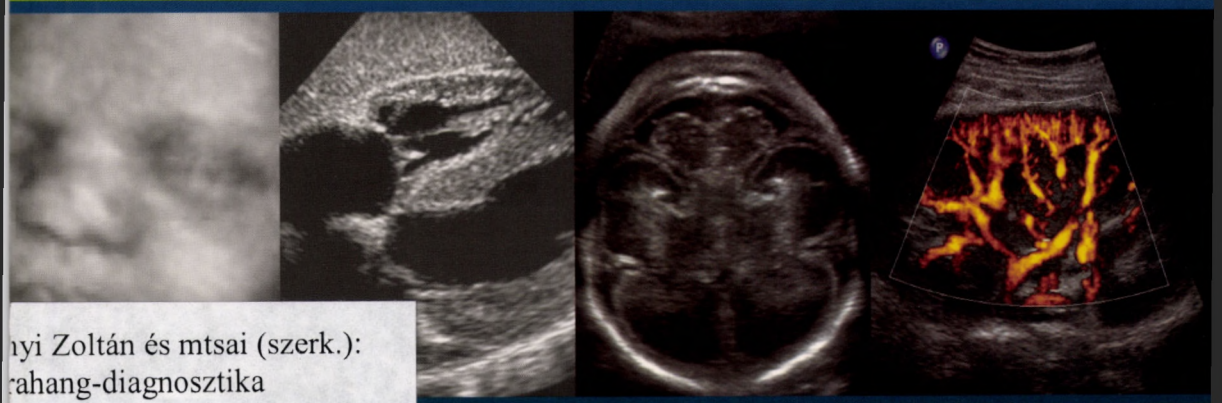
A klinikai ultrahang-diagnosztika története Magyarországon

DVD melléklettel

Szerkesztette

BUZÁS GYÖRGY MIKLÓS • HARKÁNYI ZOLTÁN
BARANYAI TIBOR • HARMAT GYÖRGY



ıyi Zoltán és mtsai (szerk.):
:ahang-diagnosztika
:te Magyarországon - DVD-
:lettel
:t
d.
›któber

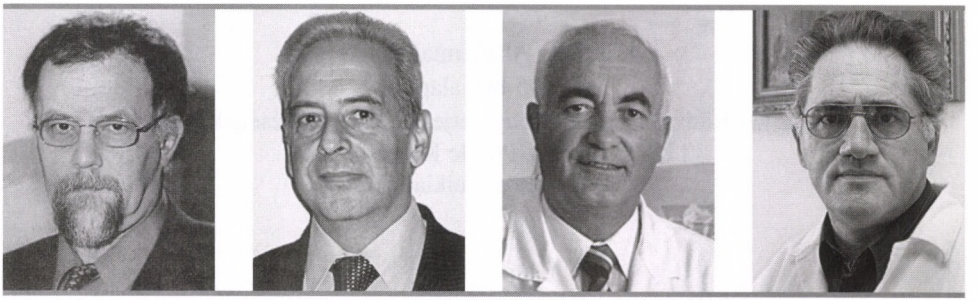
KIADÓ

A klinikai ultrahang-diagnosztika története Magyarországon

A klinikai ultrahang-diagnosztika története Magyarországon

Szerkesztette

Buzás György Miklós • Harkányi Zoltán
Baranyai Tibor • Harmat György



Megjelent a klinikai ultrahang-diagnosztika magyarországi bevezetésének 40. évfordulójára

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

A kötet szerzői

Baranyai Tibor, Buzás György Miklós, Harkányi Zoltán,
Harmat György, Humml Frigyes, Morvay Zita, Péter Mózes,
Szebeni Ágnes, Varga Erika, Radnai Anna, Zöldi Péter

ISBN 978 963 05 8635 1

Kiadja az Akadémiai Kiadó,
az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 19.
www.akademiaikiado.hu

Első magyar nyelvű kiadás: 2008

© Buzás György Miklós, Harkányi Zoltán, Baranyai Tibor, Harmat György (szerk.) 2008
© Akadémiai Kiadó, 2008

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát,
az egyes fejezeteket illetően is.

Printed in Hungary

Tartalom

Előszó
Lombay Béla 7

Bevezetés
Palkó András 9

Az ultrahang-diagnosztika általános története
Buzás György Miklós 11

Az ultrahang-diagnosztika magyarországi története
Buzás György Miklós 79

Beszélgetések a kezdetekről
Az interjúkat Zöldi Péter és Radnai Anna készítette 129

Prof. Dr. Baranyai Tibor (Sopron, Erzsébet Kórház)
Ultrahang Napok Sopronban 131

Prof. Dr. Harkányi Zoltán (Budapest, Heim Pál Kórház)
Mindenki alkalmazhatja az ultrahang-diagnosztikát, csak tudja használni! 138

Prof. Dr. Harmat György (Budapest, Heim Pál Kórház)
Hírünk a világban 145

Humml Frigyes (Budapest)
Látszólag rendkívül egyszerű technológia 150

Prof. Dr. Lengyel Mária (Budapest, Orsz. Kardiológiai Intézet)
A kezdetektől speciális tudást igényel 157

Prof. Dr. Németh János (Budapest, SE, Szemészeti Klinika)
A szemészek úttörő szerepet vállaltak az ultrahang fejlődésében ... 164

Prof. Dr. Péter Mózes (Debrecen, Radiológiai Klinika)
Az ultrahang megnyitotta a kaput a hatékony intervenció előtt ... 171

Prof. Dr. Szebeni Ágnes - (Budapest)
Elválaszthatatlan a klinikumoktól ... 178

Prof. Dr. Tóth Zoltán (Debrecen, Női Klinika)
A szülész-nőgyógyászok álmát valósította meg ... 184

Az ultrahang-diagnosztika technikai fejlődése képekben
Morvay Zita és Humml Frigyes ... 191

Névmutató ... 207

Ultrahang-diagnosztikai monográfiák ... 213

The History of Clinical Ultrasound in Hungary ... 215

DVD-melléklet: Az ultrahang-diagnosztika története képekben ... 217

Köszönetnyilvánítás ... 218

Előszó

A 21. század elején a technikai forradalmak – ki tudja hányadik – hajnalán jó visszatekinteni, hogy honnan indultunk, s megpróbálni prognózist adni, hogy hová, milyen úton haladunk tovább. Erre próbál választ adni ez a könyv az orvostudomány egy speciális területének, az ultrahang-diagnosztikának történelmi elemzésével. A könyv aktualitását indokolhatja, hogy éppen 60 évvel ezelőttől, 1948-tól számíthatjuk a klinikai ultrahang-diagnosztika kezdeteit és 40 éve a hazai első lépéseket. A szélesebb elterjedés világszerte és Magyarországon is a 70-es évek második felétől következett be a gray-scale compound technika bevezetésével.

Csak dicsérni lehet az ötletgazdákat, a szerkesztőket: Buzás György Miklóst, Harkányi Zoltánt, Baranyai Tibort és Harmat Györgyöt, akik egy jól szerkesztett, olvasmányos könyvet tesznek le az olvasó elé.

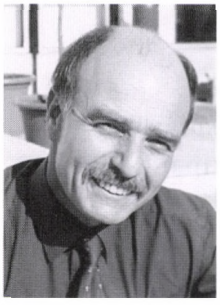
A könyv nemcsak történeti ismereteket, érdekességeket tartalmaz, hanem összefoglalja azokat a jellegzetes magyar ismérveket is, melyek az ultrahang-diagnosztika egyetemes történetéhez hozzájárultak. Elsősorban most nem azokra a magyar kísérletekre gondolok, amelyek a diagnosztikai ultrahangkészülékek magyarországi gyártására vonatkoztak, hanem a klinikai felhasználásra, mint ahogy a könyv címe is erre utal. Hogy mit jelent ez a gyakorlatban? Az ultrahang-diagnosztika széles skáláján hazánkban napjainkig főként azok a szakemberek helyezkedtek el, akik „használni tudták" a készüléket saját területükön (gasztroenterológia, szülészet-nőgyógyászat, neurológia, kardiológia, angiológia, gyermekgyógyászat, musculoskeletalis diagnosztika stb.) és nem kívántak egyeduralmat szerezni ezen képalkotó diagnosztikai eszköz teljes mértékű birtoklásával. Valahogy érvényesült a józan ész, a speciális területek, szülészet-nőgyógyászat, kardiológia, neurológia, viszonylag hamar leváltak az általános diagnosztikáról, a többi részterület többségében viszont maradt a diagnosztikai képalkotás egyik lehetőségeként a radiológusok kezében. Ez nem jelenti természetesen azt, hogy nincsenek ma Magyarországon transzducerek illetéktelen,

hozzá nem értő, anyagi szempontok szerint működő kezekben, s ne születnének téves, félrevezető leletek. Sajnos vannak.

De talán a könyv segít abban is, hogy a jövőben az egyre inkább fejlődő ultrahang-diagnosztika olyan avatott kezekben maradjon, akik felelősséggel tudják azt használni egy adott részterületen, legyen az radiológus – akinek egyik feladata az ultrahang-diagnosztika színvonalas művelése –, vagy legyen olyan klinikus specialista, aki egy adott részterületet tud kiemelkedő színvonalon működtetni.

Prof. Dr. Lombay Béla
a Magyar Radiológusok Társaságának
elnöke

Bevezetés



Az ultrahang alkalmazása az orvosi képalkotó diagnosztikában több mint 50 éves múltra tekint vissza. Ez – ha nem is történelmi távlat – elegendően hosszú idő ahhoz, hogy megvizsgáljuk, milyen előzmények alapján, mely fejlődési szakaszokon át, hogyan fejlődött a módszer azzá a technikává, amelyet ma mint mindennapjaink természetes velejáróját, orvosi munkánk nélkülözhetetlen elemét ismerjük, használjuk. Sőt, szeretjük is, hiszen az ultrahang-diagnosztika, és a vele irányított invazív diagnosztikus és terápiás beavatkozások szakmai életünk részévé váltak, elterjedésük olyan paradigmaváltást eredményezett, mely egyfelől a radiológust a beteggel közvetlen, személyes kapcsolatban álló szakemberré tette, másfelől a klinikust is felruházta a beteg testébe pillantás képességével – az ionizáló sugárzás alkalmazásával járó kockázatok és kényelmetlenség nélkül.

A ma rendelkezésünkre álló technika birtokában szinte hihetetlen, honnan indult a módszer. Azért is időszerű ennek a könyvnek a megjelenése, mert ma még sokan vagyunk, akik láttunk compound-technikával készült képeket, és revelációként éltük meg az egyre újabb fejlemények (real-time gray-scale, duplex és color Doppler, power angio, color velocity imaging, harmonikus képalkotás, UH-kontrasztanyagok, UH-CT, szonoelasztográfia stb.) révén megszerezhető információtöbblet elérhetővé válását. Ezzel párhuzamosan tapasztalhattuk a készülékek kezelhetőségének egyszerűsödését, az automatikus beállítások mind szélesebb körű elterjedését, vagyis a módszer „demokratizálódását", elérhetővé válását a szakemberek mind tágabb köre számára. A jól képzett szonográfusok megjelenése, illetve az informatika fejlődése pedig bevezette a módszert a távleletezés, távkonzultáció világába is.

A könyv szerkesztői, szerzői és interjúalanyai között a szakmatörténész mellett olyan szakemberek nevét találjuk, akik mára beírták nevüket az ultrahang-diagnosztika hazai és nemzetközi történetébe, hiszen nevük össze-

fonódott a módszer hazai bevezetésével, elterjedésével, oktatásával és kutatásával, a tudományos eredmények világszerte elismert színvonalú publikálásával. Hozzájárulásuknak köszönhetően a könyv lebilincselő, egyben hasznos olvasmánynak ígérkezik mindazok számára, akik a napi munkájukhoz szükséges ismereteken túlmenően is érdeklődnek szakterületük múltja, fejlődése iránt, de haszonnal forgathatják azok az érdeklődő laikusok is, akik az orvoslás történetére mint a múlt egy speciális, de igen fontos szegmensére tekintenek.

Prof. Dr. Palkó András
a Radiológus Szakmai Kollégium
elnöke

Az ultrahang-diagnosztika általános története

BUZÁS GYÖRGY MIKLÓS

1. Az akusztika történetéből

A hang, mint fizikai jelenség, illetve az akusztika (akousztikosz= hallással kapcsolatos, hallásra vonatkozó, akouein=hallani, görög) az ókori tudósokat is foglalkoztatta. Az első hangtani vizsgálatokat végző tudós *Püthagorasz* (Kr. e. 580/572–500/490, az adatok nem pontosan ismertek) volt[1,2]. Bár orvosi tanulmányait nem igazolták, egyes történészek orvosnak tartják[3]. Mind ő maga, mind tanítványai zenerajongók és egyben matematikusok voltak. A legenda szerint *Püthagorasz* fedezte fel, hogy a hangok matematikai egyenletekkel is kifejezhetők: egyszer egy kovácsműhely előtt ment el és rájött, hogy az üllők ütése során keletkezett hangok harmonikusak; később többször meglátogatta a műhelyt, alaposan megvizsgálta az üllőket és rájött, hogy azok mérete arányos (1, 1/2, 2/3 stb.). Utóbb alkotta meg a monochordnak nevezett egyhúrú hangszert, amely tk. az első rezonancia-szekrény volt, később a zeneoktatás fontos eszközévé vált és több hangszert készítettek mintájára. *Püthagorasz* megállapította az összefüggést a rezgő húr hossza és a hangmagasság között, a jellemző arányokból pedig levezethetők a matematikailag és akusztikailag is tökéletes zenei hangközök (2:1: oktáv, 3:2: kvint, 4:3: kvart, 9:8: nagyszekund)[4]. *Arisztotelész* (Kr.e. 384–322) a Poétika és a Problémák XI. és XIV. könyvében foglalkozik a hangmagasság és hangsebesség összefüggésével, a harmóniával és a zenével, amelynek élvezete a lélek tisztulásához, azaz a katharsishoz vezet. Hangfizikai felfogását beépíti általános tudományelméleti munkájába, és nézetei a középkorig fognak uralkodni[5]. A harmónia fogalma eredetileg azon törvényszerűségek összességét jelentette, melyek a zenei hangok egymáshoz való viszonyát szabályozták és ebben az értelemben használta az itáliai Tarentoszban *Arisztoxenosz* (Kr. e. 354–300), *Euklidész* (Kr. e. 320–270) és az Alexandriában 40 évig tevékenykedő *Ptolemaiosz* (Kr. e. 2. század?), aki Harmonica címen az első akusztikai művet írta. A harmonia eredeti, ógörög jelentése összhang, dallamos hang, más értelmezés szerint kapcsolódást jelent, ennek eredete tengerészeti: a tutaj vagy hajó deszkáit összetartó kapcsokra utal[2,3]. A harmónia fogalmát a rómaiak átértelmezték, a latin harmonicus egyensúlyt, szimmetriát, a hangok dallamos elrendezését, azaz a mai értelemben vetett összhangzatot jelenti.

Az echo görögül és latinul is visszhangot jelent: az akusztikában a visszavert hang, amelyet a primérhanghoz képest időbeli késéssel érzékelünk. A zenében késés (futási idő) időtartama jelentős: 1/20 másodperc esetében

az echo összeolvad a primér hanggal és felerősíti azt; az ultrahang-diagnosztikában ez a késés teszi lehetővé a képalkotást. Az echo terminus a 14. században jelent meg a modern nyelvekben.

A görög mitológiában Ékho nimfa a visszhang istennője: besúgó volt, mivel Hérának jelentette, mikor Zeusz a nimfákkal enyelgett, ezért azzal büntette, hogy saját hangján nem szólalhatott meg, de a mások által kiejtett szavakat ismételhette. Ékho szerelmes lett Narkisszoszba, aki azonban érzelmeit nem viszonozta, ezért a nimfa bánatában elemésztette magát, de hangja és csontjai visszhangzó sziklákká változtak. Más forrás szerint a nimfa Pánba szeretett bele és az ellene uszította a pásztorokat, de azok megőrizték az éneklés képességét. Mitoszértelmezők szerint Ékho az örök szerelmes, erdők és források nimfája, a visszhang megszemélyesítője[6]. A nimfát számos művész megjelenítette[6,7] *(1. ábra).*

1. ábra. Nicolas Poussin: Ékho és Narkisszosz (Louvre Múzeum, Párizs)

Latin nyelveken (francia, olasz, román), de még a magyar irodalomban is egyes vizsgálatok elnevezésében az echo szó különböző összetételekben jelenik meg (pl. échographie – francia, ecografia – olasz, román), de említhetjük az itthon honos echográfia, echocardiographia kifejezést is.

A 16. században továbbfejlesztették *Arisztotelész* felfogását. A hangfizikai ismeretek a zene tanulmányozása révén bővültek. *Vicenzo Galilei* (1520–1591) firenzei zeneszerző és zeneteoretikus, lant- és violajátékos volt, aki az antik szemlélet alapján kísérelte meg újjáteremteni a hangszeres zenét. Főműve az 1581-ben és 1602-ben Firenzében kiadott Dialogo della musica antica et della moderna, amelyben dialógus formájában vitatja meg a korabeli ismereteket. Fia, *Galileo Galilei* (1564–1642), hangfizikával is foglalkozott. Először kísérelte megmagyarázni a hangrezonancia kérdését és a víz felületén keletkező állóhullámok megfigyelésével igazolta, hogy a hangmagasság a hullámhossztól, illetve a rezgésszámtól függ. Ő vette észre a húr rezgése és az ingamozgás közti párhuzamot és az ingatörvényből következtette, hogy a húr rezgésszáma fordítottan arányos a hosszúság négyzetgyökével.

René Descartes (1596–1650) a Compendium musicae (1618) c. művében foglalkozott az akusztika korabeli ismereteivel. Tanítványa, *Marin Mersenne* (1588–1648) először kísérelte meg meghatározni a hang sebességét: egy ágyú torkolattüzének felvillanása és a dörrenés közti időt mérte. Szintén ő határozta meg először két zenei hang abszolút frekvenciáját (addig a hangmagasságot húrhosszban mérték, pl. a húr hosszának a fele adta az oktávot, harmada volt az oktáv kvintje, azaz a diatónikus skála 5. hangja). Levelezése Galileivel és a Rómában élő német jezsuita polihisztorral, *Athanasius Kircher*rel (1602–1680) megalapozta a frekvencia fogalmának kialakulását. A három nemzedéken át 13 tudóst adó Bernoulli családból a 17. század *Archimédesz*ének is nevezett *Jean Bernoulli* (1667–1748) és fia, *Daniel Bernoulli* (1700–1782) kiváló matematikusok voltak és orvosi képesítést is szereztek; a húrok rezgését tanulmányozták. A folyadékáramlás egyik alapvető törvénye az ún. Bernoulli-egyenleten alapszik, ez a doppler vizsgálatban nyert alkalmazásra és kidolgozása *Jacques Bernoulli* (1654–1705) nevéhez fűződik. Az akusztika és zeneelmélet terén kiemelkedő *Athanasius Kircher* munkássága. Tanulmányozta a húrok rezgését. Nézeteit 1650-ben a Musurgia Universalis c. könyvében fejtette ki. A harmóniáról azt tartotta, hogy az a világegyetem arányainak visszatükröződése. Vízierővel meghajtott orgonát és több más hangszert tervezett, párhuzamot vont a madárdalok és hangszerek között. Foglalkozott a hangok átvitelével és lehallgatásával.

A hangtan szempontjából fontos műszer a sziréna, amelyet először *Robert Hooke* (1635–1703). szerkesztett, akit London Leonardójának neveztek. Az általa épített fogaskerékszirénát 1668-ban mutatta be a Royal Society-ben[8,9]. A francia *Félix Savart* (1791–1841) többhangú szirénát alkotott és élettani megfigyeléseket végzett; orvostársa, *Charles Cagniard de Latour* (1777–1859)

levegővel hajtott szirénát dolgozott ki 1819-ben és tőle származik a mitológiai eredetű elnevezés is, utalva a vízben is hangot adó szirénekre. Munkáját XVIII. Lajos (1755–1824) bárói címmel jutalmazta. A szirénákban keletkezett áramlás hasonló a keringési ultrahangvizsgálat során megfigyelhető eltérésekre (szűkület, turbulencia, jet-effektus). A sípok akusztikáját *Daniel Bernoulli, Christian Gottlieb Katzenstein* (1723–1795) és *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz* (1821–1894) tanulmányozták.

Joseph Sauveur (1653–1716) a párizsi College Royal, majd a francia Akadémia tagja, megalkotta a felhangok (felharmonikusok) fogalmát: ennek is helye lesz a későbbi ultrahangos képalkotásban.

A hangok abszolút rezgésszámát 1760-ban határozta meg a svájci fizikus és matematikus, későbbi szentpétervári tanár, *Leonard Euler* (1707–1767). *Gioseffo Zarlino* (1517–1590) matematikailag fejlesztette tovább a felhangok fogalmát, megalapozva az összhangzattan, az ellenpont (contrapunctus) és a kánon (görögül mérték, szabály) jelentőségét[4].

A hang hullámokban való terjedését *Joseph la Conte* (1818–1868) észlelte először, aki a kaliforniai Berkeley-ben hanghullámokra érzékeny „szenzitív lángokkal" igazolta a hang hullám jellegét és leírta a hanghullámok irányának eltérésén alapuló hangárnyékot is[3].

Pierre Gassendi (1592–1655) kimutatta 1650-ben, hogy az ágyú és puska hangjának terjedési sebessége azonos. *Galilei* tanítványa, *Vicenzo Viviani* (1622–1703) 1660-ban az ágyúdörej terjedését vizsgálva annak sebességét 350 m/s (1111 láb/s) értékűnek találta, de nem vette figyelembe a hőmérséklet és légáramlat befolyását. *Christian Huygens* (1629–1695), az inga, a rugós óra, a hullámterjedés elve és a mikroszkóp okulár feltalálója 1676-ban a levegőben 338–478 m/s értékeket mért, mivel nem vette figyelembe a hangsebességet befolyásoló tényezőket. A koponyacsontok hangvezető képességét már 1550-ben kimutatta *Girolamo Cardano* (1501–1576) olasz fizikus, majd 1779-ben a francia *Étienne Pérolle* (1753–1831) azt igazolta is. A fonal hangvezető képességét a német *Johann Daniel Herholdt* (1764–1836) úgy bizonyította, hogy egy 200 méteres fonal egyik végét fogai közé vette, másik végére kanalat erősített; ha a kanál rezgésbe jött, az hallható volt. A francia csillagász, *Pierre-Simon Laplace* (1749–1827) 1816–1822 között végzett méréseiben figyelembe vette a légnyomást, hőmérsékletet és nedvességet, kimutatva, hogy a hanghullám adiabatikus (hő keletkezésével nem járó) jelenség, amelyre a Boyle-Mariotte törvény nem alkalmazható. Az ultrahangok esetében később ezt cáfolták, kimutatva, hogy van termikus hatásuk, abszorbciós hőhatásuk és határfelületi súrlódás okozta hőhatásuk[1]. *Jean Daniel Colladon* (1781–1844)

és *Charles Sturm* (1768–1834) a Genfi tóban 1435 m/s hangterjedési sebességet mértek: ez csak 50 m/s-mal tér el a ma elfogadott értéktől. 1844-ben a svájci *Charles Fréderic Martins* (1806–1889) a Bern melletti hegyekben két különböző magasságú kiemelkedés között határozta meg az ágyúdörej terjedési sebességét és kimutatta, hogy azt a levegő sűrűsége befolyásolja. A bécsi *Wilhelm Wertheim* (1815–1861) Montpellier-ben sípokkal tanulmányozta a hang terjedését vízben és azt 1173 m/s-nak találta, később pedig a szilárd testek hangvezetéséről írt tanulmányt. Utóbb 1890-ben *August Kund* (1839–1894) a róla elnevezett csővel tette lehetővé a hangsebesség mérését gázokban és szilárd anyagokban[3,8].

