



RADU ION BADEA

în colaborare cu:

Monica Platon Lupșor

Lidia Ciobanu

ULTRASONOGRAFIA în practica clinică



Editura Medicală, 2016



Cuprins

Capitolul I – Ultrasonografia. Definiție. Principii. Tehnici. Noțiuni de bază	1
<i>Radu Ion Badea, Mihai Socaciu, Monica Platon Lușor</i>	
I. 1. Considerații generale	3
I. 2. Istoria ultrasonografiei	4
I. 3. Ultrasunetele	7
I. 4. Echipamentul ultrasonografic	12
I. 5. Tehnici și proceduri ultrasonografice. Aplicații clinice ale ultrasonografiei	19
I. 6. Echipamentul ultrasonografic (ecografic) în funcțiune	29
I. 7. Cum procedăm? Cum examinăm?	32
I. 8. Semnificația și relevanța informației ultrasonografice. Redactarea concluziei	35
I. 9. De ce ultrasonografia? Particularități, avantaje, limitări	35
I. 10. Concluzii	37
Capitolul II – Terminologie și semiologie ultrasonografică. Standarde de imagine	39
<i>Radu Ion Badea, Mihai Socaciu</i>	
II. 1. De ce este necesară o terminologie specifică ultrasonografiei?	41
II. 2. Termeni utilizați în ultrasonografie	41
II. 2.1. Ultrasonografia „în scară gri”	41
II. 2.2. Elastografia	46
II. 2.3. Ecografia vasculară	47
II. 3. Semiologie și criterii de evaluare ultrasonografică	49
II. 3.1. Țesuturi și organe normale	50
II. 3.2. Țesuturi și organe patologice	52
II. 4. Caracterizarea și „prognoza” ultrasonografică	55
II. 4.1. Tumora	55
II. 4.2. Inflamația	57
II. 5. Standarde de imagine folosite în ultrasonografie	57
II. 5.1. Secțiuni și planuri ultrasonografice	57
II. 5.2. Imagine activă versus fundalul imaginii. Scara gri	58
II. 6. Concluzii	59

Capitolul III – Anatomia ultrasonografică și descriptivă a abdomenului și pelvisului. Secțiuni de bază. Tehnici de explorare

61

Radu Ion Badea, Attila Tamas-Szora

III. 1. Despre specificul anatomiei ultrasonografice	63
III. 2. Anatomia comparativă a organelor abdomino-pelvine	66
III. 2.1. Ficat. Vasele ficatului. Căile biliare intrahepatice	66
III. 2.2. Colecistul. Căile biliare extrahepatice	76
III. 2.3. Pancreasul	79
III. 2.4. Spațiul retroperitoneal. Vasele mari. Vasele splanhnice	81
III. 2.5. Splina	93
III. 2.6. Tubul digestiv	94
III. 2.7. Peritoneul, structurile mezenterico-epiploice, grăsimea periviscerală, cavitatea peritoneală	111
III. 2.8. Aparatul urinar	113
III. 2.9. Aparatul genital feminin	119
III. 2.10. Aparatul genital masculin	120
III. 2.11. Peretele toraco-abdominal	126
III. 3. Anatomie ultrasonografică secțională. Secțiuni anatomice de bază	128
III. 4. Concluzii	128

Capitolul IV – Modele de imagini folosite în ultrasonografie. Imagini elocvente, tipice și atipice. Pictorial comentat

131

Radu Ion Badea

Despre necesitatea unui pictorial de imagini comentat	133
IV. 1. Interpretarea informației ultrasonografice folosind „modele de imagini”	133
IV. 2. Imagini elocvente tipice și atipice. O prezentare centrată pe organele abdomino-pelvine	137
IV. 2.1. Ficat. Vase hepatice	137
IV. 2.2. Colecist. Căi biliare	152
IV. 2.3. Pancreas	159
IV. 2.4. Spațiul retroperitoneal	176
IV. 2.5. Splină	180
IV. 2.6. Tub digestiv	183
IV. 2.7. Peritoneu. Mezenter. Cavitate peritoneală	194
IV. 2.8. Aparat urinar	197
IV. 2.9. Aparat genital feminin	202
IV. 2.10. Aparat genital masculin	203
IV. 2.11. Perete toraco-abdominal. Structuri superficiale	205

Capitolul V – Dicționar explicativ de termeni și expresii folosite în ultrasonografie

209

Radu Ion Badea, Attila Tamas-Szora

CAZURI CLINICE

Radu Ion Badea, Lidia Ciobanu, Monica Platon Lupsor

I. Ficat

- I. 1. Afecțiuni hepatice difuze 217
- I. 2. Tumori benigne 219
- I. 3. Tumori maligne 221
- I. 4. Afecțiuni vasculare (venos portale, arteriale, venoase) 243
- I. 5. Afecțiuni hepatice în relație cu proceduri medico-chirurgicale 287
- I. 6. Abcese și colecții hepatice 321
- I. 7. Traumatisme hepatice. Hematoame. Dilacerări de parenchim 330
- I. 8. Anomalii de formă, imagini false, variante anatomice 340

II. Colecist. Căi biliare

- II.1. Colecist 381
 - II.1. 1. Boală litiazică 381
 - II.1. 2. Inflamații 387
 - II.1. 3. Neoplazii 391
- II.2. Căi biliare 409
 - II.2. 1. Boală litiazică 409
 - II.2. 2. Inflamații 418
 - II.2. 3. Neoplazii 419
 - II.2. 4. Afecțiuni în legătură cu proceduri medico-chirurgicale 423
 - II.2. 5. Alte afecțiuni 425

III. Pancreas

- III. 1. Afecțiuni acute 431
- III. 2. Afecțiuni cronice (inflamatorii și degenerative) 433
- III. 3. Tumori maligne 443
- III. 4. Tumori benigne 459
- III. 5. Alte afecțiuni 474

