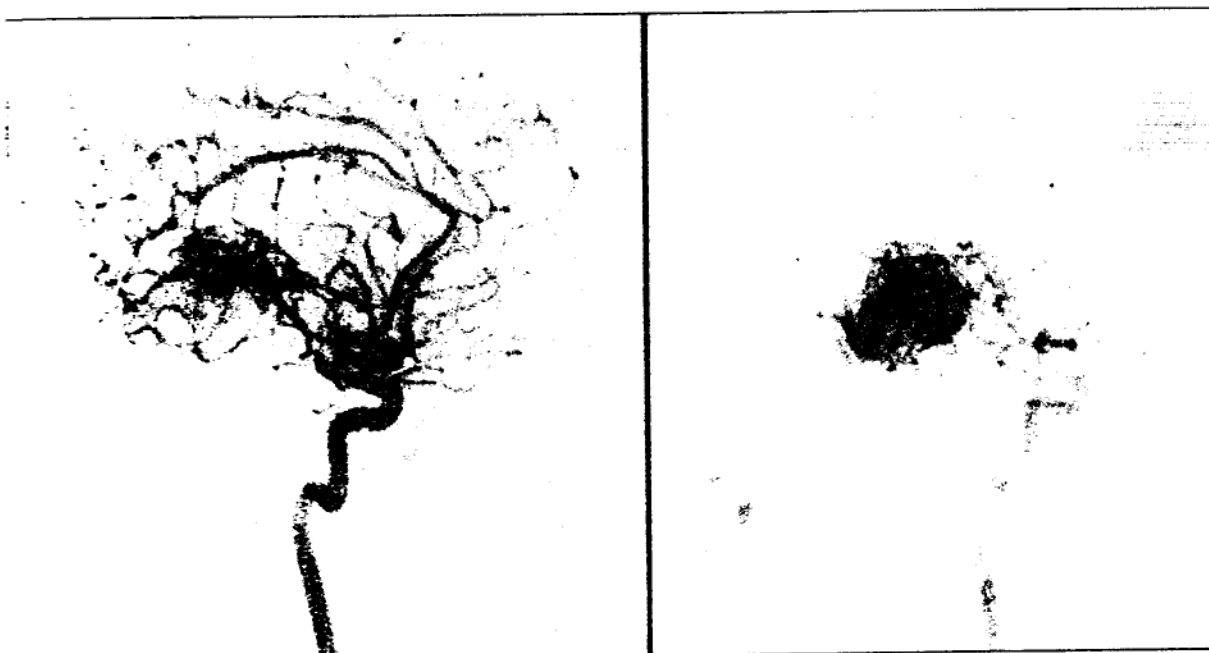


Fig.7 - Arteriografie cerebrală, faza arterială tardivă și faza venoasă - dinamică de umplere a unei malformații arterio-venoase talamice cu drenaj în sinusul drept

INTERESUL DIAGNOSTIC AL ARTERIOGRAFIILOR

1. **Studiul patologiei vaselor cervicale:** tromboză, stenoză.
 2. **Diagnosticul de certitudine al malformațiilor vasculare cerebrale:** anevrisme, malformații arterio-venoase, actualmente existând și posibilitatea tratamentului endovascular al acestora (Fig.7).

3. **Bilanțul hemoragiilor intracerebrale** cu punerea în evidență a cauzei care a determinat sângerarea.

4. **Studiul tumorilor intracerebrale.** Datorită sindromului expansiv, examenul arteriografic poate evidenția existența unei vascularizații anormale, asociate cu amputări și împingeri de axe vasculare. Neovascularizația este întâlnită în tumorile maligne cu evoluție rapidă.

Metastazele cerebrale se caracterizează printr-o hipervascularizație moderată, difuză ce apare în timpii intermediari, de obicei multifocală.

3.2. ARTERIOGRAFIA MEDULARĂ

La nivel dorso-lombar se realizează prin cateterizarea selectivă a arterelor intercostale bilateral. Măduva spinării prezintă un ax vascular longitudinal median anterior ce

vascularizează porțiunea motorie anterioară și două axe posterioare longitudinale paramediane. Este necesar reperajul exact al locului unde ia naștere artera Adamkiewicz pentru evitarea lezării sale în timpul intervențiilor chirurgicale. Această arteră mai poartă numele și de artera radiculo-medulară a segmentului dorso-lombar ea formând un ax continuu pe toată lungimea feței anterioare a măduvei.

La nivel cervical este necesară cateterizarea selectivă de fiecare parte a arterelor vertebrale și a arterei cervicale profunde.

INTERESUL DIAGNOSTIC AL ARTERIOGRAFIILOR MEDULARE

Indicația principală este constituită de **diagnosticul malformațiilor vasculare** tip angioame medulare sau fistule durale, arteriografia medulară punând în evidență pediculii vasculari în vederea intervenției chirurgicale sau a embolizării terapeutice.

Arteriografia medulară poate fi de asemenea utilă în **bilanțul preoperator al tumorilor intrarahidiene** în aceste situații scopul fiind acela de a pune în evidență gradul de vascularizație intratumorală și a vaselor de neoformație.

4. EXPLORAREA ULTRASONOGRAFICĂ ÎN NEURORADIOLOGIE

La trecerea unui fascicul de ultrasunete prin țesuturile biologice se produc trei fenomene: reflexie, difuzie și absorbție. Difuziunea depinde de lungimea de undă, iar absorbția este legată de frecvență. Atenuarea unui fascicul de ultrasunete este deci proporțională cu frecvența utilizată și invers proporțională cu structurile studiate.

4.1. DOPPLER CERVICAL

Efectul Doppler aplicat ultrasunetelor permite măsurarea vitezei circulatorii în vas plecând de la variațiile vitezei circulatorii. O sondă emițătoare-receptoare de ultrasunete, în contact cu tegumentele prin intermediul unui gel, emite un fascicul de ultrasunete cu o frecvență dată F_i și recepționează fracțiunea reflectată F_r . Această frecvență reflectată este diferită în funcție de sensul, viteza de circulație a sângelui și de unghiul de înclinație al fascicului incident în raport cu vasul studiat. Frecvența incidentă este aleasă în așa fel încât diferența $F_i - F_r$ să corespundă unei frecvențe ce se situează în spectrul audibilului. Aparatele actuale utilizează o frecvență de minimum 4 MHz. Pentru studiul vaselor superficiale se utilizează sonde cu frecvențe de 8 MHz, plecând de la relația ce există între frecvența și penetrația fascicului, cu cât frecvența este mai înaltă, cu atât penetrația fascicului este mai puțin profundă, iar calitatea semnalului Doppler este superioară.

Examinarea este făcută sistematic și cuprinde studiul arterelor subclaviculare, a carotidelor comune, a bifurcației carotidiene, a arterelor carotide interne, vertebrale și arterelor oftalmice.

INDICAȚIILE EXAMENULUI DOPPLER

- Stenoze și obliterări ale arterelor cervicale (Fig.8);
- Disecție carotidiană;
- Fistule arterio-venoase;
- Hipotensiune ortostatică.

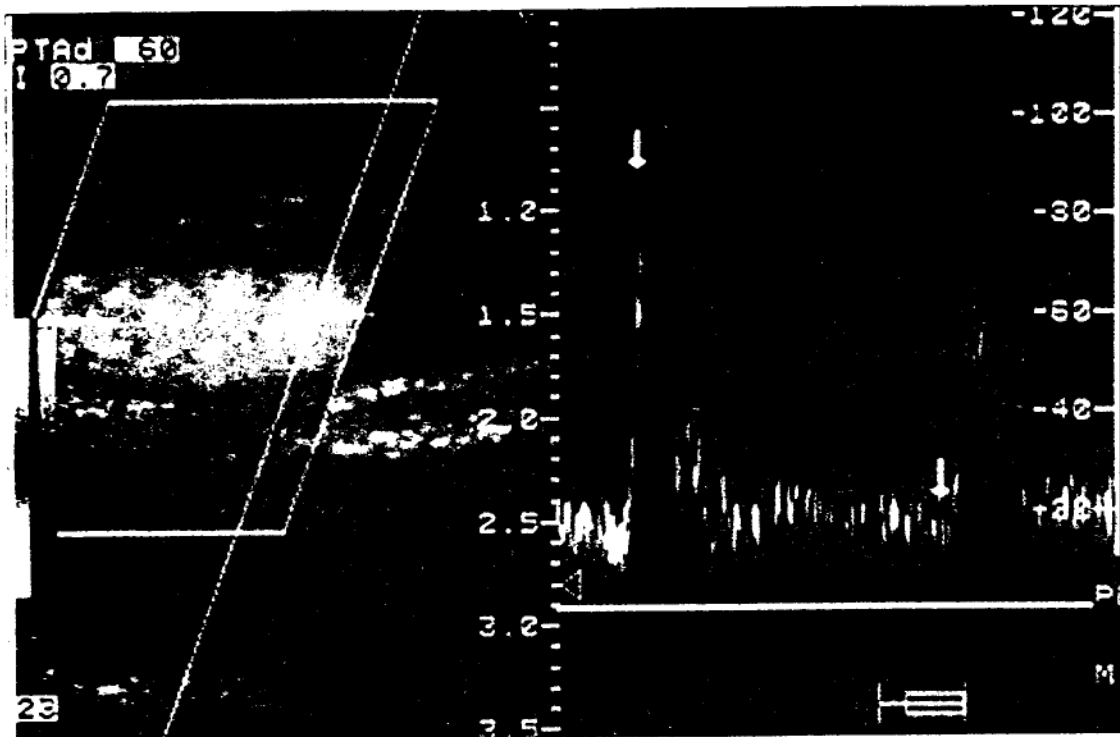


Fig.8 - Doppler la nivelul arterei carotide comune - aspect normal

4.2. ECOTOMOGRAFIA

Ecotomografia constituie al doilea timp după Doppler în cadrul unui examen ultrasonografic vascular, bazându-se pe fenomenul de reflexie a fasciculusului de ultrasunete la nivelul interfețelor ce delimitează medii de impedanță acustică diferită; reflexia este optimă atunci când fasciculusul este perpendicular pe interfață. Frecvențele utilizate au valori cuprinse între 5 și 10 MHz. Pentru studiul axelor vasculare supraaortice intratoracice se utilizează o sondă cu frecvența de 3,5 MHz.

Examenul ultrasonografic reprezintă metoda diagnostică de screening în studiul vaselor cervicale.

INDICAȚIILE ECOTOMOGRAFIEI

- Evaluarea: – Plăcilor ateromatoase;
 – Aneurisme mai ales cele localizate la nivelul arterelor subclaviculare;
 – Disecții carotidiene;
 – Displazie fibro-musculară;
 – Boala Takayasu.

În cazul unor stenoze strânse, examenul Doppler precede și urmează examenului angiografic cerebral datorită riscului de obliterare completă a vasului în timpul angiografiei.

4.3. ECOGRAFIA CEREBRALĂ TRANSFONTANELARĂ

Ultrasonografia cerebrală transfontanelară reprezintă baza explorării creierului neonatal, constituind un examen de rutină în unitățile de reanimare neonatală, în centrele de prematuri și în serviciile de pediatrie neonatală. Datorită caracterului său neinvaziv, neiradiant, rapidității execuției, a costului relativ redus față de celelalte metode imagistice, metoda este utilizată în scop diagnostic, constituind totodată un mijloc de control al eficacității tratamentului aplicat și un element de prognostic.

- Funcție de elementele anatomice analizate se utilizează diferite tipuri de sonde:
- Sonda de 10 MHz pentru explorarea regiunilor superficiale: atmosfera pericerebrală, cortex.
 - Sonda de 7, 5 MHz pentru analiza amănunțită a detaliilor anatomice: regiune periventriculară, nucleii bazali.
 - Sonda de 5 MHz utilizată în studiul fosei cerebrale posterioare este ideală pentru aprecierea globală a creierului la nou-născut.

Secțiunile efectuate se realizează în plan frontal și sagital.

Examinarea în **plan frontal (coronal)** presupune realizarea a 6 secțiuni ce trec prin:

- lobii frontali;
- coarnele frontale;
- găurile Monro;
- ventriculul 3 și protuberanță;
- careful ventriculilor laterali și cerebel;
- lobii occipitali.

Examinarea în **plan sagital** presupune realizarea:

- unei secțiuni mediane antero-posterioare ce trece prin axul ventriculului 3 și al ventriculului 4;
- de secțiuni parasagitale - dreaptă și stângă ce trec prin ventriculii laterali;
- de secțiuni parasagitale externe ce trec prin scizura Sylvius.

La nou-născutul normal cavitățile ventriculare pot fi colabate și / sau asimetrice. Acest aspect se normalizează la câteva ore sau zile după naștere, după normalizarea secreției de lichid cefalo-rahidian. Uneori la nou-născut și la prematur putem observa o dedublare a septului pellucid așa-numitul *cavum septum pellucid*.

4.4. DOPPLER TRANSCRANIAN

Indicația principală este reprezentată de accidentele vasculare cerebrale. Aparatul de Doppler transcranian este un aparat Doppler pulsat de frecvență joasă (2 MHz) și energie înaltă.

Dopplerul transcranian explorează circulația intracraniană prin utilizarea a trei ferestre:

Fereastra temporală situată deasupra arcadei zigomatice permite studiul:

- arterei cerebrale anterioare;
- arterei cerebrale medii;
- arterei comunicante posterioare;
- arterei comunicante anterioare.

Fereastra orbitară permite evaluarea:

- arterei oftalmice;
- sifonului carotidian.

Gaura occipitală permite studiul:

- arterelor vertebrale;
- trunchiului bazilar;
- arterelor cerebrale posterioare.

Parametrii studiați sunt reprezentați de viteza sistolică (Vs), viteza diastolică (Vd) și viteza medie (Vm). Se studiază de asemenea variațiile de flux secundare manevrelor compresive.

INDICAȚIILE DOPPLERULUI TRANSCRANIAN

- Evaluarea leziunilor sifonului carotidian și ale arterelor cerebrale medii în accidentele emisferice.

- Bilanțul leziunilor din sistemul vertebro-bazilar în accidentele vertebro-bazilare.

Evidențierea existenței leziunilor arteriale atât la nivel cervical cât și la nivelul vaselor intracerebrale determină conduita și algoritmul terapeutic.

4.5. ECOGRAFIA ORBITALĂ

Ecografia permite studiul structurilor anterioare ale orbitelor precum și a celor perioculare. Grăsimile sunt puternic ecogene și datorită acestui fapt nervii optici și partea ventrală a mușchilor oculomotori pot fi vizualizate în contact cu globii oculari. Spre porțiunea posterioară a orbitelor ecourile se atenuază foarte repede, partea posterioară fiind foarte greu de explorat.

5. COMPUTERTOMOGRAFIA ÎN NEURORADIOLOGIE

5.1. COMPUTER TOMOGRAFIA (CT) CRANIANĂ

A. CT CRANIAN ÎN MOD SECVENȚIAL

Se bazează pe două principii:

1. măsurarea atenuării unui fascicul de raze X printr-un corp și calculul coeficientului său de atenuare, deci a densității sale radiologice;
2. reconstrucția imaginii unui obiect plecând de la proiecțiile sale diferite-reproducerea bidimensională a realității tridimensionale.

Planul de referință utilizat în mod curent este *planul orbito-meatal (OM)*, reprezentat de o linie ce unește conductul auditiv extern cu partea mediană externă a orbitei. Este considerat planul standard, utilizat mai ales pentru studiul etajului supratentorial. Acest plan este trasat pe topograma efectuată ce reprezintă de fapt o radiografie numerică a craniului de profil.

În mod curent, secțiunile efectuate se realizează în plan axial-transvers. În situații particulare, de exemplu în evaluarea leziunilor selare, se pot efectua secțiuni în plan coronal (frontal) prin așezarea bolnavului în decubit dorsal sau ventral, extremitatea cefalică fiind în hiperextensie. La sfârșitul examinării CT se pot realiza reconstrucții în plan sagital sau coronal sau de tip tridimensional 3D.

Grosimea secțiunii variază în funcție de regiunea explorată și diagnosticul de urmărire, ea fiind cuprinsă între 1 și 10 mm, pasul mesei (distanța cu care se deplasează masa pe care este așezat bolnavul) fiind de regulă egal cu grosimea secțiunii așezate. De exemplu în bilanțul leziunilor regiunii selare sau intraorbitare se utilizează secțiuni de 2-3 mm contigue.

1. Anatomie secțională cranio-cerebrală

a. **Meningele** reprezintă un înveliș membranos ce înconjură complet sistemul nervos. Meningele este format din: *dura mater* - membrană fibroasă, rezistentă ce aderă la endocraniu; *arahnoidă* - membrană fină aplicată pe *dura mater*; *pia mater* - membrană subțire, vascularizată, ce acoperă intim suprafața emisferelor.

Între *arahnoidă* și *pia mater* se delimitează un spațiu real, care conține LCR.

Spațiul subdural este un spațiu virtual între *dura mater* și *arahnoidă*, ce poate fi decolat, acest spațiu fiind sediul unor colecții patologice de tip hematom, empiem, higroma.

Între endocraniu și *dura mater* se delimitează **spațiul extradural**, sediul hematoamelor extradurale.

b. **Spațiile subarahnoidiene (SSAH)** reprezintă un spațiu real umplut cu LCR ce înconjură tot encefalul. Acest spațiu este foarte redus la nivelul emisferelor cerebrale și larg la nivelul cisternelor. Spațiile cisternale comunică între ele și de asemenea comunică cu sistemul ventricular, respectiv cu ventriculul IV prin orificiile Madgenzie și Luschka.

Cisternele sunt dilatații ale SSAH ce pot fi grupate în:

- **cisterna mare** sau confluentul posterior; dimensiunea ei crește în malformațiile tip Dandy Walker și în chisturile arahnoidiene retrocerebeloase; ea dispare în malformațiile Arnold-Chiari sau în angajările cerebeloase.
- **cisterna bazală** sau confluentul inferior grupează cisterna prebulbară, prepontină și interpedunculară; scăderea sau dispariția ei semnifică existența edemului localizat la nivelul trunchiului cerebral sau fenomenul de angajare temporală ce apare în procesele de tip expansiv.
- **cisterna opto-chiasmatică** sau confluentul anterior, situată anterior de tija pituitară, conține: chiasma optică; leziunile cu dezvoltare supraselară pot umple în totalitate această cisternă.

Talia principalelor cisterne ne ajută la estimarea gradului de edem cerebral.

Asimetria cisternelor constituie un valoros semn indirect de leziune de tip expansiv.

Cloazonări ale durei mater și cavității craniene

1. Cortul cerebelului, acoperiș cu două versante laterale, întinse între apofizele clinoidale (anterior), bordul superior al stâncii (lateral), șanțul sinusului lateral (în poziție postero-laterală) și protuberanța occipitală internă (posterior). El delimitează la nivelul cutiei craniene două etaje: infra- și supratentorial

2. Coasa creierului divide în sens longitudinal cutia craniană, împărțind-o în două cavități pentru fiecare emisferă cerebrală. La nivelul bordului său superior se găsește sinusul longitudinal superior. Bordul inferior este liber, întinzându-se până la nivelul corpului calos.

3. Coasa cerebelului sept median situat între cele două emisfere cerebeloase.

Computer tomografic dura mater apare spontan hiperdensă. La persoanele vârstnice examenul computertomografic nativ, poate evidenția calcificări liniare localizate la nivelul coasei creierului.

c. Structurile infratentoriale sunt reprezentate de trunchiul cerebral (format din *bulb, punte și mezencefal*) și cerebel, formațiune situată dorsal de punte și bulb ce este legat de trunchiul cerebral prin pedunculii cerebeloși superiori, mijlocii și inferiori. Cerebelul prezintă o parte mediană *vermisul* și două emisfere cerebeloase dispuse lateral simetric. Amigdalele cerebeloase reprezintă partea caudală a cerebelului; în mod normal amigdalele cerebeloase nu depășesc scuama occipitalului. La individul normal șanțurile cerebeloase nu sunt vizualizate computertomografic (Fig. 9 a,b,c,d). Ele devin vizibile în caz de atrofie cerebeloasă.

d. Structurile supratentoriale cuprind telencefalul format din două emisfere cerebrale și diencefalul compus din talamus, hipotalamus, hipofiză, epitalamus și glanda pineală (epifiza). Diencefalul este centrat de V3 (Fig.10 a,b,c,d).

Hipotalamusul este conectat cu hipofiza și formează baza diencefalului.

Glanda pineală și habenula formează partea cranială a diencefalului. Diametrul axial normal al epifizei este sub 1 cm. Calcificările glandei pineale sunt frecvente fiind întâlnite într-un procent de aproximativ 50% la persoanele peste 25-30 de ani.

Talamusul este situat de-o parte și de alta a V3 contribuind la formarea pereților acestuia. Are o formă ovalară cu axul mare dispus oblic în afară și în sus. La extremitatea anterioară sunt apropiați unul de celălalt, fiind separați la acest nivel de coloanele fornixului. Posterior unghiul de separare este ocupat de coliculii cvadrigemeni.

Telencefalul cuprinde cele două emisfere cerebrale separate prin fisura interemisferică și coasa creierului, separarea având loc până în planul corpului calos.

Substanța cenușie este dispusă în profunzime sub forma nucleilor bazali și la exterior sub forma cortexului cerebral. Nucleii bazali sunt alcătuiți din nucleul caudat, nucleul lenticular (format din *globus pallidum* în poziție internă și *putamen* situat

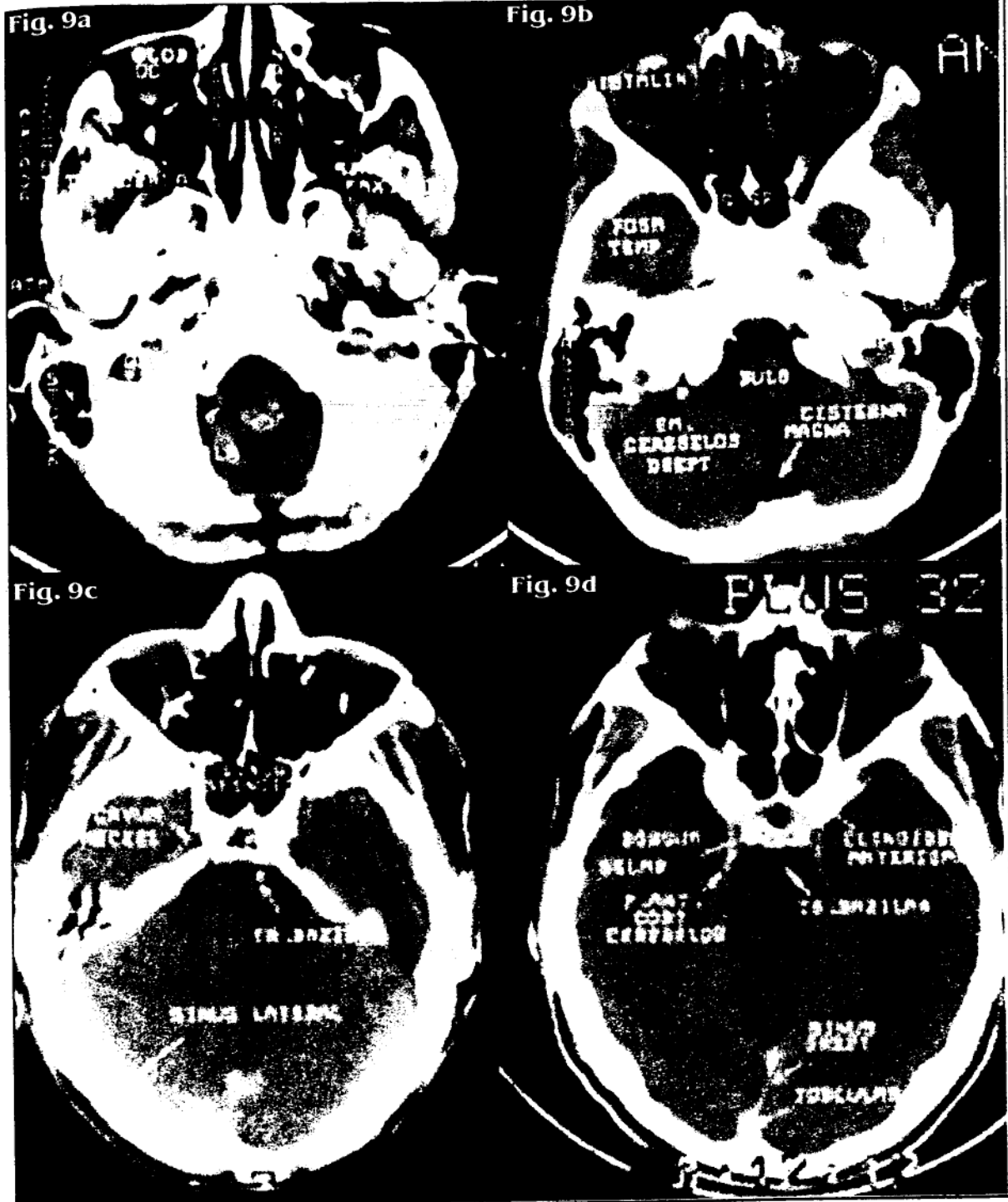


Fig.9 - CT etaj infratentorial

(a) Secțiune la nivelul găurii occipitale mari (GOM), dinspre anterior spre posterior: orbitele cu globii oculari; sinusurile maxilare și fosele nazale; fosele infratemporale și arcadele zigomatice; ATM - articulațiile temporo-mandibulare; stânca temporalului cu canalul carotidian și gaura ruptă posterioară (GRP); celulele mastoideene; artera vertebrală (săgeată); joncțiunea bulbo-medulară.
 (b) Secțiune prin fosa cerebrală posterioară: bulb și emisferele cerebeloase; dinspre anterior spre posterior - orbitele și regiunea etmoido-sfenoidală; porțiunea bazală a lobilor temporali, cisterna prebulbară, cisterna magna între cele 2 emisfere cerebeloase; mastoidele.
 (c,d) Secțiuni prin punte (c) și mezencefal (d): orbitele și regiunea etmoido-sfenoidală, cavum Meckel, regiunea selară cu clinoidele anterioare și dorsumul selar, ramurile de cort cerebelos, trunchiul bazilar, puntea, V4, emisferele cerebeloase, sinusul lateral, mezencefalul, sinusul drept și torcularul.