1826-ban *Félix Savart* (1791–1841) fedezte fel, hogy a folyadékok is ugyanúgy vezetik a hangot, mint a szilárd testek A rezgő hangvilla által a folyadékokban előidézett örvénylő áramlást *Detmar Wilhelm Sömmering* (1793–1871) tanulmányozta Frankfurtban. Az 1711-ben *John Shore* (1662–1752) angol trombitás által feltalált hangvilla[4] rezgési számát *Theodor von Oppolzer* (1841–1886) határozta meg Bécsben sztroboszkóppal, 11 oldalú prizma segítségével.

A hangenergiában rejlő mechnikai hatást a francia orvos, *Jules Guyot* (1807–12871) fedezte fel, aki megállapította, hogy a hanghullámok könnyen mozgó testecskéket mozgásba képesek hozni: pl. a hangvilla vagy a harang papír- vagy fémlemezkéket magához vonz vagy taszít, a megközelítés irányától függően. Ebből alakult ki a hang teljesítményének fogalma.

Elméleti síkon a hanghullámok első elméletét a német *Ernst Heinrich Weber* (1795–1878) fiziológus, a bolygóideg hatásának egyik felfedezője és a fizikus *Wilhelm Weber* (1804–1891) alkotta („Wellenlehre"). A modern akusztika elméleti és gyakorlati megalkotójának azonban *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtzot* tartják, akinek az 1863-ban Braunschweigban kiadott Die Lehre von Tonenempfindungen als physiologische Grundlage für Theorie und Musik c. munkája számtalan kiadást és fordítást élt meg.

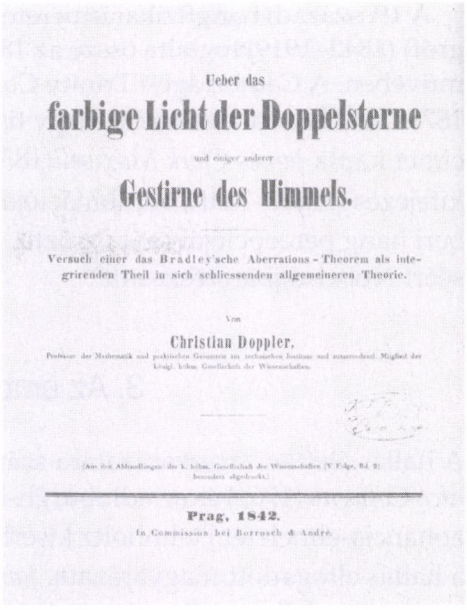
2. Doppler és kora

A hangfizika történetében jelentős felfedezést tett *Johann Christian Doppler* osztrák fizikus, matematikus és csillagász *(2. ábra)*. A nevét viselő effektust elméleti és gyakorlati kutatásai alapján 1842-ben közölte, mint a prágai Károly Egyetem professzora[10]. Felfedezéséről 1842. május 25-én tartott előadást a cseh Királyi Tudományos Akadémián, korabeli feljegyzés szerint

2. ábra. Johann Christian Doppler arcképe 1844-ből. Az eredeti a salzburgi Carolino Augusteum múzeumban látható. Eden, A.: The search of Christian Doppler. Springer Verlag, Wien–New York, 1992. A Springer kiadó engedélyével.

5 hallgató előtt. Doppler munkáját megkérdőjelezték, állítván, hogy megfigyeléseit nem eredeti kísérletekkel szerezte, hanem csak az angol teológus és csillagász *James Bradley* (1693–1753) eredményeit gondolta tovább. *Bradley Edmund Halley* (1656–1742) asztronómus tanítványa volt és 1729-ban mint az oxfordi egyetem csillagászat tanára közölte az An account of a new discovered motion of the fix'd stars c. munkáját, melyben a Doppler-effektushoz majdnem hasonló módon magyarázta a parallaxis jelenségét. Bradley munkásságát maga Doppler is méltatta. Elméletét nemcsak a hang-, hanem a fényhullámokra is vonatkoztatta, de a csillagokra vonatkozó állításai abból a téves feltételezésből indultak ki, hogy minden csillag fehér fényt bocsát ki. Bár az infravörös sugárzást *William Herschel* (1738–1822) 1800-ban kimutatta, az ultraibolya sugárzást pedig 1810-ben írta le *Johann Ritter* (1776–1810), 40 évvel később ezekről Doppler mit sem sejtett!

Johann Christian Doppler 1803. 11. 29-én született Salzburgban (egyes források születését 1805–1807 között említik). Családja Bajorországból származott. A kőműves dinasztia *Andreas Doppler* nevű tagja 1674-ben telepedett le Salzburgban. Utódai, folytatva mesterségét, számos ma is látható emlékművet hagytak a városban. 1792-ben építették fel a Doppler-házat. A tudós édesapja, *Johann Evangelista Doppler* és családja gyermeküket a helyi Szent András templomban keresztelték, amely ma már nem látható. Iskoláit szülővárosában végezte. Gyenge testalkata és betegsége miatt nem tervezték, hogy a kőműves mesterséget folytassa. 1822-től a bécsi Politechnikai Intézetben folytatta tanulmányait, ahol annyira kiváló volt, hogy a 6 éves tanfolyamot 3 év alatt abszolválta. Emellett angolul, franciául tanult, verseket, esszéket írt és grafikusként jeleskedett. 1822-ben a bécsi Politechnikai Intézet asszisztense lett a matematikai tanszéken. Első dolgozatában a párhuzamosok elméletét fejlesztette tovább, majd elektromosságtannal foglalkozott.


Ueber das

farbige Licht der Doppelsterne

und einiger anderer

Gestirne des Himmels.

Versuch einer das Bradley'sche Aberrations-Theorem als integrirenden Theil in sich schliessenden allgemeineren Theorie.

Von

Christian Doppler.

Prag, 1842.

3. ábra. Doppler közleményének fedőlapja. Eden, A.: The search of Christian Doppler. Springer Verlag, Wien–New York, 1992. A Springer kiadó engedélyével.

1833-ban a matematika professzorává nevezték ki. Több sikertelen pályázat után a prágai egyetemen vállal oktatói állást. Tüdőbetegsége ekkor jelentkezett, ennek ellenére oktatói munkája mellett tudományos kutatást is végzett. 1841-ben új optikai módszert dolgozott ki a távolságok mérésére, majd 1842-ben került sor annak a kísérletnek a bemutatására, amely világhíressé tette[11]. A Doppler-effektust 1845–46-ban Hollandiában igazolták, az Utrecht-Amsterdam vasútvonalon gyorsan mozgó hangforrások segítségével. 1847-ben a schemnitzi Erdő- és Bányaipari Akadémián lett tanár. Az Osztrák–Magyar Monarchiához tartozó városban Doppler kiváló anyagi és erkölcsi elismerésben részesült, mivel a bányaipar a gazdaság húzóágazata volt. 1847. december 11-én professzori esküt tett, hogy nem tagja semmilyen monarchiaellenes társulatnak: ez kifejezi a korszaknak a tudományos életbe begyűrűző feszültségeit. 1848-ban a magyar szabadságharcosok elfoglalták a bányákat abban a reményben, hogy aranyat lelnek, de a császári seregek visszafoglalták a helységet. Doppler nyugalommal figyelte az eseményeket; a nyári harcok idején kényszerszabadságra ment, mentesítve magát az állásfoglalástól. *Görgey Artúr* (1818–1916) – aki 1846–48 között Prágában kémiai tanulmányokat folytatott és ismerte Dopplert – találkozót szervezett meg vele. Ezt Doppler megpróbálta elkerülni, de végül is egy munkatársa jelenlétében a találkozó létrejött. Az egy éjszakás beszélgetés politikamentesen, tudományos kérdésekről szólt. Doppler egészsége a schemnitzi években rendült meg, amikor a munkatársai által is észrevett tüdőbaj jelei léptek fel. 1848. január 26-án a bécsi Akadémia tagjává választották. 1849-ben a prágai Károly Egyetem filozófia doktora címet kapta, majd a bécsi Politechnikai Intézet tanárává nevezték ki. 1852-ig töltött évei alatt főképp az oktatással és a tanszék anyagi bázisának megszervezésével foglalkozott. Tanítványai között volt *Gregor Johann Mendel* (1822–1884), a későbbi lelkész-botanikus-genetikus is. Életének utolsó hónapjait romló egészsége miatt Velencében töltötte, ahová 1852 novemberében érkezett. Helytörténészek vitatkoznak azon, hogy a számtalan műemlék közül melyikben lakott. Állapota súlyosbodott és 1853. március 12-én elhunyt, röviddel 49. születésnapja után. Halálát bejegyezték a municípiumi archívumba, másnap mise után eltemették, de sírhelye ismeretlen. 1836-ban nősült meg, egy salzburgi aranyműves lányát vette el, 5 gyermekük született. A szakirodalomban 52 dolgozata jegyzett, a csillagászat, matematika, hangtan, fénytan és a korai atomfizika tárgykörében[10, 11] *(3. ábra).*

A 19. századi hangfizikai ismereteket Lord *John William Strutt* (3. Rayleigh gróf) (1842–1919) foglalta össze az 1877-ben publikált The theory of sound c. művében. A Cambridge-i Trinity College-ben végzett, majd ott oktató Strutt 1879–1884 között a második, nagy tiszteletet érdemlő Cavendish professzori címet kapta *James Clerk Maxwell*(1831–1879) után. Tőle származik a duplex kifejezés (amely kettő kombinációját jelenti) és az elmélet, amellyel az emberi hang percepcióját magyarázta. 1904-ben az argon nemesgáz felfedezéséért Nobel-díjban részesült[8].

3. Az emberi hallásról

A hallás élettani magyarázatára számos elmélet született. A nápolyi *Domenico Cotugno* (1761) és az edinburgh-i *Charles Bell* (1774–1842) kezdetleges rezonancia-elméletét Helmholtz kísérletesen igazolta és több évtizedig ez volt a hallás elfogadott magyarázata. *James Rutherford* (1850–1914) (nem azonos az atommodell megalkotójával) 1886-ban telefonelméletében egyszerűen behelyettesítette a belső fül struktúráit a telefon alkotóelemeivel. 1946–51 között a stockholmi Karolinska Intézetben, majd a Harvard egyetemen pszichoakusztikai laboratóriumában dolgozó *Békésy György* alkotta meg a hallás máig érvényes elméletét, amelyben a modern hullámelméletet a fül anatómiai viszonyaira alkalmazta. Anatómiai készítményeken igazolta, hogy a középfülben keletkezett frekvenciaváltozások az endolimfában vándorhullámokat és örvényeket hoznak létre, melyek mechanikusan hatnak a Corti-szervre, amely elvégzi azok ingerületté alakítását és az ingerek frekvencia szerinti elosztását[12] *(4. ábra).*

4. ábra. Békéssy György arcképe

Békésy György (Georg von Békésy) 1899. június 3-án született Budapesten. Édesapja *Békésy Sándor* (1860–1923) kolozsvári gazdasági diplomata, édesanyja *Mazaly Paula* (1874–1974). Az iskolát Münchenben és Konstantinápolyban jezsuita iskolában végezte (1909–10) francia nyelven, a gimnáziumot a budapesti Werbőczy (1910–11) és a zürichi gimnáziumban végezte (1911–15). 1916-tól a berni egyetemen kémiai tanulmányokat folytatott, Budapesten már fizikából doktorált 1926-ban az *Eötvös Loránd* (1849–1919) tanítvány *Tangl Károly* (1869–1940) mellett: apja véleménye szerint „mindenkinek a hazájában kell doktorálnia". A háború alatt a Magyar Posta kutatólaboratóriumában távközlési témával foglalkozott, ekkor ébredt fel érdeklődése a fül működése iránt. E témakörben 1929–30-ban Berlinben a Siemens kutatólaboratóriumában folytatott kísérleteket. 1939–46 között Budapesten a Kísérleti Fizikai Intézet professzora, közben folytatva távközlési kutatásait. 1946–47-ben a stockholmi Karolinska Intézetbe hívták meg, majd 1947–66 között a Harvard Egyetem pszichoakusztikai laboratóriumában végezte azokat a kísérleteket, amelyekért 1961-ben élettani Nobel-díjat kapott, „A cochleán belüli ingerlés fizikai mechanizmusának felfedezéséért" indoklással, de hazájában kitüntetése csekély visszhangra talált. 1966-tól haláláig a Honolulu-egyetem fizikai tanszékén professzor. 1946-ban akadémiai díjat kapott, de 1949-ben kizárták és csak halála után 10 évvel rehabilitálták; 1969-ben a Semmelweis egyetem díszdoktorává avatta. Hallásélettani közleményein kívül a látás, szaglás, tapintás és ízlelés kutatásának területén is jelentek meg tanulmányai. Korában egyedüli, később az egész világon elterjedt félautomata audiométert is szerkesztett, amely nélkülözhetetlenné vált a fülészeti diagnosztikában. A Magyar Rádió híres 6-os stúdiójának akusztikai berendezését ő tervezte. Nem nősült meg. A keleti művészet avatott ismerője volt, értékes gyűjteményét a Nobel alapítványra hagyta[13].

4. Az ultrahang felfedezése

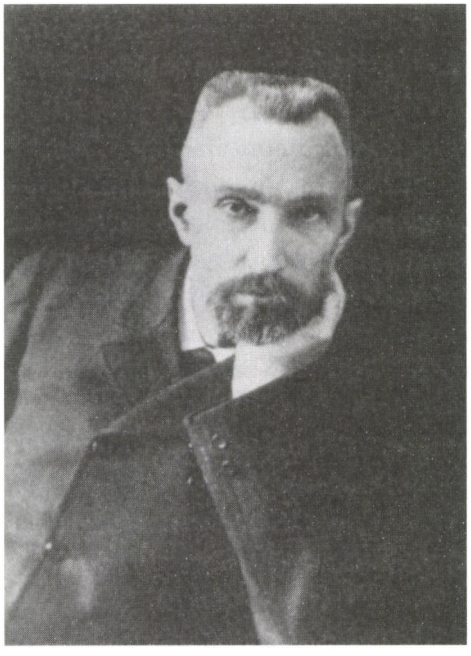
Az akusztika alapfogalmainak tisztázása után megállapították, hogy az emberi fül 20–16.000 Hertz frekvenciatartományban tudja érzékelni a hangokat. A nemzetközi mértékrendszerben 1960-ban a genfi konferencián fogadták el a Hertzet, mint a frekvencia egységét. Ez helyettesítette a régebbi ciklus/másodperc terminust. Névadója *Heinrich Rudolf Hertz* (1857–1894), aki 1888-ban igazolta az elektromágneses hullámok létezését. A Hertz a rezgések és elektromágneses hullámok egyik legfontosabb jellemzője, a számítástechnikában a komputerek processzorának órafrekvenciáját is ebben fejezik ki.

Történészek szerint a hallható hang első becslését *Leonardo da Vinci* (1456–1512) végezte, aki az örvények és a víz mozgásával sokat foglalkozott: 1490-ben egy folyóvízbe mártott cső végére helyezett fülével próbálta meghatározni a hajók mozgását[14].

Az első megfigyelések, amelyek arra utaltak, hogy az állatok emberi fül számára nem hallható hangok révén tájékozódnak, az olasz *Lazzaro Spallanzani*tól (1729–1799) származnak. Az olasz pap és természetfilozófus 1793-ban feltételezte, hogy a denevérek nem látásuk, hanem hallásuk révén tájékozódnak. A padovai székesegyház harangtornyában megvakított denevéreket engedett szabadjára és néhány nap múlva azt észlelte, hogy ugyanannyi a gyomortartalmuk., mint ép szemű társaiknál: tehát kontrollált tanulmányt végzett! Bekötött fülű denevéreknél azt tapasztalta, hogy azok elvesztették tájékozódó képességüket és nem táplálkoztak[1, 2].

Másfél évszázad múlva *David R. Griffin* és magyar munkatársa, *Galambos Róbert* (1892–1962) mutatta ki 1938–52 közötti kísérletsorozatban, hogy a denevér száján át bocsát ki ultrahangokat és a visszaverődött hangokat fülével érzékeli [15, 16].

Az ultrahang mechanikai előállítása Sir *Francis Galton*nak (1822–1911) sikerült: a róla elnevezett síppal 100 kHz-es frekvenciájú hangot tudott gerjeszteni. 1898–99-ben német fizikusok 35–90 kHz frekvenciájú hangokat tudtak lemezekkel gerjeszteni, 1900-ban pedig egyenletes frekvenciájú ultrahangos sípot szerkesztettek, de a levegő közegelnyelése és a kis érzékenységű vevőberendezések miatt ezzel is csak kis távolságok voltak áthidalhatóak.



A piezoelektromos jelenséget 1880-ban *Jacques Curie* (1855–1941) és testvére, *Pierre Curie* (1859–1906) írták le[17] *(5. ábra)*. A kifejezés a görög péiason vagy piesein=nyomni szóból származik A piezoelektromos hatás sem volt előzmények nélkül: már 1824-ben a skót *David Brewster* (1781–1868) leírta a piroelektromos hatást: ez egyes kristályok azon tulajdonságát jelentette, hogy melegítésre elektromos töltést generálnak. A piezoelektromos hatás ehhez hasonló: a nem szigetelő, poláris tengellyel rendelkező, szimmetriaközpont nélküli kristályok felületén

5. ábra. Pierre Curie arcképe

nyomás hatására elektromos töltés keletkezik. A Curie fivérek kimutatták, hogy a kvarc, a Rochelle só (nátrium, kálium-tartrát tetrahidrát), a topáz és a kristálycukor mechanikai nyomásra töltést termel. A mechanikai hatás és a feszültségkülönbség közötti összefüggést matematikailag a Nobel-díjas fizikus (1908) *Gabriel Lippmann* (1845–1921) a termodinamika képletével számította ki és egyben azt gyakorlatilag is igazolta, kitüntetését azonban az interferencia jelenségén alapuló színes fényképezés felfedezéséért kapta. Lippmann képletéből kiindulva, a Curie testvérek leírták a fordított piezoelektromos hatást: ennek során a kristályok váltakozó elektromos feszültség hatására rezgésbe jönnek és ultrahangot bocsátanak ki; ezt alkalmazzák a mai ultrahangkészülékekben[18].

A hang visszaverődésén alapuló akusztikus mélységmérést *Matthew Fontaine Maury* (1806–1873) oceanográfus kezdeményezte. A 20. század elején tragikus események gyorsították fel az ultrahang műszaki alkalmazását. Először a Titanic 1912. április 15.-i katasztrófája adott lendületet a kutatásoknak. Az akkor kialakulóban lévő meteorológia egyik legjelesebb szakértője, a pacifizmusáról is neves brit *Lewis Fry Richardson* (1881–1953) matematikus és időjáráskutató próbálkozott sikertelenül víz alatti tárgyak kimutatásával. Ehelyett sikerült azonban matematikai egyenletek segítségével megjósolnia az időjárást és a jéghegyek mozgását. Amikor azonban megtudta, hogy meteorológiai előrejelzéseit a vegyi fegyverek bevetésének időzítésére használták fel, pacifista meggyőződéséből felhagyott kísérleteivel, így a víz alatti jéghegyek kimutatása 1914-ben Svájcban sikerült, elektromágneses módszerrel [19]. A Svájcban tbc-s fertőzését kezeltető orosz mérnök, *Konsztantin Chilovszkij* (1879–1934) ötlete nyomán *Paul Langevin* (1872–1946) alkotta meg a hidrofonnak nevezett kvarckristályos detektort, amely 50.000–200.000 Hz-es hangok visszaverődésével másodpercenként 7–15 mérést jelzett és alkalmas volt a víz alatti tárgyak azonosítására, de az arra tévedt halak halálát okozta [20]. A műszer a pulzus-echo elv első alkalmazásának tekinthető. A szerkezet 40.000 Hz-es ultrahangot állított elő és 1,5 km távolságban lévő tengeralattjárót volt képes kimutatni: ez először az Atlanti óceánon sikerült 1916 április 1-jén. Langevin hidrofonját később rendszeresítették és az 1920–30-as években minden tengeralattjáró tartozéka volt. 1928-ban az Ile de France tengeralattjárón már olyan detektor működött, amely alkalmas volt a tengerfenék pontos vizsgálatára és a hajók közötti kommunikációra.

Az Egyesült Államokban a kanadai *Reginald Fessenden* (1866–1932) az első rádióadók szerkesztése miatt lett méltán világhíres. Invenciózus tevé-

kenysége révén több mint 500 szabadalom tulajdonosa volt, 1904-ben részt vett az első, Niagaránál épített vizierőmű tervezésében is. 1914-ben tervezte a róla elnevezett oszcillátort, amellyel 12 km távolságról észre lehetett venni a jéghegyeket és amely alkalmas volt a tengeralattjárók egymás közötti kommunikációjára is. Az I. világháború idején a kanadai és angol csapatokat segítette az ellenséges tengeralattjárók felderítésében. Újításai voltak a szeizmológia és az olajkutatás területén, 1915-ben készítette a fathométernek nevezett műszert, ezzel folyók, tavak mélységét lehetett megmérni, illetve elsüllyedt objektumokat lokalizálni hanghullámokkal: ezért a Scientific American Aranyérmét kapta 1929-ben. E műszerekben már a 20. század elején felfedezett dióda és trióda működött. Legtöbb ötlete otthonában támadt, ahol szivarral a szájában a szőnyegen feküdt, mellén macskája dorombolt.

A másik jelentős műszaki felfedezés a rádióhullámmal működő jelzőberendezés volt. A rádióhullámmal hajót 1904-ben észlelt *Christian Hülsmeyer*, de annak távolságát nem tudta meghatározni; mindenesetre berendezését telemobiloszkóp néven Angliában szabadalmaztatta. 1917-ben a mai Horvátországban szerb ortodox papi családban született *Nikola Tesla* (1856–1943) dolgozta ki a kezdetleges radarkészülékek működési elveit. A brit *Edward Appleton* (1883–1944) készített műszerével 1924-ben és az ionoszféra magasságát mérte. Az első, gyakorlatban is használható radart (Radio Aid for Direction And Ranging) 1935-ben készítette *Robert Watson-Watts*; ezt a Tungsram gyárban dolgozó *Bay Zoltán* (1900–1992) fejlesztette tovább 1936-ban. 1939-re már Anglia egész déli és keleti partján telepítettek radarkészülékeket a német hajók és repülők felderítésére. A tengeri túlerőért folyó vetélkedés újabb lendületet adott a kutatásoknak és a II. világháború végére kifejlesztették az ún. SONAR rendszert (=Sound, Navigation And Ranging), ebben az radar elektromágneses hullámait ultrahanggal helyettesítették. 1938–45 között a hadászati célú ultrahangkészülékek jelentős, de titkos fejlődésen mentek át: ezek évekkel később leltek alkalmazásra az ultrahangkészülékekben (orvosi diagnosztika, távközlés, mezőgazdaság, metallográfia, mikroszkópia, távközlés, molekuláris genetika). Technikatörténészek szerint a számítástechnika, az elektroncsövek, a tranzisztor és a metallográfia voltak az alkalmazott matematika és fizika azon területei, amelyek lehetővé tették a mai ultrahangkészülékek kifejlesztését: a főbb mérföldkövek, felfedezések és személyiségek adatai az *1. táblázatban* láthatók.