IV. Spațiul retroperitoneal

- IV. 1. Afecțiunile vaselor mari și vaselor retroperitoneale 484
- IV. 2. Afecțiunile glandei suprarenale 491
- IV. 3. Tumori retroperitoneale 493
- IV. 4. Alte afecțiuni 499

V. Splina

- V. 1. Afecțiuni traumatice 502
- V. 2. Tumori 506
- V. 3. Alte afecțiuni 509

VI. Tub digestiv	525
VI.1. Esofag	527
VI.1. 1. Neoplazii	527
VI.2. Stomac. Duoden	529
VI.2. 1. Afecțiuni inflamatorii și degenerative. Afecțiuni cu risc neoplazic	529
VI.2. 2. Neoplazii	533
VI.2. 3. Alte afecțiuni	542
VI.3. Intestin subțire	543
VI.3. 1. Afecțiuni vasculare	543
VI.3. 2. Boli inflamatorii	545
VI.3. 3. Neoplazii	560
VI.3. 4. Alte afecțiuni	571
VI.4. Apendice	577
VI.4. 1. Inflamații	577
VI.4. 2. Alte afecțiuni	588
VI.5. Colon	589
VI.5. 1. Inflamații	589
VI.5. 2. Tumori	600
VI.5. 3. Alte afecțiuni	611
VI.6. Rect. Anus	617
VI.6. 1. Neoplazii	617
VI.6. 2. Inflamații	623
VII. Peritoneu. Mezenter. Cavitate peritoneală	629
VII. 1. Neoplazii	631
VII. 2. Inflamații (localizate, generalizate)	633
VII. 3. Colecții peritoneale (seroase, chiloase, purulente, hematice)	639
VII. 4. Alte afecțiuni	649
VIII. Aparat urinar	653
VIII. 1. Tumori maligne renale	655
VIII. 2. Tumori benigne renale	661
VIII. 3. Colecții, supurații renale	665
VIII. 4. Alte afecțiuni	670
IX. Aparat genital feminin	675
IX. 1. Afecțiuni ale uterului	677
IX. 2. Afecțiuni ale ovarelor	678

X. Aparat genital masculin	687
X.1. Prostata	689
X.1. 1. Tumori	689
X.1. 2. Inflamații	690
X.2. Testicul. Scrot	692
X.2. 1. Inflamații	692
X.2. 2. Tumori	696
X.2. 3. Alte afecțiuni	700
XI. Perete toraco-abdominal. Structuri superficiale (Tegument. Țesut celular subcutanat. Țesut musculo-aponevrotic. Structuri osoase)	709
XI. 1. Inflamații	711
XI. 2. Hernii. Soluții de continuitate	712
XI. 3. Tumori	714
XI. 4. Alte afecțiuni	719
Index alfabetic	725

1.1. Considerații generale	
1.2. Istoria ultrasonografiei	
1.3. Ultrasunetele	
1.4. Echipamentul ultrasonografic	
1.5. Tehnici și proceduri ultrasonografice. Aplicații clinice ale ultrasonografiei	
1.6. Echipamentul ultrasonografic (ecografic) în funcție	
1.7. Cum procedăm? Cum examinăm?	
1.8. Semnificația și relevanța informației ultrasonografice. Redactarea concluziei.	
1.9. De ce ultrasonografia? Particularități, avantaje, limitări	
1.10. Concluzii	

I. 1. Considerații generale

Ultrasonografia (ecografia) este o metodă imagistică de diagnostic care folosește ultrasunetele (US) în scopul generării de imagini secționale la nivelul corpului uman. Este una dintre cele mai dinamice proceduri utilizate în practica medicală modernă. Importanța acestei proceduri este foarte mare având în vedere răspândirea, accesibilitatea și inocuitatea. Peste 1/3 din totalul explorărilor imagistice efectuate la nivel mondial sunt examinări ultrasonografice [1, 2].

Această metodă a fost (și este încă) „disputată” de mai multe specialități medicale, fiind considerată de unii o procedură de tip „radio-imagistic”, iar de alții un fel de „stetoscop vizual” care „aparține” medicului clinician. Ultrasonografia aparține tehnicilor imagistice (și implicit medicului specialist radioimagist), pentru că furnizează informație specifică sub formă de imagini; metoda aparține în același timp și specialităților clinice, prin faptul că este manipulată de medicul practician care „exploatează” din plin caracterul său non-iradiant, potențialul de repetitivitate în funcție de cerințe și de evoluția bolii, portabilitatea (ecografii putând fi transportate și utilizate la patul bolnavului, în camera de urgențe, în salvare sau chiar în spațiul cosmic). În plus, să nu uităm că imaginea este „generată” de un operator care este de regulă un medic clinician.

Disputa dintre radioimagiști și clinicieni este artificială. Această procedură de diagnostic „aparține” medicului care „știe” să o utilizeze. Practica ultrasonografică optimă depinde în esență de modul de integrare a informației: medicul radioimagist utilizează criteriile ultrasonografice în contextul celorlalte criterii – radiologice, computer tomografice, de rezonanță magnetică etc., realizând în final un diagnostic complex bazat pe imagini; medicul clinician utilizează criteriile ultrasonografice în contextul celor clinice și funcțional-biochimice, realizând în final un diagnostic clinic mai evoluat (unii îl denumesc diagnostic „clnico-ecografic”). Nu arareori medicul practician își dirijează anumite proceduri intervenționale (puncții, drenaje etc.) cu ajutorul ultrasonografiei pentru a le realiza mai precis.