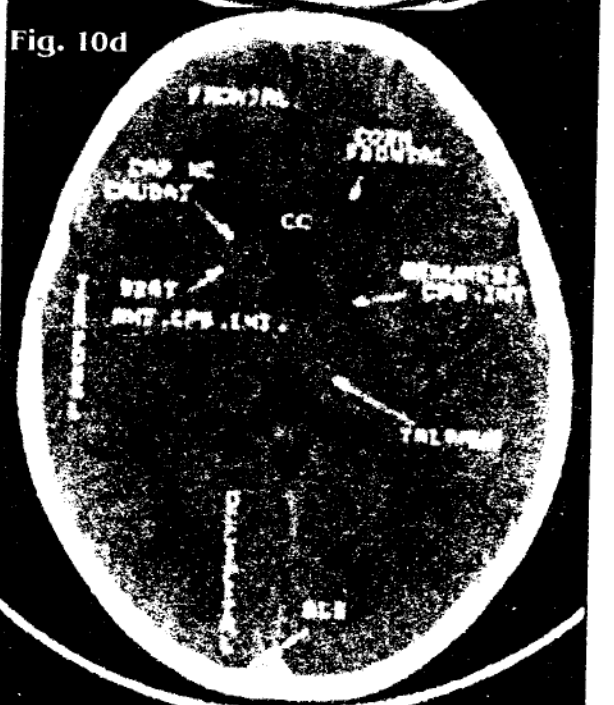
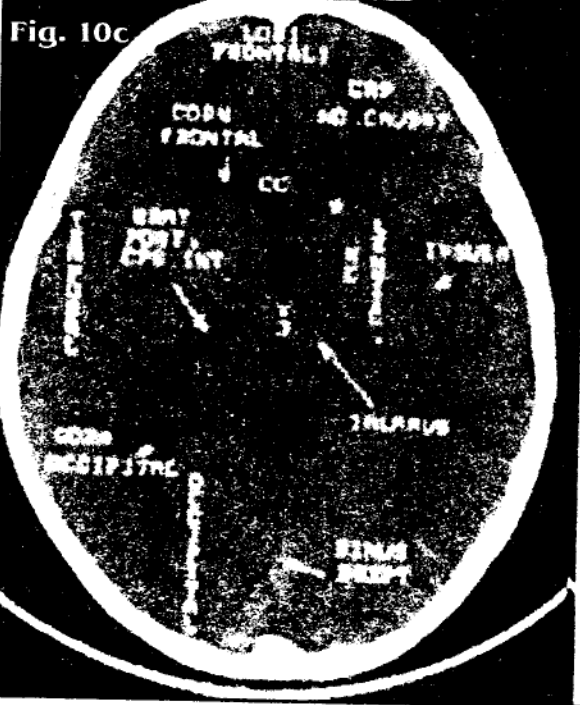
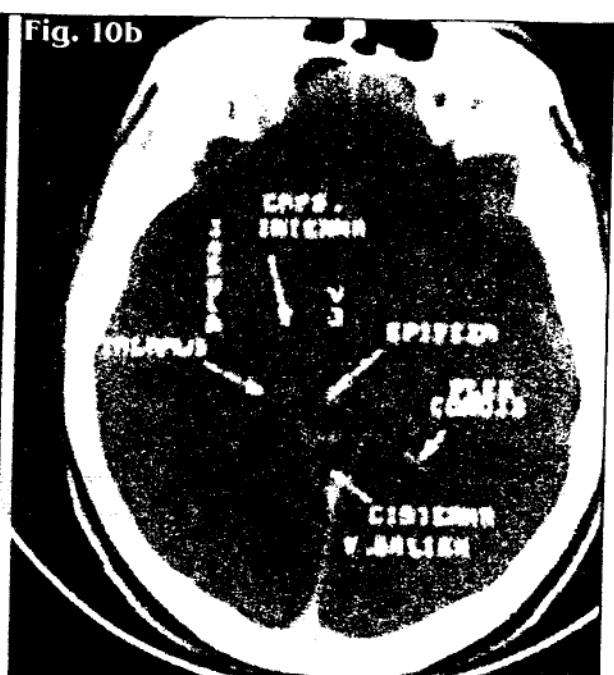
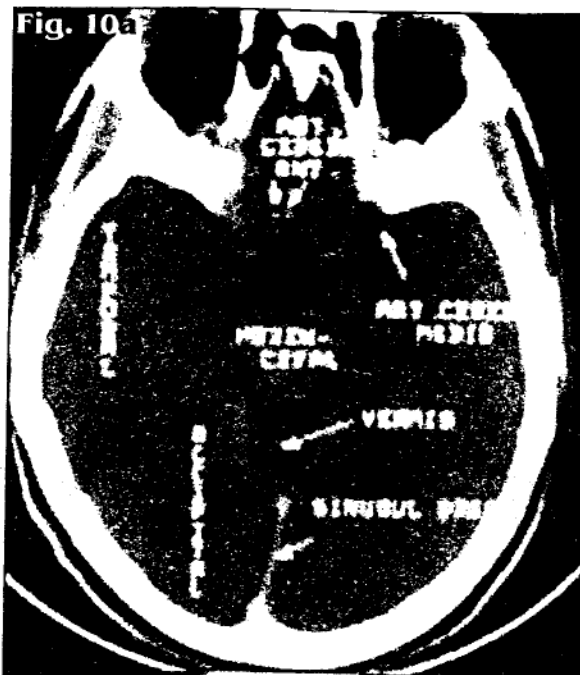


Fig.10 a, b, c, d – CT etaj supratentorial
 (a) - Secțiune prin extremitatea superioară a mezencefalului și vermisului (culmen), dinspre anterior spre posterior: regiunea fronto-orbitală; porțiunea bazală a lobilor frontali; arterele cerebrale medii opacifiate cu contrast; lobii temporali; sinusul drept; lobii occipitali.
 (b) - Secțiune prin ventriculul 3 și regiunile capsulotalamice: lobii frontali; insula; V3; talamusul; brațul posterior al capsulei interne; glanda pineală; cisterna venei Galien; plexurile coroide; lobii occipitali.
 (c) - Secțiune prin ventriculul 3, coarnele frontale (CF) și occipitale (CO)
 (d) - Secțiune prin ventriculii laterali: lobii frontali; genunchiul corpului calos (CC); lobii temporali; insula; capul nucleului caudat extern fata de CF; nucleul lenticular; brațul anterior și posterior al capsulei interne; talamus; sinusul drept (SD); sinusul longitudinal superior (SLS); lobii occipitali.

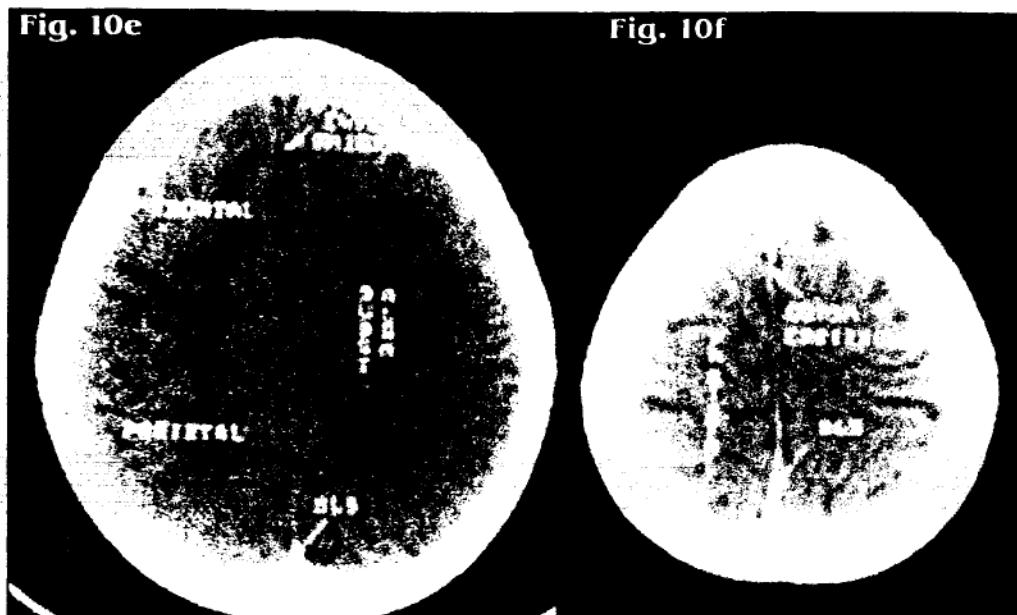


Fig. 10 e,f
(e, f) Secțiuni supraventriculare la nivel fronto parietal (10e) și în vecinătatea vertexului (10f): lobii fronto-parietali; fisura interemisferică; coasa creierului; substanța albă; sinusul longitudinal superior (SLS)

extern), claustrum și nucleul amigdalian. Nucleii bazali intră în alcătuirea sistemului extrapiramidal având rol în motricitatea automată.

Scizurile care brăzdează suprafața emisferelor cerebrale delimitează 4 lobi: frontal, parietal, temporal și occipital. Există 3 scizuri principale: scizura centrală Rolando ce separă lobul frontal de lobul parietal, scizura silviană ce separă lobul temporal de cel frontal și scizura parieto-occipitală.

Substanța albă cuprinde fascicule de asociație, comisurale și de proiecție.

Fasciculele de asociație scurte sunt reprezentate de capsula externă și capsula extremă separate de claustrum. Fasciculele de asociație lungi sunt reprezentate de cingulum ce formează substanța albă a girusului cingular.

Fasciculele comisurale interemisferice sunt reprezentate de comisura albă anterioară ce unește lobii temporali și formează partea anterioară a V3, corpul calos (format din genunchi, corp și splenium) și comisura posterioară ce unește nucleii tegmentului mezencefalic.

Fasciculele de proiecție cuprind centrul semioval, coroana radiata și capsula internă. Capsula internă este alcătuită dintr-un braț anterior, genunchi, un braț posterior și un segment retro-lenticular.

e. Sistemul ventricular. *Ventriculul 4 (V4)* este conectat prin trei orificii cu spațiile subarahnoidiene - orificiul Magendie ce se deschide anterior în cisterna magna și orificiile Luschka ce se deschid lateral. V4 reprezintă în FCP un reper median hipodens de formă semilunară cu margine convexă anterior și un bord concav posterior. *Apeductul Sylvius* se găsește la nivelul mezencefalului materializându-se sub forma unei mici imagini hipodense, apeductul Sylvius unește V4 cu V3.

V3 este localizat în plan median, având pereții formați de către talamus, hipotalamus, epifiză și comisura albă anterioară.

Ventriculii laterali (drept și stâng), conținuți fiecare în câte o emisferă cerebrală prezintă un corp, un corn frontal, un corn temporal și unul occipital. La nivelul coarnelor occipitale se pot evidenția plexurile coroide calcificate dispuse simetric față de linia mediană.

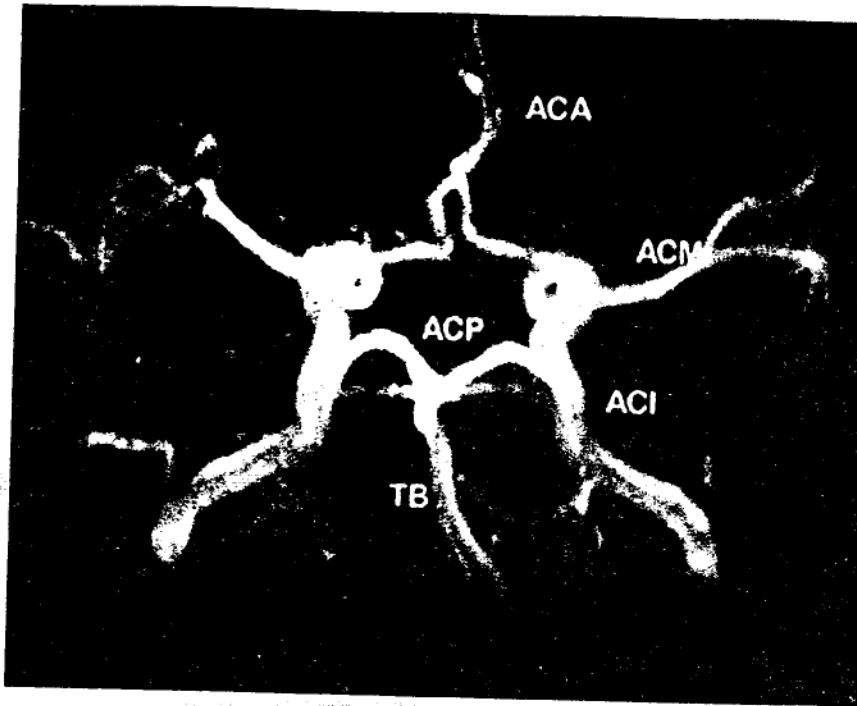


Fig.11-AngioRM time of flight (TOF) cu reconstrucție MIP (Maximum Intensity projection) la nivelul poligonului Willis, vedere superioară:
 –artera carotidă internă (ACI);
 – artera cerebrală medie (ACM);
 – ACA (artera cerebrală anterioară);
 – trunchiul bazilar (TB);
 – artera cerebrală posterioară (ACP).

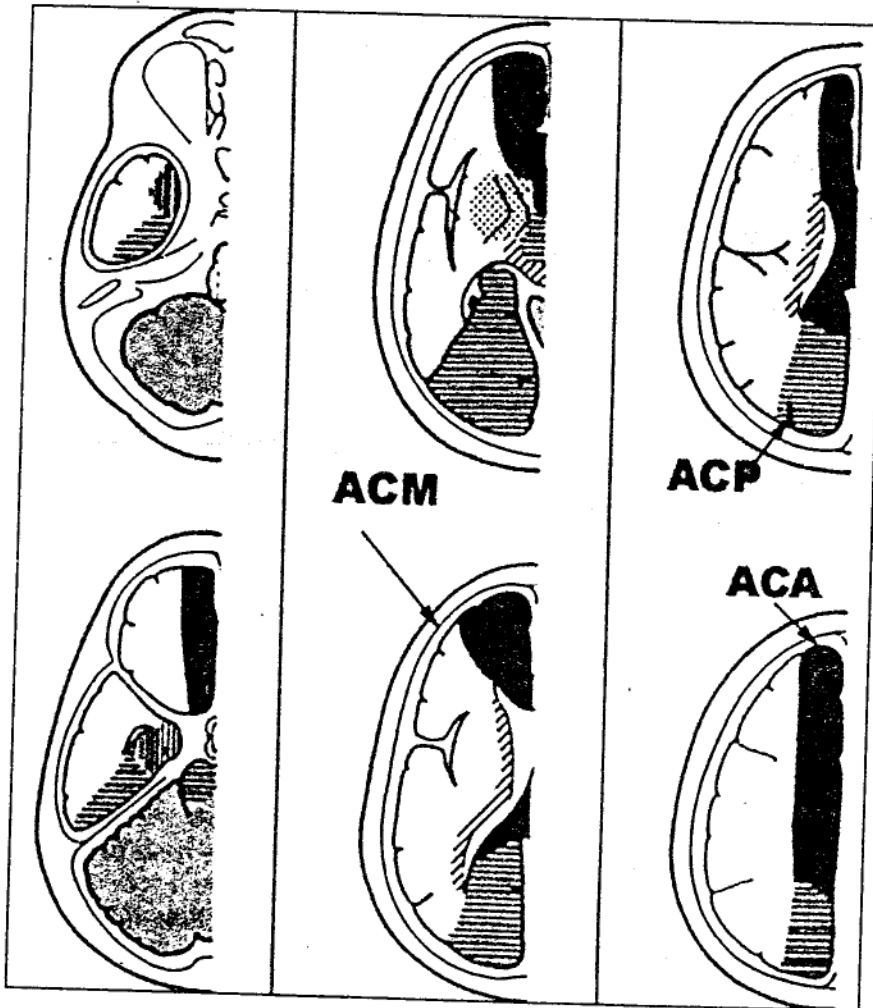


Fig.12-Teritoriile vasculare superficiale și profunde ale arterelor cerebrale
 – anterioare (ACA),
 – medii (ACM) și
 – posterioare (ACP).

f. Vascularizația encefalului. Este reprezentată de cele două sisteme: sistemul carotidian și sistemul vertebro-bazilar. Aceste sisteme se anastomozează la baza creierului formând poligonul Willis (Fig.11).

Teritoriile arteriale ale creierului cuprind un teritoriu central ce vascularizează diencefalul, nucleii bazali, capsula internă și un teritoriu terminal ce corespunde cortexului cerebral și substanței albe situate sub el (Fig.12).

Bariera hemato-encefalică (BHE)

Structura endoteliului capilarelor țesutului nervos nu permite trecerea liberă a moleculelor de talie asemănătoare albuminei, din sectorul circulant în sectorul extracelular sau invers.

BHE este destinată să protejeze țesutul nervos împotriva variațiilor mediului exterior (homeostazie).

Acest rol poate fi suprimat de variațiile importante ale mediului exterior (hipoxie de exemplu) sau leziuni ale parenchimului cerebral.

Priza de contrast traduce:

- absența fiziologică a BHE: plexuri coroide, epifiză, hipofiză, tija pituitară, dura-mater;
- distrucția BHE la nivelul unei leziuni intraparenchimotoase (de exemplu în accidentele ischemice);
- absența patologică a BHE la nivelul unui țesut de neoformație (tumoră, metastază).

2. Semiologie computertomografică.

Bazele interpretării tomodensitometrice

1. Detectarea leziunii:

La examenul CT nativ (fără substanță de contrast iv) o leziune este vizibilă, întrucât densitatea sa este diferită de cea a parenchimului cerebral adiacent.

Leziunea poate fi *hipodensă* când densitatea este mai mică decât a parenchimului cerebral (Fig.13), *hiperdensă* când densitatea leziunii este mai mare decât cea a parenchimului cerebral (Fig. 14) și *izodensă* când densitatea procesului patologic este similară cu cea a parenchimului cerebral, situație în care leziunea este evidențiată prin semne indirecte: edem perilezional sau efect de masă (Fig.15).

Substraturi lezionale și aspecte de semiologie CT

| Hipodensitatea spontană | Hiperdensitatea spontană | Izodensitatea spontană |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Pierdere neuronală (accidente vasculare ischemice) - Absența mielinei sau patologie de tip demielinizant - Încărcare hidrică: edem, resorbție transependimară de LCR - Țesut tumoral - Țesut necrotic - Chisturi de origini diverse (au în general densitate fluidă de 0 - 12UH) | <ul style="list-style-type: none"> - Sânge proaspăt: hematoame, hemoragii meninge (densitate: 60-80 UH) - Țesut tumoral - Calcificări (densitate > 100 UH) | <ul style="list-style-type: none"> - Sânge pe cale de degradare (între a 10-a și a 20-a zi) - Țesut tumoral |

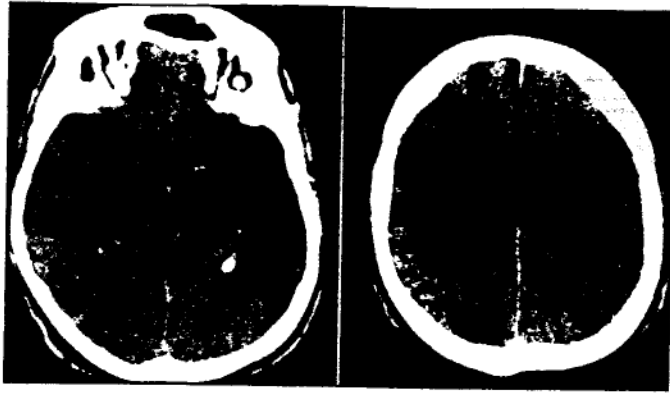


Fig.13 - CT cerebral nativ:
plajă hipodensă în regiunea tempo-
ro-insulo-parietală stângă ce cores-
punde teritoriului ACM cu afectarea
cortexului și hiperdensitatea spon-
tană a ACM stg. (tromb recent - sem-
nul cerebralei medii hiperdense) -
ischemie recentă silviană stângă;
leziune de aspect sechelar cu topo-
grafie superficială frontoparietală
dreaptă - **sechelă AVC**.

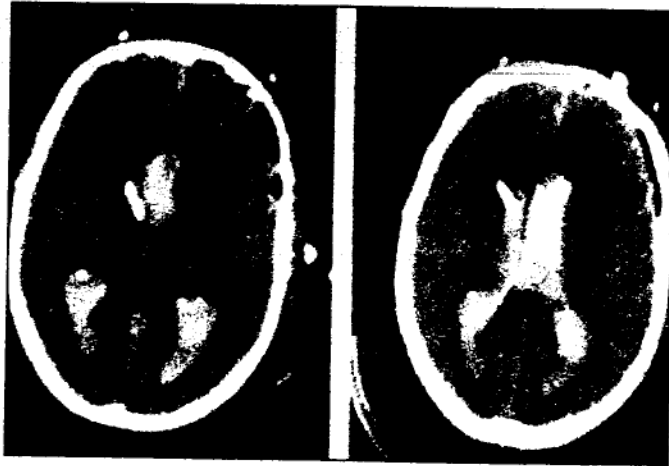


Fig.14 - CT cerebral nativ:
acumulare hiperdensă spontan
(sânge) tetraventriculară - **hemora-
gie intraventriculară**, ștergerea
reliefului cortical și a spațiilor
cisternale (edem); minimă acumu-
lare aerică extraparenchimatoasă
frontală stg.



Fig.15 - CT cerebral cu contrast
iodat iv:
masă tumorală intens iodofilă
placată pe extremitatea dorsală a
coasei creierului și SLS cu contururi
nete polilobulare și important **edem
peritumoral** (plajă hipodensă cu
contururi digitiforme)

După injectarea iv de produs de contrast (aproximativ 1,5 ml/kg corp), în mod normal, se încarcă cu contrast: coasa creierului, cortul cerebelului, structurile vasculare, antehipofiza, tija pituitară.

Încărcarea cu contrast a unei leziuni se datorează:

- fie unui vas cu sânge circulant în cadrul unei malformații vasculare: anevrism, hemangiom (Fig.16);
- fie existenței unei hipervascularizații tumorale (Fig.17);
- fie datorită alterării barierei hematoencefalice.

2. Descrierea leziunii:

presupune aprecierea morfologiei (structură, contur, formă), localizării, dimensiunilor, unicității sau multiplicității leziunii.

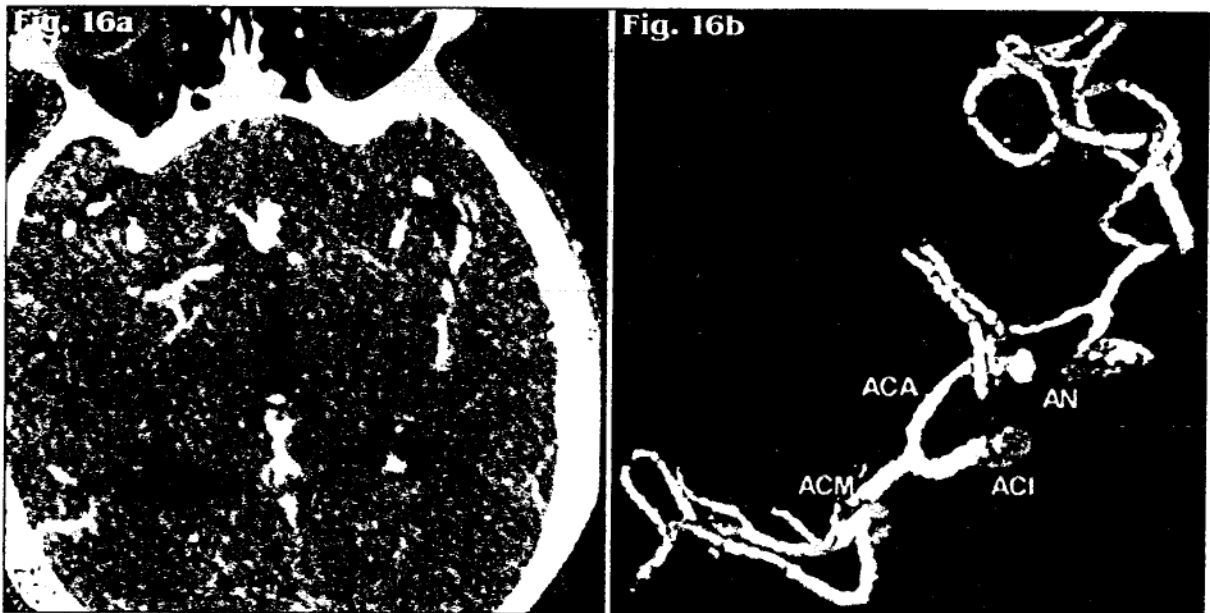


Fig.16-Achiziție spirală (AS) cu contrast iodat iv:
(a) imagini sursă - **anevrism de comunicantă anterioară**;

(b) reconstrucție tridimensională de suprafață 3D: raportul dintre anevrism și celelalte structuri vasculare ale sistemului carotidian.