1. táblázat. Az ultrahangkészülékek fejlesztésének matematikai-fizikai előzményei

Felfedezés	Év	Személy	Ország
Dióda	1873	Frederick Guthrie	Anglia
Katódsugárcső	1874	Karl Ferdinand Braun	Németország
	1880	Thomas Edison	Egyesült Államok
Trióda	1906	Lee de Forest	Anglia
Oszcillátor	1915	Reginald Fessenden	Egyesült Államok
Piezoelektromos detektor	1916	Robert William Boyle	Anglia
Hidrofon	1916	Paul Langevin (1872–1946)	Franciaország
Rádióhullám detektor	1904	Christian Hülsmeyer	Németország
Monopulzus radar	1934	Robert M. Page	Egyesült Államok
	1935	Robert Wattson-Watt	Anglia
	1936	Bay Zoltán (1900–1992)	Magyarország
Számítógép	1945	Neumann János (1903–1957)	Egyesült Államok
Tranzisztor	1946	John Bardeen (1908–1981) Walter Hauser Brattain (1902–1987) William Bradford Shockley (1910–1989)	Egyesült Államok
Fémdetektor (repedésvizsgáló)	1950	Szergej I. Szokolov (1897–1957)	Szovjetunió

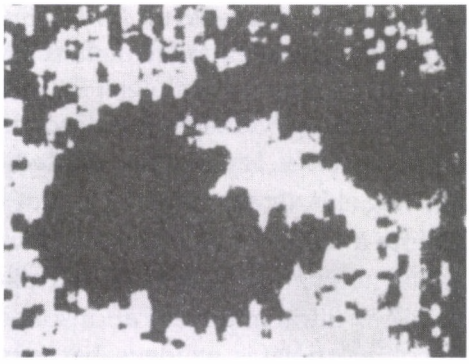
Az ultrahang első orvosi alkalmazása terápiás jellegű volt. Már Langevin idején észlelték az ultrahang roncsoló hatását a halakra. Később megfigyelték, hogy a vizeskádba helyezett kézben fájdalom keletkezett a nagy energiájú ultrahang hatására. Az 1940-es években az ultrahang kiterjedt alkalmazást nyert a reumatológiában, de használták a gyomorfekély, az asztma, eczema, hyperthyreosis, aranyér, lymphoedema, vizelet-inkontinencia és a Ménière-szindróma kezelésében [1,21].

5. Az első orvosi ultrahangkészülékek

Az ultrahang orvosi alkalmazásának története az 1930–40-es években kezdődött, ekkor alakították ki a kezdetleges transzmissziós és pulzusreflexiós vizsgálómódszereket, valamint az A és B módban történő képalkotást. Az ultrahang-diagnosztika előfutára *Karl Theodor Dussik* amerikai neurológus és pszichiáter, aki fizikus testvérével 1937-ben 1,5 MHz-es vizsgálófejet készített. Transzmissziós módszerrel elsőként sikerült ábrázolnia az agyat. Felvételeit hiperfonogrammnak nevezte[22, 23]. 1952-ben azonban kimutatták, hogy felvételei csupán a koponyacsontokat ábrázolták és utóbb transzmissziós módszerrel elfogadható minőségű felvételeket készítettek. Hasonlóan a röntgenhez, a transzmissziós képalkotás itt is úgy történt, hogy a vizsgált testrészre bocsátott ultrahangnyaláb nem abszorbeálódott töredékét a mögötte elhelyezett detektorral regisztrálták és azt alakították képpé[24] *(6/a, b ábra).*

Karl Theodor Dussik 1908.1.9.-én született Bécsben, édesapja cseh emigráns, fogorvos volt. Az orvosi egyetemet 1926–31 között Bécsben végezte, 1932–38 között a Pszichiátriai Klinikán dolgozott, amely akkoriban a kontinens egyik legjobb szakintézete volt, ahol több Nobel-díjas kutató és olyan világhírresség dolgozott, mint Sigmund Freud (1856–1939), *Alfred Adler* (1870–1937) vagy az inzulinsokk bevezetője a skizofrénia kezelésébe, *Manfred Joshua Sakel* (1900–1957). Dussik, elégedetlen lévén a korabeli diagnosztikai lehetőségekkel, 1937-ben – ismerve a radar-tehnológiát és a metallográfia első eredményeit – kutatásokba kezdett és néhány éven belül sikerült kétdimenziós felvételeket készíteni az agyról és az agykamrákról. 1938-ban azonban távoznia kellett a klinikáról, 3 évig az általános poliklinikán – Allgemeine Poliklinik – dolgozott. 1942-ben a német légierő tisztje volt, majd Bad Ischlben egy szállodából kórházzá alakított részlegen a katonák neurológiai sérüléseivel foglalkozott. Már 1941-ben kidolgozta egy ultrahangos generátor tervét, de ezt csak 1947-ben tudta megvalósítani: ekkor már Bad Ischl amerikai vezetés alatt volt. A hiperfonogrammot alkotó készüléket két évvel fiatalabb, matematikus és fizikus öccsével,

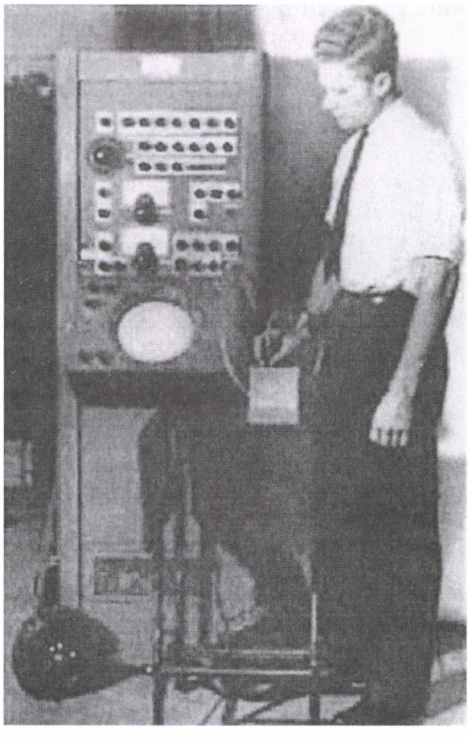
6/a. ábra. Karl Theodor Dussik arcképe



6/b. ábra. A Dussik testvérek által készített hiperfonogramm. A fekete területek a továbbított ultrahang maximális intenzitását ábrázolják és a szerzők szerint megfelelnek az agykamráknak, ezért ventriculogrammnak nevezték.

Friedrich Dussikkal dolgozta ki., Készülékében másodpercenként 1 pulzus keletkezett 1,2 MHz frekvenciával. A kapcsolást merítőkád segítségével oldották meg. Lévén amerikai fennhatóság alatt, Dussik munkája átkerült az Újvilágba, ahol kísérleteit megismételték és The Detection of Intracranial Pathology by Ultrasound néven kutatási tervet készítettek a Massachusetts Institute of Technology-ban. A háború után Dussik a Salzkammergut privátkórházban dolgozott. 1951-ben az Egyesült Államokba emigrált, ahol Bostonban a sclerosis multiplex kezelésével foglalkozott, 1953-tól újra kezdte kutatásait az ultrahang területén; ezúttal nemcsak az idegrendszer, de az ízületi és lágyrész ultrahang-vizsgálatokkal is foglalkozott: Measurement of articular tissue with ultrasound c. közleménye az első e témakörben[25]. Az Egyesült Államokban beválasztották az American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) vezetőségébe, közreműködött a Harvard egyetem neurobiokémiai programjaiban is. 1968. 3. 19-én szívinfarktusban hunyt el. Történészek az ultrahang-diagnosztika atyjának tartják [21, 26].

1941-ben a michigani egyetemen *Floyd A. Firestone* kidolgozta az első, metallográfiai célt szolgáló pulzus-echodetektort, amelyet szuperszonikus reflektoszkópnak nevezett[27] *(7. ábra)*. A leningrádi Uljanov Elektrotechnikai Intézetben dolgozó Szokolov kidolgozta az első fémdetektort. Tőlük függetlenül Angliában a



7. ábra. Floyd Firestone és a szuperszonikus reflektoszkóp

szovjet kémnek bizonyult *Donald Sproule* hasonló műszert alkatott és szabadalmaztatott, de távoznia kellett a Kelvin Hughes cégtől, ahol az első kézzel mozgatható vizsgálófejet fejlesztették ki [28].

A háborús években a kutatások titkosak voltak és az eredményeket megkésve közölték. Így pl. a Naval Medical Research bethesdai intézetében mérték meg először az ultrahang terjedési sebességét izomban (1540 m/s)[24]. Késleltette a fejlődést az ultrahang káros hatásainak felismerése is: Langevin adatai nyomán 1944-ben kísérleti állatokban az agyszövet roncsolására használták az ultrahangot és Parkinsonos betegekben megkísérelték az agytörzsi dúcok ablatióját is, az idegsebészetben craniotomiára használták, és próbálkozás történt egy agyi metasztázisban szenvedő tumoros betegnél a frontalis lebeny ablatiójára[21]. A hamburgi Eppendorf kórházban dolgoztak ki a radar mintájára egy ultrahangos tomográfot, de a háború utáni forráshiány miatt a berendezés klinikai alkalmazására sohasem került sor. A párizsi Salpétriere klinikán ultrasonoscopie néven transzmissziós módszerrel végeztek képalkotást, amelyet mikroamperméterrel oszcilloszkópon ábrázoltak.

Az 1940-es években az Egyesült Államokban kezdték rendszeresen tanulmányozni a pulzus-echo ultrahang diagnosztikai lehetőségeit állati szerveken. Elsőként Bethesdában *George D. Ludwig*nak sikerült izomba ágyazott epekövet kimutatnia[29, 30] *(8. ábra)*. 1948-ban a Siemens-nél dolgozó *Theodor Hueter* megmérte az 1 MHz frekvenciájú ultrahang terjedését állati szervekben, majd a Massachusetts Institute of Technology-ban *Richard Bolt* orvossal és *Howard T. Ballantyne* fizikussal megismételték Dussik kísérleteit, eredményeit tévesnek találták, de újítani nem tudtak módszerén. Munkásságukat fontosnak tartják, mert kidolgozták a kétdimenziós képalkotás elméletét[21, 24].

8. ábra. George D. Ludwig mint a Naval Medical Research Institute, Bethesda hallgatója (1947–1949)

Ebben az időszakban jelentek meg a kisebb és jobb piezoelektromos kris-

tályok: a bárium-titanát, majd az ólom-zirkonát-titanát (1954). Az első A-módban működő diagnosztikai berendezések fémdetektorként (repedésvizsgálóként) működtek. Először 1950-ben használtak ilyen készüléket Angliában, Svédországban és Németországban. Angliában 1952-ben a Kelvin-Hughes és a Sperry Inc. cégek tervezték az első kereskedelmi forgalomba került műszereket; Németországban a kölni *Josef Krautkrämer* és a wuppertali *Karl Deutsch* terveztek egymástól függetlenül fémdetektorokat; ezek közül a Krautkrämer-készülékek világszerte elterjedtek. Japánban már 1949-ben készültek fémdetektorok: ezeket a Mitshubishi, a Shimadzu Manufacturing Company, a Japan Radio Company (a későbbi Aloka) gyártotta. A *9. ábrán* a Japan Radio Company 1950-es detektora látható.

Az első A-módban működő készülékek a neurológiában[31] és a szemészetben leltek alkalmazásra, megelőzve a kismedencei és hasi vizsgálatokat. Ezt követően az 1960-as években elsősorban a nőgyógyászati alkalmazások kerültek előtérbe: elsőként a biparietális átmérő és a placenta helyzetének meghatározása sikerült 1961-ben, a szikzacskót 1963-ban mérték le. 1965-ben A-módban ábrázolták először a magzati szívverést, sőt ezt audio Dopplerrel kombinálva ún. Doptone ábrázolás vált lehetővé[21]. 1967-ben *Alfred Kratochwil* végezte az első vaginális A-módú vizsgálatot.

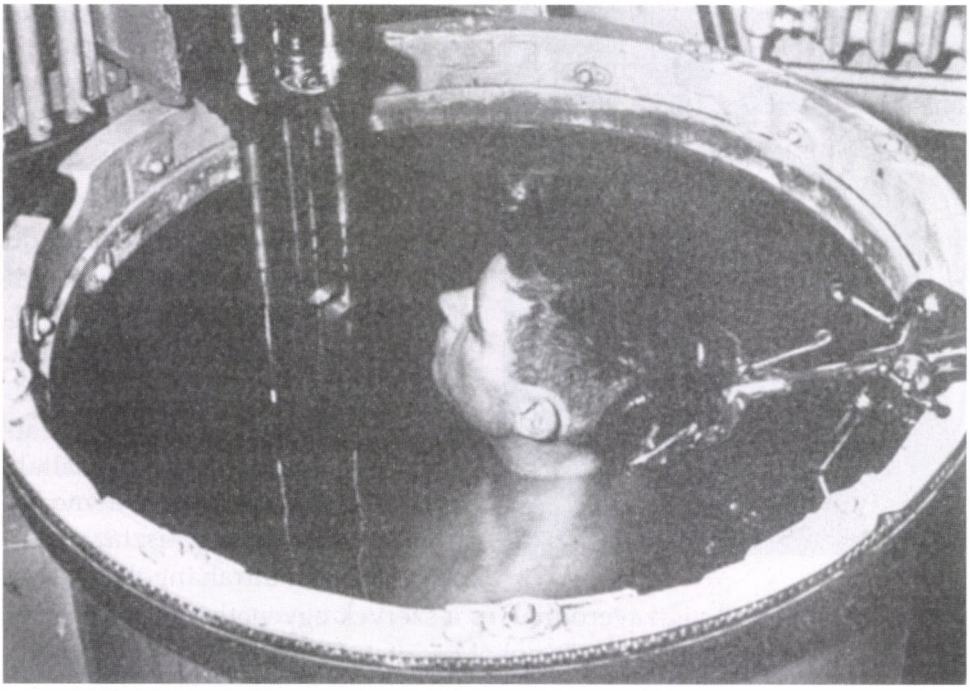
Az ultrahang-diagnosztika további fejlődése Angliában és Amerikában történt. Kiemelkedő állomása a Cambridge-ben tanult *John Julian Wild* (1905–1973) munkássága. A londoni bombázások alatt hadisebészetet végző kutató a háború után a minnesota-i egyetemen első alkalommal használt A-módban dolgozó vizsgálófejet, melyel leírta a bélfal három réteges szerkezetét ileusban, a gyomorrák képét, valamint a lágyrész- és emlődaganatokat. Elsőként figyelte meg, hogy a malignus szövet echogenitása fokozottabb mint a környező benignus szöveté[32,33]. A koreai háborúból visszatért munkatársával, *John Reid* mérnökkel tervezték az első lineáris

9. ábra. Rokuro Uchida (Japan Radio Company) detektora, amelyet az agy, emlő és epehólyag vizsgálatára is használtak (1949/1950)

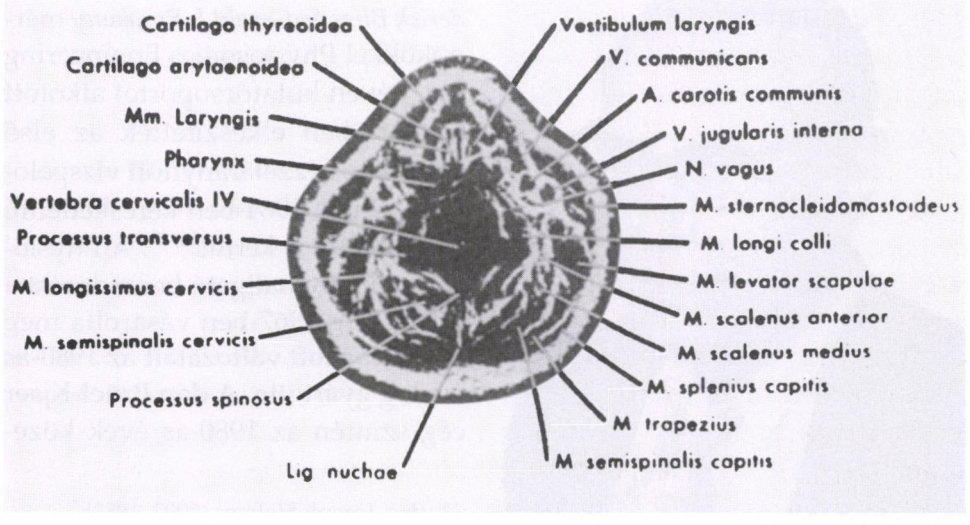
10. ábra. Dr. Douglas Howry (1903–1969), az első ultrahanggal foglalkozó radiológus

B-mód készüléket, amely 15 MHz frekvencián működött és szöveti radargépnek nevezték. 1953–57 között 117 emlődaganatot vizsgáltak és módszerüket echográfiának/echometriának nevezték; ma ezt tekintjük az ultrahangos mammográfia kiindulópontjának[32, 33]. Bár a magas frekvencia miatt 2 cm mélységig sikerült az ábrázolás, a daganatok kimutatását 90%-ban sikeresnek vélték, ezzel a szakértők nem értettek egyet és a módszer nem terjedt el. Ez volt azonban a első pásztázó ultrahangkészülék és az első felvételeket 1952-ben a Science-ben tették közzé. 1955-ben Wild és Reid A-módban működő transrectalis és transvaginalis vizsgálófejet is tervezett, de ezek sem kerültek klinikai használatba. A későbbiekben kutatásaik anyagi támogatása csökkent, jórészt magánalapítványoktól kaptak támogatást, munkásságuk félbeszakadt, kutatásaik feledésbe merültek[21].

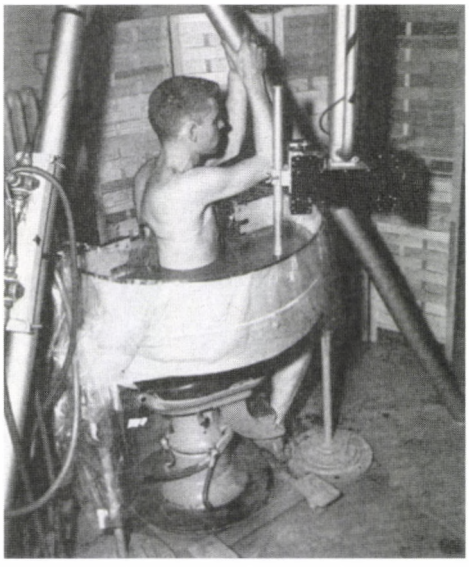
A másik jelentős személyiség *Douglas Howry* (1903–1969) (*10. ábra*), az első radiológus, aki ultrahang-diagnosztikával foglalkozott. A denveri kórházban mérnöktársaival 1948–1949-ben A-módban, majd 1950-ben B-módban működő készüléket terveztek; erre az amerikai légierő felesleges radarkészülékeinek alkatrészeit használták fel *(11. ábra)*. A Somascope-nak keresztelt készülék jó minőségű képeket alkotott, de mérete és előnytelen szerkezete miatt a betegek vizsgálata nehézkes volt. *Howry* elsőként használta fel az akusztika elméleti eredményeit, azokat ötvözte a műszaki-mérnöki kutatásokkal és a klinikai alkalmazás előtt szigorúan ellenőrzött laboratóriumi vizsgálatokat végzett. 1954-ben újabb készüléket tervezett: a transzducer egy forgatható ágyútalpra volt szerelve, amely az immerziós kád szélén forgott *(11/a, b ábra)*. Kétmotoros szerkezetében az egyik motor a vizsgálófej körkörös mozgatását, a másik a pásztázó mozgást végezte. Ezáltal elsőként alkottak compound képeket. 1957–58-ban tervezett készülékén *(12. ábra)*



11/a. ábra. Douglas Howry 1950-es készüléke. A vizsgálókádban elektromérnök kollégájának nyakáról készítenek felvételt B-29 szkennerrel. A hosszadalmas felvétel miatt a megfelelő merülés biztosítására a páciens hasára ólomsúlyokat rögzítettek



11/b. ábra. A nyak keresztmetszeti felvétele az anatómiai struktúrák feltüntetésével (1956)



12. ábra. Douglas Howry 1957-es készüléke: a páciens fogászati széken ül, törzsét folyadékkal töltött párna veszi körül

a páciens már egy fogászati készüléken ül, törzsét félkörívben a későbbi gélpárnák elődje, egy vízzel töltött műanyag párna veszi körül: ez már jóval kényelmesebb volt. A beteg elhelyezése a vízzel telt vizsgálótartályban itt is gondot jelentett. Az első készülékeknél tartályként szarvasmarha-itatóvályút használtak, ennek szélére helyezték a mozgó transzducert. *Howry* tisztázta először, hogy az ultrahangok a szövetek határfelületéről visszaverődnek és a szervek egyenetlen felszíne miatt értékelhető B-képet csak több irányból készített felvétellel lehet nyerni. Leírta a hangárnyék jelenségét, és a leárnyékolás kiküszöbölésére a Somascope-ba körkörösen mozgó transzducert épített[34, 35].

13. ábra. Joseph Holmes (1902–1982) arcképe

Howry munkacsoportjához 1951-ben csatlakozott a nefrológus *Joseph Holmes* (1902–1982) *(13. ábra),* aki *Roderick Bliss* és *Gerald J. Posakony* mérnökökkel Physiosonics Engineering Inc. néven kutatócsoportot alkotott és 1962-ben elkészítették az első amerikai, kézzel irányított vizsgálófejet, amely 1964-ben kereskedelmi forgalomba is került[36, 37]. A Physiosonics névre hallgató berendezést a Picker cég 1967-ben vásárolta meg és módosított változatait az 1980-as évekig gyártotta. A dán Brüel-Kjaer cég szintén az 1980-as évek köze-

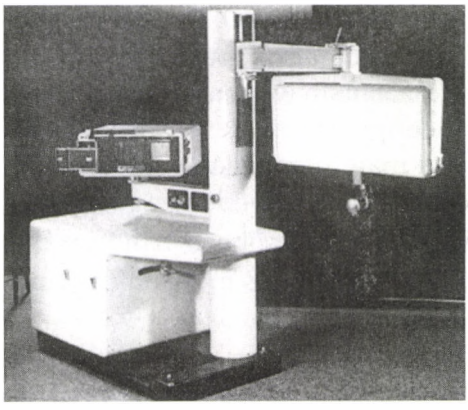
péig gyártott hasonló berendezést. *Howry* 1962-ben Bostonba távozott, ahol a Massachusetts General Hospital-ban dolgozott élete végéig. Munkája nyomán a mai B-mód képalkotás előfutárának tartják. Távozása után munkatársai folytatták a kutatásokat és az első amerikai nőgyógyászati vizsgálatokat végezték[37, 38].

Európában Skócia tekinthető az ultrahang-diagnosztika szülőhazájának. *Ian Donald* a II. világháborúban a Royal Air Force-nál a sonar és radar kifejlesztésén dolgozott, majd a londoni St. Thomas és Hammersmith klinikákon szerzett szülész-nőgyógyászati szakképesítést. 1954-től a glasgow-i egyetemen dolgozott, ahol 1955-ben egy kölcsönkért metallográf felhasználásával olyan A-módban működő készüléket szerkesztett, amelynek segítségével szolid és cystosus képleteket sikerült elkülönítenie. Kutatásaiban közrejátszott a szerencse: a Kelvin-Hughes cég tulajdonosának feleségét myoma miatt műtötte, ezért a gyár műhelyében *Donald* megtekinthette az MK-4 típusú detektort. Lelkesedésében odáig jutott, hogy kocsijával a műhelybe szállította és ott vizsgálta az eltávolított szerveket[38]. 1957-ben *Donald*hoz csatlakozott a technikai ötletekben kifogyhatatlan mérnök *Tom Brown* és a nőgyógyász rezidens *John MacVicar*. Segítségükkel készült az első, klinikai használatra is alkalmas B-mód készülék, amelyet a Kelvin-Hughes cég 1958-ban szabadalmaztatott. A munkacsoport első tapasztalatait 1958-ben a Lancet-ben közölte, ahol elsőként írták le a hasi és kismedencei tumorok, ciszták, az uterus és az ovariumok valamint a terhesség képét[39–42]. Ennek alapján Donaldot tartják a modern ultrahang-diagnosztika megalapítójának. Az első B-módban 2,5 MHz-es frekvencián működő vizsgálófejet 1957-ben dolgozta ki. A készülék prototípusát 1960-ban a svéd *Bertil Sunden*hez küldték kipróbálásra, majd néhány újítás után a Smith Industrials cég Diasonograph néven forgalmazta 1961-ben; a mutatós gépet egy glasgow-i művészeti főiskolás hallgató tervezte *(14.b ábra)*. Donald munkája során olvasta és ismerte Howry és a japán kutatások eredményeit, amiket idéz is cikkeiben sőt, későbbi nyilatkozataiban megemlíti, hogy eredményeit a szerencsének és véletlen megfigyeléseknek is köszönhette. Számos kitüntetést kapott, de honfitársai máig hiányolják a Nobel-díjat. Donald szabadalmát később eladták Angliában és Svédországban, ahol több továbbfejlesztett változatot dolgoztak ki. Később a triumvirátus – Holmes, Howry és Donald – jó barátságba kerültek és méltatták egymás eredményeit.