O caracteristică a ultrasonografiei este reprezentată de diversificarea și miniaturizarea tehnologică. Echipamentele ecografice pot să fie extrem de sofisticate, acoperind o paletă largă de suferințe anatomice, funcționale sau vasculare, sau, dimpotrivă, foarte simple, în general mici

și portabile, dedicate unei singure aplicații, bine definită, aflată la alegerea medicului clinician sau exploraționist (procedură integrată în conceptul de “point-of-care medicine”). Această versatilitate constituie un element definitoriu și un punct forte al metodei, care îi permite să fie practicată de orice medic având formație și cunoștințe de bază în domeniu.

Imaginea ecografică este „dinamică” (termenul anglo-saxon folosit este acela de procedură “real time”). Această caracteristică, rezultată din succesiunea rapidă, imperceptibilă pentru ochiul uman, a secțiunilor la nivelul ecranului, conduce la generarea de informații asupra activității cardiace, mișcărilor fetale sau mobilității intestinale, exact în timp ce aceste evenimente se desfășoară. Caracterul “real time” sau „dinamic” al imaginii ecografice conferă metodei șansa unică de a genera un diagnostic instantaneu, chiar în timpul examinării, și permite aprecierea funcțională a unor organe, spontan sau în cursul unor manopere de provocare, ceea ce validează metoda ca procedură clinică. Spre deosebire de imaginea folosită în computer tomografie sau rezonanța magnetică nucleară, imaginea ecografică nu este exhaustivă, fiind capabilă să „reprezinte” pe ecran doar regiuni anatomice limitate, de dimensiuni variabile. Din acest motiv, medicul examinator este obligat să „dirijeze” clinic, în funcție de acuzele pacientului sau de sindromul clinic, regiunea anatomică evaluată ultrasonografic.

Datorită optimizărilor tehnologice din ultimii 10-15 ani, explorarea ecografică a ajuns să beneficieze de imagini de o calitate și rezoluție foarte bune, care, prin integrare în diagnosticul clinic, au devenit suficient de valoroase sau utile pentru a „furniza” prompt un set de criterii de tip diagnostic. În felul acesta, se favorizează o conduită diagnostică ulterioară rapidă și optimă din punct de vedere terapeutic. Ecografia se interpune, așadar, între examenul clinic și alte investigații paraclinice și imagistice mai sofisticate, constituind adesea o modalitate de selecție a acestora și de optimizare, în final, a diagnosticului medical. Prin performanțele sale și prin integrare cu tabloul clinic, metoda poate să substituie o serie de alte proceduri mai costisitoare sau mai riscante pentru pacient [2].

Practica ultrasonografică se efectuează prin intermediul „aplicațiilor clinice”. Se poate considera că măsura principală a calității și performanței examinării ecografice este dată de posibilitatea medicului practician de a obține imaginea cea mai elocventă și apoi de a o integra în tabloul clinic. Ultrasonografia trebuie practicată acolo unde aduce beneficii reale și trebuie privită cu rezerve acolo unde

aportul său diagnostic este limitat [1]. Această selectivitate are la bază discernământul medicului practician. Educația este din acest motiv o componentă esențială a buneii practici ultrasonografice în medicina de zi cu zi.

Cu riscul de a considera că există o „luptă” pentru monopolizarea ecografiei fie de către specialitățile clinice, fie de către cele radioimagistice, această competiție trebuie încurajată. Este evident că rezultatul final este un beneficiu pentru „toate părțile”, conducând la o dinamică excepțională a metodei. Ultrasonografia a ajuns să fie procedura imagistică cea mai răspândită pe glob [3]. Într-un viitor nu prea îndepărtat, examinarea ecografică se va generaliza nerestricțiv la toate specialitățile clinice, urmând să fie introdusă în formarea de bază a studenților la medicină ca parte a examenului clinic [4-8]. Importanța educației în ultrasonografie este foarte mare. Organizația Mondială a Sănătății a subliniat că, întrucât ecografia este „operator dependentă”, se ajunge la situația paradoxală ca să fie „mai importantă prezența resursei umane calificate decât aceea a echipamentului ecografic însuși” și, de asemenea, la fel de importantă este prezența „formatorilor” în ecografie [9].