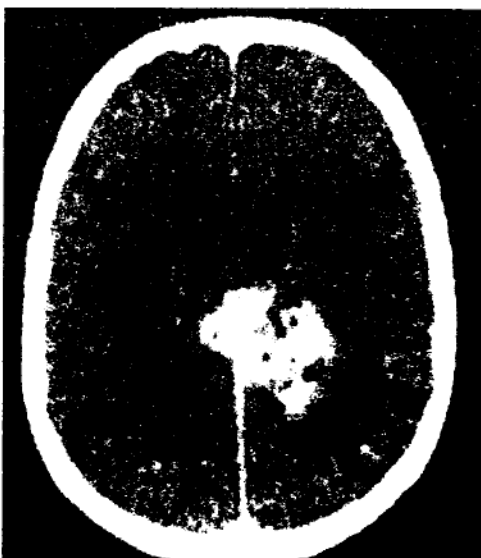


Fig.17 - CT cerebral cu contrast iodat:
formațiune înlocuitoare de spațiu heterogenă iodofilă cu contur conopidiform localizată la nivelul spleniumului corpului calos ce amputează coarnele occipitale
Histopatologic – **gliom anaplazic**.

Morfologia leziunii

Forma leziunii – leziunea poate fi de formă ovoidală rotundă, polilobată, în plăjă, triunghiulară, cu contururi bine sau prost delimitate, neregulate, infiltrative.

Structura leziunii poate fi: omogenă când densitatea este identică în orice punct al leziunii și heterogenă când leziunea conține zone hipodense, izo- și hiperdense adică structuri cu densitate negativă, fluidă, solidă, calcificări sau zone hemoragice.

Localizarea leziunii

Leziune intraparenchimatooasă: procesul patologic este situat în interiorul parenchimului cerebral. În aceste cazuri pentru neurochirurg este necesar să precizăm dacă topografia leziunii este superficială cortico - subcorticală (Fig.18) sau profundă, de exemplu cu sediu paraventricular.

Leziune extraparenchimatooasă: procesul patologic este localizat în afara parenchimului cerebral, având sediul la nivelul spațiilor subarahnoidiene, meningelor, calotei sau bazei craniului (Fig.19).

În raport cu endocraniul o leziune ce se dezvoltă de-a lungul structurilor osoase adiacente și care prezintă un unghi de racordare obtuz este o leziune extraparenchimatooasă.

Unghiul de racordare obtuz poate fi întâlnit și în leziunile intraparenchimatooase când dezvoltarea lor se face în suprafață.

3. Modificările structurilor osoase craniene

- Osteocondensare;
- Atrufie prin presiune;
- Osteoliză (Fig.20).

În general sunt determinate de leziuni extraparenchimatooase. Aceste modificări pot fi întâlnite și în cazul unor leziuni intraparenchimatooase cu malignitate crescută.

4. Sindromul de masă

Noțiunea de masă cuprinde orice volum suplimentar intracranian, fără precizarea naturii sale (tumoră, abces, colecție hematică, edem). Cutia craniană fiind o cavitate inextensibilă, orice volum suplimentar poate fi compensat prin diminuarea taliei structurilor reductibile: ventriculi, spații subarahnoidiene (cisterne, șanțuri corticale) (Fig.21).

Țesutul cerebral nu este compresibil. El va fi deplasat de către procesul expansiv iar spațiile arahnoidiene adiacente vor fi șterse.

Osul poate fi modificat de către procesul patologic adiacent, în tumorile cu evoluție lentă, de exemplu în meningioame poate fi întâlnit procesul de atrufie prin presiune sau dimpotrivă de osteocondensare.

La copil, în cadrul sindromului de hipertensiune intracraniană de tip obstructiv (secundară unei tumori voluminoase intracerebrale) se pot pune în evidență următoarele semne: dehiscența suturilor, existența impresiunilor digitiforme la nivelul tablei interne.

Când spațiile subarahnoidiene sunt „pline”, ventriculii colabați, creșterea în continuare a dimensiunilor leziunii va duce la apariția fenomenului de angajare, adică trecerea parenchimului cerebral prin orificiile durei mater.

Imaginile elementare ale unui sindrom de masă

Dislocarea și modificarea morfologiei diferitelor repere anatomice:

a. Ventriculii pot fi:

- colabați și deplasați de partea opusă leziunii. În aceste cazuri luăm drept reper poziția septului pellucid care în mod normal se proiectează pe linia mediană între cei doi ventriculi laterali. În unele situații particulare, de exemplu în cazul hematoamelor subdurale bilaterale, septul pellucid rămâne în poziție mediană și atunci ne ghidăm după aspectul șters al girației corticale adiacente leziunilor;
- dilatați secundar unui proces expansiv subiacent;
- „umpluți” de o masă intraventriculară.

b. Spațiile subarahnoidiene pot fi colabate, împinse, iar șanțurile corticale șterse sau deplisate. Cisternele pot fi diminuate, dispărute sau asimetrice.



Fig.18 – CT cerebral nativ: acumulări hiperdense spontan (sânge) frontale bilateral – **hemoragii**, cu zonă hipodensă circumscrișă (edem perilezional).

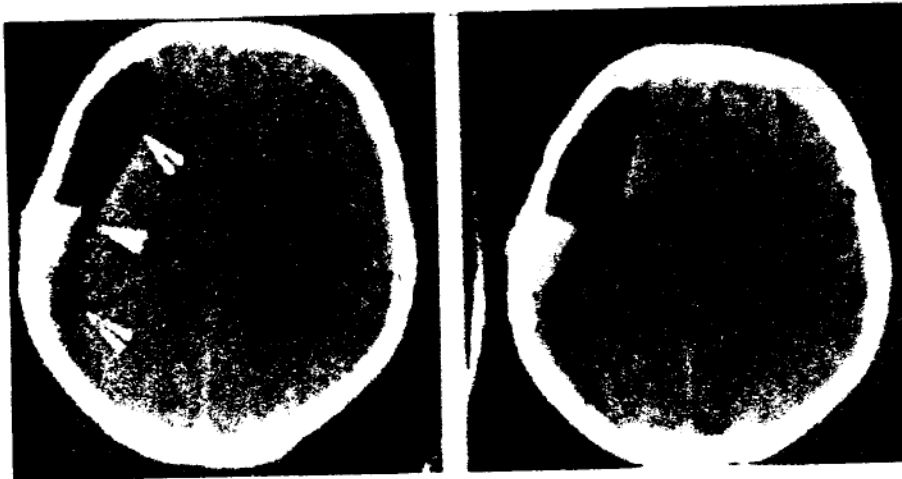


Fig.19 - CT cerebral nativ: acumulare falci-formă (săgeți) cu conținut mixt aeric (negru -densitate - 300 - 400 UH), sanguin (70-80 UH) și fluid (10-15 UH), extraparenchimatoasă subdurală fronto-parietală dreaptă cu ștergerea reliefului cortical adiacent - **hematom mixt subdural fronto-parietal drept**.



Fig.20- CT cerebral cu contrast iodat: hiperostoză perete postero-extern stg regiune etmoidală, aripă mică sfenoidală într-un caz de **meningiom parasfenoidal stg.** (săgeți).

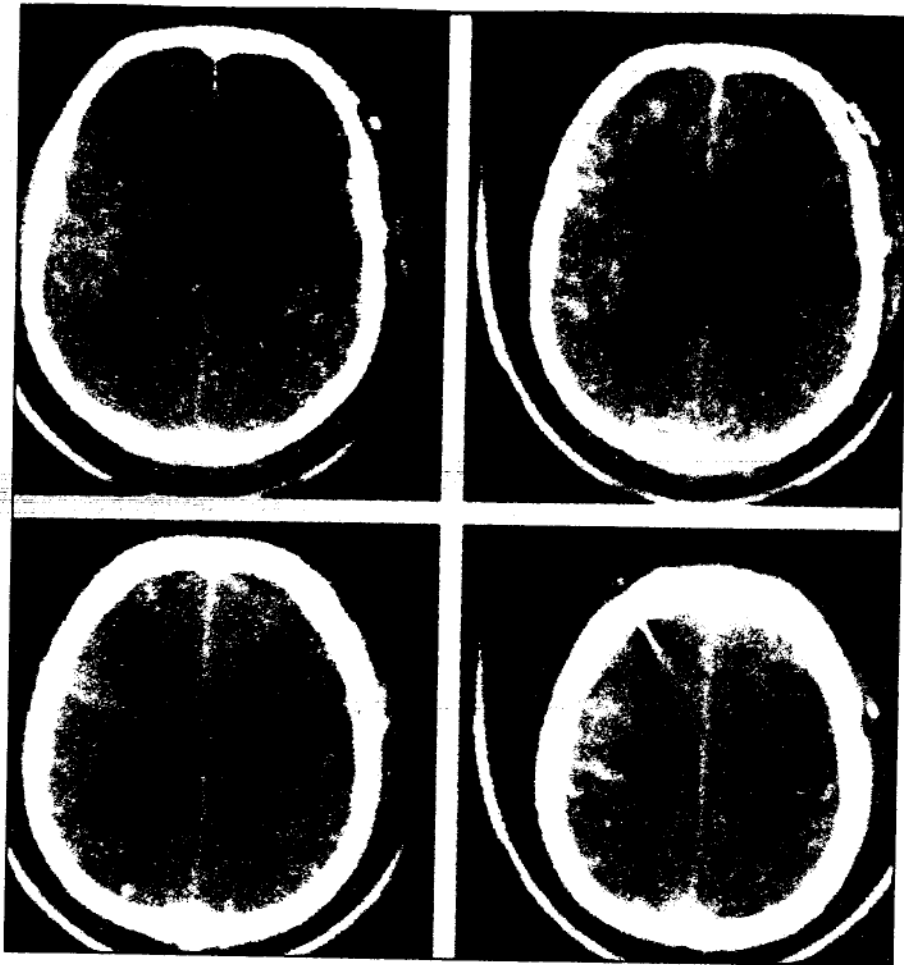


Fig.21-CT cerebral nativ: Zona hipodensă cortico-subcorticală silviană stângă (AVC ischemic); imagini lineare hiperdense spontane (sânge) intergirale frontale și temporo-parietale (hemoragie subarahnoidiană)

c. **Coasa creierului** poate fi deviată de partea opusă leziunii. Cortul cerebelului poate fi deviat cranial de către o masă localizată la nivelul fosei cerebrale posterioare.

d. **Structurile vasculare intracerebrale** adiacente procesului tumoral pot fi deplasate, comprimate, amputate.

e. **Osul** poate fi atrofiat, deviat extern. La copil și tânăr, în sindromul de hipertensiune intracerebrală, apar impresiunile digitiforme și dehiscenta de suturi.

f. **Glanda pineală** este deviată de partea opusă leziunii, pierzându-și poziția de reper median.

Angajările intracerebrale

Procesul expansiv împinge parenchimul cerebral prin orificiile durei mater:

- sub coasa creierului;
- în foramen oval Pacchioni;
- în gaura occipitală.

a. **Angajarea sub coasa creierului** are loc când corpul calos și septul pellucid sunt basculate de partea opusă leziunii.

b. **Angajarea în foramen oval Pacchioni** sau transtentorială (sub cortul cerebelului) se produce datorită unei presiuni create de sus în jos de către o masă supratentorială sau datorită presiunii realizate de jos în sus de către o masă cu localizare în fosa cerebrală posterioară. În ambele cazuri foramenul oval Pacchioni apare "plin" alături de asimetria cisternei circummezencefalice.

c. **Angajarea amigdalelor cerebeloase** prin gaura occipitală apare secundar hiperpresiunii din fosa cerebrală posterioară. Gaura occipitală este plină fiind ocupată de bulb și amigdalele cerebeloase, iar cisterna magna dispare.

d. **Hernia cerebrală** prin volet cranian este întâlnită în traumatismele cranio-cerebrale severe sau postoperator.

5. Sindromul de pierdere de substanță cerebrală

Poate fi împărțit în două categorii:

- pierdere globală;
- pierdere localizată.

În **sindromul de pierdere globală** de substanță cerebrală asistăm la o creștere de volum a sistemului ventricular, a cisternelor și spațiilor subarahnoidiene. Diminuarea globală a volumului cerebral poartă numele de **atrofie cerebrală**. Ea poate fi considerată un proces „fiziologic” la persoanele de vârstă a 3-a, un proces degenerativ când apare la adulți sau de natură toxică.

Semnele CT ale atrofiei cerebrale sunt reprezentate de coexistența șanțurilor corticale largi, a văilor silviene adânci și a dilatației de sistem ventricular în special de ventriculi laterali.

Diminuarea localizată a parenchimului cerebral reprezintă un proces de necroză tisulară de origine diversă:

- ischemică (Fig.13);
- toxică;
- traumatică;
- postchirurgicală.

Semnele CT ale unei zone de atrofie cerebrală localizată: plajă de hipodensitate spontană sau cavitate de tip porencefalic ce tracționează și comunică cu sistemul ventricular. Frecvent se poate asocia dilatația sistemului ventricular sau al șanțurilor corticale adiacente zonei de atrofie.

3. Elementele de bază pentru interpretarea unui examen computertomografic

1. Istoria clinică și antecedentele bolnavului:

- traumatice;
- inflamații în sfera ORL;
- tumoră primitivă cunoscută;
- serologie HIV pozitivă.

2. Analiza sistematică a secțiunilor scanate:

- în etajul infratentorial
 - poziția trunchiului cerebral;
 - vizualizarea cisternei magna;
 - poziția mediană și talia ventriculului 4.
- în etajul supratentorial
 - poziția mediană a glandei pineale;
 - simetria calcificărilor plexurilor coroide;
 - simetria sistemului ventricular;
 - vizibilitatea fisurii interemisferice și simetria șanțurilor corticale dreapta - stânga.

Examenul CT începe întotdeauna cu scanarea nativă a extremității cefalice după care în funcție de leziunile găsite, se completează examinarea prin injectarea iv a unui produs de contrast triiodat, de preferat nonionic în cantitate de 1,5 ml/kg.

Injectarea nu este necesară în urmărirea unei hidrocefalii, în bilanțul atrofiei cerebrale, în diagnosticul unui traumatism cranio-cerebral sau în evaluarea unui accident vascular cerebral cu aspect tipic.

Administrarea contrastului iv se bazează pe obținerea variațiilor de densitate cu definirea superioară a structurilor normale și facilitarea punerii în evidență a modificărilor patologice.

Injectarea produsului de contrast modifică în mod variabil coeficientul de atenuare a diferitelor structuri normale. Osul și LCR rămân nemodificate. Se accentuează diferența de contrast dintre substanța albă și substanța cenușie prin creșterea preferențială a densității substanței cenușii, cauzată de o mai mare abundență a structurilor vasculare la acest nivel. Structurile vasculare, cele duremeriene, tija pituitară, antehipofiza, epifiza și plexurile coroide se încarcă cu contrast.

4. Indicațiile examenului computertomografic în patologia cranio-cerebrală

1. Patologie traumatică

- Traumatisme deschise;
- Traumatisme închise (Fig.22);
- Sechele posttraumatice.

2. Patologie vasculară

- Accidente vasculare ischemice;
- Hemoragii intraparenchimotoase;
- Malformații vasculare cerebrale (anevrisme, malformații arterio-venoase);
- Hemoragie meningeă (Fig.23).

3. Patologie infecțioasă

- Bacteriană;
- Virală;
- Parazitară;
- Micotică.

4. Tumori intracraniene

- Primitive;
- Secundare.

5. Patologie atrofică și degenerativă

6. Malformații cranio-cerebrale

7. Patologia orbitei

8. Patologia stâncii temporalului și unghiului ponto-cerebelos

9. Patologia regiunii selare

10. Patologia masivului facial și a rinofaringelui

B. COMPUTERTOMOGRAFIA ÎN MOD SPIRAL

CT în mod spiral reprezintă un progres spectaculos al imagisticii medicale în raport cu CT secvențial cu rotație alternativă. Achiziția spirală (AS) constă în rotația continuă a tubului și a detectorilor cu viteză și sens de rotație constante, asociată unei deplasări a mesei de examinare cu viteză uniformă, realizându-se astfel o spirală. Există 4 avantaje majore ale achiziției spirale:

- Timp de achiziție mai scurt ceea ce este foarte util pentru pacienții "dificili" politraumatizați, pacienți necooperanți, claustrofobi;
- Diminuarea cantității produsului de contrast iodat injectat iv cu obținerea unei angiografii CT (vezi avantajele și limitele ACT);
- Iradiere redusă prin utilizarea și alegerea corectă a parametrilor specifici AS;
- Creșterea numărului de date brute obținute printr-o AS într-un timp mai scurt decât în CT secvențial și posibilitatea unor reconstrucții multiplanare (MPR), 3D (tridimensionale) de suprafață și MIP (Maximum Intensity Projection) de calitate.

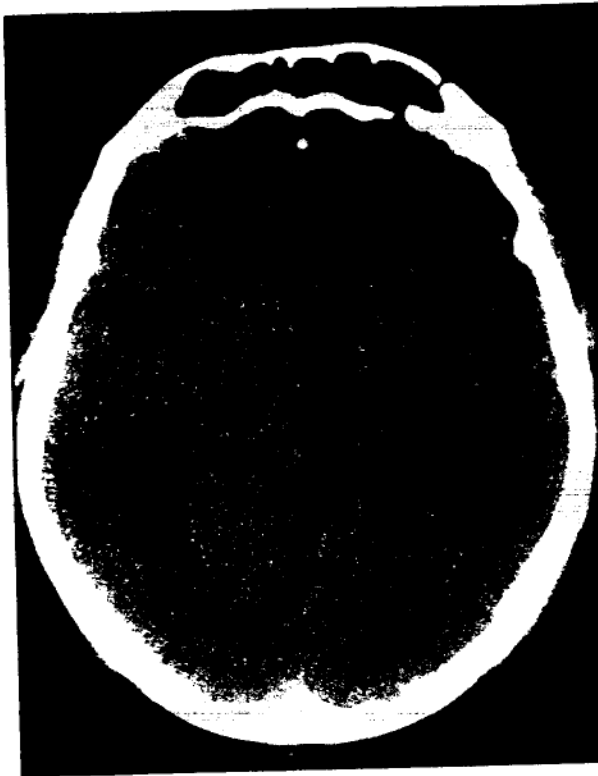


Fig.22-CT cerebral nativ

Zonă de lipsă de substanță cerebrală frontală anterioară stg.; traiect de fractură ce afectează peretele anterior și posterior al sinusului frontal stg.

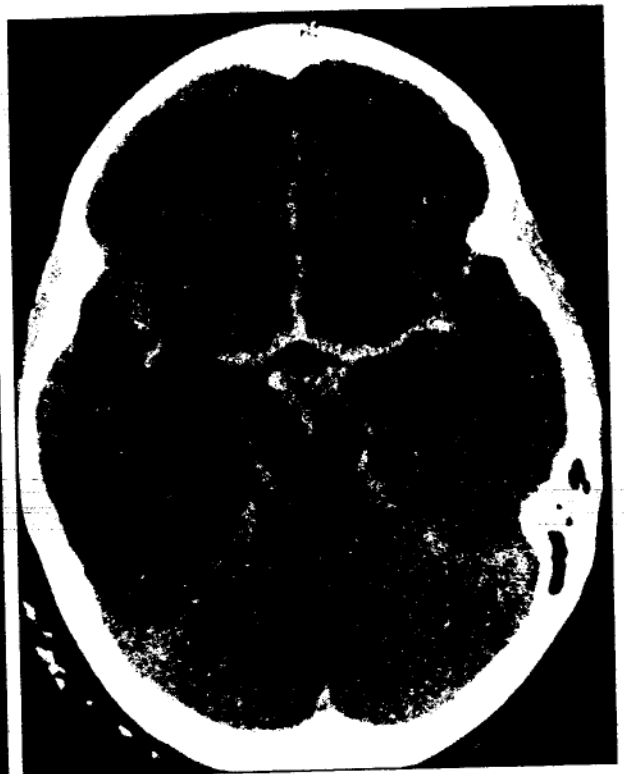


Fig.23-Achiziție spirală

în bilanțul unei hemoragii subarahnoidiene
Hiperdensitate spontană la nivelul spațiilor cisternale, intergiral și de-a lungul traiectului ACM.

Avantajele și limitele Angiografiei - CT (ACT)

| Avantaje | Limite |
|--|---|
| <p>Achiziție rapidă Nu există artefacte de flux Posibilitatea analizei peretelui vascular Rezoluție spațială bună Reconstrucții multiple</p> | <p>Utilizarea contrastului iodat Iradierie Nu dă informații hemodinamice Studiu incomplet al axelor vasculare Calcificările masive pot masca leziunile mici Timp de postratare lung</p> |

Aplicațiile CT spiral în patologia cranio-cerebrală Patologie traumatică

CT spiral este metoda ideală de examinare a bolnavilor politraumatizați ce sunt de regulă anxioși și agitați și nu pot fi menținuți într-un decubit dorsal prelungit fără a exista riscul de artefactare a imaginilor obținute datorită mișcărilor involuntare ale acestora. Utilizând achiziția spirală, realizăm într-un timp foarte scurt un bilanț complet al leziunilor osoase cranio-faciale, precum și a celor localizate intra- sau extraparenchimos (Fig.24).

La distanță de traumatism, achiziția spirală permite evaluarea leziunilor restante intracraniene de tip sechelar sau diagnosticul exact al complicațiilor posttraumatice de tipul fistulelor osteomeningee.

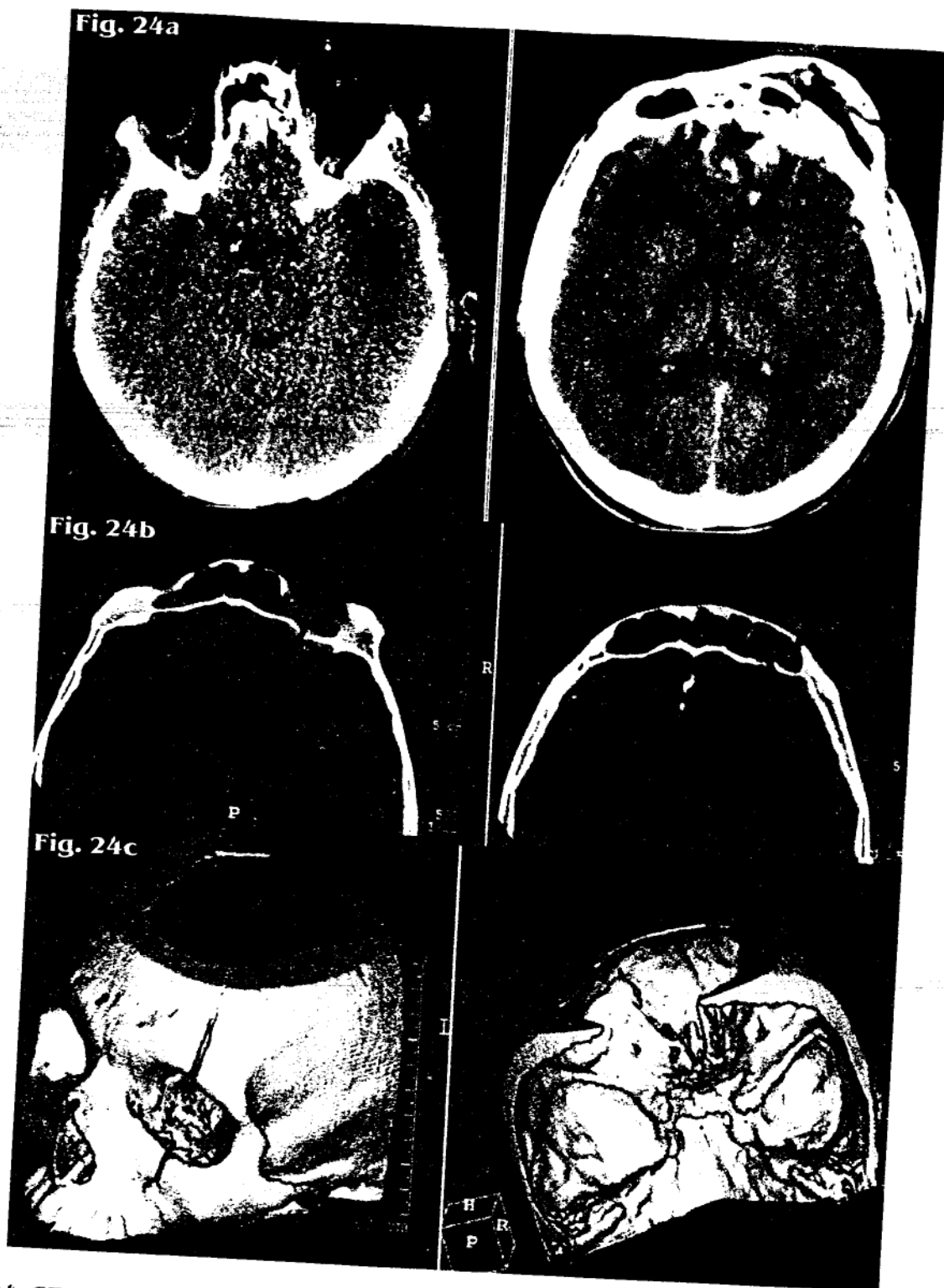


Fig.24- CT spiral nativ în evaluarea unui traumatism cranio-cerebral
 (a) Acumulări aerice în regiunea selară (pneumocefalie), contuzie hemoragică frontală stg. (imagini hiperdense incluse într-o arie de hipodensitate spontană), tumefacție edematoasă orbito-frontală stg.
 (b) Imagini sursă în fereastră de os: fractură de pereți sinus frontal stg., tumefacție de părți moi frontale stg, hemosinus, pneumocefalie.
 (c) Reconstrucție tridimensională 3D de suprafață în incidență 3/4 și vedere internă: fractura fronto-orbito-maxilară stângă.