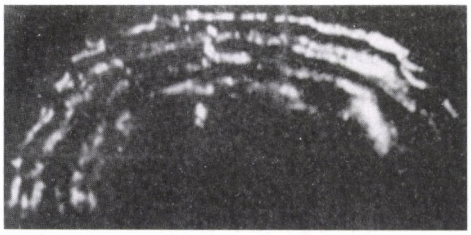
14/a. ábra. Ian Donald arcképe

Ian Donald 1910. 12. 17-én született Skóciában. Édesanyja zenész, apja orvos volt. Iskoláit Glasgow-ban és Cape Town-ban végezte, 1936–47 között Londonban tanult. Szüleit 16 évesen elvesztette. 1939–45 között szülész-nőgyógyász képesítést szerzett. 1951-től a London University szülészeti klinikáján dolgozott, munkájával számos kitüntetést nyert. Az ultrahangkutatással 1954-ben kezdett foglalkozni. 1955-ben írt nőgyógyászati tankönyve 5 kiadást ért meg. Visszatért Glasgow-ba, ahol a nem megfelelő táplálkozás, higiénés körülmények és az ipari szennyeződés miatt rossz közegészségügyi körülményeket talált és ennek javítását hivatásának tekintette. Reumás carditise és következményes vitiuma miatt 3 szívműtéte volt, de ez munkájában nem akadályozta. 1937-ben nősült meg, 4 gyermeke született. Hobbija a vitorlázás, festészet és zene volt. 1987-ben hunyt el.

Az ultrahang-készülékek fejlesztésébe korán bekapcsolódtak és azóta is tevékenyen részt vettek a japán kutatók. 1917-ben a Tohoku egyetem tanára, *Heiichi Nukiyama* Bostonban az elektroakusztikus transzducereket tanulmányozta és hazatérve azok ipari alkalmazását teremtette meg, kifejlesztve a víz alatti telefonálás és magnetorestrikció módszereit[21]. A metallográfia kutatását 1941-ben kezdték el, de a háború a kutatásokat visszavetette. Míg az Egyesült Államokban 1945-ben szabadalmaztatták a fémdetektort, Japánban a háború után az elektronikai kutatásokat betiltották és csak 1948 után engedélyezték nem katonai célokra. 1949-ben már a Mitshubishi, a Japan Radio Company és a Shimadzu gyártott metallográfiai berendezéseket. A diagnosztikai ultrahang-készülékek kutatását a Juntendo egyetemen *Kenji Tanaka* és *Toshio Wagai* (1924–2002) kezdte el a neuro-

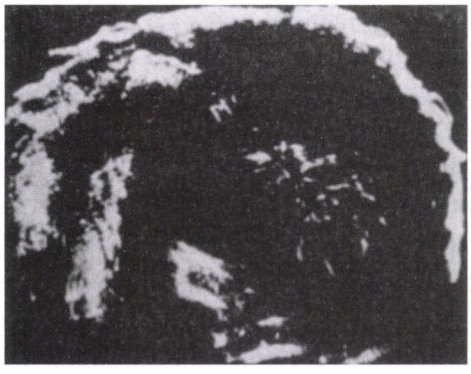


14/b. ábra. Az első Diasonograph képe



14/c. ábra. A normális has keresztmetszeti képe a köldök magasságában (Donald, I., Macvicar, J., Brown, T. G. - Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound, Lancet, 1958, 1, 1188–1193, az Elsevier kiadó engedélyével.)

szonológiában, agydaganatok kimutatásával. Munkájukat a tengeri halak ultrahangos azonosításával foglalkozó *Shigeru Nakajima* (1910–1999) és *Rokuro Uchida* - az Aloka későbbi elnöke - segítette. Az első japán A-módú készüléket 1949-ben gyártották és 1952-ben sikerült intracerebralis hematomát és tumort kimutatni[44, 45]. 1952-ben B-módú készülékkel nőgyógyászati, 1956-ban abdominalis vizsgálatokat végeztek, tehát 2 évvel Donald cikke előtt. Dolgozataik azonban japánul jelentek meg, eredményeik nem váltak ismertté. 1957-ben - Howry és Donald módszerével egy időben - újabb B-mód szkennert készítettek. Az első A-módú készüléket az Aloka forgalmazta SSD1 és SSDD-2 típusnéven, a B-módú készüléket 1962-ben forgalmazták. Ugyanakkor a Toshiba cég hasonló készülékkel jelentkezett. A real-time technológia fejlesztését a japánok 1970-ben kezdték el az elektronikus vezérlés és az elemek méretének csökkentésével. 1971-ben az Aloka az első lineáris fej prototípusát mutatta be, a kereskedelmi változat 1976-ban jelent meg. 1976-ban a Toshiba és a Hitachi, 1979-ben a Shimadzu gyártott hasonló fejeket. Az első konvex elektronikus transzducert a Hitachi gyártotta, amely az EUB40 készülékben működött. Az időszak egybeesett a japán elektronikai forradalom kezdetével, így ezúttal újításaikat angolul is közölték és hamarosan japán készülékeket telepítettek olyan hírneves intézetekben mint a londoni Kings College, Dániában a Herlev, Belgiumban a Brugman klinika[21].



14/d. ábra. Nagyméretű, műtét során multilocularis cystadenomának bizonyult ovarium cysta képe (Donald, I., Macvicar, J., Brown, T. G. - Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound, Lancet, 1958, 1, 1188–1193, az Elsevier kiadó engedélyével.)

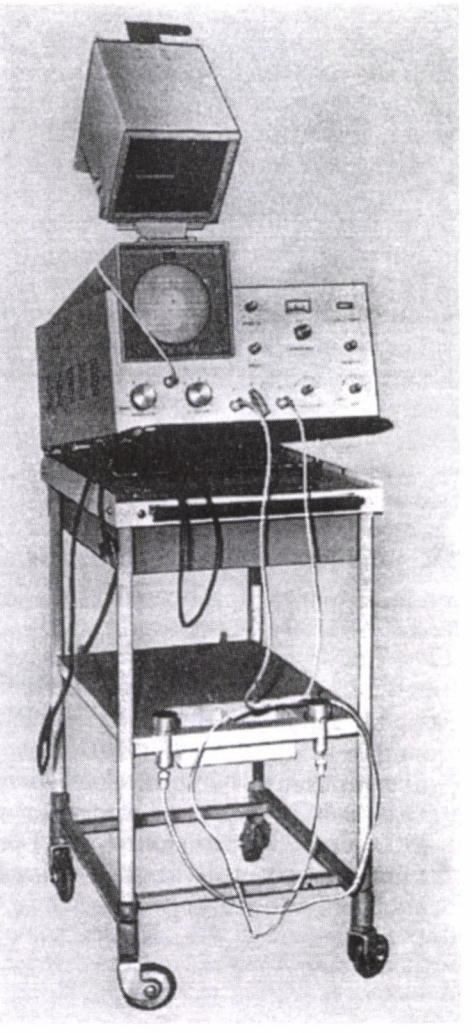
Kínában 1958-ban alakult meg egy ultrahangos kutatóközpont Shanghaiban; munkájuk első eredménye egy Csiang-Nan I. névre keresztelt fémdetektor volt. 1960-ban a Chinese Medical Journal-ban írták le az ultrahang diagnosztikai alkalmazásában elért eredményeiket, de ez csak 1962-ben jelent meg angolul: ebben elsőként írták le a mola hydatiforma A-módú képét. A Wuhan egyetemen, 1963–64-ben elsőként végeztek magzati M-mód echokardiográfiát. Ugyanitt később B-mód műszert is gyártottak. A kínai kutatásoknak véget vetett az 1966-os kulturális forradalom; a kutatások csak az 1970–80-as években kezdődtek újra. Pótlásként 1966-ban a tajvani Nemzeti Egyetemen az akkor már forgalmazott Aloka SSD-2C géppel neurológiai, majd az SSD-10 típusú B-mód készülékkel nőgyógyászati vizsgálatokat végeztek[21].

A svédországi Lund egyetemén 1953-tól kezdődően *Bertil Sunden* vezetésével a nőgyógyászati, neurológiai és kardiológiai ultrahang területén végeztek fontos munkát.

Az 1960-as években a Szovjetunióban *Szokolov* tanítványai a moszkvai Központi Orvosi Kutatóintézetben több A és B-mód készüléket terveztek[21]. A kutatásokat a kommunista hatalom által ellenőrzött Tudományos Akadémia irányította. A vizsgálatok egy része katonai jellegű volt, így a tevékenység titkos volt. Szemben a nyugati államokkal, a kutatásokat az ultrahang energiájának terápiás alkalmazására helyezték, de emellett az 1950-es évek elején foglalkoztak az akusztikus képalkotással is. 1954-ben megalakult a szovjet Tudományos Akadémia Akusztikus Intézete, amelyet *Lazar Rosenberg* vezetett, ahol elsősorban ultrahangos tisztító, szárító és gázmentesítő készülékeket terveztek. 1954–64 között azonban zavarbaejtően sok A és B-mód diagnosztikai berendezés került ki e műhelyekből (Ekho-11, Ekho-12, Ekho-21, UZD4, UZD-5, UDA-871, Ozbor-100) *(15. ábra)*, amelyekkel elárasztották a piacot. A szemészeti, neurológiai és kardiológiai vizsgálatok mellett 1965–70 között Doppler és B-mód-ban működő berendezéseket is gyártottak. Kísérletek történtek az eredmények közlésére: pl. 1962-ben egy kutató meghívásnak próbált eleget tenni a Royal College of Surgeons londoni szimpoziumára, de „a sűrű köd miatt" az utazás meghiúsult, a dolgozatot a kongresszus elnöke olvasta fel. A MEDLINE szerint 1960–1974 között az orosz szakemberek 160 dolgozatot publikáltak, szemben a németek 300 közleményével: többségük oroszul, angol összefoglaló nélkül jelent meg; néhány, a Medicsinszkaja Tekhnika-ban megjelent dolgozatot a Biomedical Engineering c. lapban közöltek[21].

Lengyelországban is történtek jelentős kutatások. Vizsgálataikat a lengyelek is a fémdetektorok területén kezdték. A kutatások az 1953-ban megalapított technikai kutatóintézetben történtek, amelynek 1960-ban megala-

15. ábra. Az Echo-11 típusú szovjet készülék



kult ultrahang kutatás-fejlesztési részlegén 8 centrumot alakítottak ki. Vezetőjük *Leszek Filipczynski* (1922–1993) professzor volt, aki a német megszállás alatt 5 évig vett részt akusztikai kutatásokban. 1953-ban megalapította az akusztikai kutatólaboratóriumot, amelyet élete végéig vezetett. Tevékenysége az ultrahang ipari és orvosi alkalmazásának szinte minden területét felölelte: több mint 250 cikket és 12 könyvet írt. 1964-ben ő készítette az első, UG-1 típusú hasi, 1968-ban UKG-1 típusú kardiológia vizsgálatra szánt gépet. Az 1970-es évektől az ő és tanítványai fejlesztésével kezdődött az eredeti lengyel gyártmányú diagnosztikai berendezések forgalmazása abdominális, nőgyógyászati, szemészeti és kardiológiai célokra; Varimex néven már 1945-ben külkereskedelmi társaság alakult Varsóban és egyes készülékek (UKG 3–10 ultrasonokardiograph, EM 2 echoencefaloskop) Magyarországon is beszerezhetők voltak. Az 1990-es években az új gazdasági környezetben az Echo-Son cég vette át az ultrahangkészülékek gyártását.

6. Az ultrahang „boom"

Az ultrahang-diagnosztika klinikai alkalmazása 1966 után több központban bontakozott ki, elsősorban a nőgyógyógyászat területén: a történészek ezt nevezik ultrahang robbanásnak (ultrasound boom)[21,47–51]. Európában élen

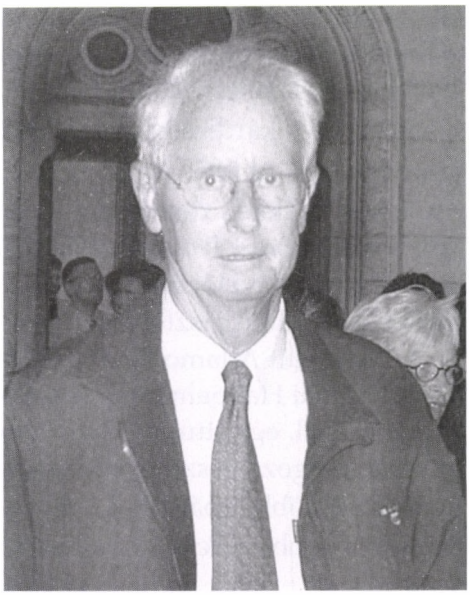
16. ábra. Alfred Kratochwil arcképe

járt a bécsi II. Nőgyógyászati Klinikán dolgozó *Alfred Kratochwil,* aki a *Paul Kretz* gyártotta A-mód készülékkel dolgozott, de hamar megismerte *Ian Donald* munkáit és a Kretz céggel szemészeti, majd abdominális és szülészeti vizsgálatra alkalmas B-módban üzemelő készülékeket fejlesztett ki[52–54].

Alfred Kratochwil 1928-ban született Bécsben, a császárvárosi orvosi egyetemet 1953-ban fejezte be és kezdő orvosként a II. Nőgyógyászati Klinikán helyezkedett el. Kezdetben a placenta röntgensugaras lokalizációjával foglalkozott, de eredményeivel nem volt megelégedve. Véletlenül tévedt be egy tudományos ülésre, ahol egy idegsebész a koponyaűri vérzések ultrahangos vizsgálatáról beszélt. Első ultrahangos ismereteit a helyi szemésztől szerezte, aki A-módú Kretz-géppel dolgozott. Kratochwil felkereste Kretzt, aki engedélyezte készüléke használatát. Munkájának eredményeképpen 1965 decemberében mutatta be dolgozatát az ultrahang placentográfiáról az Osztrák Nőgyógyászati és Szülészeti Társaság előtt. Ennek ellenére e területen a prioritás német kollégáké, akik Münsterben egy hónappal Kratochwil előtt a Siemens Vidoson gépével B-módban vizsgálták a placentát. Ezután vaginalis vizsgálófejet szerkesztett és elsőként mutatta ki a magzati szívverést 6 hetes korban, 1968-ban vaginalis, amniocentesisre is használható A-módú fejet tervezett. A Kretz céggel továbbra is együttműködött és B-üzemmódú berendezést fejlesztettek ki; ezzel 1972-ben először mutatta ki a petefészektüszőket. Hamarosan jelentős ismertségre tette szert, számos közleménye mellett 1968-tól elsőként tartott ultrahangos tanfolyamokat, amelyeken néhány év alatt több száz radiológus és nőgyógyász vett részt. 1968-ban Ultraschall-Diagnostik in Geburtshilfe und Gynäkologie címen az egyik első tankönyvet jelentette meg[55]. 1973-ban megalapította az osztrák ultrahang társaságot, 1978–81 között az európai ultrahang társaságok szövetségének vezetője. Több mint 300 közleményt és 4 könyvet írt. 1990–93 között részt vett a 3D készülékek fejlesztésében. 1993-ban vonult vissza, de továbbra is aktív, oktat, tanít, a Medison-Kretz cég vezetőségi tagja. Számos kitüntetést kapott, köztük elsőként az 1991-ben Ian Donald aranyérmet, amelyet az angol tudós özvegyének alapítványa adományozott.

Dániában *Hans Henrik Holm* vezetésével a Gentofte kórházban kezdtek 1964-ben kutatásokba *(17. ábra). Holm* alapképzettsége szerint urológus sebész,

17. ábra. Hans Henrik Holm arcképe



az 1960-as évek elején ismerkedett meg az ultrahang alapjaival. Első vizsgálatait egy dániai iparteleprőI kölcsönkért Krautkrämer márkájú fémdetektorral végezte. 1964-ben gentofte-i urológiai osztályára A-mód Physiosonics készüléket szerzett be és felismerve a keresztmetszeti képek előnyét, kidolgozott egy többcsuklós karral működő B-mód pásztázó vizsgálófejet; ehhez egy Hewlett-Packard és Physiosonics gép alkatrészeit használta fel. Ezzel végezte 1969-ben az első ultrahang vezérelt vesecystapunkciót. A későbbiekben cisztoszkópba helyezhető transurethralis vizsgálófejet, 1975-ben mechanikus szektor real-time fejet fejlesztett ki. 1968-ban 10 hetes magzatnál sikerült M-módban vizsgálni a szívet, 1972-ben elsőként írta le a petefészekcysták aspirációját. Az intervencionális ultrahangmódszerek egyik világszerte elismert kifejlesztője.

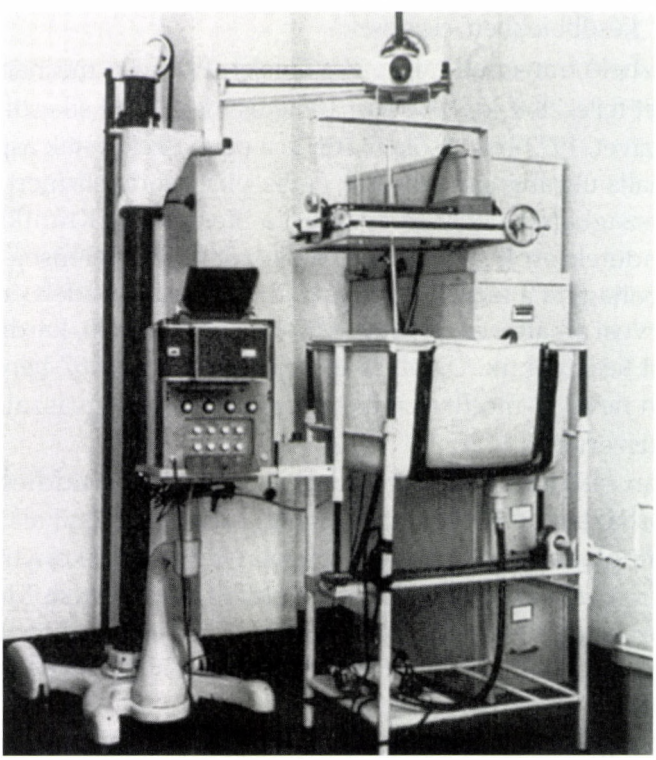
Németországban az 1950-es években a Siemens és Krautkrämer cégek kezdtek fémdetektorok gyártásába, de kezdeti sikertelenség után 1952 a Siemens abbahagyta a kutatásokat és csak 1956-ban kezdett érdeklődni az ultrahang orvosi alkalmazása iránt. 1957-ben készült első, kardiológiai vizsgálatra szánt készülékük. Újabb 10 év fejlesztés után 1967-ben került piacra a Vidoson nevű, B-módban működő, hasi és nőgyógyászati vizsgálatra alkalmas műszerük.

Angliában elsősorban Glasgowban és a londoni Middlesex és Royal Marsden kórházban alakultak az ultrahang diagnosztikai alkalmazásával foglalkozó munkacsoportok. Az első angol nyelvű szakkönyet Clinical Diagnostic Ultrasound címen 1974-ben publikálták. A British Medical Ultrasound Group az első szakmai munkacsoport, tagjai mind radiológusok és klinikusok voltak; ez 1977-ben társasággá alakult (British Medical Ultrasound Society)[21].

Az ultrahang orvosi alkalmazásának kutatása Franciaországban az 1950-es években kezdődött, amikor a párizsi Salpétrière kórházban, majd az Angliában és Németországban használt A-mód fémdetektorokkal próbálkoz-

tak: ez utóbbi ország közelsége miatt főképp Strasbourgban és Bésançonban alakultak ki munkacsoportok. Saját fejlesztésű A-módú készüléket csak 1963-ban készítettek Tours-ban neurológiai alkalmazásra, majd 1964-ben szemészeti és kardiológiai vizsgálatra terveztek berendezést. Nőgyógyászati vizsgálatot 1967-ben végzett *Georges Boog* Strasbourgban, A-módú Kretz-készülékkel, rövidesen áttérve a B-módú képalkotásra. Ugyancsak Tours-ban *Léandre Pourcelot* 1964-ben tervezte az első ultrahangos terjedési sebességmérőt (velocimétre) és az ő nevéhez fűződik a Doppler-vizsgálatokban használt rezisztencia index fogalma[56].

Az Egyesült Államokban az 1960-as évek elején *Joseph Stauffer Lehman* a philadelphiai Hahnemann intézetben foglalkozott az ultrahangkészülékek fejlesztésével, együttműködve a Smith Kline Instruments céggel[57]. A és M módban dolgozó készülékeik nehézkesen dolgozó, drága műszerek voltak. Lehman később átpártolt a Colorado állambeli Physiosonics Inc. céghez, amelyet utóbb a Picker Corporation megvásárolt. Lehmanhoz 1968-ban



18. ábra. Lajos von Micsky hasi vizsgálatra tervezett ultrasonoscope készüléke

csatlakozott *Barry B. Goldberg*, aki később a diagnosztika, műszerfejlesztés és oktatás világszerte vezető egyéniségévé vált. A magyar származású *Lajos von Micsky* a New York-i St. Luke's Medical Centerben hasi és endoszkópos használatra alkalmas berendezéseket tervezett és bioakusztikus laboratóriumában innovatív hasi, transvaginalis, transrectalis és transvesicalis vizsgálófejeket kísérletezett ki[58] *(18. ábra).*

Lajos von Micsky 1918-ban született Budapesten, az orvosi egyetemet azonban már Amerikában végezte. Rezidensként a Columbia University nőgyógyászati klinikáján dolgozott. Munkásságát a St. Luke's Medical Centerben végezte, ahol számos új vizsgálófejet és készüléket kísérletezett ki. Nem szeretett írni, így csak 4 közleménye jelent meg és munkásságát kevesen ismerték. 1976-ban szívrohamban halt meg.

Barry B. Goldberg 1937-ben született. A Pennsylvania egyetemen előbb kémiai képesítést és doktorátust szerzett, majd az Albert Einstein egyetemen Philadelphiában nőgyógyásznak készült. 1964-ben fordult érdeklődése az ultrahang felé. Kezdetben főnöke mellett a mammográfiában dolgozott, de beszereztek egy A-mód és M-mód, Smith-Kline gyártmányú ultrahangberendezést és ennek használatát Goldbergre bízták. A radiológiai rezidensképzés után Goldberg *Lehmann*al dolgozott a Hahnemann egyetemen, ahol különböző A-módú berendezéseket tesztelt a szolid, cystosus és kevert szerkezetű képletek vizsgálatában. Korai munkáiban az echoencephalographiával, magzati koponyaméréssel és kardiovascularis vizsgálatokkal is foglalkozott. 1965-ben elsőként írta le Amerikában a magzati cephalometria módszerét. Foglalkozott a magzati Doppler-vizsgálatokkal is. Munkáit az amerikai Radiológiai Társaság közgyűlésén mutatta be. 1968–77 között a Temple egyetemen dolgozott. 1977 óta a philadelphiai Thomas Jefferson egyetem radiológus professzora, az Ultrahang és Radiológiai Képalkotás Osztály vezetője.