I. 2. Istoria ultrasonografiei

I. 2.1. Ultrasonografia în lume

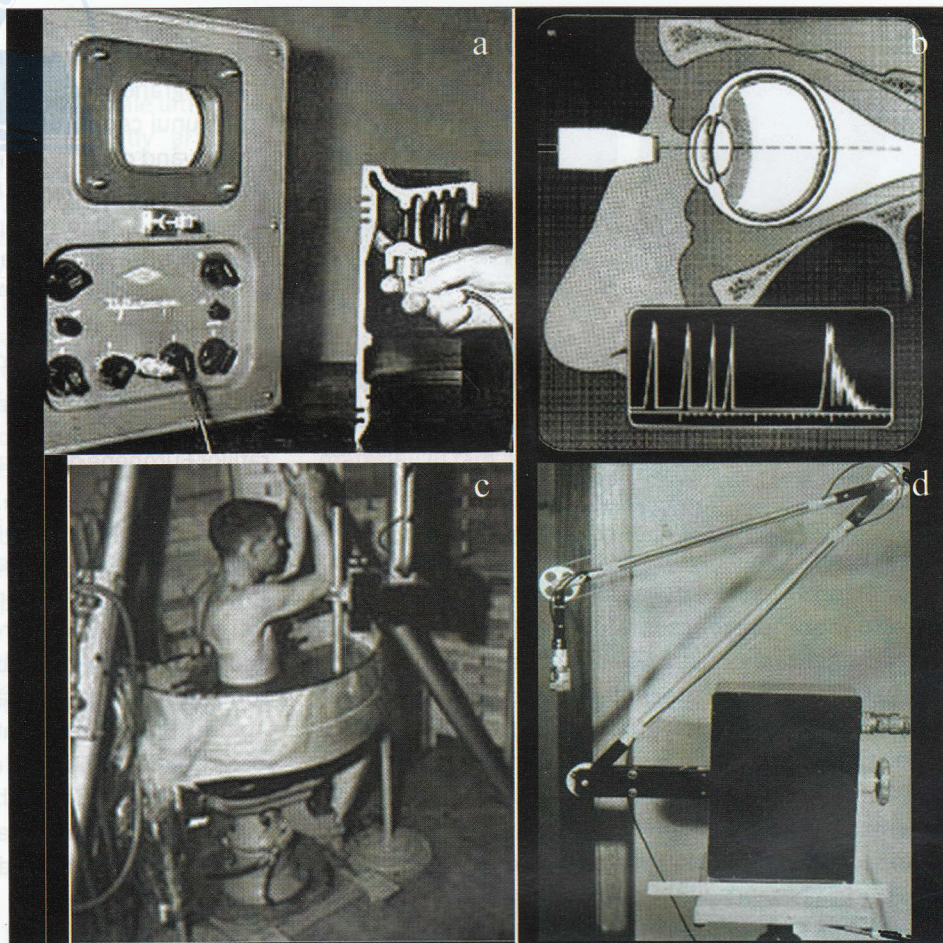
Spre deosebire de celelalte proceduri imagistice, care au avut o dezvoltare relativ lineară, plecând de la inovația primară și evoluând strict în domeniul medicinei, originile ultrasonografiei (ecografiei) sunt non-medicale. Primele aplicații ale ultrasunetelor au fost în domeniul navigației, fiind reprezentate de echipamentul denumit *sonar* (acronimul de la termenul anglo-saxon “Sound Navigation And Ranging”), utilizat pentru detectarea obstacolelor din calea navelor aflate în marș. În timpul Primului Război Mondial, sonarul era folosit pentru a ușura navigația submarinelor. În anul 1928, fizicianul rus Sergei Y. Sokolov a pus la punct o tehnică de detectare a defectelor în corpuri solide cu ajutorul ultrasunetelor, lărgind astfel paleta de aplicații ale metodei (fig. I. 2.1 a).

În același an s-a comunicat potențialul ultrasunetelor de a detecta curgerea lichidelor, iar fizicianul francez Paul Langevin a demonstrat efectul distructiv al ultrasunetelor cu intensitate înaltă asupra țesuturilor biologice, confirmat apoi, în anul 1944, de către Lynn și Putnam [10]. Aceste constatări au deschis oportunități pentru

construirea de echipamente medicale bazate pe ultrasunete, atât pentru terapii în reumatologie (prin efectul termic), dar și în neurochirurgie (prin efectul distructiv), în scopul realizării de craniotomii și distrugerii țintite ale unor porțiuni din creier la pacienți cu boală Parkinson [11, 12]. Primele deschideri înspre potențialul diagnostic al US au fost formulate de către H. Gohr și Th. Wedekind în anul 1940 în revista *Klinische Wochenschrift* [13]. În anul 1948, cu ocazia primului Congres de Ultrasonografie în Medicină, care a avut loc la Erlangen, Germania, s-au prezentat două lucrări științifice originale care demonstau potențialul diagnostic al metodei. În 1955, John Reid și John J. Wild au pus la punct primul echipament de explorare în modul A folosind abordul endorectal și endovaginal [14-16]. În 1958, fiziologul american Robert Rushmer a pus la punct tehnica de studiere neinvazivă a activității aparatului cardio-vascular la animale folosind principiul Doppler. Aplicații ulterioare ale metodei au fost reprezentate de detectarea bățăilor cordului fetal folosind tehnica unidimensională (denumită A-mode) în anul 1960, măsurarea diametrului sacului gestațional folosind tehnica bidimensională (denumită B-mode) în anul 1963 și diagnosticul suferințelor oculare în cataractă (fig. I. 2.1.b). Printre primele aplicații, din anul 1957, ale ultrasonografiei bidimensionale sunt cele în care pacientul era cufundat într-un bazin cu apă, iar imaginea obținută era circulară (fig. I. 2.1.c). Aplicații clinice reale cu utilitate pentru pacient sunt consemnate în obstetrică, apoi în cardiologie (în anii '70). Ulterior, odată cu dezvoltarea tehnologiilor și înlocuirea tehnicii cu braț mobil cu cea cu transductor mecanic, rotativ, aplicațiile s-au extins rapid în aproape toate domeniile practicii medicale (fig. I. 2.1.d).

Alături de explorarea ecografică uni- și bidimensională, folosită în principal pentru evaluarea texturală și detectarea/discriminarea colecțiilor, în anul 1975 s-a pus la punct explorarea codificată color care a permis vizualizarea curgerilor sangvine. Aceasta a fost ameliorată de cercetători japonezi care, în anul 1986, au inventat procedura de examinare dinamică denumită “color flow map” (CFM) folosită și astăzi. În același an au apărut pe piață primele echipamente care furnizau imagini tridimensionale (3D) ușor de exploatat de către practicieni (cu sublinierea că primele examinări 3D au fost introduse cu caracter experimental încă din anii '70 în obstetrică și ginecologie de către A. Kratochwill și colaboratorii săi) [16]. Începând cu anii '90, datorită creșterii vitezei de baleiaj și ameliorării procesoarelor, metoda 3D a devenit foarte răspândită în