Malformații cranio-faciale tip craniostenoze (Fig.25)

Patologie vasculară de tip malformativ (Fig.26)

Angiografia CT postachiziție spirală este utilă și reprezintă o variantă diagnostică în evaluarea anevrismelor cerebrale cu dimensiuni mai mari de 3 mm și în bilanțul malformațiilor arterio-venoase postradioterapie.

Avantajele ACT sunt reprezentate de toleranță crescută la pacienții claustrofobi, agitați și de vizualizarea calcificărilor parietale de la nivelul pungii anevrismale sau ale coletului.

Dezavantajele ACT cuprind iradierea, utilizarea produsului de contrast iodată, imposibilitatea explorării într-o singură spirală a întregului ax vascular carotidian sau vertebro-bazilar începând cu segmentul cervical și continuând cu cel intracranian.

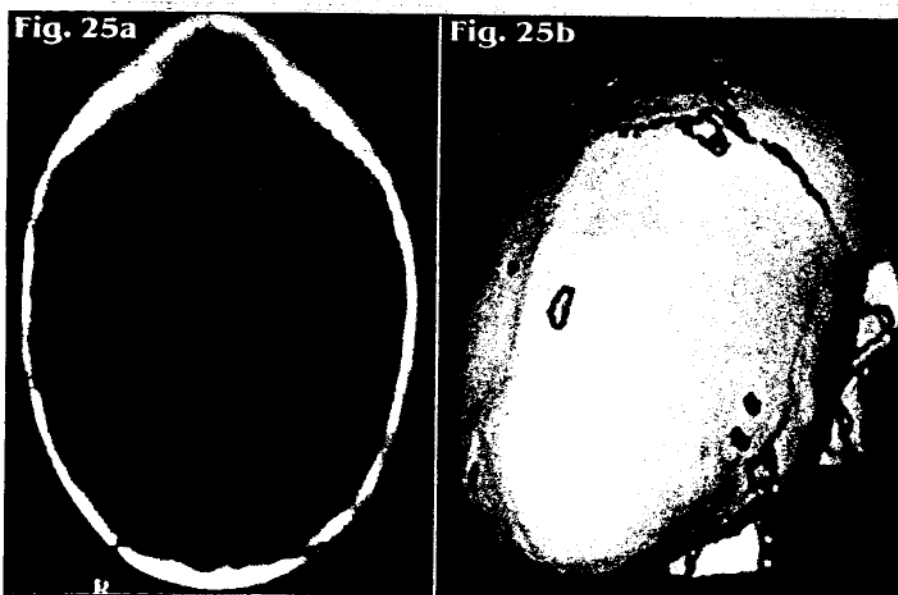


Fig.25-CT spirală nativ într-un caz de scafocefalie

(a): imagine sursă în fereastră de os - creasta mediană anterioară cu alungirea antero-posterioară a craniului. (b): reconstrucție 3Ds vedere superioară: alungirea AP a craniului cu prezența unei creste mediane rezultată prin închiderea precoce a suturii sagitale.

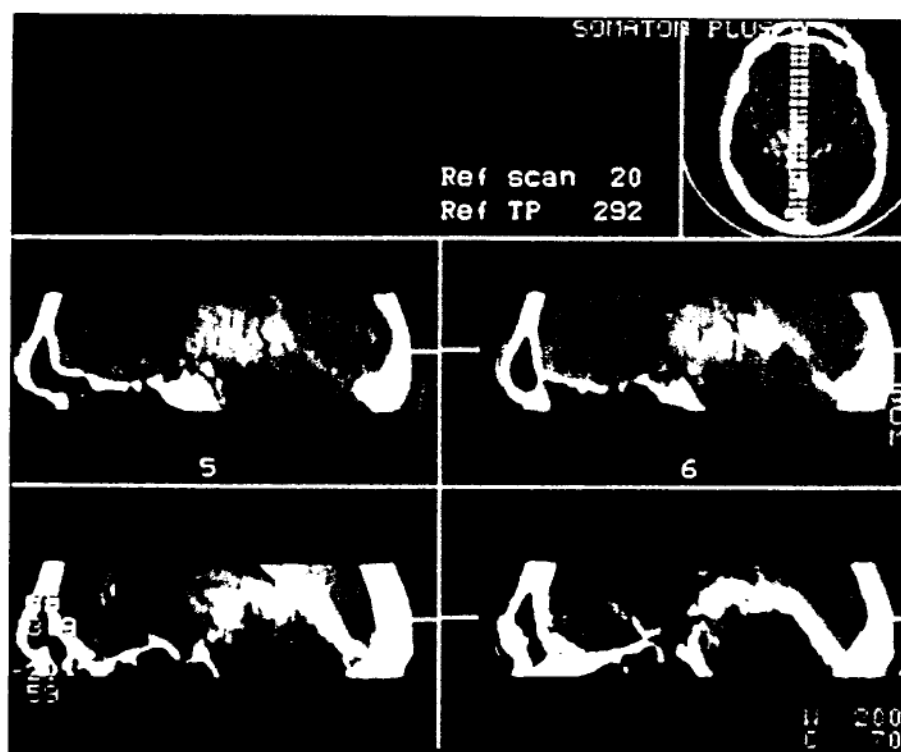


Fig.26-CT spiral cu contrast iv în bilanțul unei malformații arterio-venoase,

reconstrucții în plan sagital: vizualizarea nidusului MAV localizat în regiunea talamo-mezencefalică, alimentat de artera cerebrală posterioară, cu drenaj în vena cerebrală internă și sinusul drept.

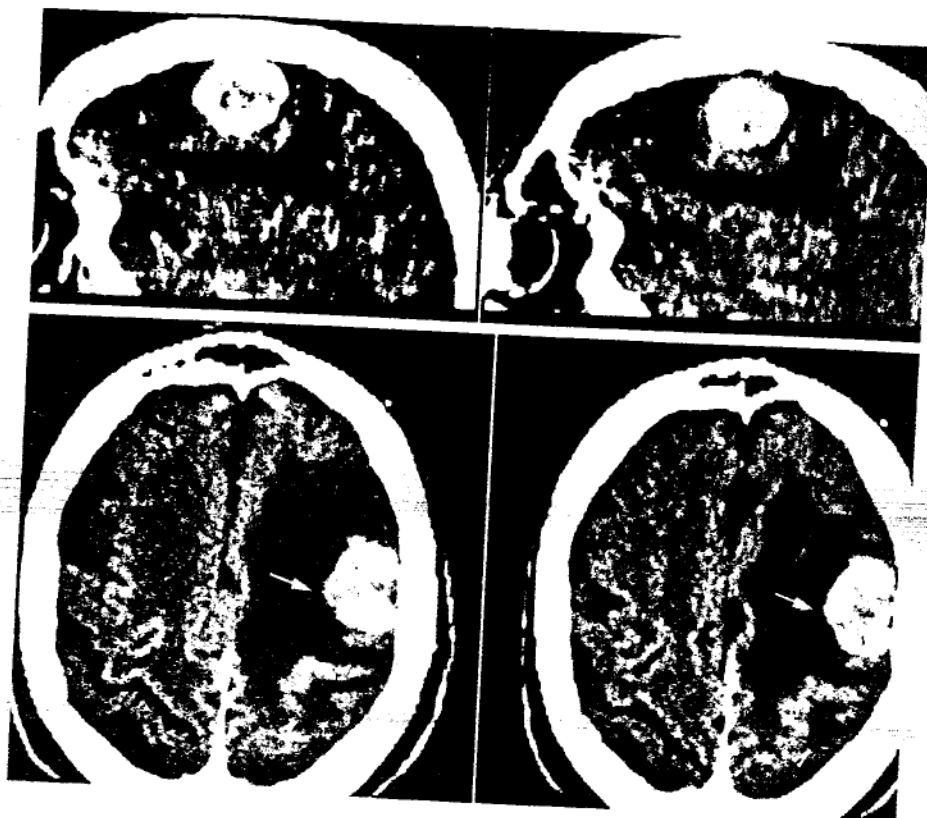


Fig.27-CT spiral postinjectare iv de PCI în evaluarea preoperatorie a unei metastaze unice cerebrale, reconstrucții multiplanare în plan axial și sagital: nodul iodofil net delimitat, discret heterogen localizat frontal postero-superior stg. cu important edem peritumoral la nivelul substanței albe adiacente.

Patologia tumorală (Fig.27)

Achiziția spirală, fără și cu substanță de contrast iodată injectată iv, realizează un bilanț exact al procesului expansiv precizându-i localizarea, topografia, raporturile anatomice cu structurile vasculare adiacente, cu sistemul ventricular, calota, meningele sau endimul.

Tumorile care au indicație prioritară pentru explorare CT în mod spiral sunt reprezentate de tumorile cu componentă calcară importantă: psamom, meningiom în placă, osteom, osteosarcom.

5.2. EXAMENUL COMPUTERTOMOGRAFIC AL COLOANEI VERTEBRALE

Examenul CT al coloanei vertebrale este orientat de clinică și de radiografiile standard

Metoda este ameliorată prin injectarea iv a unui produs de contrast triiodat nonionic ce determină opacifierea plexurilor venoase epidurale sau prin injectarea intratecală de produs de contrast iodată hidrosolubil cu realizarea unui **mielo-CT**. Mielo-CT se efectuează la 2-3 ore de la injectarea intratecală de produs de contrast, pentru diminuarea artefactelor determinate de concentrația produsului injectat (Fig.28).

În anumite situații, de exemplu în bilanțul unui traumatism sever vertebral sau al unor tumori cu punct de plecare vertebral și extensie intracanală, se poate utiliza **achiziția** în mod spiral cuplată cu injectarea intratecală de contrast iodată centrată la nivel lezional. Această tehnică facilitează diagnosticul prin posibilitatea realizării postAS de reconstrucții multiplanare sau 3D de suprafață ce aduc informații suplimentare necesare interpretării.



Fig.28-Mielo-CT lombar

PVI-platou vertebral inferior; MP-mușchi psoas; AS-apofiză spinoasă; cap de săgeată - gaura de conjugare cu rădăcina aferentă în segmentul sau inraforaminal; D-disc vertebral; PVS-platou vertebral superior; PT-proces transvers; săgeata albă - spațiul dintre articulațiile mici posterioare; intracanal, sacul dural opacifiat cu contrast și rădăcinile nervoase.

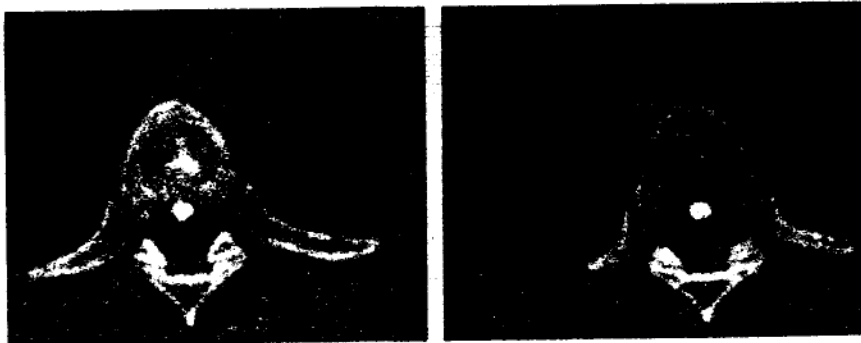


Fig.29-CT coloana toracică în fereastră de os: imagine calcificată proiectată median, dorsal față de corpul vertebral fără legătura cu acesta - mică hernie discală calcificată migrată.

INDICAȚIILE EXAMENULUI CT ÎN PATOLOGIA VERTEBRO-MEDULARĂ

1. Tumori și pseudotumori ale rahisului

Tumori benigne:

- osteom osteoid,
- osteoblastom,
- chist anevrismal,
- osteocondrom,
- angiom vertebral,
- granulom eozinofil,
- tumoră cu mieloplaxe.

Tumori maligne:

- condrosarcom,
- cordon.

Metastaze vertebrale.

În anumite cazuri, mielo-CT permite evaluarea extensiei intracanalare a leziunii, compresia și împingerea sacului dural, a măduvei și structurilor radiculare.

2. Bilanțul osteoporozei (realizare unei osteodensitometrii)

3. Patologie degenerativă și leziuni asociate

- Hernie discală (Fig.29);
- Canal rahidian îngust congenital/ dobândit;
- Spondilolistezis.

4. Patologie traumatică

- Fracturi și fracturi luxații;
- Fragment osos intracanal;
- Hernie discală posttraumatică;
- Hematom epidural.

5. Spondilodiscite caracterizate prin:

- anomalii de morfologie discală;
- osteolize la nivelul platourilor vertebrale a două vertebre adiacente;
- acumulare aerică intra și perivertebrală;
- abces paravertebral.

6. Malformații osoase congenitale

- spina bifida aperta;
- spina bifida oculta.

7. Patologie tumorală intradurală extramedulară

- mielo-CT în evaluarea neurinoamelor și meningioamelor.

6. IMAGISTICA PRIN REZONANȚĂ MAGNETICĂ (IRM)

Principiul care stă la baza fenomenului de rezonanță magnetică este reprezentat de transferul de energie între două sisteme care oscilează cu aceeași frecvență.

Undele utilizate în IRM au frecvențe cuprinse între 1 și 100 MHz aceleași ca și cele utilizate pentru emisiile radiofonice. Aceste unde poartă numele de unde de radio-frecvență (RF). Emisia acestor unde se face de către o antenă emițătoare care de regulă servește și pentru recepționarea semnalului.

Structura care va reacționa în corpul omenesc este reprezentată de nucleul de hidrogen. Acești nuclei așezați într-un câmp magnetic vor intra în rezonanță cu o frecvență proprie numită și *frecvență Larmor* ce variază cu intensitatea câmpului magnetic.

Fiecare proton posedă un moment magnetic numit *spin*. După ce protonii au fost excitați printr-o undă de RF ei vor reveni la poziția de echilibru fenomen numit și *relaxare*. Există o *relaxare longitudinală T1* (Fig.30) și o *relaxare transversală T2* (Fig. 31).

În IRM nu există scări de densitate ca în CT, semnalul unui țesut patologic este comparat cu un țesut de referință. În etajul supratentorial țesutul de referință este dat de substanța cenușie, iar la nivel vertebro-medular este dat de măduva spinării.

Față de aceste țesuturi de referință o leziune poate fi în *hiposemnal* (Fig.32), *izosemnal* sau *hipersemnal* (Fig.33).

6.1. SEMIOLOGIA IRM

Semnificația unei zone de hiposemnal (negru)

| Secvența în ponderație T1 | Secvența în ponderație T2 |
|---------------------------|---|
| Lichidul cefalorahidian | Aer |
| Necroza | Calcificări / Os compact |
| Aer | Hemosiderina |
| Calcificări / Os compact | Vase cu flux rapid |
| Vase cu flux rapid | Artefacte metalice |
| Artefacte metalice | Mișcările de flux ale lichidului cefalorahidian |

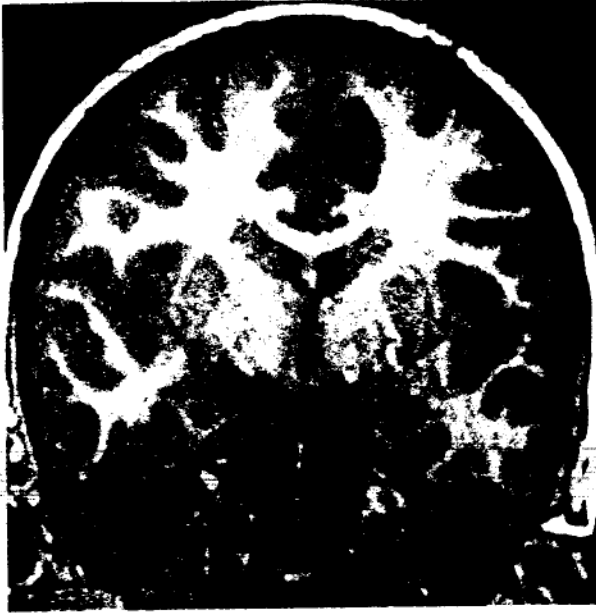


Fig.30 - IRM în ponderație T1:
secțiune coronală ce trece prin V3 și coarnele
frontale: lichidul cefalorahidian - negru;
grăsimea - albă.



Fig.31-IRM în ponderație T2:
secțiune coronală ce trece prin conductele
auditive interne: lichidul cefalorahidian - alb;
grăsimea cu semnal diminuat.

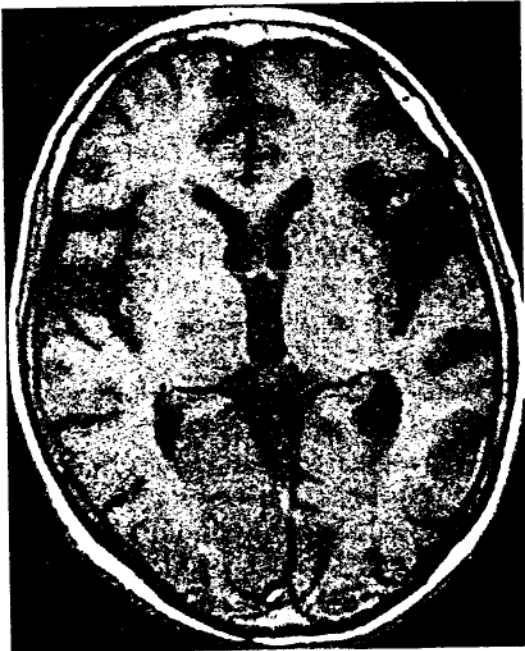


Fig.32-IRM in ponderatie T1:
plajă în hiposemnal T1 ce ocupă
regiunea occipitală dreaptă și lacună
talamică dreaptă - **ischemie recentă**
în teritoriul ACP drepte



Fig.33-IRM în ponderație T1:
secțiune mediosagitală - acumulare în hiper-
semnal T1 ușor polilobată (grăsime) proiectată
median în regiunea corpului calos la nivelul
genunchiului, fără edem - **lipom**, ce asociază
agenezie de corp calos.

Semnificația unei zone de hipersemnal (alb)

| Secvența în ponderație T1 | Secvența în ponderație T2 |
|--|---|
| Sângele în stadiul subacut (peste 7 zile) Grăsimea Melanina Vase cu flux lent Priza de contrast după injectare de Gadolinium – meninge – hipofiză – sinusuri venoase –ruptură a BHE | Lichidul cefalorahidian Sângele în stadiul subacut Colecție fluidă Edem Demielinizare Tumoră Glioză |

Este foarte importantă analizarea unui semnal în ecouri succesive ponderate T2. De exemplu plăcile de demielinizare și țesutul tumoral apar în hipersemnal încă din primele ecouri. Procesul lichidian apare în hipersemnal T2 doar pe ecourile tardive. Grăsimea apare cu un semnal relativ ridicat în primul ecou, semnalul diminuându-și intensitatea pe ecourile tardive.

În IRM secțiunile se pot realiza în orice plan al spațiului: axial (transvers), coronal, sagital, oblic.

Pentru **explorarea encefalului** secvențele în ponderație T1 sunt optime pentru studiul morfologic realizând un foarte bun contrast natural al diferitelor structuri anatomice.

Secvențele ponderate T2 sunt utile atât pentru diferențierea substanței albe de substanța cenușie cât și pentru analiza diferitelor componente (solide, chistice, hemoragice) ce intră în alcătuirea unei leziuni.

În **explorarea vertebro-medulară** secvențele în ponderație T1 permit studiul morfologic al măduvei spinării, în timp ce secvențele ponderate T2 permit obținerea unui contrast foarte bun între spațiile lichidiene perimedulare și structurile osteo-ligamentare având un efect mielografic. În ponderație T2, LCR este în hipersemnal, în timp ce structurile osoase rămân în hiposemnal.

Sensibilitate. Specificitate

Sensibilitatea IRM în patologia cranio-cerebrală și vertebro-medulară este superioară față de CT, dar specificitatea este limitată. Semnalul orientează foarte rar către natura unei leziuni, majoritatea leziunilor fie ele tumorale, vasculare sau inflamatorii sunt în hiposemnal T1 și hipersemnal T2.

Numai un semnal hiperintens T1 (grăsime, melanină, sânge în stadiu subacut, chist cu conținut proteic) sau hipeintens în ecourile tardive T2 (chist, țesut necrotic) aduc elemente de specificitate.

Produsele de contrast

Produsele de contrast utilizate în IRM sunt paramagnetice tip Gadolinium. Ele ameliorează contrastul între țesuturile normale și patologice. În mod normal se încarcă cu contrast cortul cerebelului, coasa creierului, meningele, plexurile coroide, mucoasa sinusurilor, antehipofiza, tija pituitară, structurile venoase.

Avantajele și limitele examenului IRM

| Avantajele examenului IRM | Limitele examenului IRM |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">– permite o mai bună rezoluție în contrast– permite studiul unei leziuni în cele 3 planuri ale spațiului– ideală pentru studiul fosei cerebrale posterioare (absența artefactelor de os întâlnite în CT)– nu există iradiere– risc excepțional de șoc anafilactic | <ul style="list-style-type: none">– timp de examinare relativ lung– rezoluție spațială încă inferioară față de CT high resolution– calcificările sunt greu evidențiable datorită absenței semnalului acestor structuri |

6.2. CONTRAINDICAȚIILE EXAMENULUI IRM

Absolute:

- Clipuri feromagnetice intracraniene;
- Pacemakeri cardiaci;
- Proteze metalice valvulare;
- Corpi străini metalici intraoculari.

Relative:

- Claustrofobi;
- Pacienți ventilați-intubați;
- Sarcina în primele 3 luni.

6.3. TEHNICA DE EXAMINARE

6.3.1. PATOLOGIA CRANIO-CEREBRALĂ

Se începe de obicei cu o achiziție rapidă ponderată în echo-gradient T1 în planuri multiple ce servește la poziționarea secțiunilor ulterioare. O serie de secțiuni ponderate T1 SE (spin - echo) în plan sagital este utilă pentru evidențierea malformațiilor de joncțiune cranio-cervicală.

Planul coronal este utilizat în studiul leziunilor lobilor temporali sau al proceselor patologice de linie mediană.

Secvențele T2 se realizează în studiul proceselor tumorale, vasculare, inflamatorii. Sunt secvențele cele mai sensibile pentru detectarea anomaliilor de semnal la nivelul substanței albe, planul axial fiind cel mai utilizat.

Injecția de contrast paramagnetic iv se realizează în mod sistematic în patologia tumorală sau infecțioasă, permițând evidențierea ruperii barierei hemato-encefalice.

6.3.2. PATOLOGIA VERTEBRO-MEDULARĂ

Secțiunile sagitale ponderate T1 SE sunt utilizate pentru analiza structurilor anatomice mai ales a măduvei.

Secțiunile în ponderație T2 sunt utilizate mai ales în patologia degenerativă și inflamatorie datorită efectului mielografic. Secțiunile în plan axial sunt necesare în cazul proceselor tumorale pentru precizarea sediului leziunii intra- sau extradural.

Injecția de Gadolinium cu efectuarea de secțiuni în plan coronal și sagital este necesară în cadrul patologiei tumorale și de tip inflamator.

6.4. APLICAȚIILE IRM ÎN NEURORADIOLOGIE

6.4.1. INDICAȚIILE IRM ÎN PATOLOGIA CRANIO-CEREBRALĂ

1 Patologia tumorală

Marea sensibilitate, lipsa artefactelor „de os” precum și utilizarea Gadoliniumului permit punerea în evidență a leziunilor de mici dimensiuni, uneori invizibile la examenul CT. Studiul în cele 3 planuri de referință ale spațiului (sagital, coronal, axial) furnizează un diagnostic topografic și un bilanț al extensiei și raporturile leziunii (Fig.34).

2. Afecțiunile substanței albe

În patologia de tip demielinizant prin utilizarea secvențelor ponderate T2 cu ecouri multiple este posibilă detectarea anomaliilor de semnal de la nivelul substanței albe ce apar sub formă de hipersemnale, examenul IRM fiind mult mai sensibil decât CT care poate fi normal (Fig.35).

În cadrul bolilor demielinizante, scleroza în plăci (leuconevraxita) reprezintă afecțiunea cea mai frecventă și corespunde unei atingeri primitive a mielinei. Există și boli demielinizante ereditare (de exemplu adrenoleucodistrofia) ce se datorează formării de mielină cu structură anormală.

Atingerea substanței albe poate fi de origine infecțioasă, toxică, iatrogenă sau poate apărea în cadrul sindromului de imunodeficiență dobândită.

Specificitatea IRM este relativ redusă, hipersemnalele T2 de la nivelul substanței albe întâlnindu-se și în leziuni vasculare, în lupus eritematos diseminat, sarcoidoză sau boala Behçet.

3. Patologie vasculară

IRM este utilă în detectarea infarctelor cerebrale în primele ore de la debut atunci când examenul CT este negativ.

Datorită absenței artefactelor de la nivelul fosei cerebrale posterioare, IRM permite bilanțul precis al infarctelor din sistemul vertebro-bazilar.

În bilanțul malformațiilor arterio-venoase IRM precizează morfologia și topografia nidusului, precum și drenajul venos.

Unele malformații vasculare, precum cavernomul, au un aspect IRM specific: leziune circumscrișă alcătuită dintr-o zonă centrală în hipersemnal T1 și T2 (datorită methemoglobinei) și o alta periferică, inelară în hiposemnal T2 secundară depozitelor de hemosiderină.

În studiul tromboflebitelor cerebrale IRM este examenul de primă intenție (Fig.36).