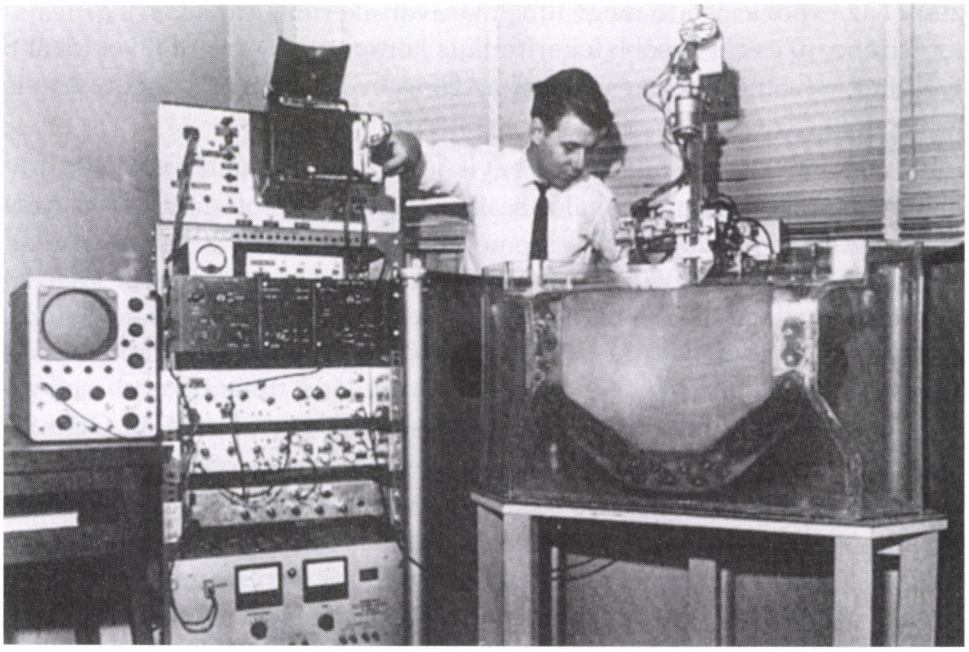
19. ábra. Barry B. Goldberg arcképe

1992-ben vezetésével alakult meg a Jefferson Ultrahang Kutató és Oktató Intézet (Jefferson Ultrasound Research and Education Institute, JUREI), a világ legnagyobb központja az ultrahangkutatás oktatásában; 2000-ben több mint 50 tanfolyamot szerveztek évente, amelyen 1200 orvos és szonográfus vesz részt 65 országból; az elmúlt években több mint 10 000 szakember továbbképzését végezték el. *Goldberg* az Amerikai Orvosi Ultrahang Társaság és az Orvosi Ultrahang Világszövetség több vezető tisztségét betöltötte. 26 könyv, 102 könyv fejezet és több mint 300 közlemény szerzője, számos kitüntetés tulajdonosa[59–61]. Szakterületén évtizedek óta a magyar–amerikai kapcsolatok ápolója, a Magyar Radiológiai Társaság (MRT) tiszteletbeli tagja *(19. ábra)*.

Ausztráliában a brit nemzetközösség 1948-ban Sydney-ben alapított akusztikai laboratóriumot (Commonwealth Acoustic Laboratory), kezdetben azzal a szándékkal, hogy halláskárosultak részére fejlesszenek ki gyógyászati segészeszközöket. Ezen belül 1955-ben ultrahangos bizottságot létesítettek, amelynek vezetője 1958-ban *Joseph Holmes*nál tett látogatása után kezdett kutatásokat. Az öttagú bizottság élére *George Kossoff* fizikus került. 1959-ben echoscope néven B-módú készüléket terveztek, amelyet 1962-ben továbbfejlesztettek emlővizsgálatra, 1968–70 között pedig magzati rendellenességek kimutatására dolgoztak ki berendezést; ezzel először mutattak ki 31 hetes terhességben polycystás vesét[62] (20. ábra).

George Kossoff (1934) mérnöki diplomáját 1959-ben szerezte, 1981-ben doktorált a Sydney-i egyetemen. Fizikusként Ausztráliában, az Egyesült Államokban és Svájcban dolgozott. 1989–1998 között az ausztráliai Távközlési és Ipari Fizikai Intézet ultrahang laboratóriumát vezette. Számos műszaki újítás szerzője, nevéhez fűződik a szürke fokozatokból álló képek megalkotása, a pulzus Doppler kidolgozása a vér áramlási sebességének meghatározására, a 3D ábrázolásban hozzájárult a volumen mérések kifejlesztéséhez. Foglalkozott az ultrahang terápiás alkalmazásával, pl. a Ménière-szindrómában kidolgozta az ún. kerek ablakos ultrahang kezelést. Munkássága során 23 szabadalma volt, 235 közleménye jelent meg, 10 könyvet írt. Több ultrahang társaság tagja, számos kitüntetést kapott, 1994-ben Ian Donald érmet kapott[63–65].

Kossoff munkatársa volt *Jack Jellins*, aki részt vett a készülékek műszaki fejlesztésében; elsősorban az emlővizsgálatok terén volt aktív; 1966-ban állították munkába az első emlő ultrahang készüléket az ausztráliai Royal North Shore kórházban, amely 4 MHz-s transzducerrel rendelkezett, 2 mm-



20. ábra. George Kossoff és ultrahang laboratóriuma, 1959

es laterális felbontással, és compound, lineáris és szektor képek készítésére is használható volt. *Jellins* nevéhez fűződik az ausztráliai Brisbane-ben működő nemzetközi emlő ultrahang-iskola (International Breast Ultrasound School) és az Ausztrál-ázsiai Emlő Betegségek Társaságának (Australasian Breast Diasease Society) 1997-es megszervezése. Munkásságát 1970–2000 között 20, vezető lapokban megjelent közlemény fémjelzi[65–67]. Tapasztalatait látogatásai során a magyarországi szakemberekkel is megosztotta.

Az ultrahangkészülékek fejlesztésében a következő mérföldkő a scan converter tervezése és ennek képalkotási következménye, a grey (gray) scale, a szürke skála – létrehozása volt. A scan converter az elektronikai berendezések hardver alkatrésze, amely a videojelet átalakítja a választott képalkotási formátumra. A B-szkennerek korai időszakában a visszatérő echokat foszforral bevont oszcilloszkópokon fénylő pontok formájában regisztrálták. Ezekben a készülékekben tároló vagy bistabil katódsugárcsöveket használtak. A képeket 35 mm-es filmre rögzítették, a felvételek minősége gyatra volt. Javulást eredményezett, hogy 1959-ben bevezették a polaroid filmet. A szürke skála létrehozására kezdetben az oszcilloszkóp képernyőjén a fényes pontok megjelenésének rövidítésével és a fényképe-

zésnél az expoziciós idő megváltoztatásával sikerült a filmeken 4 árnyalatot létrehozni és ezt később logaritmikus kompressziós erősítőkkel tovább is tudták növelni: ilyen készüléket az 50-es években már Glasgow-ban is használtak.

A scan converter feltalálása az egyik legjelentősebb újítás volt az ultrahangos képalkotásban. Az analóg scan convertert Kossoff dolgozta ki. Kezdeti megbízása az volt, hogy a szemészeti készülékeken javítson. Munkatársa, a nőgyógyász *William Garrett* és két mérnök segítségével 1969–73 között dolgozta ki az első olyan berendezést, amelyben a visszatérő ultrahangok amplitúdóját szürke skálán tüntették fel és ezzel sikerült belső szervek szerkezetét ábrázolni[64]. 1974-ben már 8 anuláris, dinamikus phased-array vizsgálófejjel működő készüléket mutattak be: ez volt az Octoson készülék, amely egy teljes pásztázást 4 másodperc alatt végzett el.

Az öreg kontinensen az első scan convertert Angliában készítették 1973–74-ben. A londoni Royal Marsden kórházban *Kenneth Taylor* és Kossoff munkatársa, *David Carpenter* 1973-ban mutatták be saját tervezésű szürke skálájú compound készüléküket. A feltalálástól a gyakorlatig az egyik legrövidebb idő – 3 év – kellett a szürke skála elterjedéséig: 1976-ban már több cég forgalmazott ilyen berendezéseket. Az analóg konvertert hamarosan felváltotta a digitális változat: az első berendezést 1976-ban a Searle Ultrasound mérnökei készítették. Ebben az időszakban épült be a számítástechnika több vívmánya az ultrahangkészülékekbe: az Intel és Motorola cégek mikroprocesszorainak használatával jelentősen csökkent a készülékek mérete. Az első digitális scan convertert használó gép a Hitachi EUB-20Z készüléke volt 1978-ban: az első prototípus 16, majd 32 szürke árnyalatot különböztetett meg. Kezdetben a képek instabilak voltak, ezért gyakorta fantomokon kellett kalibrálni a csillapítás, axiális és laterális felbontás beállítását, ami időigényes volt. Amerikában a fehér-fekete ábrázolást használták. Abban a reményben, hogy részletgazdagabb képet biztosít, Európában a fekete-fehér képet (fekete alapon fehér rajzolatot) használták és később világszerte ez terjedt el: a fehér-fekete kép túlságosan megerőltette az orvosok szemét[21].

A scan converter mellett a real-time, azaz a valós idejű ábrázolási technika változtatta meg gyökeresen az ultrahangos képalkotást. Az első real-time pásztázó készüléket – akkor még gyors B-módú szkenner – a Siemens cég mérnökei, *Walter Krause* és *Richard Soldner* tervezték és 1965-ben Vidoson néven kereskedelmi forgalomba is került; 1966-ban németül jelent meg az első közlemény, amelyben magzati rendellenességet mutattak ki real-time módszerrel[49]. A készüléknek 3 forgó vizsgálófeje volt és 15/sec képet készí-

tett állandó fókusszal, a képek 120 vonalból álltak, szürke skálával. Ezeken a magzati mozgások jól látszottak. A magzati szívverést 12 hetes korban jól lehetett látni. A Vidosont 10 évig használták főképp Európában, nem annyira a jó képminőség, hanem a mozgás ábrázolási lehetősége miatt.

Az újítások a tengerentúlon folytatódtak. 1973-ban a National Institute of Health mérnökei, *James Griffith* és *Walter Henry* először készítettek 30^0-os szektorfejet és a kardiológiában alkalmazták[68]. További hasonló fejeket terveztek azonban Edinburgh-ban és Dániában, *Hans Henrik Holm* révén. Az első kereskedelmi forgalomba került real-time mechanikus szektorfejet a Toshiba cég gyártotta SSL-51H típusszámmal, 1977-ben pedig *Carl Kretz* tervezésében Combison 100 néven a Kretztechnik gyártott hasonló berendezést.

A lineáris elektronikus vizsgálófejet 1964-ben a kelet-berlini *Werner Buschmann* tervezte meg és Kretz segítségével 10 transzducert szerelt egy félköríves karra, amely a szemgolyó görbületét követte. Találmánya sohasem került alkalmazásra. 1971-ben a rotterdami Erasmus egyetemen *Nicolas Bom* készített újabb lineáris fejet; ebben 20, 4x10 mm-es kristály volt, a fej 66 mm hosszú és 10 cm széles volt, 3,0 MHz frekvencián működött, 150 kép/s keletkezett, az axiális felbontás 1,25 mm volt. Hollandiában az Organon cég 1972-ben dolgozta ki a Multiscan systemnek nevezett lineáris array fejet, ez volt az első kardiológiai berendezés 2,25 és 4,5 MHz frekvenciával, dinamikus tartománya 10 dB, lateralis felbontása 3,7 mm volt 2–10 cm mélységben; ilyen paraméterekkel hasi vizsgálatra alkalmatlan volt.

Japánban az Aloka cégnél az 1960-as években, az európaiakat megelőzve végeztek kísérleteket a lienáris fejek gyártására. Ezek sikerrel jártak és már 1971-ben elkészült az első lineáris array fej prototípusa, de leírását csak japánul közölték, kereskedelmi forgalomba 1976-ban került, majdnem egyidőben a Toshiba SSl-53H jelzésű vizsgálófejével: mindkettő a mai igényekhez képest hatalmas méretű volt.

Az Egyesült Államokban 1972-ben *Martin H. Wilcox* alapította meg az Advanced Diagnostic Research Corporationt, ahol 1973-ban tervezték meg azt a 64 kristályból álló lineáris vizsgálófejet, amely az első jó felbontású, abdominális vizsgálatra is alkalmas volt, a mai vizsgálófejek ennek továbbfejlesztett változatai. 1975-ben készítették el 2130-as típusszámú fejlesztését, amely már 516 kristályt tartalmazott; ez kereskedelmi siker lett, világszerte több mint 5000 darabot adtak el, korszakának legjobb real-time vizsgálófeje volt.

A phased-array pásztázó mechanizmus elvét 1968-ban a holland Limberg egyetemen írta le *Jan C. Sommer*; a képalkotás e módozatát már a háború alatt kidolgozták a tengeralattjárók kimutatására, de titokban tartották.

Az első kereskedelmi forgalomba került fejet 1974-ben tervezték a Duke University mérnökei, *Frederick Thurstone* és *Olaf von Ramm*, valamint a Hewlett-Packard cégnél *Samuel Maslak;* később ő alapította az Acuson céget[21].

Az 1970-es évek végén és az 1980-as évek elején forgalomban maradtak a compound készülékek, sőt, egyesek azt hitték, hogy a real-time berendezéseknek csak mellékes jelentősége lesz. Nem ez történt: az 1980-as évek közepén 2–3 év alatt az elektronikus real-time szkennerek teljesen kiszorították a nagyméretű, kevésbé praktikus compound gépeket még akkor is, ha azok felbontóképessége jobb volt. A változás érzékenyen érintett néhány olyan céget, amely a fejlesztés során bőséges készletet halmozott fel az eladhatatlan compound gépekből. Világszerte számos cég kezdett saját fejlesztésű real-time készülék gyártásába: az 1980-as évek elején 45 cég versenyzett a piacért.

A hasi vizsgálatra alkalmas konvex szektor vizsgálófejek fejlesztése az 1970-es években kezdődött Japánban: elsőként a Hitachi jelentkezett az EUB-10A prototípussal, ezt 1980-ban az Aloka, Amerikában pedig a Philips és a Picker cég követte, de kereskedelmi forgalomba a Kontron Instruments Sigma 20 készüléke került 1983-ban; ugyanabban az évben jelentkezett a Hitachi EUB-40-es készülékével. A Toshiba 1985-ben kifejlesztett SAL-77A készülékében lévő fej 128 piezoelemet tartalmazott. A konvex fejek fejlesztése rohamszerű volt: 1987-ben már minden ultrahangkészülék standard részévé vált. Ennek az időszaknak a fejlesztése, hogy a kezdetben vivőanyagként használt olaj helyett vízben oldódó zselét alkalmaztak. Ezt elsők között New Jersey-ben a Parker Laboratories forgalmazta. Másik változás, hogy az ultrahang felvételeket röntgenfilm helyett hőérzékeny papírra nyomtatóval rögzítették.

A TM- vagy M-mód (time-motion: idő-mozgás) ábrázolást először 1954-ben dolgozta ki a svédországi Lundban *Inge Edler* és *Hellmuth Hertz*: kísérleteikben egy Siemens gyártmányú, kimustrált fémdetektort használtak[51] és kimutatták, hogy a szívbillentyűk mozgásai ábrázolhatók; ezzel kezdetét vette az M-mód echokardiográfia. 1964-ben kínai orvosok ábrázolták M-módban a foetális szívmozgásokat, 1968-ban *Hans Henrik Holm*nak sikerült 10 hetes magzat szívmozgásait megfigyelnie. *Kratochwil* kimutatta az M-módú vizsgálat használatát a fenyegető abortusz kórismézésében, 1972-ben pedig már 7 hetes magzat szívének A-, M- és B-módú ábrázolása sikerült[69]. Az echokardiográfia emblematikus személyisége *Harvey Feigenbaum*, aki Indianapolisban évtizedeken át folytatott oktató és kutató tevékenységet e területen *(21. ábra)*.

21. ábra. Inge Edler és Harvey Feigenbaum 1968-ban az Indiana egyetemen az első echokardiográfiai tanfolyamán bemutatják a Smith Kline cég Ekoline 20 típusú készülékét.

Harvey Feigenbaum 1931-ban született. Orvosi tanulmányait 1955-ben summa cum laude minősítéssel végezte az Indiana állambeli egyetemen. A Philadelphia General Hospitalban volt rezidens, majd visszatért Indianapolisba, ahol mindmáig dolgozik. Az echokardiográfiával az 1970-es évek eleje óta foglalkozik. Számos szakmai társaság tagja, több folyóirat – köztük a Journal of the American Society of Echocardiography kiadója, szerkesztője. A Phi Beta Kappa társaság tagja. Olaszországban 2004-ben elnyerte „a modern echokardiográfia atyja" címet, a Mayo Clinic az echokardiográfia fejlesztéséért adományozott számára kitüntetést és címet. 2000 óta évente Feigenbaum emlékelőadást tartanak az Amerikai Echokardiográfiai Társaság évi közgyűlésén. Munkásságát több mint 200 közlemény, számos világszerte forgalmazott kardiológiai tankönyvben írott fejezet és egy 5 kiadást megért könyv jelzi[70, 71].

7. A Doppler-vizsgálat története

A Doppler-vizsgálat első klinikai alkalmazására Japánban került sor: az osakai egyetemen *Shigeo Satomura* elektromérnök és *Yashuhara Nimura* kimutatta a szívbillentyűk mozgását és az erek pulzációit[72] *(22/a, b ábra). Ziero Kaneko* neurológus 1962-ben igazolta, hogy a vér az ultrahangot visszaverő testecskék

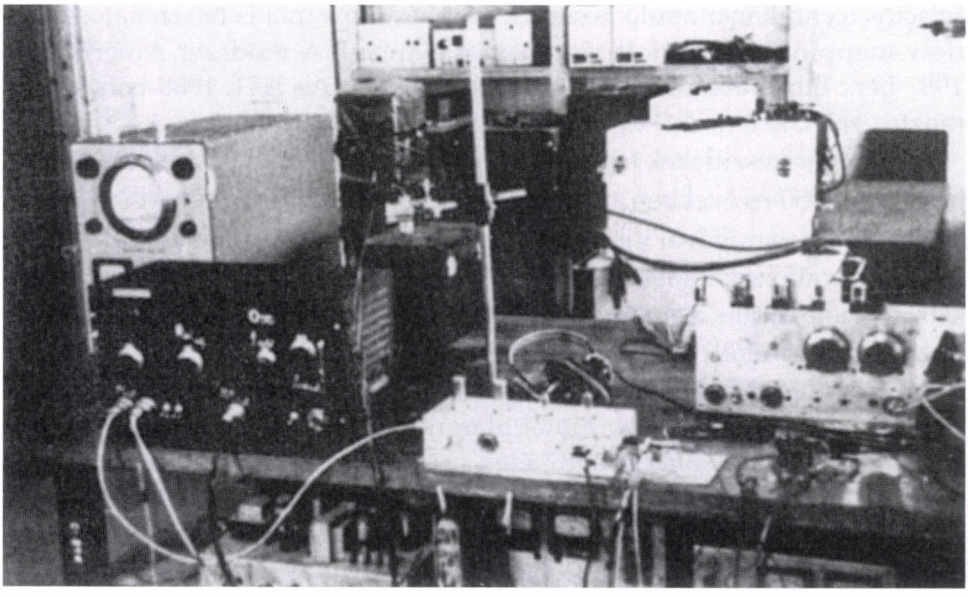
22/a. ábra. Shigeo Satomura arcképe

szuszpenziója, és 1966-ban elsőként tervezték meg az irányérzékeny áramlásmérőt[73,74]. A kutatások nagy részét Japánban végezték és ottani folyóiratokban közölték, így azok a nemzetközi fórumok előtt ismeretlenek maradtak, csak 1986-ban jelent meg róluk angol összefoglaló közlemény. Kutatásaikat három területen alkalmazták: a szív mozgásainak, a szemgolyó pulzatilitásának és a perifériás erek keringésének vizsgálatára; ez utóbbiban már 1961-ben leírták, hogy az ép és sclerotikus arteria carotisokban az áramlás különbözik.

A vizsgálat elméleti kidolgozásában kulcsszerepe volt a Doppler-jelek átalakításának: e jelekből az ún. gyors Fourier-transzformáció alkalmazásával alakul ki a spektrális kép. A eredeti módszert a francia matematikus és fizikus, *Joseph Fourier* (1768–1830) dolgozta ki[75].

Az Egyesült Államokban elsőként 1958-ban a fiziológus és gyermekgyógyász *Robert Rushmer* állatkísérletekben használta a Doppler-jelenséget a szívműködés leírására; munkatársa, *Dean Franklin* ötlete volt az ún. Doppler különbözeti frekvencia (Doppler shift) ábrázolása. A seattle-i Washington University mérnöki munkacsoportja Rushmer vezetésével határozta meg az első folyamatos áramlásmérés és spektrum módszerét 1963-ban. Az első klinikai méréseket a sebész *D. Eugene Strandness* végezte[76]. A folyamatos Doppler-mérés technológiáját a Smith Kline Instruments, a Park Electronics és a Key Electronics forgalmazta, de a mérések pontatlannak bizonyultak. Újabb fejlesztésként *Donald Baker* 1970-ben dolgozta ki a pulzus-doppler üzemmód elvét. Az első duplex Doppler szkennert 1974-ben tervezte Seattle-ben *Frank Barber*.

Az áramlás paramétereit angol és francia kutatók határozták meg: a rezisztencia index fogalmát a tours-i *Léandre Pourcelot*, a pulzatilitás indexet *Robert Gosling* vezette be 1974-ben[21]. A fejlesztés további iránya az áramlás színes, kétdimenziós ábrázolása volt, melyre 1972-ben történtek kísérletek[77], majd a Washington University-n 1975-ben *Marco Brandesini* dolgozta ki a színkódolt módszert[78]. A színkódolást először a szív rendelleneségeinek kimutatására használták, az első ábrázolást *Pourcelot* készítette, de módszere akadályokba ütközött. Az újítás most is Japánból jött: 1985-ben az Aloka



22/b. ábra.. Satomura első Doppler-készüléke, amelyet az Osakai egyetemen tervezett

cégnél dolgozó *Ryota Omoto* kardiológus mérnök társaival megtervezte az első valós idejű színkódolt áramlást ábrázoló műszert; utóbb erről is kiderült, hogy már 1983-ban japánul közölték a felfedezést[79–81]. Több elektronikai fejlesztés után lehetővé vált a véráramlás sebességének kétdimenziós ábrázolása; a magas amplitúdójú, alacsony sebességű jelek eltávolítására szűrőket építettek a rendszerbe (wall filter). A szűrőket 1979-ben a norvégiai Trondheimben kísérletezték ki hajózási célokra. A norvég kutatók Vingmed Sound AS néven 1974-ben alapítottak céget orvosi ultrahangkészülékek gyártására és egy ideig versenyben is maradtak, mígnem a General Electric Medical Systems felvásárolta a céget[21].