Fig. I. 2.1 a,b,c,d. Istoria ultrasonografiei. Echipament construit pentru detectarea defectelor în metale (Sokolov, 1928) (a). Echipament ecografic unidimensional (A-mode) utilizat pentru detectarea modificărilor densitometrice la nivelul globului ocular (b). Unul dintre primele echipamente, având valoare încă experimentală, construit în anul 1957, în care imaginile ecografice erau circulare, iar subiectul uman era cufundat într-un bazin cu apă (c). Echipament ecografic cu braț mobil; transductorul era montat la extremitatea unui braț semirigid care avea menirea să limiteze balelaia numai în limita unor secțiuni perfect lineare (d) (imagini preluate de pe site-ul: <http://www.ob-ultrasound.net/history1.html>)



obstetrică și ginecologie. Tot în anii '90 s-au extins procedurile bazate pe abordul endocavitar (primele explorări ale prostatei în abord endorectal datează din anii '60, fiind introduse de școala japoneză de ultrasonografie – Watanabe, 1968), examinarea cu contrast administrat i.v., explorarea armonică a țesuturilor. Ultrasonografia s-a extins în domeniul procedurilor intervenționale prin capacitatea de vizualizare a acelor de puncție. Principalul beneficiu a fost acela de reducere a duratei procedurii intervenționale și creștere a preciziei și eficienței acesteia. O contribuție majoră în această direcție a avut-o școala daneză de ultrasonografie reprezentată de H.H. Holm și colaboratorii [17]. O descriere detaliată a istoriei ultrasonografiei pe plan mondial poate fi accesată pe site-ul <http://www.ob-ultrasound.net/history.html>. O lectură a acestui site poate contribui la obținerea unei imagini de ansamblu asupra originilor unei tehnici de diagnostic fascinante, cu mare valoare în practica de zi cu zi.

I. 2.2. Ultrasonografia în România

Fără a avea inovații tehnologice, școala medicală românească a fost meritorie, fiind printre primele din Europa care au implementat ultrasonografia în practică.

Primele echipamente ecografice care furnizau imagine doar în scară gri au apărut sporadic la Cluj, București, Râmnicu Vâlcea și Baia Mare, în anii 70-80. Achiziția aparatelor a fost, pentru acea vreme, un gest vizionar deosebit din partea unor medici entuziaști. Ei credeau în viitorul procedurii în perioada în care imaginile erau departe de a permite un diagnostic exact. În anii '80, prin meritul prof. dr. Gh. Badea (Cluj) (fig. I. 2.2.1) și prof. dr. Gh. Jovin (București) (fig. I. 2.2.2), s-au structurat primele două centre de educație și practică medicală din România. Prof. dr. Gheorghe Badea a inițiat și primele cursuri de ecografie adresate studenților la medicină în cadrul disciplinei de Biotehnică. În aceeași perioadă, la Iași, prof. dr. C. Daniil a fost cel care



Fig. I. 2.2.1. Profesor dr. Gheorghe Badea, șeful Disciplinei de Biotehnică și al Laboratorului de Radiologie din cadrul Clinicii Medicale 3, UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca



Fig. I. 2.2.2. Profesor (asociat) dr. Gheorghe Jovin, șeful Laboratorului de Ultrasonografie și Medicină Nucleară, Spitalul Clinic Fundeni, București

a efectuat primele proceduri intervenționale sub ghidaj ecografic din țara noastră. Primele cărți de ecografie au apărut la Cluj – „Atlas comentat de ecografie abdominală” (1990), sub redacția prof. dr. Gheorghe Badea și dr. Radu Badea și București – „Ultrasonografie clinică”, sub redacția dr. Tiberiu Pop, ambele la Editura Medicală București. În decembrie 1997, la Cluj-Napoca, în amfiteatrul Clinicii Medicale III, s-a înființat Societatea Română de Ultrasonografie în Medicină și Biologie (SRUMB) (prin separare din Societatea de Radiologie). Primul președinte al acestei societăți profesionale a fost dr. Gheorghe Jovin. În martie 1998, a avut loc la Cluj-Napoca prima Conferință Națională de Ultrasonografie. O dovadă a aderenței deosebite a medicilor din țara noastră la această metodă a constituit-o participarea foarte numeroasă la cea de-a II-a Conferință Națională de la Craiova, din mai 1999 (președinte: conf. dr. Viorela Enăchescu), care a marcat un punct de cotitură în dezvoltarea ecografiei în țara noastră (fig. I. 2.2.3). Ulterior, nou înființata comunitate profesională a „ecografiștilor” a aderat la Federația Europeană a Societăților de Ultrasonografie, devenind un membru activ cu contribuții consistente în dezvoltarea ecografiei. Un exemplu remarcabil îl constituie *Revista Română de Ultrasonografie* inițiată de Petru Adrian Mircea, Radu Badea și Sorin Ducea, actualmente denumită *Medical Ultrasonography* (editor șef prof. dr. Daniela Fodor), indexată ISI,

cu un factor de impact în creștere. De menționat înființarea în 1996 a primului Centru de Formare și Cercetare în Ultrasonografie în cadrul UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca afiliat unui centru de prestigiu din SUA – JUREI, Philadelphia, având drept co-directori pe prof. dr. Radu Ion Badea și prof. dr. Sorin Marian Ducea. În cadrul acestei structuri academice s-au format peste 1000 de medici, care acum practică ultrasonografia în diverse specialități și pentru diferite aplicații clinice. Alte centre academice de formare în ultrasonografie s-au organizat la Timișoara, Craiova, București, Iași, Oradea (conf. dr. Ciprian Brisc), Sibiu (prof. dr. Romeo Elefterescu) și Târgu Mureș. În anul 2008, la Timișoara, s-a organizat cel de-al XX-lea Congres al Federațiilor Europene de Ultrasonografie – EFSUMB (președinte – prof. dr. Ioan Sporea), ca o recunoaștere a activităților performante din domeniul ultrasonografiei desfășurate în cadrul SRUMB. În final, chiar dacă informațiile de mai sus sunt departe de a fi complete, trebuie menționate încă trei nume: prof. dr. Aurel Văleanu (Cluj), prof. dr. Florin Stamatian (Cluj), contributor major la dezvoltarea ultrasonografiei în obstetrică/ginecologie, și prof. dr. Eduard Apetrei (București), inițiator al ecocardiografiei în România.