4. Patologie infecțioasă

Bilanțul IRM al encefalitelor (mai ales cea herpetică) în primele ore de la debut. Evaluarea meningitelor și a complicațiilor tardive (Fig.37).

5. Malformații cranio-cerebrale

Anomalii de rotație și migrație neuronală.

6.4.2. INDICAȚIILE IRM ÎN PATOLOGIA VERTEBRO-MEDULARĂ

1. Patologie malformativă

Bilanțul unei siringomieli: cavitate lichidiană intramedulară în izosemnal T1 și T2 cu LCR ce asociază creșterea în dimensiuni a măduvei ce îmbracă un aspect fusiform.

Fig.34-IRM în ponderație T2 și T1 cu Gadolinium

Masă rotund-ovalară în discret hipersemnal T2, cu încărcare omogenă postinjectare de contrast paramagnetic, localizată în cornul occipital drept - **meningiom intraventricular**.
Angio-RM venos - permeabilitate normală a sinusurilor venoase superficiale și profunde.

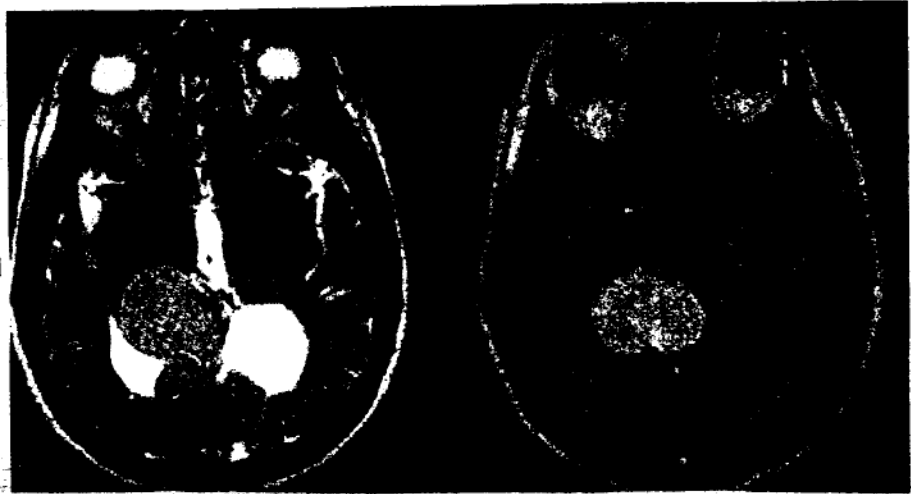


Fig.35-IRM în ponderație T2 (a) și DP (densitate de protoni) (b); leziuni în hipersemnal DP și T2 localizate în substanța albă ce bordează coarnele occipitale bilaterale - plăci de demielinizare în cadrul unei **scleroze în plăci**.

Fig. 35a

Fig. 35b

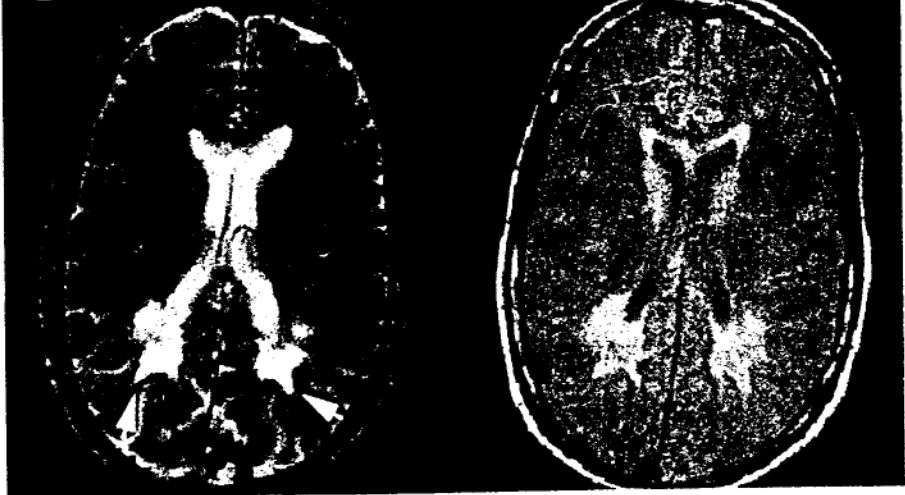


Fig.36-IRM în ponderație T1, DP și T2 într-un caz de **tromboflebită de sinus lateral stg.** ce asociază **accident hemoragic venos temporal stg.**: hipersemnal linear T1 la nivelul sinusului lateral stg ce corespunde trombozei recente; plajă cu semnal heterogen cu arii în hiposemnal și hipersemnal temporal stg.

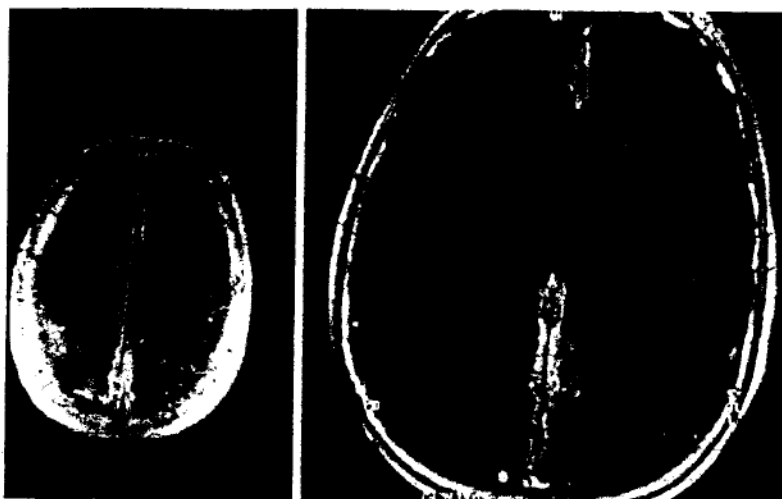
Fig. 36a

Fig. 36b

Fig. 36c



Fig.37-IRM în ponderație T1 cu contrast paramagnetic: priză de contrast leptomeningeală intergirală frontoparietală și la nivelul coasei creierului - **meningită**



IRM permite precizarea exactă a extinderii cavității, și în cazurile de leziuni siringomielice etajate, separate de țesut medular sănătos, evaluarea acestora într-o secvență unică de tip măduvă „totală”. Studiul joncțiunii cervico-occipitale este necesar întrucât siringomielia poate fi asociată cu malformații de joncțiune tip Arnold-Chiari, IRM evidențiind hernia amigdalelor cerebeloase în gaura occipitală.

Studiul disrafiilor dorso-lombo-sacrate:

- măduva atașată joasă;
- lipom: leziune circumscrișă în hipersemnal intens T1 ce se șterge atunci când se realizează secvențe de supresie a grăsimii tip FAT-SAT sau STIR;
- mielomeningocel.

2. Patologie tumorală

IRM precizează sediul și întinderea exactă a *proceselor tumorale intramedulare* (astrocitoame, endimoame). Injectarea de Gadolinium permite diferențierea chisturilor tumorale de cele netumorale prin evidențierea prizei de contrast perichistică sau a unui nodul periferic (Fig.38 a,b,c).

În *patologia tumorală intradurală extramedulară* (meningiom, neurinom), IRM precizează topografia și dimensiunile leziunii, existența bazei de implantare meningeae pentru meningioame sau a extensiei prin gaura de conjugare de-a lungul unei rădăcini nervoase în cazul unui neurinom, precum și localizările multiple plurietajate în cazul neurofibromatozei tip 2.

În *tumorile epidurale* (tumori vertebrale extinse în spațiul epidural sau metastaze), IRM precizează extensia longitudinală a leziunii (utilitatea secțiunilor sagitale și coronale T1 cu contrast) și caracterele compresiunii medulare (secțiunile axiale T1 cu contrast ce permit evaluarea extensiei intra- / extracanalare a tumorii)

3. Patologie infecțioasă și de tip inflamator

• *Bilanțul spondilodiscitei* – IRM în raport cu CT oferă următoarele avantaje:

- diagnosticul poate fi făcut precoce în fața unui hipersemnal T2 localizat la nivelul discului și „în oglindă” la nivelul platourilor vertebrale adiacente.
- evaluarea leziunilor plurietajate;
- bilanțul extensiei în spațiul epidural a procesului infecțios;
- evidențierea semnelor de suferință medulară și
- extensia în părțile moi paravertebrale (Fig.39 a, b).

Fig.38-IRM cervical în ponderație T1 (a), T2(b) și T1 cu Gadolinium(c): nodul tumoral situat posterior de corpii vertebrali C3-C4 cu cavitate siringomielică (semnal similar LCR T1 și T2) în amonte și aval față de nodul tumoral. histopatologic: - **ependimom cervical**

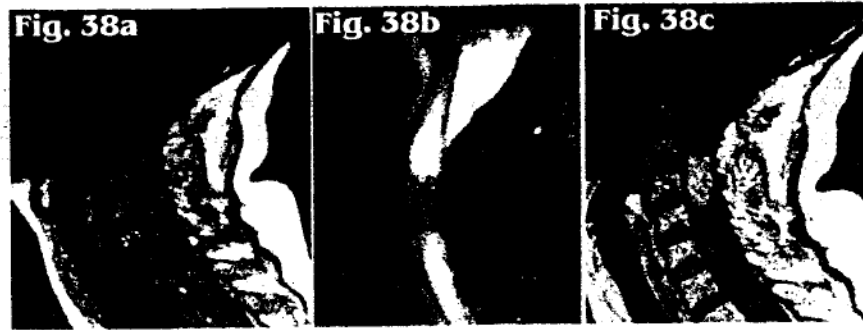
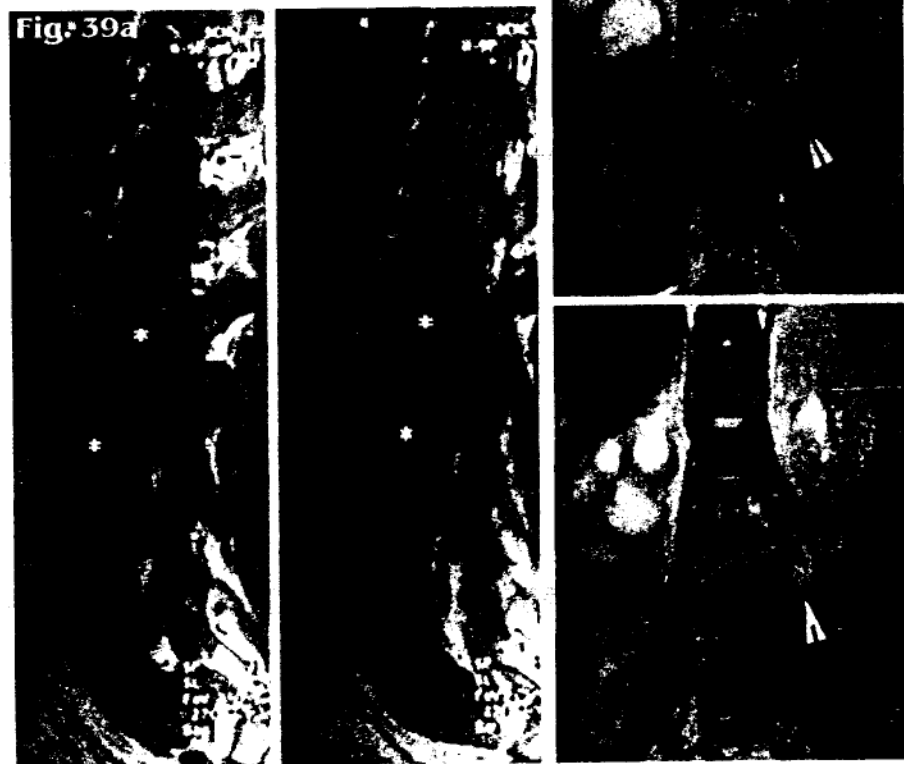


Fig.39-IRM colana lombară în ponderație T1 plan sagital (a) și T2 plan coronal (b): leziuni în hiposemnal T1, hipersemnal T2, în oglindă ce afectează corpii vertebrali L2-L3 și discul intervertebral cu prezența unei acumulări cu semnal chistic în masa psoasului stg - **spondilodiscită tuberculoasă lombară L2-L3** cu abces rece psoic stg; **ureterohidronefroză distructivă dreaptă.**



• Evaluarea leziunilor de tip demielinizant de la nivelul cordonului medular. Aceste leziuni apar sub forma unor imagini rotund-ovalare, în discret hiposemnal T1, hipersemnal T2 (Fig.40) ce se pot însoți de o minimă balonizare la nivelul segmentului medular afectat. Postcontrast în faza activă leziunile demielinizante devin în hipersemnal T1.

4. Patologie traumatică

- Diagnosticul contuziei medulare;
- Evaluarea hematomului epidural;
- Diagnosticul herniei discale posttraumatice;
- Bilanțul leziunilor posttraumatice tardive sechelare;
- Evidențierea unei cavități intramedulare;
- Bilanțul unui chist arahnoidian posttraumatic.

5. Patologie disco-degenerativă

Planul sagital T2 permite precizarea sediului sub- sau extraligamentar al herniei, gradul de migrare și efectele sale compresive radiculare sau medulare. Secțiunile în plan sagital ajută la precizarea topografiei porțiunii discale herniate (Fig.41a,b):

- hernie mediană;
- hernie paramediană;
- hernie foraminală;
- hernie extraforaminală.

Fig.40-IRM coloană cervicală în ponderație T2:

mică zonă în hipersemnal T2 intramedulară fără deformarea sau balonizarea măduvei cervicale proiectată dorsal față de C2 într-un context de **scleroză în plăci**.

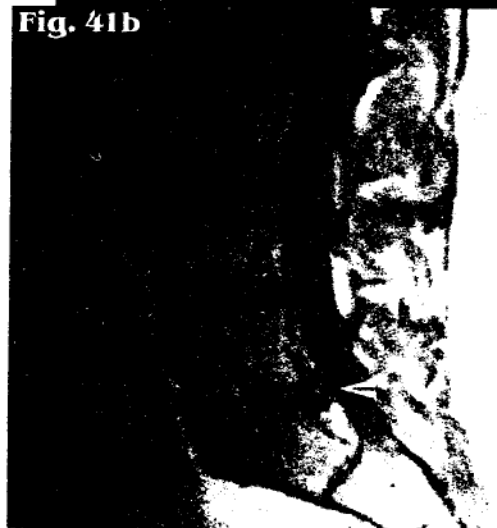
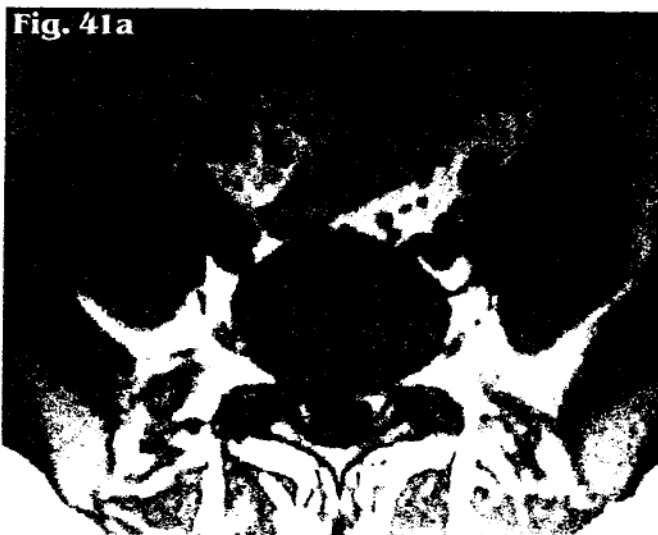


Fig.41-IRM coloană lombară în ponderație T1 plan axial centrat la nivel lezional (a) și sagital (b): debord discal median și paramedian drept, extins spre regiunea foraminală la nivel L5-S1 cu compresie asupra sacului dural și posibil conflict radicular – **hernie discală**.

CAPITOLUL X

NOȚIUNI DE MEDICINĂ NUCLEARĂ

I. Codorean

I. INTRODUCERE

Medicina Nucleară este o specialitate medicală care se ocupă cu utilizarea unor izotopi radioactivi (radiofarmaceutice) în scop diagnostic și terapeutic. Ea are două domenii de activitate diagnostică, unul imagistic care își oferă informațiile diagnostice prin vizualizarea scintigrafică a diferitelor sisteme anatomice, organe interne sau procese metabolice și un domeniu nonimagistic, în care datele diagnostice se obțin prin dozarea cantitativă prin tehnicile radioimunologică și radiochimică.

În materialul de față ne vom ocupa succint, în conformitate cu tematica cursurilor și baremul activităților practice pentru studenți, prezentând spectrul de aplicabilitate clinică, precum și prioritățile diagnostice pe care le prezintă Medicina Nucleară, comparativ cu celelalte tehnici imagistice ulterior apărute cum sunt echografia, tomografia computerizată și rezonanța magnetică. Menționăm de la început că, în ordine cronologică, scintigrafia (1951) după radiografia clasică (1895), este a doua tehnică care a revoluționat medicina prin vizualizarea funcției și morfologiei unor organe interne ce nu au putut fi vizualizate radiografic.

Scintigrafia se poate defini ca o tehnică noninvazivă de explorare a corpului omenesc a cărui principiu constă în administrarea unor izotopi radioactivi gamma emițători (radiofarmaceutice) care, având tropism pentru un organ, proces metabolic sau leziune, este captat selectiv în raport cu starea funcțională a elementului vizat. Radiațiile gamma emise de radiofarmaceutic sunt captate la suprafața corpului de un echipament de detecție care prin procesare computerizată redau sub formă de imagine aspectul normal sau patologic al organului respectiv. Astfel, pentru efectuarea unei scintigrafii este necesară prezența unui radiofarmaceutic cu selectivitate pentru un anumit substrat funcțional, în raport cu patologia suspectată, și un echipament de detecție și procesare a radiației gamma care să permită redarea imaginii substratului respectiv.

Domeniul Imagistic cuprinde următoarele tehnici, în ordinea în care s-au dezvoltat: scintigrafia planară statică și dinamică, tomoscintigrafia de monoemisie (SPECT), tomografia prin emisie de pozitroni (PET). Menționăm de la început că aceste tehnici completează și amplifică performanțele diagnosticului, oferite de celelalte metode imagistice prin furnizarea de date predominant funcționale.

2. DOMENIUL IMAGISTIC

2.1 SCINTIGRAFIA PLANARĂ

2.1.1 APARATURĂ

Primul aparat care a permis vizualizarea unor organe interne (tiroida) a fost scintigraful liniar cu detector mobil (Cassen - 1951), ulterior Anger (1960) introducând în practica clinică camera de scintilație cu detector staționar (figura 1). În 1970 SHORTLY cuplează la camera de scintilație un calculator electronic, făcând posibilă evaluarea statică și dinamică a unor procese fiziologice, scintigrafia devenind astfel prima tehnică imagistică în care s-a utilizat un sistem computerizat pentru achiziția, stocarea, prelucrarea și redarea datelor sub formă de imagine (figura 2).

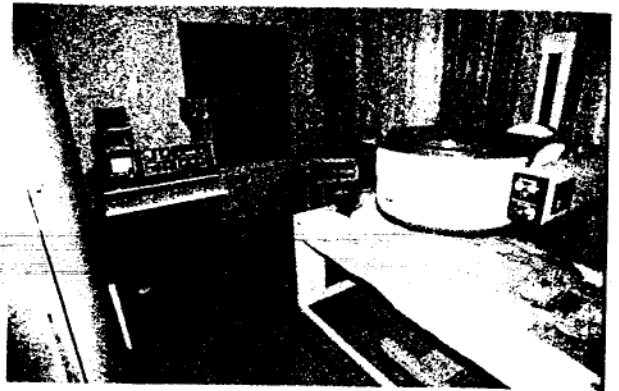


Fig. 1: Camera de scintilație cu detector staționar (Anger)

2.1.2 TEHNICILE SCINTIGRAFICE

Angioscintigrafia este o tehnică ce permite evaluarea secvențială dinamică a perfuziei sangvine a diferitelor organe și sisteme anatomice. Aportul său diagnostic este considerabil în aprecierea cantitativă și calitativă a perfuziei sangvine renale, hepatice și cerebrale, precum și în prima fază a scintigrafiei osoase trifazice.

Scintigrafia dinamică, prin evaluarea tranzitului unor substanțe chimice radiomarcate, permite aprecierea funcției de filtrare glomerulară și excreție caliceo-bazineto-ureterală, a cineticii fluxului biliar sau a lichidului cefalo-rahidian.

Scintigrafia statică reprezintă tehnica prin care pot fi evaluate atât funcția diferitelor organe interne (funcția de secreție a rinichiului, funcția coloidopexică a ficatului, funcția osteogenică), cât și morfologia acestora.

2.1.3 RADIOFARMACEUTICE

În prezent, cel mai utilizat radiotrasor este Technetiul (^{99m}Tc) [Harper - 1965], care s-a impus în practica clinică datorită calităților sale de ordin:

- **fizic** - timp de înjumătățire fizică scurt - 6h, energie fotonică joasă - 140 keV, ideală pentru detecția cu camera de scintilație, emisie de radiație gamma monoenergetică, absența radiației beta
- **chimic** - capacitatea de a fi conjugat cu o serie de substanțe, în funcție de investigația necesară



Fig. 2: Sisteme computerizate racordate la camera de scintilație.

- **biologic** - clearance sangvin convenabil, iradiere scăzută a organismului, ceea ce permite repetarea examinării fără pericol de iradiere
- **economic** - preț de cost rezonabil

2.2 TOMOGRAFIA SCINTIGRAFICĂ DE MONOEMISIE

2.2.1 APARATURĂ

Această nouă metodă, cunoscută și sub numele original de Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT), a fost posibil de efectuat datorită apariției camerei de scintilație cu detector rotativ, cu sistem tomografic și whole-body încorporat (Phelps 1977) (figura 3). Prin efectuarea de secțiuni tomografice în plan sagital, transversal și coronal, această tehnică a permis evaluarea în profunzime a diferitelor organe interne, cu aprecierea funcției și afișarea tridimensională a structurii acestora.

Tomoscintigrafia de monoemisie a făcut posibilă utilizarea anticorpilor monoclonali marcați radioactiv cu ^{99m}Tc -pertechnetat sau ^{111}In , sintetizați cu câțiva ani înainte (Kohler, Milstein 1975), ca agenți de vizualizare a diferitelor substraturi maligne, tehnica fiind numită radioimunoscintigrafie (RIS) [Goldenberg 1978].

RIS reprezintă în prezent un domeniu de vârf a medicinei nucleare în general și al oncologiei în special, având dublu rol atât diagnostic, prin detecția la nivel biochimic a cancerului, cât și terapeutic prin iradierea țintită a substratului malign de către radioizotopul care a marcat anticorpul monoclonal.

Vizualizarea tomoscintigrafică și evidențierea la diferite nivele de profunzime a organului investigat sau a întregului corp se face în prezent cu o cameră de scintilație cu unul, doi sau trei detectori rotativi.

2.2.2 RADIOFARMACEUTICE

Radiofarmaceuticele utilizate pot avea substrat nespecific (Tc^{99m} , Xe^{133} , Kr^{81} , I^{123}), care după administrare nu participă la nici o reacție specifică sau substrat specific: metabolic, inhibitori enzimatici, receptori, anticorpi marcați.

Dozele folosite variază între 3 și 20 mCi, în funcție de tipul investigației de efectuat.

2.3 TOMOGRAFIA PRIN EMISIE DE POZITRONI

Principiul acestei metode se bazează pe faptul că pozitronul (particulă încărcată pozitiv) emis prin dezintegrarea nucleului radionuclidului respectiv, după un parcurs de cca 1-2 mm este anihilat de un electron (cu sarcină negativă), rezultând 2 fotoni cu energie de 511KeV emiși în sensuri opuse (la 180°), detecția lor pe cristalul de scintilație fiind în coincidență. Prin captarea fotonilor de către aparatura de detecție se poate identifica spațial fixarea radiotrasorului, redând astfel, sub formă de imagine tomografică, substratul lezional.

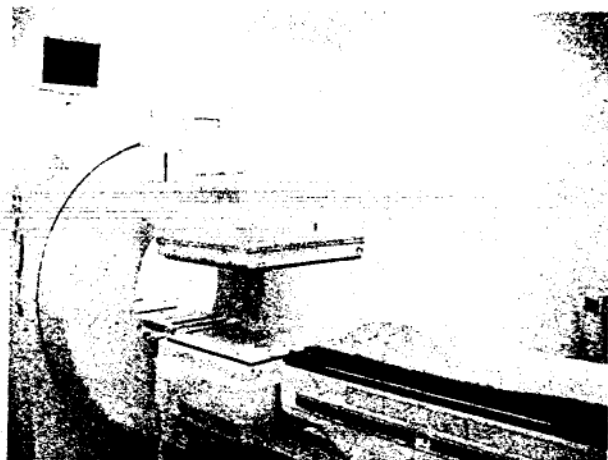


Fig. 3: Cameră de scintilație cu două capete detectoare care permite achiziția datelor pentru studiile SPECT și whole-body

2.3.1 APARATURĂ

În prezent se utilizează un sistem tomografic cu unul sau mai multe inele cu detectori solizi, care permit efectuarea unor tomografii pozitronice de organ sau de întreg corp „whole body”.

2.3.2 RADIOFARMACEUTICE

Se folosesc radionuclizi emițători de pozitroni (C^{11} , N^{13} , F^{18} , O^{15} , Rb^{82}) cu substrat specific.