Az első real-time színkódolt készüléket az Aloka gyártotta SSD-880WC típus néven és az azzal végzett vizsgálatokról szóló dolgozatok 1985-ben jelentek meg. Ezzel majdnem egy időben a Toshiba SSH-65A típusú hasonló berendezéssel jelentkezett. Az Egyesült Államokban az ATL-ből kivált mérnökcsoport alapította Quantum Medical Systems cég a színkódolás alapjait 1983-ban közölte, első felvételeiket 1984-ben mutatták be[79]. A készülék prototípusa 1985-ben a Tulane Egyetemen került bemutatásra és QAD-1 néven 1986-ban forgalmazták. Az akkori időkben a carotis-rendszerről készült felvételeket angiodinográfiának nevezték. A japán autokor-

relációs technikán alapuló készülék vált később a mai is használatos color flow mapping (színkódolt térképezés) alapjául. A módszer Amerikában 1987-ben, Európában 1988-ban tört be a piacra. Az ATL 1988-ban forgalmazta első, Ultramark 9 típusú színkódolt berendezését.

A Doppler-készülékek fejlesztésére jelentős serkentő hatással volt az érsebészet: az 1950-es években az erek állapotát auscultatióval, vérnyomásmérővel és pletizmográfiával mérték fel, amelyek nem voltak alkalmasak a morfológiai elváltozások kiértékelésére. A rekonstruktív érsebészetben viszont szükség volt pontos, nem invazív eljárásra az érbetegségek műtét előtti diagnózisára és a műtéti eredmények kiértékelésére. Az 1970-es években különösen a carotis endarterectomia kérdése volt vitatott, ugyanis a kezdeti eredmények azt sugallták, hogy műtét után növekszik a stroke gyakorisága és emiatt rohamosan csökkent a műtétek száma. A vitát az észak-amerikai[83] és európai[84] multicentrikus vizsgálatok 1991-ben közölt eredményei oldották meg, kimutatva, hogy az endarterectomiát 70–99%-os carotisszűkület esetében kell elvégezni: így 1992 után ismét emelkedni kezdett a műtétek száma[72].

A vénás keringés vizsgálata az alacsony sebesség miatt nehezebb volt; ezt a fali szűrők bevezetésével oldották meg, és az első vizsgálatokat 1967-ben végezték.

További törekvés volt a készülékek miniatürizálása: 1968–69-ben olyan, folyamatos hullámú üzemmódban működő hordozható készülékek jelentek meg, amelyekkel a lokális keringést lehetett mérni és amelyeket elsősorban internzív osztályokon, gyermekeknél, de egyes szív- és idegsebészeti műtétek során is lehetett alkalmazni[72].

Az 1990-es évek fejlesztései a power Doppler, a színkódolt sebességábrázolás (color velocity imaging), az áramló vértérfogat mérés (CVIQ), a szövetek ultrahangos jellemzése; mindezek gyakorlati jelentőségét a jövő fogja meghatározni.

E rövid történeti összegzésből követhető az ultrahangkészülékek fejlesztésének kanyargós útja: a II. világháború utáni időszakban párhuzamosan vagy majdnem egyidejűleg, a tudományos közvélemény nyilvánossága előtt vagy titkosan több országban hatalmas lendülettel fogtak össze a fizikusok, mérnökök, orvosok, akik az első készülékek létrejötténél bábáskodtak. Bepillantást nyertünk a korabeli nehézségekbe, amelyekkel e pionírroknak meg kellett küzdeni és példákat olvashattunk, hogy az ötletesség, az innovatív szellem a legmostohább körülmények között is szolgálni tudta a haladást. Szót ejtettünk arról is, miként haladtak fej-fej mellett az egyes cégek, példákat adtunk a konkurrenciáról is.

Fél évszázad elég volt ahhoz, hogy az ultrahang-diagnosztikának saját történelme legyen: 1988-ban a World Federation of Ultrasound in Medicine and Biology 500 résztvevős szimpoziont tartott az ultrahang történetéről, ahol *Barry B. Goldberg* elnökölt; ennek anyaga megjelent részben nyomtatásban, részben CD-ROM-on. Ugyanabban az évben a skót ultrahangkutatás fellegvárában, Glasgowban brit szakemberek hasonló rendezvényt szerveztek. Mindazonáltal az irodalomból hiányzik egy teljességre törekvő, az ultrahang-diagnosztika minden területét átfogó orvosés technikatörténeti könyv; ennek megírása valószínűleg a mai „nagy öregek" feladata lenne.

8. Kontrasztanyagok az ultrahang-diagnosztikában

Az ultrahang esetében is felismerték, hogy a natív vizsgálat nem mindenben elégíti ki a képalkotás igényeit, ezért erőfeszítések történtek kontrasztanyagok kifejlesztésére[85–88]. A modern technika (színes Doppler, szöveti felharmonikusok) részben ellentételezte a kontrasztanyagok fontosságát.

1968-ban amerikai kutatók észlelték, hogy az intravascularisan adott sóoldat erős visszhangot ad az aortagyökben[89]. A megfigyelés onnan származott, hogy a hasi vizsgálatokban a belek gáztartalma, mint erős echogén, gyakran okozott nehézséget. Fizikailag felismerték, hogy a nagy teljesítményű ultrahangok kisméretű hólyagok, buborékok jelenlétében bizonyos oldatokban üregképződést, kavitációt okoznak, amely felerősíti a szöveti kontrasztot[90]. Az intravénásan adott autológ vér szintén kontraszterősítéshez vezetett. 1980-ban kimutatták, hogy a 10 μm-nél kisebb buborékok rezonanciafrekvenciája a 2–10 MHz tartományban van, amely megegyezik a diagnosztikus képalkotásban használt értéktartománnyal, ezért az ilyen méretű buborékok az ultrahanghullámok szórásához vezetnek, felerősítve a vérből/szövetekből visszatérő képet[91].

Az 1968–1984 közötti időszakban elsősorban szabad buborékok keletkezésével próbálták a kontrasztot erősíteni, a módszert a kardiológiában vezették be szén-dioxid buborékok formájában. A gasztroenterológiában először *Barry B. Goldberg* alkalmazott indocianin-zöld festéket az epeutak ábrázolására[92], azután a májmetasztázisok diagnózisában terjedt el a szén-dioxid buborékok használata. Az echokarbografiának nevezett módszerrel 10 ml CO_2-t oldottak fel 10 ml autológ heparinizált vérben és az oldatot az arteria hepatica katéteren keresztül adták. A szabad buborékok hátránya

az volt, hogy a tüdőben szétestek, ezért csak intraarteriális adásuk okozott kontrasztnövekedést. Utóbb ezt a hátrányt úgy próbálták kiküszöbölni, hogy a buborékokat kapszulában adták be, de itt kritikus jelentősége volt a kapszulák méretének: a nagyobbak (15–25 μm) nem alkalmasak szisztémás adásra, a kicsinyek (2–3 μm) hatása bizonytalan.

Állatkísérletben 1980-ban igazolták, hogy a 2 μm-es kolloidális kollagén mikrogömbök a máj Kupffer-sejtjeiben felhalmozódnak és növelik az ultrahang kontrasztot. 1982-ben nyúlmájban 0,5 μm-es perfluorooktilbromid részecskék echogén hatását írták le[87], 1985-ben kimutatták, hogy a zselatin mikrogömbök a visszhangok 2 dB-es növekedéséhez vezetnek. A jelenséget 1987-ben patkánymájban is igazolták. Emberben 1987-ben írták le, hogy az előzetesen nem ismert májmetasztázis kontrasztanyag adása után láthatóvá válik[93–96].

1985-ben figyelték meg, hogy a zsíremulziók vizes oldatban kontraszttulajdonságokkal rendelkeznek[97]. A nyúlban végzett kísérletek azon a felismerésen alapultak, hogy az emberi zsírmáj fokozottan reflektál, de nem igazolták a feltételezést, mivel a hatáshoz szükséges zsíremulzió mennyisége meghaladta az élettanilag elfogadható határt. A kontrasztanyagok kísérleti fejlesztésében jelentős szerepe volt *Peter N. Burns*nek[93].

A kísérleti időszak után az 1990-es években kezdtek elterjedni a klinikailag is használható, biztonságos kontrasztanyagok[98,99]. Az első termék a Schering cég Echovist nevű, kristályos galaktóz részecskéket tartalmazó készítménye volt. Eredetileg a szívüregek ábrázolására fejlesztették ki és állatkísérletekben biztonságosnak bizonyult. Megkísérelték gócos májbetegségek kimutatásában is. Mivel a keringésben instabil, csak intraarteriálisan alkalmazható. A cég továbbfejlesztette termékét és 1994-ben Levovist néven D-galaktóz és palmitinsav tartalmú, 4 μm-nél kisebb mikrobuborékokból álló kontrasztanyagot hozott forgalomba, amely stabil, a pulmonalis keringésben nem bomlik le és a Doppler-jel erősségét 10–20 dB-lel növeli. A milánói Bracco cég fejlesztése, a Sonovue kontrasztanyag már a jelen évezredben került forgalomba[101], amely, a hagyományos ábrázolási módszereken túl alkalmazásra nyert az endoszkópos ultrahangban és a felharmonikusokkal[100–103] végzett szöveti karakterizációban, endorectalis és transvaginalis vizsgálatokban is. Ahol kellő tapasztalat és finanszírozás birtokában alkalmazzák őket, az egyre modernebb kontrasztanyagok jelentősen növelik a diagnosztikai vizsgálatok pontosságát, esetenként helyettesíthetik a drágább (CT, MRI) képalkotást; Magyarországon is elérhetőek, de eddig nem kerültek be a mindennapi gyakorlatba.

9. Hordozható ultrahangkészülékek

Az ultrahangvizsgálatok hátránya az első évtizedekben a készülékek hatalmas mérete volt: akik megéltük, láthattunk kombinált szekrény nagyságú készüléket, melynek közepén tenyérnyi monitoron táncolt a kép. A technológiai fejlesztéseknek köszönhetően a berendezések mérete csökkent, könnyen elhelyezhetővé és mozdíthatóvá, de nem hordozhatóvá váltak. Felmerült az igény a sürgősségi betegellátásban, hogy az ultrahangvizsgálatot nem kórházi/rendelőintézeti, hanem, a betegség, esemény helyszínén végezzék el (baleset, lakás, kórterem stb.). Még kórházon belül is gyakran gondot jelentett a beteg szállítása a vizsgálat helyére vagy fordítva, az ultrahangkészülék szállítása a betegágy mellé. Ez vezetett oda, hogy az 1990-es években - felhasználva az elektronika, a miniatürizálás és a katonai kutatások eredményeit - megjelenjenek a hordozható ultrahang-berendezések. Az első készülékek csupán a has vizsgálatára alkalmas B-mód real-time üzemmódban működtek, gyengének mondható képminőséggel, az eszköztár azonban fokozatosan bővült; ma már a kardiológiai, nőgyógyászati, vascularis és intracavitalis vizsgálatok is elvégezhetőek, a képminőség pedig sokat javult. A hordozható készülékek között egyesek a nagyobb, kompakt készülékek mintájára állványra szerelt, helyszínre gurítható, mások aktatáskában elférő készülékek, a legmodernebb változatok már laptop formátumban készülnek. E berendezések gyártásában az, Aloka, General Electric, Hitachi, Medicon, Philips, Shimadzu, Siemens, Sonosite és Toshiba cégek jártak az élen, és többségük már hazánkban is beszerezhető. A készülékek mellé hozzáértő szakember is kellene, aki sürgősségi körülményekben az ultrahangvizsgálatot el tudja végezni: így az Egyesült Államokban több szakmai szervezet is meghatározta azon minimálfeltételeket, amelyeknek birtokában az alapellátás vagy mentőorvos dolgozhat. A hagyományos készülékekhez szokott ultrahangos szakemberek kezdeti kételkedése már nagyjából eloszlott; alapvető követelmény azonban, hogy a tájékozódó jellegű sürgősségi vizsgálatot kövesse radiológus által végzett szakavatott vizsgálat[104].

10. Ultrahang-ábrázolás szöveti felharmonikusokkal

A zenetörténetben a felhangokat 1636-ban *Marin Mersenne*, 1700-ban pedig *Joseph Saveaur* határozta meg, kimutatva hogy a húr nemcsak teljes hosszában rezeg, hanem minden maradék osztható részében is (1/2, 1/3, 12/4):

ezáltal az alaphangok mellett felharmonikusok is keletkeznek és ezeknek az alaphangokkal képzett együttese alkotja a harmóniát[4]. A felharmonikusok regisztrálásán alapuló ultrahangmódszert a haditengerészetben alkalmazták és 1980-ban javasolták orvosi alkalmazásra[105,106]. A *Goldberg* munkacsoportjához tartozó *Peter N. Burns* 1992-ben alapozta meg elterjedését a diagnosztikai készülékekben[107]. *Burns* 1984-ben szerzett PhD-fokozatot a bristoli egyetemen, jelentősen hozzájárult a kontrasztanyagok kifejlesztéséhez is, jelenleg a torontoi egyetem orvosi biofizika tanszékének professzora és a mikrocirkuláció ultrahangos ábrázolására dolgoz ki módszereket. A szöveti felharmonikusok ábrázolása jelentős minőségi javulást ért el a képalkotásban, mivel általa addig nem észlelt struktúrák váltak láthatóvá mind a vizsgálófejek közelterében, mind a mélyebb struktúrákban, csökkent a kontraszt-zaj, a kontraszt-zaj arány és a műtermékek, javult a laterális felbontás. Kontrasztanyagok adása újabb felharmonikusok keletkezéséhez vezet, ami tovább javítja a képminőséget[108]. Szöveti felharmonikusok alkalmazásával az ultrahangkép pontossága megközelíti a CT-t, egyes esetekben azt mellőzhetővé teszi. A fejlődési tendencia e csúcstechnológia beépítése a középkategóriájú készülékekbe, ezáltal elérhetővé válik nemcsak a radiológiai központokban, hanem a területi kórházakban, sőt magánpraxisban is: ily módon a szöveti felharmonikusokkal való ábrázolást már alkalmazzák az emlő vizsgálatában, illetve a carotis-rendszerben a plakkok jellemzésére és az intima-media vastagság meghatározására[109].

11. Háromdimenziós ultrahang-ábrázolás (3D-UH)

A 3D-UH a szokásos kétdimenziós ábrázolás helyett a vizsgált szervet térben ábrázolja. A módszert 1982-ben terhességi ultrahang-diagnosztikában vezették be, de az első vizsgálatok nem in utero, hanem in vitro történtek[110]. A módszert kardiológiai (szívkamra tömeg), angiológiai (carotis stenosis), neurológiai (tumor) és urológiai (prostata) alkalmazások követték, a gasztroenterológiai alkalmazás a sor végére jutott [111]. A 3D rekonstrukció több módszerét dolgozták ki. A 90-es évek második felében a 3D-UH-t elsősorban a máj és epeutak betegségeiben és a végbél tumorainak stadializálásban találták hasznosnak, de alkalmazták a gyomorürülés tanulmányozására is[112]. A 3D képalkotás lehetséges CT, MRI és angiográfiás módszerrel is, ezekkel szemben az ultrahang előnye, hogy nem invazív s nem jelent sem sugár-, sem mágneses expozíciót, Doppler-módszerrel is kombinálható, vi-

szont speciális felkészülést és költséges készüléket igényel. Megoldották az élő 3D–4D-nek is nevezett real-time ábrázolás módszerét is; ezt elsősorban a prenatalis és emlő ultrahangban használják[113,114]. Megjegyzendő, hogy a hagyományos 2D ábrázolással szemben a 3D képalkotás a nagyobb teljesítmény miatt felveti a biztonságosság problémáját, így a legújabb útmutatások szerint pl. terhességi alkalmazásuk kerülendő. Ennek ellenére a 3D és 4D vizsgálat rendkívül elterjedt a perinatális medicinában: egy metaanalízisben 2000–2006 között világszerte közölt 434 dolgozatban több tízezer vizsgálatról számoltak be, elsősorban a veleszületett betegségek területén[115].

12. Intervencionális ultrahang

A szervekbe való behatolással járó technikák összességét nevezzük intervencionális ultrahangnak: diagnosztikus és terápiás eljárások, amelyekkel az ultrahang segítségével a szervezetből citológiai/biopsziás mintavétel, aspiráció, drenázs, ablatio kemoterápia vagy lokális sugárterápia történik. Az intervencionális ultrahang gyors, pontos, nem jár sugárterheléssel, vizsgálat közben a beavatkozást folyamatosan ellenőrizni lehet. A következőkben a főbb intervencionális módszerek történetét ismertetjük[116].

Ultrahang-vezérelt biopsziás-aspirációs citológia. A módszer a vakon végzett biopsziák technikai továbbfejlesztése; kezdetben a ma már durvának tartott tűket használták. Az első biopsziát 1883-ban vették tüdőgyulladás kimutatására. 1912-ben bőr alatti nyirokcsomóból való mintavételre használtak tűt, majd 1925-ben a tűbiopszia elterjedt az Egyesült Államokban[116], a következő 30 évben népszerű módszerré vált, elsősorban a tüdőcarcinoma diagnózisában[117]. Európában 1931-től Németországban, Svájcban és a skandináv államokban használták[117–119]. A 18G méretű, 1 mm-es tűk helyett fokozatosan a 22–25 G (0,4–0,6 mm) méretű tűket vezették be. A festési eljárások fejlődése lehetővé tette a biopsziás és citológiai anyag pontosabb vizsgálatát.

Az első transrectalis prostata citológiai vizsgálat 1960-ban történt[120], 1968-ban pedig az emlő citológiai vizsgálatát vezették be[121]. Az első ultrahangvezérelt punkciós biopsziát *Alfred Kratochwil* végezte Bécsben. Vizsgálatát A-módban végezte és a vizsgálófej közepén lévő csatornán át behelyezett tűvel amniotikus folyadékot nyert[52].

A *Hans Henrik Holm* vezette dániai munkacsoport 1964 óta munkálkodott előbb statikus bistabil, majd B-módban működő vizsgálófej kifejlesztésén.

1976-tól a Brüel-Kjaer cég segítségével citológiai mintavételre alkalmas fejek további generációit fejlesztették ki. Az első eset, amelyet B-módban működő fejjel vizsgáltak, egy vesecysta volt és annak malignus jellegét sikerült megállapítani: az esetet az Amerikai Ultrahang Társaság évi közgyűlésén 1970-ben mutatták be[115].

Az 1980-as évek elején *Per G. Lindgren* a svédországi Uppsalában olyan automatikus mintavételi biopsziás eszközt fejlesztett ki, mely alkalmassá vált a perkután UH-vezérelt célzott mintavételre. Az automata Biopty Gun-t a Bard cég fejlesztette ki először[122].

Goldberg és mtsai 1972-től alkalmazták az ultrahangvezérelt aspirációs citológiát[123], a statikus transzducereket fokozatosan felváltották a real-time fejek. Az ultrahangvezérelt biopszia hamar elterjedt a külső ultrahangvizsgálatokban; az utóbbi két évtizedben kidolgozták az endoszkópos, transvaginalis, laparoszkópos vizsgálatok keretében is a vezérelt aspirációs citológiai mintavételt. Egyezményesen az 1 mm-nél kisebb átmérőjű tűk vékonynak, az annál nagyobbak vastagnak minősülnek. A vékonytűket a Menghini tű módosításával alakították ki és az 1980-as évektől a máj, hasnyálmirigy, bélrendszer gócos elváltozásainak, hasi nyirokcsomók, diagnózisában alkalmazzák.

Folyadékgyülemek aspirációja. 1954-ben mutatták ki, hogy a májtályogot aspirációval is lehet kezelni[124]. A sebészek fél évszázadon át azt tanulták, hogy a májtályog kezelése csak műtéttel lehetséges és a beavatkozás után vastag drént kell használni, majd megütközve tapasztalták, hogy az intraabdominális tályogok jó része 18–20 G méretű tűvel kezelhető[125]. Holm és munkatársai 1975-ben közölték először a pancreascysták perkután UH-vezérelt aspirációját[115]; a módszer hamar kedveltté vált Angliában[126], több európai országban és Goldberg nyomán az Egyesült Államokban. Tekintettel a sugárterhelés hiányára, az ultrahangvezérelt aspiráció megelőzte a CT-vezérelt módszert[127].

Más diagnosztikus eljárások. Ultrahangvezérelt perkután nephrostomiát 1974-ben végeztek[115]. 1982-ben próbálkoztak ultrahang vezérelte perkután cholecysto-cholangiográfiával[128], de a módszer nem terjedt el és nem vált be. Szintén 1982-ben vezették be a perkután transhepatikus cholangiográfiát[129,130]; ez népszerűvé vált az obstructiós icterus diagnosztikájában, kidolgozták ultrahang vezérelte változatát is, de később szerepe csökkent a kevésbé invazív eljárások elterjedésével.

Egyéb terápiás eljárások. Erre szakosodott centrumokban számos ultrahangos eljárást dolgoztak ki; ezek közül megemlítjük az 1990-es években alkal-

mazott radiaktiv implantátum elhelyezését a prostata és pancreas tumorokban, illetve az 1986-ban Olaszországban bevezetett, majd világszerte elterjedt abszolút alkoholos perkután ultrahangvezérelt injekciót, amely a hepatocelluláris carcinoma egyik lehetséges kezelési módszerévé vált[131,132].

Az utóbbi évtizedben vezették be a nagy energiájú fókuszált ultrahangkezelést (high intensity focused ultrasound, HIFU). Eredete 1954-re vezethető vissza, amikor svéd szerző próbálkozott agydaganatok roncsolásával[133], majd 1955-ben brit munkacsoport végezte el először az ultrahang fókuszálását[134]. A módszer 1970-ig elfelejtődött, amikor is a nagy energiájú ultrahang termikus hatását próbálták daganatok kezelésére használni (hipertermiás kezelés). A HIFU kezelést végül az 1990-es években fejlesztették ki, amikor az ultrahang fókuszálása a mágnesrezonancia termometria révén megoldodótt. A kezelést 4–8 MHz frekvencián, 15–30 perc expozíciós idővel végzik, elsősorban májmetasztázisok, vese- és prostatatumorok kezelésében, illetve hemosztázis elérésére. Az eljárás az ultrahang termikus, mechanikus (kavitáció, mikroáramlás) és biológiai (koagulációs nekrózis, apoptózis) hatásán alapszik. Van laparoszkópos és 3D változata is. A kontrollált, nemzetközi tanulmányok azonban egyelőre hiányoznak[135,136].

13. Endoszkópos ultrahang (EUS)

Az első intracavitális vizsgálatot 1956-ban végezték a végbél falvastagságának meghatározására[137], majd 1967-ben a prostata transrectalis vizsgálatára került sor[138]. 1974-ben *Holm* és munkatársai transurethralis ultrahangot alkalmaztak[139], példájukat 1979-ben japán szerzők követték[140]. Ezután az endoluminális ultrahang egyrészt az érfal szerkezetének vizsgálatát célozta meg, párhuzamosan fejlődve az angioplasztikai eljárásokkal és a fiberoptikus angioszkópiával[141,142], másrészt az emésztőszervek vizsgálatára szakosodott.

1974-ben *Hermann Lutz* és *Ludwig Demling* (1921–1995) – a német endoszkópia nagy alakja – száloptikás endoszkóp biopsziás csatornáján át A-módban működő szondát vezettek be, ezt 1976-ban tökéletesítették[143,144]; ezzel a gyomor környezetében lévő echomentes képleteket tudták ábrázolni, de nem volt alkalmas a fali szerkezet ábrázolására. 1978-ban japán munkacsoport az endoszkóp végére real-time szektor fejet tervezett és az első transoesophagealis vizsgálatot végezte[145].

Az első, panendoszkóphoz csatlakozó B-mód fejet 1980-ban fejlesztették ki[146]. Függetlenül a vizsgálandó szervtől, a fő probléma a vizsgálófejek miniatürizálása volt [147,148].