Președinții SRUMB de la începuturi până în momentul prezent au fost: Gheorghe Jovin (București), Petru Adrian Mircea (Cluj), Ioan Sporea (Timișoara), Radu Badea (Cluj), Dan Stănescu (București), Sorin Ducea (Cluj).



Fig. I. 2.2.3. Imagini de la Conferința de Ultrasonografie a SRUMB de la Craiova din anul 1999. În prezidiu (de la stânga la dreapta): conf. dr. Viorela Enăchescu, prof. dr. Andrei Bondari, prof. dr. Gheorghe Jovin, prof. dr. Radu Badea, prof. dr. Petru Adrian Mircea, conf. dr. Adrian Costache

I. 3. Ultrasunetele

Importanța cunoașterii principiilor fizice ale ultrasonografiei decurge din caracterul ceva mai „intuitiv” al acestei proceduri față de procedurile radiologice. Într-adevăr, ultrasonografia ca metodă de diagnostic se bazează pe reflexii ale undelor sonore la nivelul unor interfețe. Examinatorul poate face o analogie între modul în care un speolog parcurge canalele unei peșteri – ecurile sunetelor emise având mare valoare în orientare – și „progresia” undelor în corpul uman cu ajutorul acestei metode. Ecurile pot avea relevanță sau pot să fie foarte înșelătoare. Gama de frecvențe folosite în ultrasonografie este destul de largă, iar selecția lor (fezabilă prin alegerea transductorului) în scopul realizării unui diagnostic corect depinde de cunoașterea anumitor principii de traversare a mediilor biologice. De subliniat că ecurile false și distorsiunile care apar în timpul explorării pot să constituie o sursă de diagnostic fals [2].

I. 3.1. Undele sonore și vibrațiile materiei

Undele sonore, categorie din care fac parte și ultrasunetele, sunt vibrații ale materiei. Vibrațiile există oriunde în mediul înconjurător, spre exemplu, prin aruncarea unei pietre într-un lac, valurile rezultate care se îndepărtează progresiv dinspre centru înspre periferie constituie manifestări ale vibrației (fig. I. 3.1.1 a,b). Vibrații apar și în

momentul ciupirii corzilor de gitară. Coarda care vibrează generează unde invizibile, care se transmit prin aer până la nivelul urechii, unde timpanul preia energia acustică, iar urechea medie generează neuroimpulsuri care ajung la creier, unde sunt „citite”, „caracterizate” și „înțelese” (fig. I. 3.1.2). Cuvintele rostite au ca substrat vibrații ce străbat mediul înconjurător, ca rezultat al împingerii coloanei de aer de la nivelul laringelui. Întotdeauna există, așadar, un element mecanic (în cazul ecografiei, acesta este transductorul) care generează vibrații. Odată produse, vibrațiile se „deplasează”. Fenomenul de propagare a undelor sonore în spațiu se realizează prin alternanța dintre zone de compresie și zone de relaxare de la nivelul materiei. În fapt, materia stagnează, dar energia vibrației se transmite după modelul valurilor din apa lacului. Modul de deplasare trebuie imaginat ca un con sau ca un cilindru cu variații de amplitudine pozitive și negative, ceea ce explică interferențele dintre fasciculele distincte aflate în apropiere (fig. I. 3.1.3). Se poate deduce astfel că, deși undele sonore, așa cum rezultă ele, sunt longitudinale (a se vedea undele paralele care rezultă la aruncarea pietrei în apa lacului), progresia undei sonore se face transversal, dinspre locul de emisie înspre infinit sau până la momentul întâlnirii unui obstacol [2].

Undele sonore pot să fie caracterizate cu ajutorul unor parametri acustici: perioada, frecvența, viteza de propagare, lungimea de undă, puterea acustică și intensitatea. Astfel:

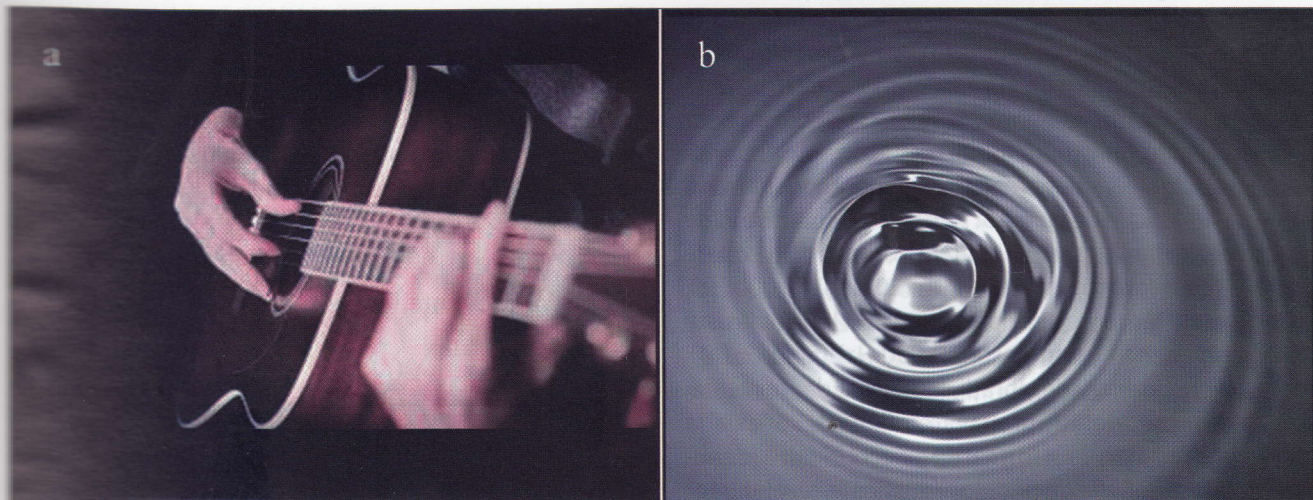


Fig. I. 3.1.1 a,b. Generarea vibrațiilor (modelul reprezentat: vibrația corzilor de gitară prin „ciupirea” lor de către interpret) (a). Deplasarea vibrațiilor în mediul înconjurător (modelul reprezentat: valurile de apă rezultate prin aruncarea unei pietre într-o apă liniștită). Valurile rezultate sunt expresia unui fenomen de „contractie” alternând cu „relaxare” a materiei (apei) (b). Materia este imobilă, dar energia acumulată se deplasează din zona centrală (epicentru) înspre periferie