Cel mai frecvent utilizat în diagnosticul scintigrafic este ^{18}F , care este produs la ciclotron și are un timp de înjumătățire fizică de 110 min. Spre exemplu, marcarea glucozei cu ^{18}F , fluordezoxiglucoza (FDG) a permis vizualizarea tomoscintigrafică a metabolismului energetic al creierului, identificându-se astfel substraturi lezionale la nivel biochimic.

2.4 APLICAȚII CLINICE

2.4.1 CARDIOLOGIE

Patologia cardio-vasculară beneficiază de aportul imagistic al următoarelor tehnici: scintigrafia miocardică de perfuzie, scintigrafia infarctului miocardic acut, angiocardiografia la „prima trecere” a radiotrasorului, angiografia „la echilibru” sincronizată cu EKG.

2.4.1.1 Scintigrafia miocardică de perfuzie (SMP)

Principiu

Se bazează pe proprietatea unor radiotrasori injectați i.v. de a fi extrași din sânge și reținuți în celulele miocardice proporțional cu fluxul sangvin coronarian. Detecția externă a radiației gamma emise reproduce pe imaginea scintigrafică starea perfuziei miocardice.

Radiofarmaceutice

Cel mai vechi și larg utilizat radiotrasor a fost Thaliul (Tl^{201} cu $T_{1/2}=73h$; $E=80keV$).

În prezent se utilizează Tc 99m-MIBI (metoxil-izobutil-izonitril) (Holman 1988) sau radiotrasori emițători de pozitroni: Rb^{82} , N^{13} amoniu, pentru circulația coronariană și derivații fluorurați F^{18} ai glucozei, palmitat de C^{11} , pentru metabolismul miocardic.

Evaluarea perfuziei miocardice se face la repaus și la efort fizic sau farmacodinamic (dipiridamol, adenozină sau dobutamină).

Din punctul de vedere al semiologiei tomoscintigrafice, ariile miocardice neperfuzate sau slab perfuzate apar ca zone lacunare sau hipofixante.

Indicațiile scintigrafiei miocardice de perfuzie

- Detecția ischemiei miocardice în repaus și la efort. Tomoscintigrafia cu pozitroni aduce informații diagnostice, funcțional metabolice cu rol important în elucidarea fiziopatologiei ischemiei miocardice (Bruken - 1989) și a cardiomiopatiilor hipertrofice (Gould - 1989)
- Evaluarea viabilității țesutului miocardic
- Detecția infarctului miocardic acut
- Aprecierea semnificației funcționale a leziunii de stenoză la cei cărora li se va efectua by-pass aorto-coronarian
- Delimitarea ariei ventriculare hipoperfuzate
- Evaluarea reușitei grefei

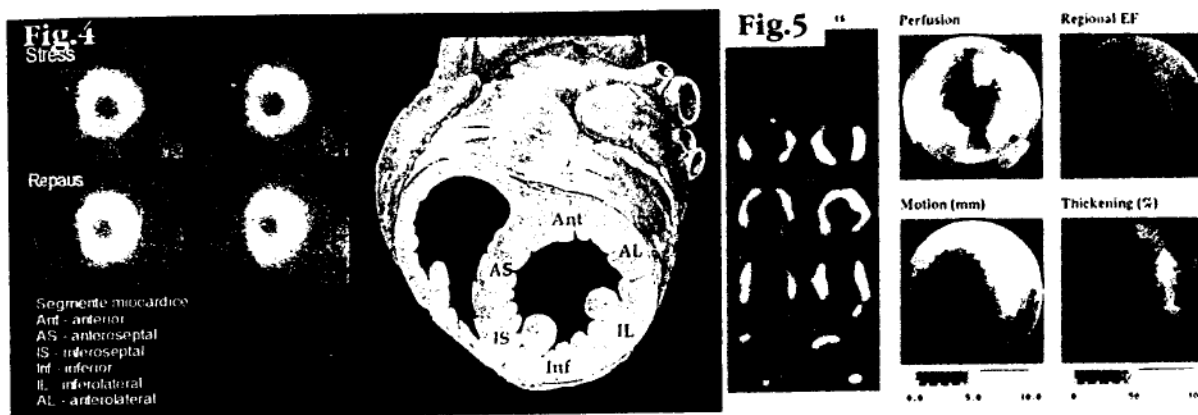


Fig.4: Reprezentarea scintigrafică și anatomică a segmentelor miocardice, prin tehnica SPECT în axul scurt

Fig.5: Examen SPECT-GATED, cu aspect caracteristic pentru defecte majore de perfuzie la nivelul pereților anterior, apical și inferior, asociate cu tulburări de motilitate și scăderea fracției de ejeție a ventriculului stâng

Interpretare

După analiza computerizată, datele achiziționate sunt prezentate atât ca secțiuni în axul scurt, axul lung vertical și în axul orizontal al cordului, cât și sub forma unei hărți (imagini) polare - bull's eye - obținute prin însumarea secțiunilor în axul scurt sau sub forma unei reconstrucții tridimensionale (figura 4, figura 5).

2.4.1.2 Scintigrafia și tomoscintigrafia IMA (SIMA)

Principiu

Constă în detectarea radiației gamma emisă de un radiotrasor captat selectiv de celulele miocardice lezate ireversibil.

Radiofarmaceutice

Cel mai vechi și larg utilizat este ^{99m}Tc -pirofosfat (Bonte - 1975), care este captat de calciul depozitat în mitocondriile celulelor miocardice necrozate și de macromoleculele denaturate de procesul ischemic.

Recent a fost introdus în practica clinică anticorpul antimiozină microsferă marcat cu ^{111}I (MYOSCINT) (Avijit Lahiri - 1990) care este captat selectiv de miocitele a căror membrană este lezată, cu o sensibilitate a detecției precoce de 85% și o specificitate >90%. SIMA cu Myoscint se folosește ca metodă de screening la pacienții cu dureri precordiale care nu au modificări enzimactice sau EKG.

În prezent se folosește tehnica SPECT cu 2 radiotrasori: Myoscint ca indicator al leziunii de necroză și ^{99m}Tc -MIBI ca agent de vizualizare a integrității perfuziei miocardice.

Tehnica cu doi radiotrasori permite o evaluare precisă a localizării și extinderii leziunii de infarct, iar tomografia pozitronică cu ^{18}F -fluoro-dezoxiglucoză ($\text{F}^{18}\text{-DFG}$) permite evaluarea celulelor miocardice viabile care captează radiotrasorul prin metabolizarea glucozei, zonele infarctizate fiind „zone reci”.

2.4.1.3 Angiocardiografia - tehnica „la prima trecere”

Principiu

Se bazează pe injectarea în „bol” a unui radiotrasor gamma emițător și vizualizarea scintigrafică secvențială în sistem computerizat a trecerii bolusului prin venele subclavie, cavă superioară, cavitățile cardiace stîngi și marile vase.

Aport diagnostic

Această tehnică permite în timp foarte scurt, evaluarea calitativă a circulației cardio-pulmonare și a dinamicii cavitațiilor cardiace și a marilor vase și evaluarea cantitativă prin determinarea unor parametri hemodinamici, ca: fracția de ejeție a ventriculelor, cinetica globală și regională a pereților ventriculari, fracțiile regurgitante cu rol important în aprecierea performanței cardiace (figura 6).

Indicația majoră este detecția și cuantificarea șunturilor stânga-dreapta care se bazează pe recircularea precoce a radiotrasorului la nivelul plămânilor și inimii drepte datorită comunicării între cavitațiile stângi și cele drepte.

2.4.1.4 Angiocardiografia - tehnica „la echilibru” sincronizată cu electrocardiograma

Principiu

Constă în marcarea „in vivo” a sângelui circulant cu ^{99m}Tc -pirofosfat (tehnica Pavel) și vizualizarea dinamică a radioactivității cardiace pentru a controla intervalul de timp în care sunt înregistrate imaginile cardiace. Achiziția datelor de către aparatul de detecție este sincronizată cu unda „R” de pe EKG ca indicator al fiecărui ciclu cardiac.

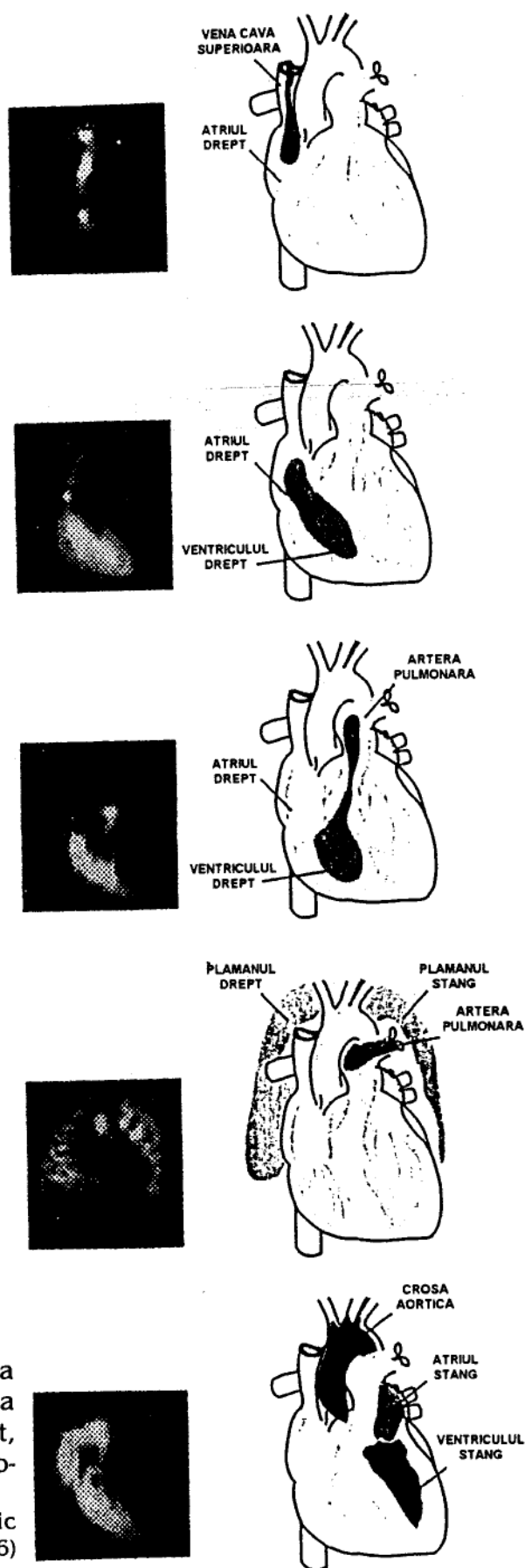


Fig.6: Reprezentarea schematică a trecerii bolusului radioactiv prin vena cavă superioară și atrul drept, ventriculul drept, conul arterei pulmonare, plămâni și cavitațiile stângi (modificat după Sandler, Diagnostic Nuclear Medicine, Williams & Wilkins, 1996)

Aport diagnostic:

Prelucrarea în sistem computerizat prin programe speciale a datelor și imaginilor permit calcularea unor parametri hemodinamici ai performanței pompei ventriculare în repaus și la efort, cum ar fi: fracția de ejeție a VS și VD, determinarea volumelor ventriculare în telediastolă și telesistolă, evaluarea asinergiilor de contracție globale sau regionale ale peretilor ventriculului (cinetica parietală) (figura 7).

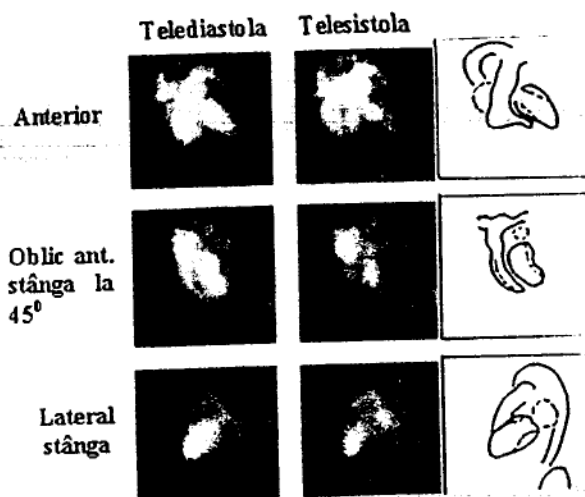


Fig. 7: Angiocardiograma radionuclidică la echilibru evidențiază o akinezie anterioară, apicală și septală la un pacient cu fracție de ejeție a ventriculului stâng de 33%. Secvențele telediastolice și telesistolice sunt prezentate în incidență anterioară, oblic anterioară stângă și laterală stângă

2.4.2 NEUROLOGIE

Patologia sistemului nervos central beneficiază de aportul diagnostic al următoarelor tehnici scintigrafice: scintigrafia planară convențională, tomografia scintigrafică de monoemisie (SPECT) și tomografia prin emisie de pozitroni.

2.4.2.1 Scintigrafia planară convențională

Angioscintigrafia secvențială cu injectare în „bol” a radiotrasorului (GAE) permite identificarea rapidă a permeabilității sistemului arterial cervico-cerebral cu rol important în detecția precoce a obstrucțiilor arteriale. De asemenea, permite evaluarea cantitativă a timpilor de tranzit al bolusului radioactiv în faza arterială (6-12sec.), faza capilară (16-22sec.) și faza venoasă (22-30sec.) (figura 8).

Scintigrafia statică precoce și tardivă cu radiotrasori nedifuzabili (Tc^{99m} -pertechnetat, DTPA)

Alterarea barierei hemato-encefalice prin procese vasculare sau tumorale permite difuzarea extravasculară a radiotrasorului în parenchimul cerebral, vizualizând astfel substratul lezional (figura 9).

În prezent scintigrafia statică precoce și tardivă își păstrează actualitatea în diagnosticul precoce al AV ischemic, în stabilirea mecanismului patogenetic al hidrocefaliilor, în evaluarea permeabi-

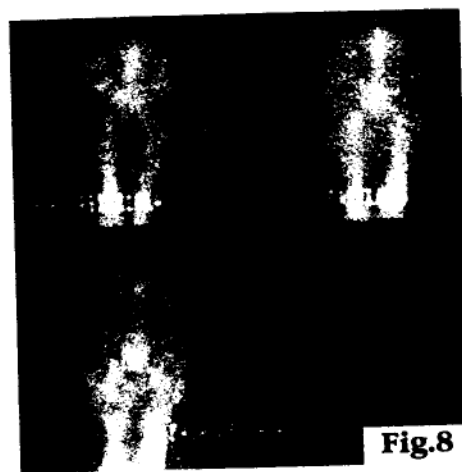


Fig.8

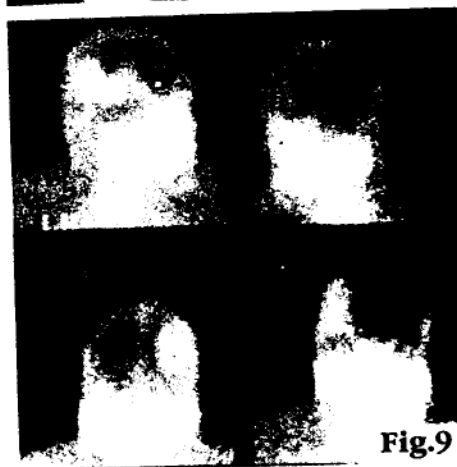


Fig.9

Fig.8: Angioscintigrafie cerebrală (fază arterială, capilară și venoasă) aspect normal

Fig.9: Scintigrafie cerebrală statică cu radiotrasor nedifuzabil - proces tumoral cu lezarea barierei hemato-encefalice

Fig.10: SPECT cerebral - evidențierea focarului epileptic în criză (temporal posterior în dreapta)

lității șunturilor din hidrocefalii, precum și în diagnosticul și localizarea fistulelor LCR (rinoree sau otoree).

2.4.2.2 Tomografia scintigrafică de monoemisie (SPECT)

Apariția radiofarmaceuticelor care străbat bariera hemato-encefalică integră și pătrund în parenchimul cerebral, a permis determinarea cantitativă a debitului sangvin cerebral global și local, cu vizualizarea tomoscintigrafică tridimensională a leziunilor vasculare.

Cei mai utilizați radiotrasori difuzabili în parenchimul cerebral sunt:

- ^{123}I Izopropil iodamfetamina [Winchell - 1980]
- $\text{Tc}^{99\text{m}}$ -HMPAO (hexametilpropilenaminooxima)
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD (etilen cistein dimer)

SPECT permite de asemenea, atât identificarea focarelor epileptogene în criză (zone „fierbinți”) sau în afara crizei (zone „reci”), cât și identificarea ariilor ischemice în accidentul vascular cerebral, boala Alzheimer, maladia Pick, diferite tipuri de demențe, vizualizate tomoscintigrafic ca arii cu defect de perfuzie (figura 10, 11, 12).

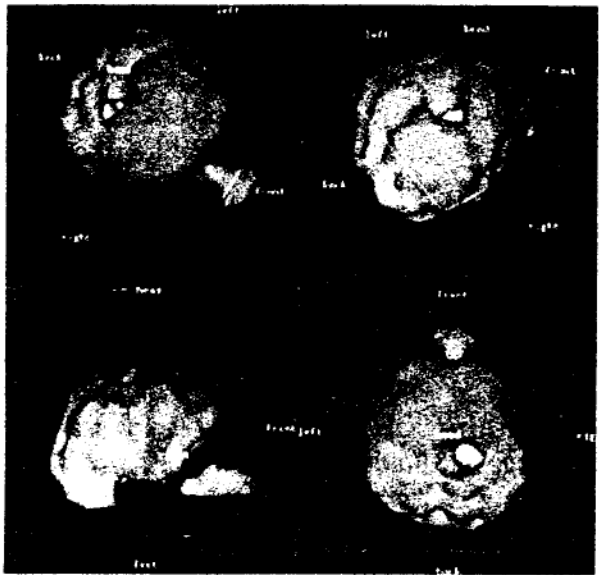
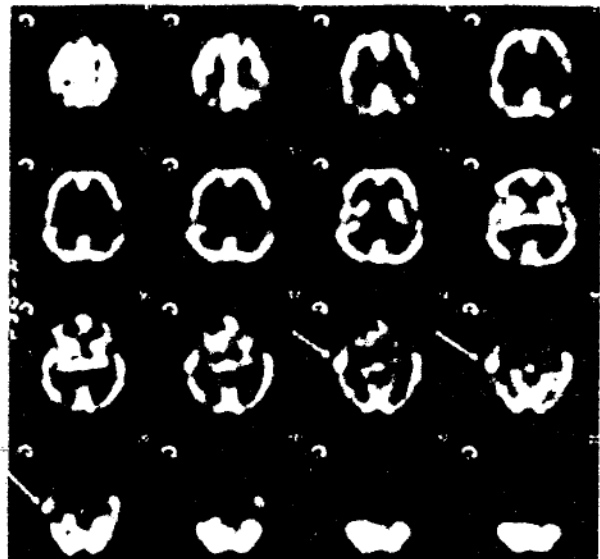


Fig.11: SPECT cerebral cu reconstrucție 3D - defect de perfuzie parietal dreapta

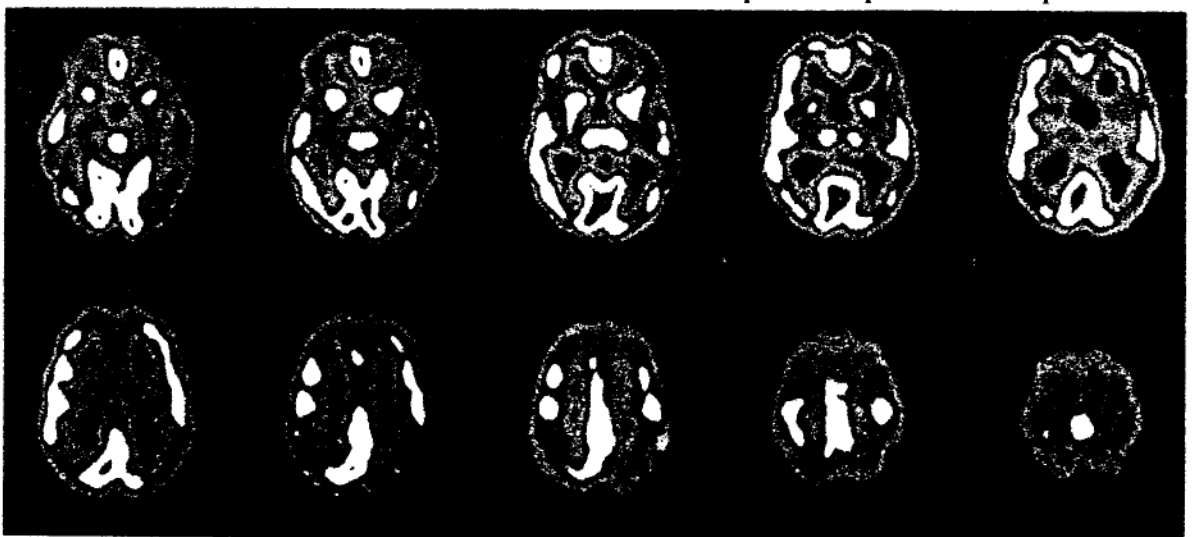


Fig.12: SPECT cerebral - hipoperfuzie difuză, bilaterală într-un caz de maladie Alzheimer

2.4.2.3 Tomografia prin emisie de pozitroni (PET)

Prin utilizarea radiotrasorului emițător de pozitroni F^{18} (fluorodopa), PET a fost prima tehnică imagistică care a permis vizualizarea și obiectivizarea leziunilor din boala Parkinson pre- și post-transplant de țesut nervos fetal la nivelul nucleilor bazali (putamen).

Radiotrasorul analog al glucozei ^{18}F -FDG (fluorodezoxiglucoză) permite vizualizarea tomoscintigrafică a metabolismului energetic al creierului, identificând substraturi lezionale la nivel biochimic, având astfel prioritate față de celelalte metode imagistice (figura 13).

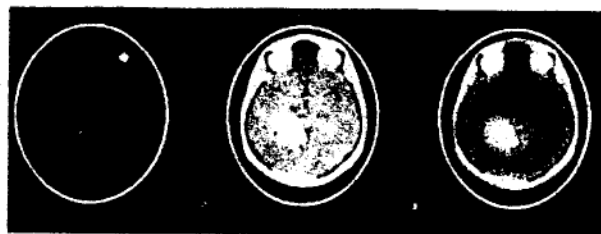


Fig.13: Imagini PET, IRM și de fuziune PET/IRM într-un gliom cerebral (după Harvard Atlas of Brain SPECT)

2.4.3 ONCOLOGIE

2.4.3.1 Scintigrafia convențională planară (SCP)

Multă vreme a fost singura metodă imagistică care a permis detecția unor formațiuni tumorale cu apartenență la organele interne sau schelet, dar absența unor radiofarmaceutice cu electivitate pentru celulele canceroase nu a permis stabilirea certă a substratului malign.

În prezent medicina nucleară oferă oncologului două tehnici imagistice care pot identifica și localiza tumorile maligne primare și eventualele leziuni secundare induse de acestea: radioimunoscintigrafia (RIS) și tomografia pozitronică „whole body” (PET).

2.4.3.2 Sistemul musculo-scheletal

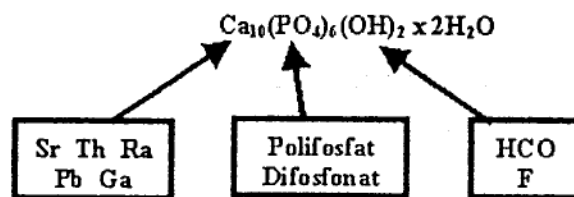
Scintigrafia osoasă reprezintă aproximativ 1/3 din totalul studiilor imagistice radionuclidice.

Principiu

Vizualizarea scintigrafică a țesutului osos se bazează pe proprietatea unor radiofarmaceutice de a se fixa de unul sau mai multe componente ce aparțin sistemelor celular sau necelular. Prin detectarea radiațiilor emise la suprafața corpului se urmărește distribuția radioactivității în funcție de activitatea metabolică osoasă.

Au fost propuse mai multe mecanisme ale captării trasorilor de către schelet, cu implicarea mai multor factori. Trasorul trebuie să fie eliberat din sânge, depozitarea sa precoce având loc pe suprafața calcifiantă a osului, unde fracția moleculară calciu/fosfat este scăzută, iar regiunea este bine hidratată datorită prezenței lichidului extracelular. Osul are o suprafață imensă, iar 10% din lichidul extracelular total este scheletal. Trasorul trebuie să treacă mai întâi prin matricea de osteoid pentru a căpăta accesul către osul nou, la suprafața trabeculară de creștere. Fosfatul de calciu amorf, imatur preia trasorul în această fază reactivă de formare a osului nou. Apoi, trifosfatul de calciu amorf, imatur ($Ca_3[PO_4]_2 [OH]_2$) se maturează în HAP (hidroxiapatită). Un proces similar intervine și în

Fig.14: Formula chimică a HAP și posibilele substituții care pot apare. Ionul de fluor poate fi schimbat cu un ion hidroxil, în timp ce ceilalți trasori trebuie încorporați în timpul formării osului, conducând frecvent la modificări fizice minore.



captarea radiotrasorului osteotrop în țesuturile moi, ca și în infarctul miocardic, caz în care traserul este preluat în mitocondria miocitului, iar microscopia electronică evidențiază trifosfatul de calciu amorf, de aspect pufos și spicului de HAP.

Formula HAP este $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$. Este structurată sub formă de straturi de ioni de calciu și hidroxil, legate între ele prin punți de fosfat. În structura diferiților radionuclizi au fost înlocuite diferite componente ale HAP, cu scopul vizualizării și a altor procese tumorale (figura 14).

Alți anioni încorporați în HAP sunt stronțitul, bariul, plumbul, thoriul și galiul.