Az endoszkópos ultrahang két irányban fejlődött: az endoszkóp végére szerelt transzducer képezte egyrészt a szoros értelemben vett endoszkópos ultrahangot, míg a biopsziás csatornán át bevezetett miniszondákkal a finomabb fali elváltozásokat igyekeztek kimutatni.

Az első endoszkópos vizsgálófejet egy ACMI FX5 típusú, oldalra tekintő készülékre szerelték. A fej előbb 80, majd 35 mm hosszú volt, az előbbit csak altatott kutyában, a rövidebbet már emberben is használták; frekvenciája 10 MHz, axiális felbontása 1 mm, penetrációja 4 cm volt, és alkalmasnak tűnt a nyelőcső, a gyomor, a máj bal lebeny és a pancreas és környezetének ábrázolására. 1983-ban az Olympus EU M1 néven gyártotta első prototípusát, amely később EU M2 néven kereskedelmi forgalomba is került; vizsgálófeje 42 mm-es, frekvenciája 7,2 MHz volt, 10 mm-es penetrációval. Hasonló, az Olympussal kompatibilis vizsgálófejet készített az Aloka cég is. A továbbiakban együttműködve a japán cégekkel, mindhárom - szintén japán - endoszkópos cég (Olympus, Fujinon, Pentax) sorozatban készítette a radiális, lineáris és Doppler üzemmódban dolgozó vizsgálófejeket, ehhez társult az utóbbi években igen elterjedt ultrahangvezérelt vékonytű-aspirációhoz szükséges segédeszközök kifejlesztése is[149-152]. Jelentős fejlesztésen mentek át a miniszondák is, amelyekben 7,5-10 MHz-ra csökkentették a kezdetben igen magas (15-20 MHz) frekvencián működő szondák tulajdonságait, ebben a Fujinon cég jeleskedett.

Az endoszkópos ultrahang jelentős fejlődést hozott az emésztőszervi daganatok, nyelőcső-varixok, a mediastinum és tüdő daganatai, a pancreas és Vater-papilla daganatok, choledocholithiasis, krónikus pancreatitis, portalis hipertónia, végbél/vastagbél és retroperitonealis tumorok diagnosztikájában. A daganatoknál az endoszkópos ultrahang új stádiumbeosztáshoz vezetett, ezekkel a sebészeti/sugár- és kemoterápia jobban tervezhető és értékelhető. Az utóbbi években lehetőség van a color Doppler duplex, 3D és kontrasztanyagok használatára is, illetve terápiás alkalmazásra (pl. pancreastumorok radiofrekvenciás ablatiója, HIFU). Az endoszkópos ultrahang pontosságával, gazdaságosságával és hasznával szembeni kezdeti fenntartások mára eloszlottak, a módszernek pontos helye van a különböző diagnosztikai algoritmusokban.

14. Transvaginalis vizsgálatok

Szülészeti-nőgyógyászati ultrahangban a klasszikus hasi vizsgálat mellett a transvaginalis, hüvelyi vizsgálat jelentette az egyik legnagyobb fejlődést. A vizsgálatot 1984-ben az amerikai *S. R. Schwimer* kezdeményezte: kezdetben a módszert a fertilitás és mesterséges megtermékenyítés vizsgálatában használták, a diagnosztikai alkalmazás a megfelelően kialakított, 6,5–7,5 MHz-es fejek kifejlesztésével kezdődött[153–155]. A méh, petefészek, méhkürt, a normális és ectopiás terhesség, de egyes extragenitalis kórképek vizsgálatára is kiváló transvaginalis ultrahanggal a New York-i Columbia Presbyterian Medical Centerben dolgozó *Ilan E. Timor-Tritsch* és munkatársai szereztek tapasztalatot 1985–87 között[156,157]. Mint minden más területen, az 1990-es évek elején a módszer kiegészült a Doppler-technikával; ebben a zágrábi *Asim Kurjak* és munkacsoportja volt a kezdeményező, akik közlemények és könyvek sorozatával gazdagították a vonatkozó irodalmat[158,159].

15. Intravascularis ultrahangvizsgálat (IVUS)

Az emésztőszerveken kívül az ultrahang egyik nagy kihívása volt az erek vizsgálata. A lehetőség az erek falának vizsgálatára adott volt, hiszen az angiográfia technikái és a szívkatéterezés módszerei már évtizedek óta kialakultak. Az első szívkatéterezést *Claude Bernard* (1813–1878) végezte, aki egy lóban higanykatétert vezetett be a carotison át a bal kamrába. Emberben 1912-ben *Fritz Bleichroder* vezetett be uréterkatétert szívbe, majd *Werner Forsmann* (1868–1941) önmagának vezetett fel ugyancsak uréterkatétert a jobb pitvarba és azt röntgennel kimutatta 1929-ben. Ezután a vénás katéterezés terjedt el, elsőként 1947-ben *Lewis Dexter* végzett ilyen vizsgálatokat congenitalis szívbetegségek vizsgálatára, majd a szívkatéterezést *André Cournand* (1895–1988) Franciaországban, *Dickenson Woodruff Richards* (1895–1973) Angliában terjesztette el. Lényeges haladás volt a *Sven Ivar Seldinger* által 1953-ban kifejlesztett és róla elnevezett technika, amellyel a punkciós tűnél vastagabb katétert sikerült az erekbe bevezetni[8]. A perkután artériába bevezethető katétert 1964-ben fejlesztették ki A ballonkatétert 1974-ben dolgozta ki *Andreas Roland Grüntzig* (1939–1985). A drezdai születésű, Argentinában nevelkedett *Grüntzig* Zürichben készítette, lakásának konyhájában, felesége segítségével az első ballonkatétert. Foglalkozott a Doppler-

vizsgálattal is és 1975-ben ő végezte az első ballonos tágítást arteria iliaca szűkületben, majd 242 érszűkületes beteget 12 éven át követett; bár rengeteg tanítványa volt, tapasztalairól nem írt közleményt, ennek ellenére a ballonkatéter igen rövid idő alatt világszerte elterjedt, míg alkotója repülőbalesetben meghalt[160]. Az artériás katéter tehát adott volt, ehhez kellett vizsgálófej. Ez 1972-ben sikerült: *Nicholas Bom* és munkatársai a rotterdami Erasmus egyetemen egy 9F méretű katéterben helyeztek el egy 32 elemből álló phased array transzducert, amely 2D reaL-time képet alkotott[161]. Az intravascularis UH azután kiemelt centrumokban alkalmazásra lelt a plakkok, szűkületek kiértékelésében, a farmakológiai és sebészeti kezelések követésében[162–165].

16. Transoesophagealis ultrahang (TEE)

A szív transthoracalis ultrahangvizsgálatát korlátozza, hogy a vizsgálófejek talpának mérete meghaladja a bordaközi réseket, így nem minden szívüreg vizsgálható teljes egészében. Ennek kiküszöbölésére dolgozták ki a nyelőcsőbe vezethető vizsgálófejeket. A nyelőcsőből az első cardialis folyamatos Doppler-jelet 1971-ben regisztrálták, 1976-ban pedig sikerült M-mód jelet ugyanonnan ábrázolni[166]. 1977-ben Japánban real-time 2D forgatható vizsgálófejet szerkesztettek, amelyet egy gasztroszkópra szereltek; 1978-ban már lineáris mechanikus szkennert gyártottak. Az 1980-as évek elején indult az elektronikus transoesophagealis fejek fejlesztése[166–168], 1982-ben francia szerzők egy, 1968-ban kidolgozott elv alapján[169] 3,5 MHz frekvencián, 32 elemmel működő phased-array fejet szerkesztettek; ez a fej még mindig nagy volt, így a rotterdami Erasmus egyetemen 1982–85 között miniatürizálás révén sikerült 24 elemes, 3,1 MHz-es, majd 64 elemes, 5,6 MHz-es fejet gyártani, amelyek a felnőtt vizsgálatokban terjedtek el. 1989-től már gyermekek vizsgálatára is alkalmas változatok jelentek meg. 1990 után már újszülötteket és csecsemőket is tudtak így vizsgálni. További fejlesztés a két- vagy többsíkú fejek kialakítása (biplan, varioplan)[166].

17. Transcranialis Doppler-vizsgálat (TCD)

A transcranialis Doppler-vizsgálatot is Japánban kezdeményezték: az osakai *Kaneko* 1960-ban javasolta olyan transzducer készítését, amellyel a kopo-

nyacsontokon át lehet a központi idegrendszert ellátó ereket vizsgálni, de munkatársa, *Satomura* ezt nem tartotta kivitelezhető elképzelésnek. A koponyacsontok jelenléte jó húsz évre meggátolta a transcranialias vizsgálatokat annak ellenére, hogy az cardialis fejekkel lehetséges lett volna. Az intraoperatív Doppler-vizsgálatokat 1979-től vezették be agyi aneurysmák műtéte során és csak azután, 1981-ben végezte el a berni klinika idegsebészeti osztályán *Rune Aaslid* az első transcranialis vizsgálatokat a Vingmed cég PEDOF 2 MHz-es pulzus-Doppler vizsgálófejével: egyetlen készülékével több mint 8000 vizsgálatot végzett és a berendezés 1000 km-t utazott a svájci idegsebészeti osztályok között. 1985-ben a német Eder Medical Electronics jelentkezett mikroprocesszor-vezérelt új fejlesztésű készülékkel, 1989-ben kidolgozták a két transzduceres vizsgálatot és 1989-ben bevezették a lézer-Doppler technikát is[170].

18. Intraoperatív ultrahang

Az intraoperatív ultrahang az intraoperatív radiográfia példájára és mintájára alakult ki: míg az első intraoperatív cholangiográfiát 1932-ban végezték, az ultrahang első műtéti alkalmazása 1950-ben történt, amikor A-módú készülékkel próbáltak kimutatni agydaganatokat; erre a célra 15 MHz-es ultrasonascopnak nevezett berendezést használtak. *Wild* és mtsai 1953-ban hasonló vizsgálatokat végeztek, de az A-módú vizsgálat csak az 1960-as években terjedt el a vese, epehólyag/epeutak és az agy intraoperatív vizsgálatában, az M-mód technikát pedig 1972-ben használták mitralis stenosis műtéte közben, a 2,25 MHz-es fejet a szív epicardialis felszínére helyezve. A B-mód real time intraoperatív szívvizsgálat az 1980-as években terjedt el[171]. A hasi műtéteknél 1977-ben használtak először a vese vizsgálatára 10 MHz-es B-mód real-time fejet Angliában, szintén 1977-ben Japánban 2,5–3,5 MHz-es lineáris array fejet fejlesztettek ki a máj és pancreas vizsgálatára amelyeket bonyolult műtéteknél vetettek be, pl. a Longmire-műtét során májreszekció utáni bilio-enterális anastomosis készítésében az epeút optimális átmérőjét határozták meg. Ösztönzően hatott az, hogy Japánban a májcarcinoma gyakorisága miatt sok májreszekciós műtétet végeztek, ugyanakkor a sintoista vallás a májátültetést nem engedélyezte, így szükség volt egy olyan módszerre, amellyel a műtéteket optimalizálni tudják. *Masatoshi Makuuchi* a Tokyo-i egyetemen az Aloka cég segítségével 3,5 MHz-es, 1,4×1,9×6,2 cm-es lineáris, majd 5 MHz-es T alakú fejet dolgozott ki.

1980-as években Amerikában és a Hawai szigeteken mechanikus szektort fejlesztettek ki, melyeknek használata praktikus volt. Az intraoperatív ultrahang ezután gyorsan elterjedt Európában is, ahol 1982-ben Párizsban rendezték az első ilyen témájú kongresszust, 1984-től az eljárást a májsebészet egyik pápája, *Henri Bismuth* is alkalmazta. Azóta a módszer nemcsak a máj (reszekció, transzplantáció), epeutak, pancreas, endokrin szervek, hanem a gerincvelő- és agysebészetben és szívsebészetben is elterjedt. A Dopplertechnika természetesen az intraoperatív fejekbe is beépült, fertőtlenítésük megoldódott. A legnagyobb tapasztalatokkal rendelkező japán, honolului, angol és amerikai centrumok tapasztalata szerint a módszer fő előnye, hogy segítségével az esetek 30–50%-ában a preoperatívan tervezett műtéti eljárást az intraooperatív eredmény alapján megváltoztatják[172,173].

19. Laparoszkópos ultrahang (LUH)

A műtéti intracorporealis ultrahang 30 éve kezdődött: 1958-ban és 1962-ben japán szerzők A-módú készülékeket terveztek, de ezek nem terjedtek el. Az 1980-as években ugyancsak japánok a hagyományos laparoszkópokhoz készítettek B-módú készülékeket, amelyek kiváló képet adtak, de időközben a videoendoszkópia megjelenésével a laparoszkópia visszaszorult. Így a laparoszkópos ultrahang a videolaparoszkópos sebészet térhódításával került fejlesztésre. Az első kísérleti vizsgálatokat 1991-ben végezték. *Goldberg* 1993-ban egy 9 Fr katéterre szerelt 12,5 MHz-es fejet használt, amelyet a laparo- vagy mediasztinokoszkópon át vezetett be[174]. Az epeutak vizsgálata 20 MHz-es fejekkel történt; ezek ugyanolyanok voltak, mint az endoszkópos ultrahangnál leírtak, de nem váltak be, így a 90-es évek elején japán és angol kutatók merev vagy hajlékony eszközökre szerelhető szektor, konvex és lineáris fejek széles változatát dolgozták ki: ezeket a laparoszkópos epe-, vese-, pancreas- és gyomorsebészetben használták[175]; 1996-tól lehetségessé vált a laparoszkópos és endoszkópos ultrahang egyidejű alkalmazása, és megoldották a 3D intraoperatív képalkotást[176]. A diagnosztikus vizsgálat főképp az onkológiában hasznos, mivel pontosítja a daganatok stadializálását és 25%-ban elkerülhetővé teszi a laparotomiát[177], további előnye a célzott mintavétel lehetősége, és hasznos segédlet a terápiás módszerek irányításában. Mindezek ellenére nem teszi feleslegessé a részletes preoperatív vizsgálatot, optimális eredmények ezek kombinált alkalmazásával

érhetők el. A módszer elterjedésének fő akadálya, hogy a sebészek nem rendelkeztek megfelelő színvonalú ultrahangos ismeretekkel, így fő feladatként - a technológiai haladás mellett - az oktatást jelölték meg[175-177].

20. Hidroszonográfia

A vizsgálatot 1992-ben vezették be a buborékmentes vízzel feltöltött vastagbél ábrázolására. A 2 liter, 400 mg metilcellulóz tartalmú folyadék feljut a coecumig és tapasztalt vizsgáló a vastagbél minden részét ábrázolni tudja[178,179]. A módszer elsősorban polipok, daganatok kimutatásában bizonyult hasznosnak, kipóbálták a gyomor ábrázolásában is[180]. A kezdetben nagy lelkesedéssel fogadott vizsgálat azonban rövid idő után háttérbe szorult a virtuális CT és MRI megjelenésével.

21. Ultrahang-elasztográfia (szono-elasztográfia, strain imaging)

Az elasztográfia elveit 1989-91 között dolgozta ki a University of Texas ultrahang laboratóriumában *Jonathan Ophir*[181]. A vizsgálat során alacsony frekvenciájú (50 Hz) vibrátorral nyomást gyakorolnak egyes szövetekre, amelyek alakja megváltozik és állományukban a hangok az ultrahang sebességénél lassabban terjednek. Az elasztográfiát a májbetegségekben alkalmazzák, mivel a mért értékek jól korrelálnak a fibrosis szövettani fokozatával[182]. Újabban a pajzsmirigy, emlő, prostata vizsgálatában többen gyűjtenek érdekes tapasztalatokat. A gyenge nyomást alkalmazó deformációmérést autokorrelációval kombinálva a Hitachi már rutinban használható formában hozta ki. Az utóbbi 2-3 évben már kidolgozták az endoszkópos színkódolt real-time ultrahangos elasztográfiát, elsősorban emésztőszervi daganatok vizsgálatára.

22. Mellkasi ultrahang-vizsgálat

A gerincoszlop és bordák ellenére a mellkasfal és mellkasi szervek ultrahangos vizsgálata is lehetséges. Az ultrahang terápiás alkalmazása itt is megelőzte a diagnosztikát: 1952-ben a tbc-s pleurális folyadék ultrahangos

kezelésével próbálkoztak[183]. Az első diagnosztikus vizsgálatok 1967-ben történtek az Egyesült Államokban[184], és a technikai problémák megoldásával a mellkasi ultrahang teret nyert nemcsak a fali eltérések, pleurális folyadékgyülemek és daganatok, pneumoniák, tüdőembolia, de a pericardium betegségeinek diagnosztikájában is. Mint a legtöbb területen, a mellkasi UH-diagnosztikában is teret nyert a Doppler-technika, létezik intraoperatív változata is, és 1992-ben - természetesen a japánok - bevezették a bronchoszkópos ultrahangot is; erre a konvencionális videoendoszkópot, Aloka SSD-630-as készüléket és 7,5 MHz-es, 5 mm átmérőjű vizsgálófejet használtak; a módszer - ahol elérhető - elsősorban a hörgőrák stadializálásában hasznos és kiegészíthető UH-vezérelt biopsiával[185].

22. Ízületi/mozgásszervi ultrahang

A mozgásszervi ultrahangvizsgálat az 1980-as években jelent meg. Fizikai adottságainál fogva közismert, hogy az ultrahang a csontokról visszaverődik, ezért azok szerkezete nem ábrázolható. A mozgásszervek vizsgálatára alkalmas nagy felbontású transzducerek ekkor jelentek meg. Az ultrahang e területe két részre osztható: a felületi lágyrészek és az ízületek, periarticularis képletek vizsgálatára. Mindkettőhöz az általános jártasságon túl speciális tapasztalat szükséges. Az ízületek morfológiáját előbb kadaveren tanulmányozták[186], majd elsőként a térd vizsgálatával foglalkoztak 1984-ben[187], azt a váll és rotátor köpeny, a csípő és a könyök vizsgálata követte[188]. A Doppler és power Doppler technika teret hódított az ízületi ultrahangban is, elsősorban a reumatológiai kórképekben. Az intervencionális vizsgálat ízületi vonatkozásai az ultrahang-vezérelte arthroscopos műtét és az intraarticuláris gyógyszeres kezelés. A mozgásszervi ultrahangnak jelentős szerepe van a sportorvostanban[189]: számos világhírű sportoló sérüléseit vizsgálták ily módon. Hasonlóan fontos szerep jut a mozgásszervek vizsgálatának a sürgősségi ultrahangban[104].

Speciális diagnosztikai terület az ultrahangos csontsűrűségmérés: a szélessávú ultrahang attenuáció mérésével - katonai kutatás keretében - az Egyesült Államokban sikerült összefüggést találni a hang terjedési sebessége és a csontsűrűség között[190]. A vizsgálatokat kezdetben sarokcsonton végezték. Később azok rátértek a femur, csípőcsont, lumbalis gerinc és radius vizsgálatára is[191]. Ma már az ultrahangos oszteodenzitometria a kettős foton abszorbciometria egyik - jóval olcsóbb - alternatívája.

21. Extrakorporális lökéshullám litotripszia

Az extrakorporális lökéshullám litotripsziát 1980-ban Németországban fejlesztették ki vesekő zúzására[192]. Állatkísérletben a nagy energiájú ultrahang vesekövekben kavitációt és dezintegrációt okoz[193]. A készüléket a Dornier cég fejlesztette ki és az átkerült Amerikába, ahol a Food and Drug Administration 7000 sikeres európai és 2500 amerikai kezelés után 1988-ban engedélyezte használatát.

Az egyes mellék- és utóhatások (haematoma, trauma, vesefunkció-zavar, hipertónia) nem korlátozták a módszer elterjedését[194,195]. A lökéshullámok epekőzúzó hatását állatokban 1983-ban írták le[196]. Miután a veseköveknél 3 éves beavatkozás utáni tünetmentességet igazoltak[197], 1988-ban a müncheni Grosshadern Klinikán 175 epeköves beteget kezeltek[198], majd beszámoltak az intrahepatikus és epeutakban elhelyezkedő kövek sikeres zúzásáról is. 2000-ben a müncheni munkacsoportnak több mint 2000 eljárás adata állt rendelkezésre és kimutatták, hogy ott, ahol betartják az indikációkat, 70–90%-os eredmény érhető el[199]. Az első generációs készülékeknél a beteget még fürdőkádba kellett helyezni és a lökéshullámokat a kád alatti ellipszoid reflektor fókuszálta a kőre, a második generációs gépeknél már egy membránon át, vizes előtéten áthaladva akusztikus lencse segítségével fókuszálják a hullámokat a kövekre. Az epeúti és pancreaskövek zúzása az 1990-es években terjedt el. Az epekő zúzása a laparoszkópos sebészet elterjedésével háttérbe szorult, a vesekő esetében mindmáig széles körben alkalmazzák és hatásosságát metaanalízisekkel igazolták[200].

Irodalom

1. Fodor F., Veress É.: Ultrahangok a biológiában és az orvostudományban. Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, Bukarest, 1985.
2. Urma, Dem: Acustica si muzica. Editura Ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1982.
3. Herczeg Á.: Fizikus orvosok. III. Orvosok a hangtan történetében. Orv. Hetil., 1930, 73, 886–888.
4. Dahlhaus, C., Eggenrecht H. (szerk.): Brockhaus-Riemann: Zenei lexikon, magyar kiadás: Boronkay A., Zeneműkiadó, Budapest, 1980. I–III. kötet Zeneműkiadó, Budapest, 1984, II. kötet, 559.

5. Ross, D.: The work of Aristotle. Oxford University Press, 1993.
6. Kercnbach, V. Dicţionar de mitologie generală, Editura Ştiinţifică şi Encilopedică, Bukarest, 1989.
7. Lozsádi K.: Etymologia medica. Orvosi szótörténeti tár. Medicina Könyvkiadó Rt, Budapest, 2006, 117.
8. Sebastian, A.: A Dictionary of the History of Medicine, The Parthenon Publishing Group, New York–London, 1999.
9. Bennett J., Cooper, M., Hunter, M., Jardine., L.: London's Leonardo: The Life and Work of Robert Hooke. Oxford University Press, 2003.
10. Eden, A.: The Search of Christian Doppler. Springer Verlag, Wien–New York, 1992.
11. Doppler, C. H.: Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels. Prága, 1842.
12. Békéssy Gy., Rosenblith, W. A.: The mechanical properties of the ear, in: Handbook of Experimental Psychology, szerk. S. S. Stevens, John Wiley and Sons, New York, 1951, 81.
13. Tarnóczky T.: Kiegészítések Békéssy György életrajzához. Fizikai Szemle, 1992, 6, 201–207.
14. Whiting, R.: Leonardo, a reneszánsz ember. Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1993.
15. Galambos, R.: Cochlear potential from the bat. Science, 1941, 93, 215–219.
16. Griffin, D. R.: Mechanism of the bat larynx for production of ultrasonic sound. Fed. Proc., 1952, 101, 59–64.
17. Curie, J. P., Curie, P.: Contractions et dilatations produites par les tensions electriques de les criteux hémiedres a faces inclinées. CRC Acad. Sci., Paris, 1881, 92, 1137–1144.
18. Curie, J. P., Curie, P.: Développement par pression de l'éléctricité polaire dans les cristaux hémiedres a la faces inclinées. CRC Acad. Sci. Paris, 1880, 91, 294–302.
19. Hackman, W.: Underwater acoustics before the First World War. Seak And Strike, London, 1984, 1–11.
20. Langevin, P.: Lés ondes ultrasibires. Rev. Gen.-Electr., 1916, 23, 626–38.
21. Woo, J.: A short history of the development of ultrasound in obstetrics and gynecology, 1–3. rész.
22. Dussik, K. T.: On the possibility of using ultrasound waves as a diagnostic aid. Neurol.-Psychiat., 1942, 174, 153–168.
23. Dussik, K. T.: Zum heutigen Stand der medizinischen Ultraschallforschung. Wiener klin. Wschr., 1949, 61, 246–248.