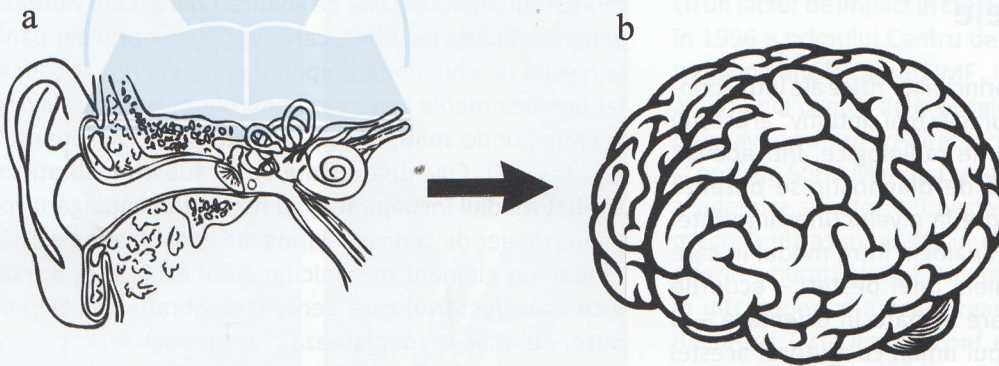


Fig. I. 3.1.2 a,b.

Pavilionul urechii (a) este o „pâlnie” menită să „captureze” undele acustice din mediul înconjurător, să le dirijeze înspre urechea medie, care, la rândul său, le „codifică” în neuroimpulsuri ce ajung la creier (b)

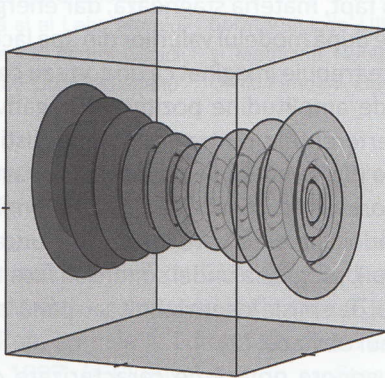


Fig. I. 3.1.3. Propagarea vibrațiilor/undelor sonore în mediul ambiental. A se observa aspectul cilindric cu variații pozitive și negative de amplitudine. În funcție de amplitudine și distanța dintre fascicule, pot exista interferențe între fascicule diferite aflate în apropiere

a. *perioada* reprezintă timpul (măsurat în microsecunde) necesar pentru ca o undă acustică să realizeze un ciclu complet de vibrație;

b. *frecvența* (măsurată în hertzi – Hz) reprezintă numărul de cicluri complete realizate de unda sonoră într-o secundă. În funcție de cum pot să fie interceptate undele de către urechea umană, vibrațiile se împart în *sunete audibile* (cu frecvențe cuprinse între 20 Hz și 20 000 Hz), *infrasunete* (frecvențe sub valoarea de 20 Hz) și *ultrasunete* (frecvențe cu valori peste 20 000 Hz) (fig. I. 3.1.4). Toate aceste categorii de vibrații, indiferent de frecvență, au aceleași proprietăți: propagarea lineară, reflexia la nivelul unor obstacole și formarea de *ecouri false* (denumite *artefacte*). Reflexia undelor acustice la nivelul unor obstacole conduce la apariția de *ecouri*, cu aceeași frecvență cu cea a undelor din fasciculul incident (denumită *frecvență fundamentală*). Reflexia se poate produce în urma unui impact perpendicular (90 de grade) pe elemen-

tul reflectant sau sub un unghi ascuțit (diferit de 90 de grade) față de acesta (în acest caz este denumită *reflexie speculară*) (fig. I. 3.1.5). Reflexia poate să fie realizată de un singur element reflectant sau de mai multe (în acest caz este denumită *reflexie difuză*) (fig. I. 3.1.6). O parte din ecouri își schimbă caracteristicile de bază, având o frecvență superioară frecvenței fundamentale. Ecourile cu frecvențe diferite de cele fundamentale se numesc *ecouri armonice*. Fenomenul ecourilor armonice apare atunci când anumite obstacole reflectante au o elasticitate intrinsecă. În diagnosticul medical curent se folosesc unde acustice cu frecvențe de la 2 milioane de Hz (2 MHz) (de peste 100 de ori față de pragul audibil cu urechea umană) la 20 de milioane de Hz (20 MHz);

c. *viteza de propagare* a unei sonore este condiționată de natura mediului în care aceasta se deplasează. Elementele care contribuie la viteza unei sonore sunt densitatea, rigiditatea/compresibilitatea și temperatura mediului străbătut. Ca regulă generală, undele acustice se propagă mai repede în medii solide decât în medii lichide (de ex., în os viteza este de 2000-4000 m/sec) și cel mai lent în medii gazoase (de ex., în plămâni viteza de propagare