Perfuzia sanguină osoasă

Perfuzia sanguină osoasă este factorul determinant principal al captării traserului: când perfuzia scade, scade și captarea osoasă a radiotrasorului, iar când perfuzia sanguină osoasă crește, crește și fixarea în schelet a traserului. În situația unei hiperemii, fixarea osoasă poate crește de 2-3 ori, comparativ cu o creștere de 15-20 de ori mai mare față de valorile normale, apărută în cazul intensificării activității osteoblastice. Din punct de vedere clinic, acest proces hiperemic general apare în inflamațiile locale ale părților moi (ex. celulita), după simpatectomie sau hemiplegie. Rolul perfuziei este important, deoarece în repaus, aprx. 15% din debitul cardiac este trimis către schelet. Arterele nutritive transportă majoritatea fluxului sangvin osos, iar aproximativ 1/4 din flux provine din sursele sinoviale și periostale.

Modelul captării traserului

Toate osteocitele și osteoblastele de la suprafața osului primesc sânge din capilare, dar capilarele nu sunt în contact direct cu suprafața celulară sau osteoidă. Între patul sangvin și masa osoasă există compartimentul lichidian extracelular osos. Pornind de la acest lucru, poate fi construit un model.

Radiotrasorul care este încorporat în țesutul osos imatur este strâns legat, în timp ce există un schimb larg între HAP și traserul osos. Acest lucru explică de ce leziunile datorate formării reactive de os (ex. tumorile, infecțiile și traumatismele) prezintă o creștere progresivă a captării după 24 de ore, comparativ cu osul normal - a patra fază a scintigrafiei osoase. 20% din radiotrasorul care ajunge la rinichi este filtrat și excretat. Acest model definește scintigrafia osoasă trifazică: prima fază reprezintă cea a aportului vascular, cea de-a doua a „blood-pool-ului” reprezintă o combinație între faza vasculară și distribuția în compartimentul lichidian extracelular, iar faza tardivă semnifică activitatea osteoblastică, de formare a osului nou (figura 15).

Indicații:

- monitorizarea evoluției cancerului metastatic (40%)
- diagnosticul metastazelor (20%),
- tumorile osoase primare (5%),
- afecțiuni osoase cu potențial malign: boala Paget, displazia fibroasă, miozita osifiantă (5%),
- evaluarea viabilității osoase (10%),
- afecțiunile ortopedice - fracturi de stress (15%),
- afecțiuni infecțioase - 5%

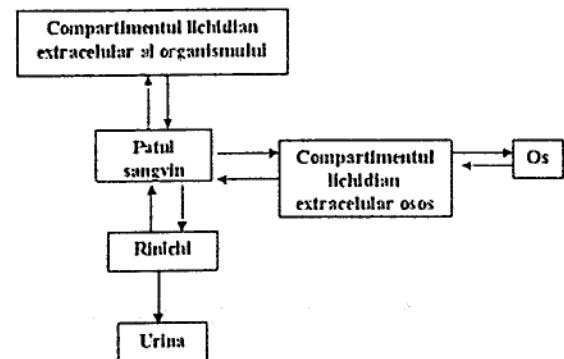


Fig.15: Reprezentarea schematică a modelului celor 5 compartimente

Radiofarmaceutice

Condiția ca un radiotrasor să realizeze o imagine de bună calitate impune obținerea unui raport între captarea în os și țesutul moale cât mai ridicat.

Actualmente se utilizează: ^{99m}Tc -metilendifosfonat (MDP) și ^{99m}Tc -hidroximetilendifosfonat (HMDP).

Tehnici (figura 16, 17, 18)

Tabelul 1

| Protocol | Indicație |
|--|---|
| Imagini ale unei anumite regiuni | Leziuni osoase la sportivi |
| Whole-body | Boală metastatică |
| Scintigrafie osoasă trifazică | Osteomielită, tumori osoase, osteom osteoid, leziuni articulare |
| Scintigrafie osoasă trifazică și scintigrafie cu leucocite marcate | Osteomielită asociată cu prezența unor ulcerații sau infecții locale, după traumatisme sau intervenții chirurgicale |
| Tomoscintigrafie (SPECT) | Investigarea coloanei vertebrale, șoldului, genunchiului; leziuni focale multiple |

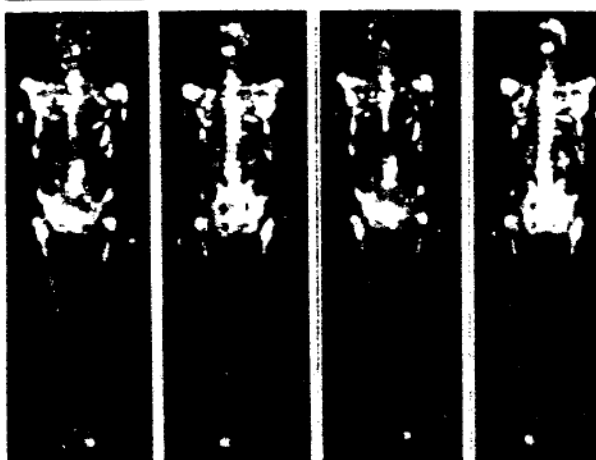


Fig.16: Examen whole-body dual intensity - metastaze osoase multiple



Fig.17: Scintigrafie osoasa segmentara - infarct aripa iliaca stânga

2.4.4. APARAT RESPIRATOR

Scintigrafia pulmonară de perfuzie

Principiu

Vizualizarea perfuziei plămânilor se realizează prin injectarea intravenoasă a unor particule marcate radioactiv care sunt reținute în circulația pulmonară terminală imitând mecanismul accidentului embolic; particulele marcate, prin dimensiunile pe care le au, sunt blocate la nivelul circulației pulmonare terminale, fără să producă modificări hemodinamice locale.

După injectarea i.v. a radiotrasorului, acesta este diluat și omogenizat la nivelul ventriculului drept, fiind distribuit în fiecare zonă pulmonară proporțional cu debitul

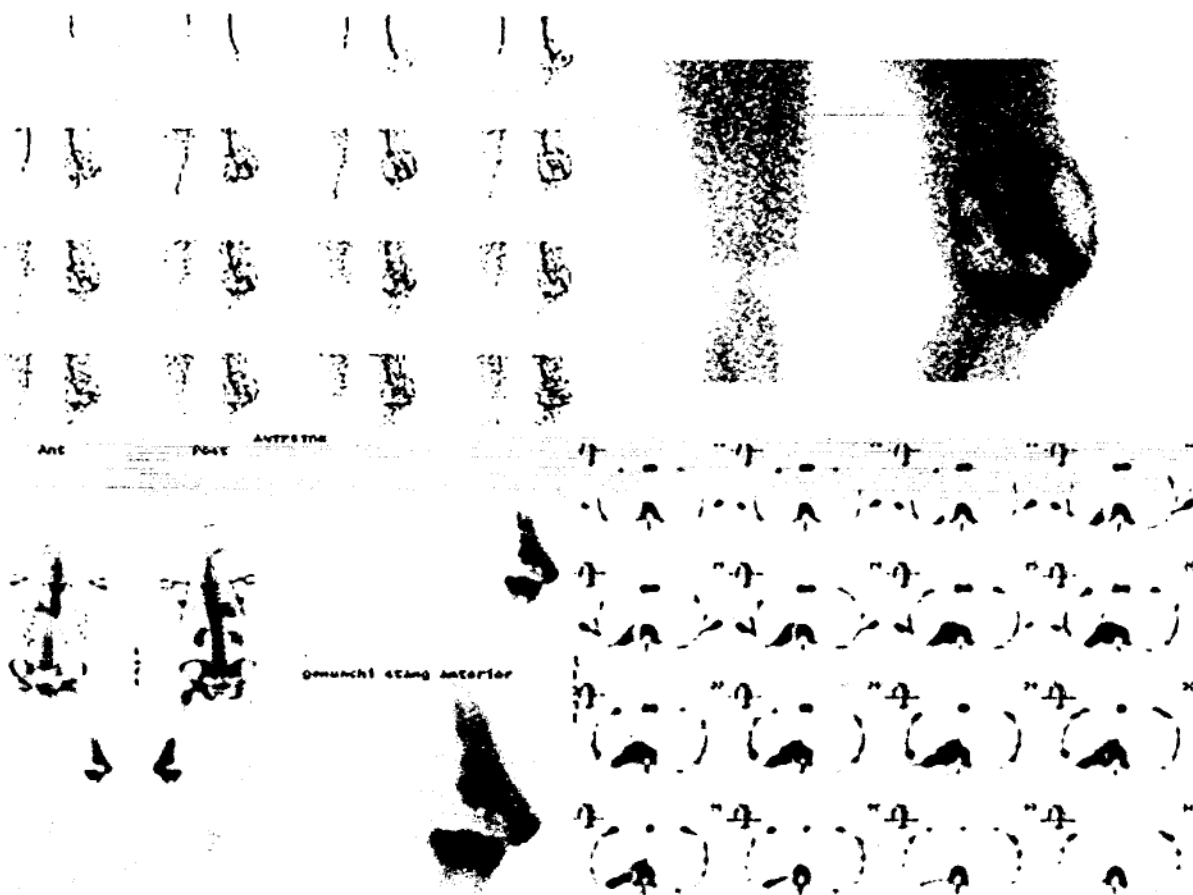


Fig.18: Scintigrafie osoasă trifazică planară și SPECT - Proces tumoral femural stâng

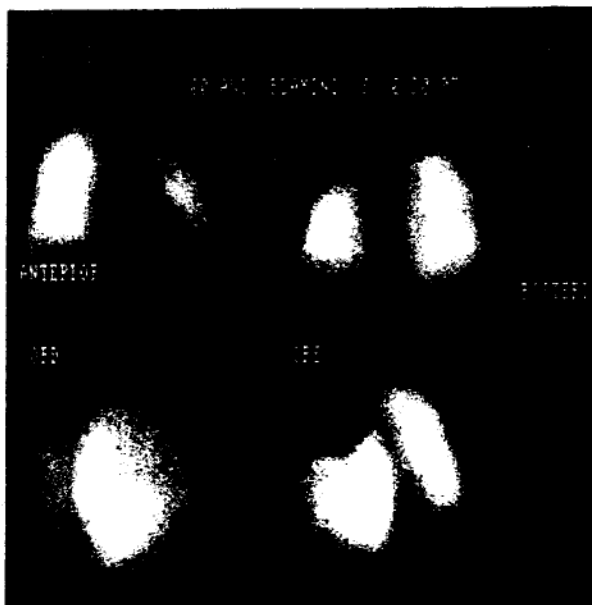


Fig.19: Scintigrafie pulmonară de perfuzie - absența perfuziei la nivelul lobului superior stâng, prin proces tumoral

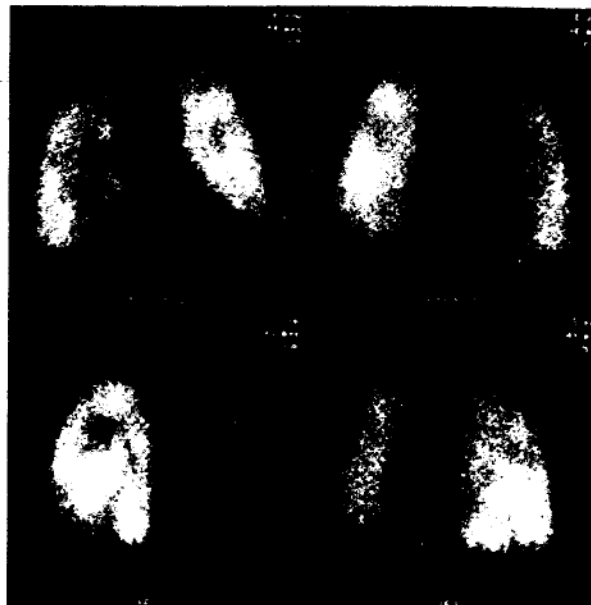


Fig.20: Scintigrafie pulmonară de perfuzie - aspect de tromboembolism

sangvin care traversează capilarele pulmonare respective; imaginea scintigrafică va reproduce caracteristicile anatomo-fiziologice ale rețelei vasculare pulmonare.

Radiofarmaceutice

În prezent, cea mai largă utilizare clinică o au macroagregatele de albumină umană (MAA) și microsferile de serumalbumină umană (MSAU), marcate cu ^{99m}Tc , și $^{133}\text{Xenon}$, soluție injectabilă.

Indicații

- Diagnosticul trombembolismului pulmonar (coroborat cu studiu de ventilație) (figura 20)
- Monitorizarea evoluției post-terapeutice la pacienții cu trombembolism pulmonar
- Evaluarea perfuziei regionale pulmonare preinterventivă chirurgicală (pneumectomii și/sau lobectomii) în diferite afecțiuni (neoplasme, abcese, bronșiectazii) (figura 19)
- Aprecierea cantitativă a șunturilor cardiace dreapta-stânga
- Evaluarea perfuziei în diferite boli congenitale bronho-pulmonare, degenerative etc.
- Monitorizare pre- și post-transplant pulmonar.

Scintigrafia pulmonară de ventilație

Principiu

Scintigrafia pulmonară de ventilație este o metodă neinvazivă, rapidă și reproductibilă, de evaluare a ventilației pulmonare regionale și globale, realizată prin administrarea pe cale inhalatorie a unor radiotrasori fie gazoși, fie sub formă de aerosoli radiomarcați, cu pătrunderea acestora în căile respiratorii până la nivel alveolar. Detecția externă a radiației gamma emise de acești radiotrasori permite o evaluare atât calitativă a ventilației pulmonare regionale (cu urmărirea variației distribuției radiofarmaceuticului), cât și obținerea de date cantitative privind biocinetica gazelor radioactive pulmonare. Scintigrafia cu inhalare de aerosoli informează și asupra permeabilității și fluxului aer în căile respiratorii.

Radiofarmaceutice

Radioizotopii xenonului, gaze cu solubilitate sangvină redusă, administrați pe cale respiratorie, constituie indicatori valoroși pentru investigarea ventilației pulmonare, permițând o cuantificare a gradului de distribuție, spațială și temporală, a aerului alveolar.

Un alt grup de radiofarmaceutice utilizate sunt cele particulate sau neparticulate, administrate sub formă de aerosoli, sub presiune pozitivă (^{99m}Tc -DTPA, ^{99m}Tc sulfuri coloidale, ^{99m}Tc -tehnez) și care se distribuie și sunt reținute de-a lungul căii respiratorii, în funcție de dimensiunea particulelor componente.

Indicații

- Evaluarea pacienților cu suspiciune clinică de trombembolism (coroborat cu studiul de perfuzie) (figura 21)
- Evaluarea pacienților cu bronhopneumopatii cronice obstructive și a celor cu boli obstructive regionale (fibroză chistică, etc)
- Aprecierea permeabilității bronho-

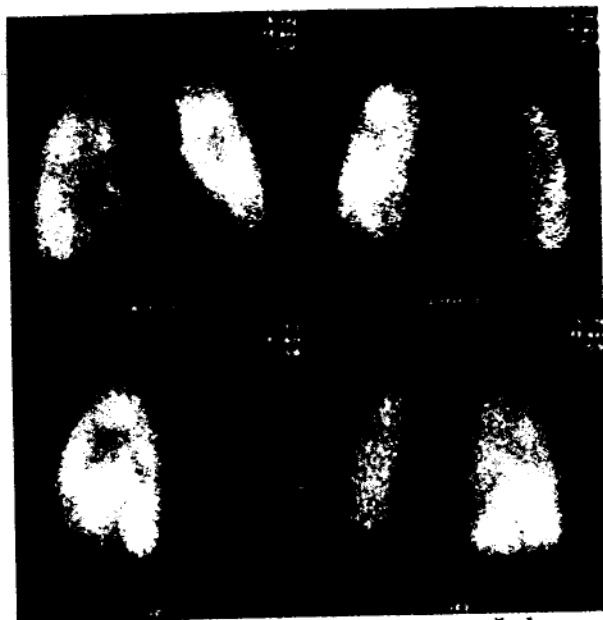


Fig.21: Scintigrafie pulmonară de perfuzie și ventilație - aspect de tromboembolism pulmonar

pulmonare în boli pulmonare restrictive sau edem pulmonar acut, prin monitorizarea clearance-lui aerosolilor radiomarcați.

2.4.5 SCINTIGRAFIA TIROIDIANĂ

Principiu

Are la baza proprietatea tiroidei de a extrage din circulație radiofarmaceuticul administrat, printr-un mecanism de transport activ. Radiofarmaceuticul este captat la nivel tiroidian, fără a fi inclus în ciclul intratiroidian al iodului (^{99m}Tc -pertechnetat) sau captat și organificat în foliculii tiroidieni (^{123}I , ^{131}I). Prin detectarea la suprafață a radiațiilor emise pot fi evaluate atât morfologia, cât și funcția glandei tiroide (figura 22, 23).



Fig.22: Arie lacunară de mari dimensiuni la nivelul lobului stâng - cancer tiroidian

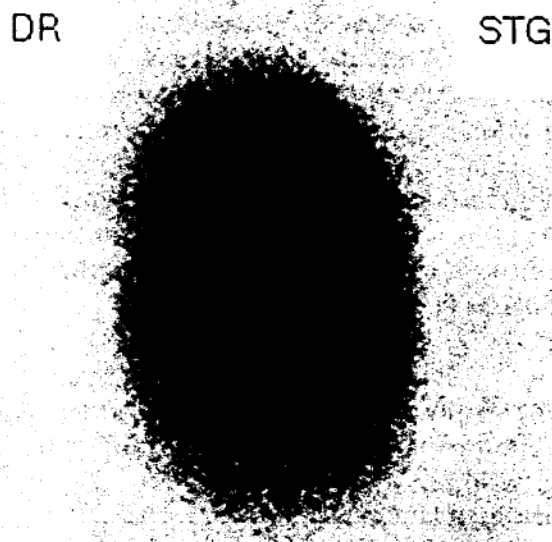


Fig.23: Arie intens hipercaptantă la nivelul lobului drept tiroidian, cu supresia restului parenchimului glandular - adenom toxic Plummer

Indicații

1. Evaluarea funcției țesutului tiroidian:

- gușa difuză sau nodulară
- evaluarea funcției unui nodul unic (rece, cald, fierbinte)
- a indica posibila autonomie a funcției nodulului fierbinte
- a detecta țesutul tiroidian cu localizare ectopică (linguală, substernală, etc.)
- a evalua starea țesutului tiroidian restant după tiroidectomii subtotale, tratament cu radioiod sau iradierea lojei cervicale

2. Detectarea prezenței și localizărilor metastazelor din cancerul tiroidian.

2.4.6. SCINTIGRAFIA HEPATO-SPLENICĂ

Principiu

Principiul metodei se bazează pe proprietatea celulelor reticulo-endoteliale din structura ficatului (celule Kupffer) și a splinei de a sustrage și concentra în mod electiv particulele coloidale marcate radioactiv după administrarea lor intravenoasă. Detecția externă a radiației gamma emise reproduce sub formă de imagine aspectele morfologice și cele funcționale ale acestor organe.

Distribuția și fixarea particulelor coloidale în ficat și splină sunt dependente de debitul sangvin care irigă aceste organe, integritatea sistemului reticulo-endotelial, mărimea și numărul particulelor marcate, precum și de unele caracteristici fizice ale acestora (potențialul zeta).

Radiofarmaceutice

Cea mai largă utilizare în scintigrafia hepato-splenică o are sulfo-coloidul de ^{99m}Tc ; timpul de înjumătățire de numai 6 ore, energiă gamma joasă (140 keV), precum și absența radiației beta fac ca la doza uzuală pentru scintigrafia hepatică (1-2 mCi), iradierea ficatului și a întregului organism să fie cu mult mai mică decât în cazul folosirii celorlalți radiotrasori.

La adultul sănătos, particulele coloidale marcate cu ^{99m}Tc sunt distribuite în proporție de 90% în ficat și 8-10% în splină, permițând o bună vizualizare a acestor două organe. În cazul scăderii debitului sangvin hepatic și alterării integrității sistemului RE hepatic, procentul de fixare splenică crește până la 30% din doza administrată, permițând astfel aprecierea deficitului funcțional hepatic.

Alți agenți utilizați în vizualizarea scintigrafică hepato-splenică, în special pentru evaluarea gradului de vascularizație al unor leziuni (hemangioame, metastaze), sunt reprezentați de microsferile de albumină sau macroagregatele de albumină marcate cu ^{99m}Tc , hematiile marcate cu ^{99m}Tc , dar și ^{99m}Tc -sulf-coloidul la primul pasaj al bolusului.

Indicații (figura 24, 25, 26)

- Diagnosticul și monitorizarea evoluției hepatopatiilor cronice difuze (hepatite cronice, ciroze)

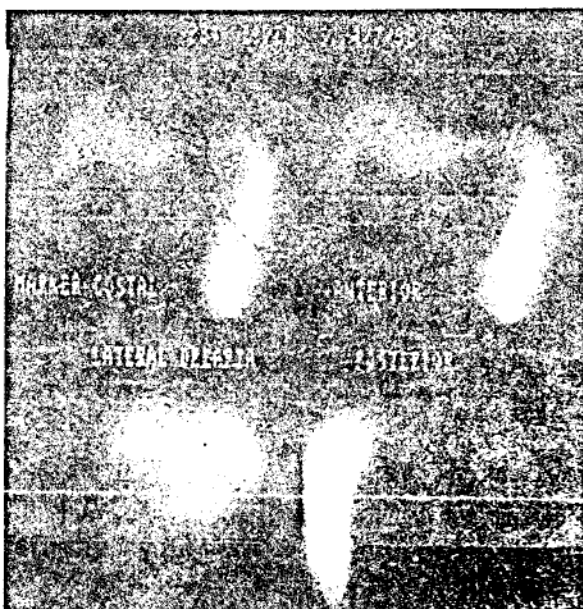


Fig.24: Scintigrafie hepato-splenică - aspect tipic de ciroză hepatică

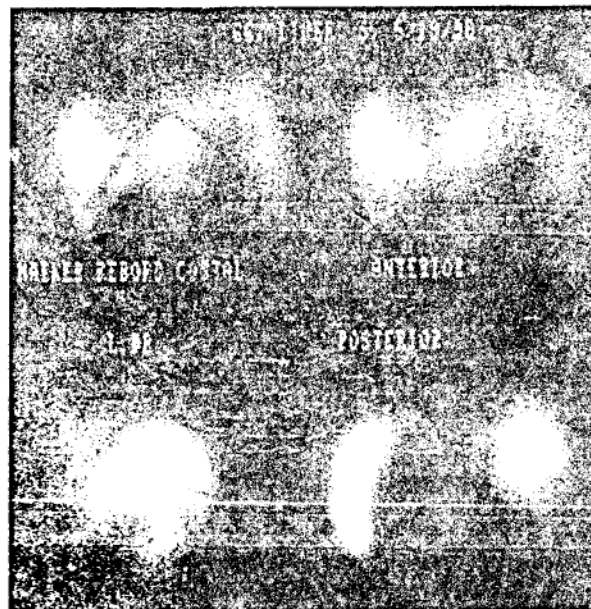


Fig.25: Scintigrafie hepato-splenică - formațiune ocupatoare de spațiu lob drept hepatic

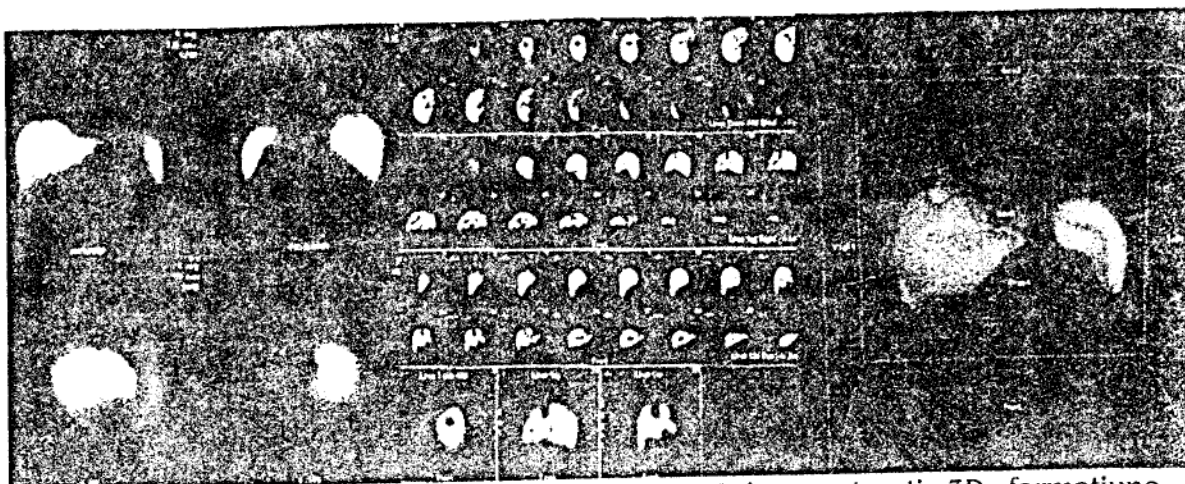


Fig.26: Scintigrafie hepato-splenică planară, SPECT și reconstrucție 3D - formațiune ocupatoare de spațiu lob drept (hemangiom hepatic)

- Evaluarea mărimii, formei și poziției ficatului și splinei la pacienții cu tumori ale etajului abdominal superior sau cu ascită de etiologie necunoscută
- Evaluarea preoperatorie a ficatului la pacienții diagnosticați cu tumori maligne, pentru depistarea unor eventuale determinări secundare
- Diagnosticul icterului
- Explorarea ficatului la cei cu suspiciune de abcese hepatice
- Monitorizarea pacienților cu diferite neoplasme hepatice, ce se află sub tratament chimioterapic, radioterapic sau cu rezecție parțială
- Examinarea pacienților cu diferite traumatisme, suspectați de ruptură hepatică sau hematoame.

2.4.7. SCINTIGRAFIA HEPATO-BILIARĂ

Principiu

Vizualizarea scintigrafică hepato-biliară se bazează pe proprietatea celulelor parenchimale hepatice (hepatocite) de a extrage din plasmă anumite substanțe chimice marcate radioactiv și administrate intravenos, de a le transporta activ după legarea de proteine intracelulare și de a le elimina - prin căile biliare intra și extrahepatice - la nivelul intestinului.

Radiofarmaceutice

Derivații acidului iminodiacetic marcați cu ^{99m}Tc ($^{99m}\text{Tc-IDA}$) sunt larg utilizați în prezent datorită avantajelor de ordin farmacocinetic și radiobiologic.

Agenții IDA sunt rapid extrași din fluxul sangvin ($T_{1/2} = 3$ min.) de către hepatocite printr-un mecanism de transport activ anionic similar cu al bilirubinei, după care sunt excretați sub formă neconjugată în bilă. Principala cale de excreție este cea hepato-biliară (80-90%), cea secundară fiind reprezentată de tractul urinar (10-20%). Există o deviere de la ruta hepato-biliară principală de excreție către cea renală secundară în cazul creșterii nivelului bilirubinei, ca rezultat al unei inhibiții competitive.

Studiile clinice ale mai multor autori au arătat că vizualizarea sistemului hepato-biliar este foarte bună la valori ale bilirubinemiei de 5-10 mg% în cazul ^{99m}Tc -dimetil și la valori de peste 20 mg% în cazul utilizării ^{99m}Tc -parabutului. Ca urmare a acestor proprietăți farmacocinetice, aplicațiile clinice ale acestor radiotrasori au depășit simpla diferențiere dintre icterul medical și cel chirurgical, permițând studiul permeabilității canalului cistic, a contractilității și evacuării colecistului, precum și aprecierea dinamicii fluxului biliar în cazul coledoco-jejunostomiei și evidențierea refluxului gastric și a

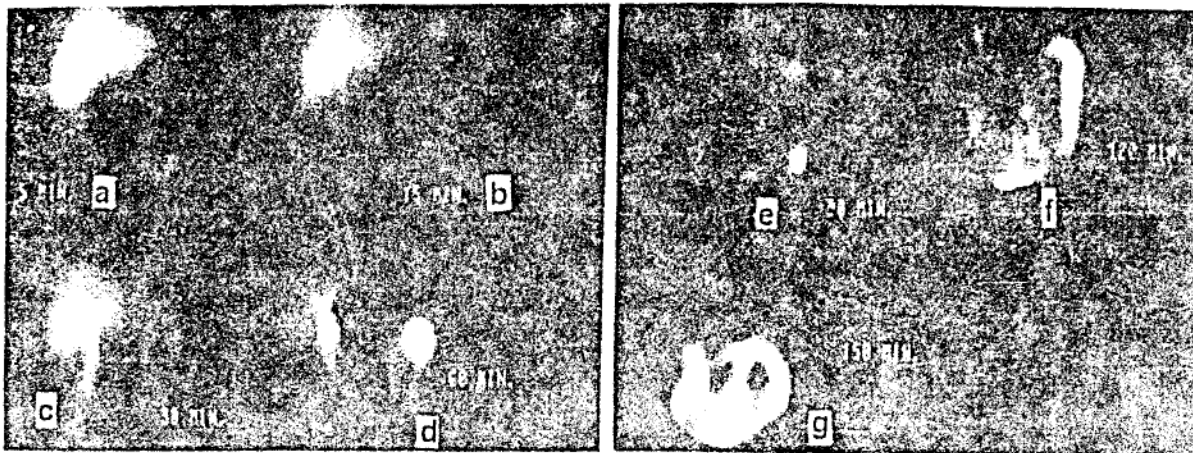


Fig.27: Scintigrafie hepato-biliară - aspect normal

fistulelor biliare. Rata acumulării în ficat se poate utiliza ca indicator al funcției hepatocelulare (figura 27).

Indicații

- Diagnosticul colecistitei acute
- Stabilirea funcției colecistului la pacienții cu colecistită cronică
- Evaluarea icterului
- Monitorizarea pacienților care au suferit proceduri de derivare a căilor biliare
- Vizualizarea fistulelor biliare
- Stabilirea prezenței refluxului biliar în duodenul proximal și stomac, după intervenții chirurgicale gastrice
- Vizualizarea chistelor coledociene
- Diagnosticul atreziei biliare
- Diagnosticul bolii Caroli
- Stabilirea substratului care induce o ancoșă pe conturul inferior al lobului hepatic drept, pe scintigrama cu radiocoloizi

2.4.8. SCINTIGRAFIA RENALĂ

În prezent metoda scintigrafică permite abordarea diagnostică a funcției și structurii renale, oferind clinicianului date obiective atât asupra morfologiei, cât și asupra principalelor etape fiziologice: perfuzia sangvină, filtrarea glomerulară, secreția tubulară și excreția caliceo-bazinet-uretero-vezicală. Principalele tehnici utilizate în prezent sunt:

- scintigrafia renală dinamică
- angioscintigrafia renală secvențială
- scintigrafia renală statică
- SPECT renală
- cistografia radionuclidică retrogradă (directă) și indirectă (intravenoasă)
- evaluarea cantitativă a funcției renale prin tehnici radioizotopice

2.4.8.1 Scintigrafia renală dinamică

Principiu

Se bazează pe proprietatea unor substanțe chimice marcate radioactiv de a se elimina din organism, după injectarea lor intravenoasă exclusiv prin filtrare glomerulară. Detecția externă a radiației gamma emise de radiotrasor reproduce sub formă de imagini scintigrafice

- Diagnosticul diferențial al dilatațiilor pielocaliceale obstructive de cele neobstructive
- Screening la pacienții cu HTA reno-vasculară
- Evaluarea pacienților cu rinichi muți urografic
- Aprecierea funcției renale la pacienți cu uremie și la cei cu alergii la substanțe de contrast iodate
- Evaluare pre- și post-transplant renal
- Aprecierea funcției renale în anevrismul disecant de aortă, traumatismul abdominal cu posibilă implicare renală, pre- și post-intervenții chirurgicale în sfera renală.

2.4.8.2 Scintigrafia renală statică

Principiu

Se bazează pe proprietatea unor substanțe chimice marcate radioactiv, injectate i.v., de a se elimina din organism exclusiv sau predominant prin secreție activă la nivelul tubului renal. Fixarea temporară a izotopului în corticala renală este proporțională cu starea funcțională a celulelor tubulare; detecția externă a radiației gamma emise de radionuclidul de marcaj reproduce sub formă de imagine scintigrafică aspectul funcțional și morfologic al celor doi rinichi.

Radiofarmaceutice

Mai larg folosiți sunt în prezent ^{99m}Tc -glucoheptonatul (GH) și ^{99m}Tc -acidul dimercatosuccinic (DMSA). După injectarea i.v., acești radiotrasori se leagă de proteinele plasmatiche - ^{99m}Tc -DMSA aproape în totalitate, iar ^{99m}Tc -GH circa 50%.

Indicații

- Evaluarea afecțiunilor renale difuze inflamatorii și vasculare
- Diagnosticul tumorilor renale și al altor procese înlocuitoare de spațiu renal (figura 29)
- Diagnosticul diferențial între mărirea rinichiului și procesele expansive abdominale
- Evaluarea parenchimului renal funcțional, atunci când rinichiul este nevizualizabil prin tehnica urografică
- Aprecierea parenchimului renal funcțional, la bolnavii cu insuficiență renală cu valori crescute ale uremiei și la cei alergici la produsele de contrast iodate
- Diagnosticul anomaliilor renale congenitale (figura 30)
- Evaluarea parenchimului tubular funcțional la bolnavii cu uropatii obstructive

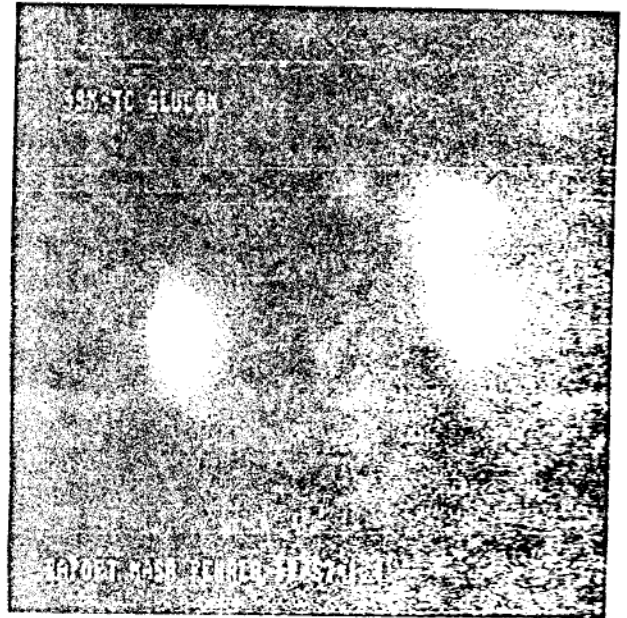


Fig.29: Scintigrafie renală statică - asimetrie dimensională a rinichilor, cu prezența unei amprente la nivelul rinichiului drept (abces renal)

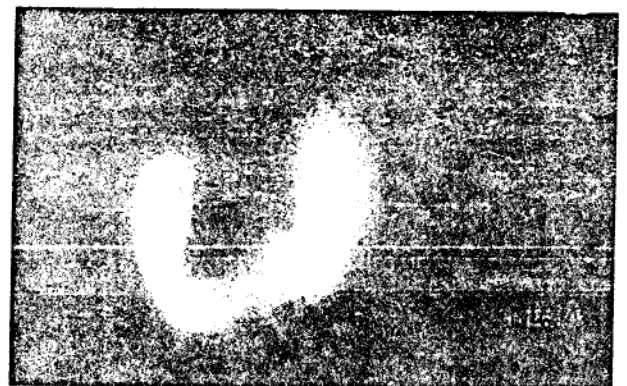


Fig.30: Scintigrafie renală statică rinichi în potcoavă

- Stabilirea prezenței unui posibil infarct renal la bolnavii cu afecțiuni tromboembolizante care prezintă simptomatologie clinică în sfera urinară
- Evaluarea traumatismelor renale.

2.4.9 RADIOIMUNOSCINTIGRAFIA (RIS)

Introducerea acestei tehnici în practica clinică a fost posibilă ca urmare a descoperii anticorpilor monoclonali (Kohler și Hilstein - 1975) și marcarea acestora cu radioizotopi adecvați sistemelor de detecție ($Tc^{99m}In^{111}$).

În prezent anticorpii monoclonali marcați se comercializează sub formă de truse cu electivitate pentru anumite substraturi maligne.

Pentru un studiu RIS pacientul este injectat cu un anticorp monoclonal marcat cu substrat specific pentru tipul de cancer suspectat, vizualizarea tomoscintigrafică fiind făcută cu o cameră de scintilație rotativă cu sistem tomografic (SPECT), în aceeași zi dacă izotopul este Tc^{99m} sau a doua zi dacă izotopul este In^{111} .

Metoda este larg utilizată în diagnosticul adenocarcinomului cu diferite localizări, permițând aprecierea extensiei locale și detectarea metastazelor la distanță; de asemenea, RIS permite monitorizarea post chirurgicală a bolnavilor operați cu sensibilitate și specificitate crescute.

2.4.10 TOMOGRAFIA POZITRONICĂ „WHOLE BODY”

A fost introdusă în practica clinică în anul 1992 (Randal)

Utilizarea glucozei marcate cu F^{18} -FDG (fluorodezoxiglucoză) ca agent de vizualizare oncologică prin tomografia pozitronică de întreg corp are ca punct de plecare cercetările lui Wartburg (1930) care a constatat creșterea ratei glicolizei în celulele maligne. Astfel tehnica PET face posibilă în prezent localizarea celulelor neoplazice, bazată pe consumul crescut de glucoză, țesuturile afectate captând intens glucoză marcată.

Din punct de vedere semiologic zonele care prezintă consum crescut de glucoză apar pe imaginea scintigrafică cu intensitate crescută (hot spot)

Această tehnică este indicată în: detecția precoce a cancerului în diferitele organe interne, monitorizarea tratamentului oncologic și diferențierea metastazelor față de zonele de necroză post-radicală.

Prezentăm în continuare sumarizat, în tabelul nr. 2, aportul diagnostic al tehnicilor scintigrafice în alte capitole ale patologiei, în care acestea furnizează date suplimentare de ordin funcțional, completând astfel celelalte tehnici imagistice cu informații diagnostice predominant morfologice.

Tabelul 2

| <i>Capitol de patologie</i> | <i>Tehnici Scintigrafice</i> | <i>Aportul diagnostic al Medicinii Nucleare</i> |
|--|--|--|
| <i>Pneumo-ftiziologie Chirurgie toracica</i> | - scintigrafie pulmonară de perfuzie - scintigrafie pulmonară de ventilație | - permite diagnosticul precoce al tromboembolismului pulmonar, cu evidențierea extensiei reale a tulburărilor de perfuzie la nivel lobar, segmentar sau subsegmentar. - precizarea extensiei lezionale și a tulburărilor de perfuzie și ventilație induse de un proces tumoral primitiv sau secundar, cu evaluarea perfuziei plămânului contralateral în vederea curei chirurgicale - cuantificarea ventilației și perfuziei pulmonare, regională și globală, la pacienți cu BPOC, fibroze pulmonare, etc. |

Tabelul 2 (continuare)

| <i>Capitol de patologie</i> | <i>Tehnici Scintigrafice</i> | <i>Aportul diagnostic al Medicinii Nucleare</i> |
|---|---|---|
| <p>Gastro-enterologie</p> <p>Chirurgie generala</p> | <ul style="list-style-type: none"> - scintigrafie hepato-splenică - scintigrafie hepato-biliară - tomoscintigrafie pentru detecția hemangioamelor hepatice - scintigrafia glandelor salivare - scintigrafia tranzitului esofagian - scintigrafia evacuării gastrice - scintigrafia refluxului gastro-esofagian - scintigrafia HDI - scintigrafia diverticulului Meckel | <ul style="list-style-type: none"> - furnizarea de elemente funcționale și morfologice, cu rol atât în diagnosticul cât și în monitorizarea evoluției hepatopatiilor difuze (hepatite cronice, ciroze). - stabilirea gradului de perfuzie a leziunilor ocupatoare de spațiu, cu evidențierea caracterului angiomatos al unor formațiuni tumorale - stabilirea mecanismului patogenetic al icterului (obstructiv sau neobstructiv), la valori mari a bilirubinei care nu permit efectuarea tehnicilor radiologice cu substanță de contrast. - diagnosticul colecistopatiilor acute sau cronice, a diskineziilor biliare - evaluarea complicațiilor post-colecistectomie, a by-passului bilio-enteric, etc. - cuantificarea disfuncțiilor motorii esofagiene și gastrice, a esofagitelor de reflux, etc. - detecția hemoragiilor digestive inferioare cu debit foarte mic, active sau intermitente. - evidențierea prezenței diverticulului Meckel - evaluarea afecțiunilor inflamatorii, tumorale, a glandelor parotide |
| <p>Nefrologie</p> <p>Urologie</p> | <ul style="list-style-type: none"> - angioscintigrafie renală - scintigrafie renală dinamică - scintigrafie renală statică - cistografie radionuclidică retrogradă | <ul style="list-style-type: none"> - diagnosticul hipertensiunii reno-vasculare prin detecția non-invazivă a stenozei de arteră renală. - evaluarea uropatiilor obstructive, prin evidențierea prezenței sau absenței obstrucției organice, prin probe farmacologice, și aprecierea funcției renale (filtrare glomerulară, drenaj reno-uretero-vezical) - stabilirea funcției renale pentru rinichiul mut urografic, în cazuri în care uremia nu permite efectuarea urografiei, la pacienți alergici la substanțele de contrast iodate. - aport diagnostic în pielonefrita și glomerulonefrita acută și cronică, pionefroză - evaluarea mecanismului patogenetic al insuficienței renale, acute sau cronice, și monitorizarea eficienței tratamentului instituit - permite diagnosticul următoarelor malformații: rinichi în potcoavă, sigmiodieni, ectopici, multipli sau unici, a rinichilor polichistici cu evaluarea funcției acestora - stabilirea prezenței refluxului vezico-ureteral, precum și a răsunetului acestuia asupra funcției renale - detecția precoce a rejecției acute sau cronice a rinichiului transplantat |

Tabelul 2 (continuare)

| Capitol de patologie | Tehnici Scintigrafice | Aportul diagnostic al Medicinii Nucleare |
|---|---|--|
| Endocrinologie | <ul style="list-style-type: none"> - scintigrafie tiroidiană - scintigrafia paratiroidelor - scintigrafia suprarenalelor | <ul style="list-style-type: none"> - oferă date despre poziția, morfologia și funcția glandei tiroide, avînd rol major în precizarea diagnosticului de maladie Graves-Basedow, adenom toxic Plummer, carcinom tiroidian, metastaze tiroidiene, mixedem, tiroidite, etc. - monitorizarea evoluției pacienților tiroidectomi-zați sau aflați în tratament medicamentos - permite evidențierea unor malformații congenitale tiroidiene (țesut tiroidian ectopic, anomalii de număr, formă, etc.) - în prezența unei hiperparatiroidii manifeste clinic permite identificarea hiperplaziei sau a adenomului paratiroidian; - oferă posibilitatea detecției țesutului paratiroidian ectopic, restant sau a recidivelor post-operatorii de carcinom paratiroidian. - rol în diagnosticul diferențial între adenomul hiperfuncțional și hiperplazia glandulară corticosuprarenaliană, responsabile de instalarea unor sindroame clinice de hiperaldosteronism primar, adrogenitale și suprarenometabolice. - realizează diferențierea dintre hiperplazie și adenomul medulosuprarenalian, în contextul clinic al unui feocromocitom. |
| Reumatologie Ortopedie Traumatologie | <ul style="list-style-type: none"> - scintigrafie osoasă trifazică (angioscintigrafie, scintigrafia articulară, scintigrafie osoasă) - tomoscintigrafie de monoemisie (SPECT) | <ul style="list-style-type: none"> - evaluarea diagnostică precoce, în faza preradiologică a patologiei osteo-articulare: necroza aseptică, osteomielită, artrite, traumatisme osoase minore (fracturi de stress), etc. - evidențierea precoce și localizarea tuturor metastazelor osoase în diferite neoplazii osteofile (carcinom mamar, pulmonar, prostatic, etc) - aprecierea extensiei reale a tumorilor maligne primitive ale osului ca și a prezenței metastazelor acestora la distanță. - rol important în diagnosticul și monitorizarea evolutivă a diferitelor afecțiuni metabolice și osteodistrofii (hiperparatiroidism, osteodistrofie renală, boală Paget, algoneurodistrofie, etc.) - permite diagnosticul diferențial între un proces de decimentare și unul infecțios periprotetic (pe baza electivității unor radiotrasori față de leziunile infecțioase) |
| Medicina legală | <ul style="list-style-type: none"> - angioscintigrafie cerebrală - scintigrafie osoasă trifazică | <ul style="list-style-type: none"> - diagnosticul pozitiv de moarte cerebrală în perspectiva prelevării de organe pentru transplant - efectuarea unui bilanț medico-legal al leziunilor traumatice post-agresionale osteoarticulare |

În tabelul nr. 3 prezentăm importanța și locul examenului scintigrafic în diagnosticul diferitelor afecțiuni în corelare cu celelalte tehnici radioimagistice.

Tabelul 3

| Patologie | Ex. RAD. | Ex. ECO. | Ex. SCINTI. | Ex. C.T. | Ex. R.M. | Observații |
|-----------------------|----------|----------|-------------|----------|----------|--|
| S.N.C. | + | + | ++++* | +++ | ++++ | - Angioscintigrafie - Scintigrafie statică - SPECT* - PET - F 18 - glucoză* |
| TIROIDA | - | +++ | +++ | + | ++ | - RIC - Scintigrafie - Dozări hormonale : T3, T4, TSH |
| PLĂMÂN | ++ | - | ++++ | ++++ | ++++ | - Scintigrafie de perfuzie - Scintigrafie de ventilație - Prioritară în diagnosticul tromboembolismului pulmonar |
| CORD | + | ++++ | ++++ | ++ | ++++ | - Scintigrafie miocardică - Scintigrafia IMA - Angioscintigrafia: - first pass - echilibru |
| FICAT + SPLINĂ | - | +++ | ++ | +++ | +++ | - Scintigrafie cu radiocoloid - Scintigrafie cu hematii marcate „in vivo” |
| CĂI BILARE + COLECIST | + | +++ | +++ | +++ | ++++ | - Scintigrafie dinamică cu Tc 99m - IDA |
| TUB DIGESTIV | ++ | ++ | + | ++ | ++ | - Diverticul Meckel - Hemoragii digestive |
| PANCREAS | - | +++ | - | +++ | +++ | ————— |
| RINICHI | ++ | ++ | +++ | +++ | ++++ | - Angioscintigrafia renală - Scintigrafia dinamică cu radiotrasor glomerulotrop - Scintigrafia statică cu radiotrasor tubulotrop |
| ORGANE PELVICE | - | +++ | - | +++ | ++++ | ————— |
| SCHELET | ++ | - | ++++ | +++ | ++++ | - Scintigrafia osoasă - Detecția leziunilor în faza preradiologică |
| ARTICULAȚII | ++ | + | +++ | ++ | +++ | - Scintigrafia articulară |
| MUSCULO-LIGAMENTAR | - | ++ | +++ | ++ | ++++ | - Scintigrafia de părți moi |

DOMENIUL NONIMAGISTIC

Utilizează următoarele tehnici:

Radioimunologia (premiul Nobel 1971) permite o evaluare cantitativă a unor parametri biochimici, hormonal, ca și a unor markeri tumorali cu valoare diagnostic deosebită în evaluarea afecțiunilor neoplazice, endocrinologice, precum și monitorizarea eficienței terapeutice (antibioterapie, tonicardiac, citostatice, etc.). Astfel se pot determina nivelurile serice ale hormonilor hipotalamo-hipofizari (ACTH, STH, LH, FSH, TSH, prolactină, ADH), tiroidieni (T_3 , T_4 , tireoglobulina, FT_4 , anticor anti-tireoglobulină, anti-TPO), paratiroidieni (PTH, calcitonină), suprarenali (aldosteron, cortizol, androstenedionă, renină, testosteron, progesteron), pancreatici (insulină, glucagon, peptidă C), prezența și concentrația antigenelor virale hepatice (AgHBs, AgHBe, AgHBc, AgHD), precum și a anticorpilor antivirali hepatici (Ac anti-HBc - IgG, IgM, Ac anti-Hbe, Ac HAV, Ac anti-HCV, Ac anti-HD). În ultimul deceniu a căpătat o importanță deosebită dozarea unor markeri specifici tumorali, atât diagnosticul precoce, cât și în evaluarea răspunsului la tratamentul diferitelor neoplasme cum ar fi: neoplasm mamar (CA 15-3, CEA), carcinom bronho-pulmonar (NSE, cifra 21), cancer digestiv (AFP, CEA, CA 19-9, CA 72-4), ovarian (Ca 125, CEA), de prostată (PSA), etc. De asemenea, radioimunologic se pot elucidă mecanismele etiopatogenice care stau la baza persistenței și/sau agravării simptomatologiei clinice în ciuda unui tratament corect instituit (antibiotic, citostatic, tonicardiac, anticonvulsivant, etc.).

Radiochimia oferă date diagnostice deosebite, în special în domeniul hematologiei, unde informațiile furnizate nu pot fi obținute prin alte metode: stabilirea mecanismului de producere a unor anemii (feriprive, aplastice, hemolitice), determinarea duratei de viață a hematiilor, a volumelor sangvin circulant, plasmatic și hematic, a timpului de înnoire zilnică a hemoglobinei, studiul „in vivo” al metabolismului fierului (ferocinetică), cu informații diagnostice asupra unor afecțiuni metabolice.

TERAPEUTICA RADIONUCLIDICĂ

Radionuclizii se utilizează de asemenea, în tratamentul unor afecțiuni, după cum urmează:

- ^{131}I în tratamentul cancerului tiroidian diferențiat (3-7 doze a câte 150 mCi) și în diseminările metastatice ale acestuia, precum și în terapia diferitelor forme de hipertirodism din boala Graves (doză unică de 3 mCi) sau gușa toxică nodulară (se administrează 10-20 mCi).
- ^{32}P pentru terapia policitemiei vera în doză unică de 3-5 mCi, doză care se repetă eventual după 10-12 săptămâni în funcție de starea pacientului și de rezultatele probelor biologice
- o altă indicație a ^{32}P , sub formă legată de cromul coloidal, este tratamentul cancerului ovarian și al sufuziunilor pericardice maligne, doza administrată fiind de 10-15 mCi
- tratamentul metastazelor osoase se face cu ^{32}P , $^{186}Rhenium$ -HEDP sau $^{153}Samarium$ -EDTMP, radionuclizi care prezintă caracteristici farmacodinamice similare cu ale agenților de vizualizare osoasă, fiind captați selectiv la nivelul leziunii
- în terapia artritei reumatoide în stadiile I sau II, în care celelalte tratamente medicamentoase au eșuat, se utilizează cu bune rezultate terapia cu ^{90}Y , ^{198}Au sau $^{165}Dysprosium$.

Pacienții care urmează tratament cu radionuclizi gamma-emitători (^{131}I) necesită a fi izolați în camere separate cu pereți plumbați, radioprotectori.