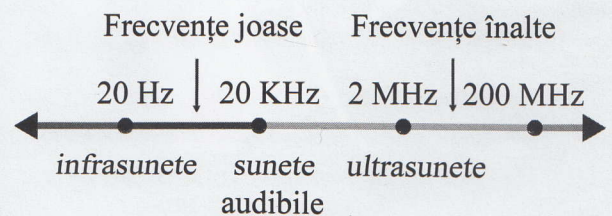


Fig. I. 3.1.4. Reprezentarea pe orizontală a frecvențelor vibrațiilor sonore în funcție de valoarea numerică și potențialul urechii umane de a le detecta

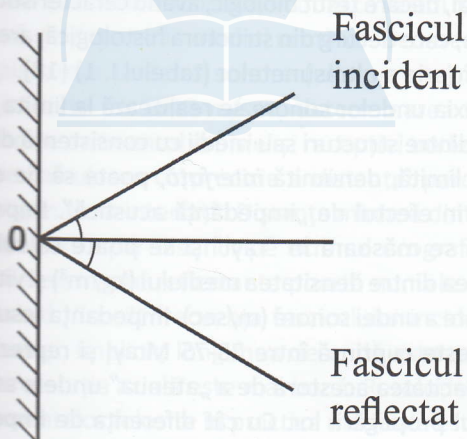


Fig. I. 3.1.5. Reprezentarea schematică a reflexiei speculare. Fasciculul incident se află în același mediu și plan cu cel reflectat. Unghiul fasciculului incident este egal cu cel al fasciculului reflectat

a sunetelor este de 300-1 000 m/sec). Viteza de propagare a undelor acustice este independentă de frecvență.

d. *lungimea de undă* (λ) este distanța măsurată în milimetri a unei perioade. Lungimea de undă este legată de viteza de propagare a undei acustice și de frecvența ei prin relația $\lambda = \text{viteza de propagare} / \text{frecvență}$. Lungimea de undă = viteza \times perioada undei (T). Orice obiect aflat în calea undei sonore va reflecta ecouri proporțional cu dimensiunea sa. Deoarece viteza de propagare a undei sonore într-un mediu dat este o constantă (în medii biolo-

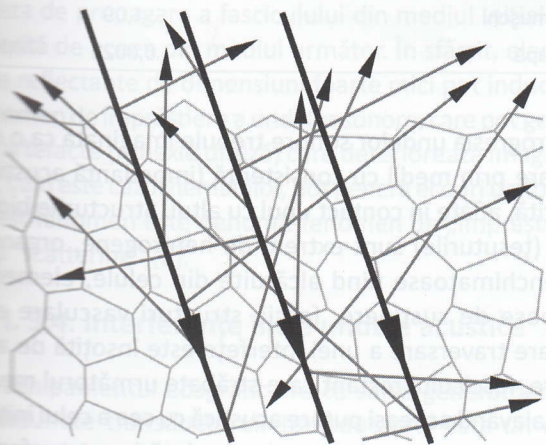


Fig. I. 3.1.6. Reflexia difuză. Este rezultatul returnării ecourilor de la nivelul unui mare număr de elemente reflectante dispuse foarte aproape unul de altul și având dimensiuni apropiate

gice aceasta este de 1 540 m/sec), rezultă că la o frecvență crescută, corespunzătoare unei lungimi de undă mai mică, ultrasunetele pot fi reflectate de obiecte cu dimensiuni mai mici decât în cazul frecvențelor scăzute, unde lungimile de undă mai mari nu „încap” decât în obiecte voluminoase. *Rezoluția imaginii ecografice* este condiționată de frecvența undei sonore. Un fascicul de ultrasunete cu frecvența de 1 MHz poate detecta în țesuturi o formațiune reflectantă cu dimensiuni mai mari de 1,54 mm.

f. *puterea acustică, amplitudinea și intensitatea*. Materia constituie suportul fizic pentru deplasarea undei acustice. Contractia și relaxarea materiei generează variații de densitate. Amplitudinea vibrației, de la momentul apariției până la valoarea maximală, se numește *amplitudine* și se măsoară în decibeli (dB). Cu cât dislocuirea mediului de propagare este mai mare, cu atât amplitudinea este mai mare și invers. Din cauză că în natură există variații foarte mari ale amplitudinii, exprimarea acesteia folosește un sistem matematic logaritm. Astfel, o creștere a amplitudinii undei sonore de 10 ori corespunde unei valori de 20 dB, în timp ce o creștere a amplitudinii de 100 de ori corespunde unei valori de 40 dB. *Intensitatea* reprezintă valoarea puterii acustice raportată la unitatea de suprafață. *Puterea acustică* și intensitatea semnalului sunt dependente de sursa de vibrații și constituie parametri importanți pentru evaluarea efectelor biologice ale unui fascicul de ultrasunete [2].

I. 3.2. Generarea ultrasunetelor

Ultrasunetele folosite în diagnosticul medical sunt generate de o componentă a ecografului denumită transductor. Acest echipament are atât rolul de emițător, cât și de receptor (fig. I. 3.2.1). Ultrasunetele pot să fie emise continuu (se poate face o analogie cu zgomotul produs de vântul care bate în permanență printr-un geam întredeschis; este tipul de ecografie denumită continuă – “continuous wave”) sau intermitent (analogia cu clopotul unei biserici; este tipul de ecografie denumită „pulsată” sau “pulsed wave”). Imaginile folosite în ultrasonografie sunt realizate prin emisia intermitentă a undelor sonore sub formă de „pulsuri”. În esență, un echipament ecografic funcționează ca un călător care își caută colegii de excursie într-un mediu necunoscut: emite unde acustice o durată scurtă de timp, iar apoi ascultă un timp îndelungat pentru a obține informațiile dorite. Emisia de unde realizată de către echipament constă dintr-o succesiune de 2-4 pulsuri cu durată foarte scurtă (în total nu depășește 0,5-3 mi-