24. Newman, P. H., Rozycki, G. S.: The history of ultrasound. Surg. Clin. N. Am., 1998, 78, 179–195.
25. Dussik, K. T.: Measurement of articular tissues by ultrasound. Am. J. Phys. Med., 1958, 37, 160–165.
26. Gordon, D.: Ultrasound as a Diagnostic and Surgical Tool, Arnold, London, 1964.
27. Firestone, F. A.: The supersonic reflectoscope, an instrument for inspecting the interior of solid parts by means of sound waves. J. Acoust. Soc. Am., 1946, 17, 187–299.
28. Desch, C. H., Sproule, D. O., Dawson, W. J.: The detection of cracks in steel by means of supersonic waves. J. Iron and Steel Inst., 1946, 319–322.
29. Ludwig, G. D., Bolt, R. H., Ballantine, H. T.: Factors influencing the use of ultrasound as a diagnostic aid. Trans. Am. Neurol. Assoc., 1950, 49, 225–228.
30. Ludwig, G. D., Struthers, F. W.: Detecting gallstones with ultrasonic echoes. Electronics, 1950, 23, 172–178.
31. White, D. H.: Neurosonology pioneers. Ultrasound Med. Biol. 1988, 12, 541–561.
32. Wild, J. J. The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissue density changes. Surgery, 1951, 27, 183–197.
33. Wild, J. J., Reid, R. M.: Further pilot echographic studies of the histologic structure of tumors of the living intact human breast. Am. J. Pathol., 1952, 28, 839–844.
34. Howry, D. H., Bliss, N., R: Ultrasonic visualisation of soft tissue structures of the body. J. Lab. Clin. Med., 1952, 40, 579–582.
35. Howry, D. H., Holmes, J. H., Cushmann, J. J., Posakony, G. J.: Ultrasonic visualisation of living organs and tissues, with observations on some disease processes. Geriatrics, 1955, 101, 123–128.
36. Howry, D. H.: Development of an ultrasonic diagnostic instrument. Am. J. Phys. Med., 1958, 37, 234–241.
37. Goldberg, B. B., Gramiak, R., Freimanis, P.: Early history of diagnostic ultrasound: the role of American radiologists. AJR, 1993, 160, 189–194.
38. McNay, M. B., Fleming,. J. E. E.: Forty years of obstetric ultrasound, 1957–1997: from A-scope to three dimensions. Ultrasound Med. Biol., 1999, 25, 3–56.
39. Donald, I., MacVicar, J., Brown, T. G.: Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet, 1958, 1, 1188–1195.

40. Donald, I., Brown, T. G,: Demonstration of tissue interfaces within the body by ultrasonic echo sounding. Br. J. Radiol., 1961, 34, 539–546.
41. Donald, I., Abdulla, U.: Further advances in ultrasonic diagnosis. Ultrasonics, 1967, 5, 8–12.
42. MacVicar, J., Donald, I.: Sonar in the diagnosis of early pregnancy and its complications. Br. J. Obstet. Gynecol., 1963, 70, 387–395.
43. Tanaka, K., Miayama, T., Wagai, T. és mtsai: Detection of intracranial abnormalities by pulsed ultrasound. Tokyo Med., 1950, 69, 525–529.
44. Miyama, G., Wagai, T., Fukushima, Y. és mtsai: Detection of intracranial diseases by pulsed ultrasound. Tokyo Med., 1952, 72, 37–45.
45. Wagai, I., Yamanoi, T., Yoshimoto, S.: Applications of ultrasonic diagnostic method in obstetrics and gynecology. J. Jpn. Obst. Gynec. Soc., 1959, 11, 169–182.
46. Kosoff, G., Garrett, W. J., Radolvanovich, G.: Gray scale echography in obstetrics and gynecology. Australasian Radiol., 1974, 18, 62–111.
47. Taylor, K. J. W., McCready, V. R.: A clinical evaluation of gray-scale ultrasonography. Br. J. Radiol., 1976, 49, 244–252.
48. Krause, W., Soldner, P.: Ultrasonic imaging technique (B scan) with high image rate for medical diagnosis. Electromedica, 1967, 4, 1–5.
49. Hoffman, D., Hollander, H. J, Weiser, P.: Neue Möglichkeiten der Ultraschalldiagnostik in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Fortsch. Med., 1966, 84, 689–693.
50. Griffith, D. M., Henry, W. L.: A sector scanner for real-time two-dimensional echocardiography. Circulation, 1974, 49, 1147–1155.
51. Edler, I., Hertz, C. H. The use of ultrasonic reflectoscope for the continuous reading of the movements of the heart walls. K. Fysiogr. Sallk. Lund Forh., 1954, 24, 40–55.
52. Kratochwil, A.: Die diagnostische Anwendung des Ultraschalls in der Geburtshilfe und Gynäkologie, Zbl. Gynäkologie, 1966, 30, 1032–42.
53. Kratochwil, A.: The earliest detection of fetal heart activity by ultrasound. Geburtshilfe Frauenheilkunde, 1967, 27, 176–180.
54. Fischer, P., Golob, E., Kratochwil, A., Kunze-Mühl, E.: Ultrasonic placental localization. Gynaecologia, 1968, 165, 308–318.
55. Kratochwil, A.: Ultraschall in Geburtshilfe und Gynäkologie, Verlag G. Thieme, Stuttgart, 1968.
56. Planiol, T.: Historical note: a brief history of the French Society for Ultrasound in Medicine and Biology (SFAUMB). Eur. J. Ultrasound, 1955, 2, 87–91.

57. Lehman, J. S.: Ultrasound in the diagnosis of hepatobiliary diasease. Radiol. Clin. N. Am., 1966, 4, 605–623.
58. Von Micsky, L., Radkowski, M. A., Hecker, J., Finby, N.: Optimal diagnosis of renal masses in children combining features of sonography and radiography. Am. J. Roentgenol. Rad. Ther. Nucl. Med., 1974, 120, 438–447.
59. Goldberg, B. B., Ostrum., B. J., Isard, H. J.: Ultrasonic aortography. JAMA, 1966, 87, 328–332.
60. Goldberg, B., B., Lehman, J. S: Some observations on the practical uses of A-mode ultrasound. AJR, 1969, 1067, 198–205.
61. Goldberg, B. B.: Obstetric US imaging: the past 40 years. Radiology, 2000, 215, 622–629.
62. Griffiths, K. A.: A historical look at ultrasound as an Australian innovation on the occasion of the ultrasound stamp issued by Australia Post – 18 May 2004. ASUM Ultrasound Bulletin, 2004, 7, 22–26.
63. Kossoff, G. H., Robinson, D. E., Liu, C. B., Harrett, W. E. J.: Design criteria for ultrasound visualization systems. Ultrasonics, 1964, 2, 29–38.
64. Kossoff. G., Garrett, W. J., Carpenter, D. A., Jellins, J., Dadd, M. J.: Principles and classification of soft tissues by grey scale echography. Ultrasound Med. Biol., 1976, 2, 89–102.
65. Robinson, D. R., Jellins, J., Kossoff, G.: The CAL four channel solid state echo-encephaloscope. Ultrasonics, 1970, 8, 93–96.
66. Jellins, J., Kossoff, G., Buddee, F. W., Reeve, T. S.: Ultrasonic visualization of the breast. Med. J. Austr., 1971, 1,305–307.
67. Jellins, J.: Combining imaging and vascularity assessment of breast lesions. Ultrasound. Med. Biol., 1988, 14, Sl, 121–130.
68. Griffith, D. M., Henry, W. L.: A sector scanner for real-time two-dimensional echocardiography. Circulation, 1974, 49, 1147.51.
69. Winsberg, F.: Echocardiography of the fetal and newborn heart. Invest. Radiol., 1972, 7, 152–158.
70. Feigenbaum, H.: Echocardiography, in: Heart Diasease. szerk.: E. Braunwald. W. B. Saunders, Philadelphia, I. kiadás, 1980, 96–146.
71. Feigenbaum, H.: Echocardiography. Lea and Febiger, Philadelphia, 5. kiadás, 2006.
72. Sigel, B.: A brief history of Doppler ultrasound in the diagnosis of peripheral vascular disease. Ultrasound Med. Biol., 1998, 24, 169–176.,
73. Satomura, S.: Ultrasonic Doppler method for the inspection of the cardiac function. J. Acoust. Soc. Am., 1957, 9, 1181–1185.

74. Kaneko, Z.: First steps in the development of the Doppler flowmeter. Ultrasound Med. Biol., 1986, 12, 187–195.
75. Beach, K. W., Phillips, D. J.: Sensitivity and precision of fast Fourier transform spectral waveform analysis in mild carotid artherosclerotic disease. In: Diagnostic vascular ultrasound, szerk.: K. H. Labs, K. A. Jäger, D. E. Fitzgerald, J. P. Woodcock, D. Neuerburg-Heusler. Edward Arnold, London, 1992, 53–68.
76. Barber, F. E., Baker, D. W., Strandness, D. E., Reid, J. M. Jr.: Ultrasonic duplex echo-doppler method for the inspection of the cardiac functions. IEEE Press, 1974, 744. 748.
77. Reid, J. M., Spencer, M. O. P.: Ultrasonic Doppler technique for imaging of blood vessels. Science, 1972, 176, 1235–1236.
78. Eyer, M. K., Brandesini, M. A., Baker, D. W.: Color digital echo-Doppler image presentation. Ultrasound Med. Biol., 1981, 7, 21–31.
79. Ferrara, K., DeAngelis, G.: Color flow mapping. Ultrasound Med. Biol., 1997, 23, 321–345.
80. Kasai, C., Namekawa, K., Omoto, R.: Real-time two dimensional blood flow imaging using an autocorrelation technique. IEEE Trans. Sonics Ultrason., 1985, 35, 458–464.
81. Namekawa, K., Kasai, C., Tsukamoto, M., Koyano, A. és mtsai.: Real-time blood flow imaging system using autocorrelation techniques. Ultrasound Med. Biol., 1983, S2, 203–208.
82. Persson, A. V., Powis, R. L.: Recent advances in imaging and evaluation of blood flow using ultrasound. Med. Clin. N. Am., 1986, 8, 1241–1255.
83. NASCET. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. N. Engl. J. Med., 1991, 325, 445–453.
84. ECSTGG. European CAROTID Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70–99%) or with mild (0–29%) carotid stenosis. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Study Group. Lancet, 1991, 337, 1235–1243.
85. Ulrich, K.: Wege und Irrwege in der Kontrastmittelforschung, von W. C. Röntgen bis heute. Blackwell Wissenschaft, Berlin, 1995.
86. Fornet B.: A kontrasztanyagok története. Magyar Radiol., 2002, 51, 153–159.
87. Ophir, J., Parker, K. J.: Contrast agents in diagnostic ultrasound. Ultrasound Med. Biol., 1989, 15, 319–333.

88. Abramowicz, J. S., Goldberg, B., B., Liu, J. B., Forsberg, F.: Ultrasound contrast agents: a review. Ultrasound Med. Biol., 1994, 20, 319–333.
89. Zikin, M. C., Bonakdarpour, A., Weinstein, D. P., Lynch, P. R.: Contrast agents and diagnostic ultrasound. Invest. Radiol., 1972, 7, 500–505.
90. Kremaku, F. W., Gramiak, M. E., Carsensten, E. L., Shah, P. R., Kramer, D. H.: Ultrasonic detection of cavitation and catheter tips. AJR, 1970, 110, 177–183.
91. Meltzer, R. S., Tickner, G., Sahines, T. P., Popl, R. K. L.: The source of ultrasound contrast effect. J. Clin. Ultrasound, 1980, 8, 121–127.
92. Goldberg, B. B.: Ultrasonic cholangiography. Radiology, 1976, 118, 400–404.
93. Burns, P. N.: Contrast ultrasound technology, in Contrast-enhanced ultrasound in liver diseases, szerk. L. Solbiati, A. Martegani, E. Leen, M. Coirn, P. M. Burns. Springer, 2002, 1–19.
94. Kudo, M., Tormist, S., Tochio, H.: Sonographic angiography: value of differential diagnosis of hepatic tumors. AJR, 1992, 159, 65–74.
95. Garbagnati, F., Miella, M., Spreafico, C.: US contrast enhancement with intraarterial CO_2 injection in staging hepatocellular carcinoma. Radiol. Med., 1994, 84, S1, 63–67.
96. Parker, K. J., Tuthill, T. A., Lerner, R.-. Violante, M. R.: A particulate contrast agent with potential for ultrasound imaging of liver. Ultrasound Med. Biol., 1987, 13, 555–556.
97. Fink, I. I., Miller, D. J., Shawker, T. H.: Lipid emulsions as contrast agentas for tumor imaging and hepatosplenography: preliminary clinical results. Radiology, 1985, 67, 119–121.
98. Cosgrove, D.: Ultrasound contrast enhacement of tumors. Clin. Radiol., 1996, 15, S1, 41–49.
99. Shubik, P.: Vascularization of tumors: a review. J. Cancer Res., 1982, 103, 211–222.
100. Bhutanu, M. S.: Contrast enhanced endoscopic ultrasound. Acta Endoscop., 1999, 29, 34–44.
101. Greis, C.: Technology overview: SonoVue (Bracco, Milan). Eur. Radiol., 2004, 14, S8, P11–15.
102. Masotti, L., Biagi, E., Breschi L., Vannacini E.: Ultrasound contrast agent microbubbles: stable and transient subharmonic emissions. J. Acoust. Soc. Am., 2007, 122, 3051.

103. Kitano, M., Sakamoto, H., Matsui, U, Ito, Y. és mtsai: A novel perfusion imaging technique of the pancreas: contrast-enhanced harmonic EUS (with video). Gastrointest. Endosc., 2008, 67, 141–150.
104. John Ma, O., Mateer, J. R.: Emergency Ultrasound. McGraw-Hill Medical Publishing Division, New York, 2003.
105. Harkányi Z., Humml F.: Ultrahang ábrázolás szöveti felharmonikusokkal. LAM, 1999,9, 260–265.
106. Muirt, T. G., Cartensen, E. L.: Prediction of nonlinear acoutic effects at biomedical frequencies and intensities. Ultrasound Med. Biol., 1980, 6, 345–357.
107. Burns, P. N., Powersa, J. E., Fritzsch, T.: Harmonic imaging: a new imaging and doppler method for contrast enhanced ultrasound. Radiology, 1992, 185, 142–147.
108. Tranquart, F., Grenier, N., Eder, V., Pourcelot, L.: Clinical use of tissue harmonic imaging. Ultrasound Med. Biol., 1999, 25, 889–894.
109. Yen, C. L., Chang, H. Y., Huang, S. Y. és mtsai: Combination of tissue harmonic sonography, real-time spatial compound sonography and adaptive image processing technique for the detection of carotid plaques and intima-medial thickness. Eur. J. Radiol., 2008. epub ahead of print.
110. Brinkley, J. F., McCallum, D., Muramatsu, S. K., Liu, D. Y.: Fetal weight estimation from ultrasonic three dimensional head and trunk reconstructions. Am. J. Obstet. Gynecol., 1982, 194, 715–721.
111. Fine, D., Perring, S., Herbetto, J.: Three dimensional (3D) ultrasound imaging of the gallbladder and dilated biliary tree: reconstruction from real time B-scan. Br. J. Radiol., 1991, 64, 1056–57.
112. Gilja, O. H., Detmer, P. R., Jong, J. M.: Intragastric distribution and gastric emptying assessed by three-dimensional ultrasonography. Gastroenterology, 1997, 113, 38–49.
113. Rizzo, G., Capponi, A., Cavicchioni, O., Vendola, M., Arduini, D.: Fetal cardiac volume determination by four-dimensional ultrasound with spatio-temporal image correlation compared with two-dimensional and Doppler ultrasonography. Prenat. Diagn., 2007, 12, 1147–1450.
114. Weissmann, C., F., Datz, L.: Diagnostic algorithm: how to make use of new 2D, 3D and 4D ultrasound technologies in breast imaging. Eur. J. Radiol., 2007, 64, 250–257.
115. Kurjak A., Miskovic, B., Andronotopo, W. és mtsai: How useful is 3D and 4D ultrasound in perinatal medicine? J. Perinat. Med., 2007, 35, 10–27.

116. Holm, H. H.: Interventional ultrasound in Europe. Ultrasound Med. Biol., 1998, 24, 779–791.
117. Martin, H. E.: Biopsy needle puncture and aspiration. Ann. Surg., 1930, 92, 161 181.
118. Gledhill, E. Y., Srioggs, J. B., Binford, C. H.: Needle aspiration diagnosis of lung carcinoma. A report of experience with 75 aspirations. Am.. J. Clin. Pathol., 1949, 189, 2345–2353.
119. Mannheim, E. P. Die Bedeutung der Tumorpunktion für Tumordiagnose. Z. Krebsforschung, 1931, 34, 575–593.
120. Frable, J., Zajicek, J.: Cytological diagnostic of prostatic tumors by transrectal aspiration biopsy. A preliminary report. J. Urol., 1960, 32, 193–196.
121. Franzen, J., Zajicek, J.: Aspiration biopsy in the diagnosis of palpable lesions of the breast. Acta Radiol., 1968, 7, 241–245.
122. Lindgren, P. G.: Percutaneous needle biopsy. Acta Radiol. Diagn., 1982, 11, 653–665.
123. Goldberg, B. B., Pollack, H. M.: Ultrasonic aspiration transducer. Radiology, 1972, 1, 187–189.
124. McFadzean, A. J. S., Chang, K. P. S., Wong, C. C.: Solitary pyogenic abscess of the liver treated by closed aspiration and antibiotics: a report of 14 consecutive cases with recovery. Br. J. Surg., 1954, 41, 141–146.
125. Hancke, S., Holm, H. H., Koch, F.: Ultrasonically guided percutaneous fine needle biopsy of the pancreas. Surg. Gynecol. Obstet., 1975, 140, 361–365.
126. Gerzof, S.-G., Robbins, A. H., Birkett, D. H.: Percutaneous catheter drainage of abdominal abscesses guided by ultrasound and computed tomography. AJR, 1976, 113, 603–607.
127. Hanga, J. R., Alfidi, R. J.: Precise localization of abscesses by computed tomography. Radiology, 1976, 118, 603–607.
128. Burckhardt, F., Rasmussen, S. N.: Localization of porta hepatis by ultrasonic scanning prior to percutaneous transhepatic cholangiography. Br. J. Radiol., 1974, 47, 598–662.
129. Pedersen, J. F., Gammlegaard, J., Haubek, A.: Ultrasonic localization of the porta hepatis prior to percutaneous transhepatic cholangiography. Fortschr. Röntgenstrahlen, 1982, 132, 260–262.
130. Otto, R., Meier, J., Bucmann, P.: Perkutane Cholecysto- und Cholangiographie. Dtsch. Med. Wschr., 1982, 107, 15–20.

131. Livraghi, T., Bolondi, L., Lazzaroni, S. és mtsai: Percutaneous ethanol injection in the treatment of hepatocellular carcinoma in cirrhosis. Cancer, 1992, 69, 925–929.
132. Livraghi, T., Bosoni, A., Giordano, F.: Diagnosis of hydatid cysts by percutaneous aspiration. Value of electrolyte determinations. J. Clin. Ultrasound, 1985, 13, 333–337.
133. Lindström, P. A.: Prefrontal ultrasonic irradiation: a substitute for lobotomy. Arch. Neurol. Psych., 1954, 72, 399–425.
134. Fry, W., Barnard, J., Fry, F., Krumins, R., Brennan, J.: Ultrasonic lesions in the mammalian central nervous system with ultrasound. Science, 1955, 122, 517–518.
135. Klinger, H., C., Susani, M., Seip, R., Mauermann, J. és mtsai: A novel approach to energy ablative of small renal tumors: laparoscopic high-intensity focused ultrasound. Eur. Urol., 2007, 53, 810–816.
136. Dubinsky, C. J., Cuevas, C., Dighe, M. K., Kolokuythas, O., Hwang, J. H.: High-intensity focused ultrasound: current potential and oncologic applications. AJR, 2008, 190, 191–199.
137. Wild, J. J., Reid, M.: Diagnostic use of ultrasound, Br. J. Phys. Med., 1956, 19, 248–257.
138. Watanabe, H., Kato, H., Kato, T.: Diagnostic application of ultrasonography of the prostate. Jpn. J. Urol., 1968, 59, 273–279.
139. Holm, H. H., Northved, A. A.: A transurethral scanner. J. Urol., 1974, 111, 238–244.
140. Harada K, Igari, D., Tanahashi, Y.: Gray scale transrectal ultrasonography of the prostate. J. Clin. Ultrasound, 1979, 7, 45–49.
141. Omoto, R.: Intracardiac scanning of the heart with the aid of ultrasonic probe. Jpn. Heart J., 1962, 8, 493–494.
142. Haussmann, D., Pitzgerald, P. J., Yock, P. G.: Coronary intravasculary ultrasonography. In: Vascular Diagnosis, szerk. P. Lanzer, J. Rösch. Springer Verlag, 1994, 465–481.
143. Lutz, H., Rösch, W.: Transgastroscopic ultrasonography. Endoscopy, 1976, 9, 203–205.
144. Ziegler, K.: Atlas der gastroenterologischen Endosonographie. Wissentschaftliche Verlaggesellschaft mbH Stuttgart, 1992.
145. Hisanaga, K., Hisanaga, A.: A new real-time sector scanning system of the ultrawide angle and real-time recording of entire cardiac image: transoesophagus and trans-chest methods. Ultrasound Med., 1978, 4, 391–402.

146. DiMagno, E., P., Buxton, J. L., Regan, P. T.: Ultrasonic endoscope. Lancet, 1980, 2, 629–631.
147. Liu, J. B., Goldberg, B. B.: 2D- and 3D endoluminal ultrasound – vascular and nonvascular applications. Ultrasound Med. Biol., 1999,25, 153–173.
148. DiMagno, E. P., Silverstein, F., Giuliani, D., Ohamori, S.: An improved ultrasonic endoscope – preliminary canine experiments. Gastrointest. Endosc., 1982, 28, 129–130.
149. Tio, T. K.: Endosonography in Gastroenterology, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1988.
150. Chack, A.: Endoscopic ultrasonography. Endoscopy, 2000, 32, 146–152.
151. Caletti, G., Fusaroli, P.: Endoscopic ultrasonography. Endoscopy, 2001, 33, 158–166.
152. Rösch, T., Kassen, A. M.: Endoscopic ultrasonography. In: Gastroenterological Endoscopy, szerk. M. Classen, G. N. J. Tytgat, C. T. Lightdale, G. Thieme Verlag, Stuttgart, 2002, 199–213.
153. Schwimer, S. R., Rothman, C. M., Lebovic., J. és mtsai: The effect of ultrasound coupling gel on sperm motility in vitro. Fertil. Steril., 1984, 42, 946–947.
154. Smith B., Porter R., Ahuja, K., Craftz, I.: Ultrasonic assessment of endometrial changes in stimulated cycles in an in vitro fertilization and embryo transfer program. J. In vitro Fert. ET, 1984, 4, 33–2.
155. Schwimer. S. R., Lebovic, J.: Transvaginal pelvic ultrasonography. J. Ultrasound Med., 1984, 3, 381–386.
156. Timor-Tritsch, I. E, Rottem, S.: Transvaginal ultrasonograpohic study of the fallopian tube. Obstet. Gynecol., 1987, 70, 424–428.
157. Timor-Tritch, I. E.: The use of transvaginal sonography in the diagnosis of ectopic pregnancy. Am. J. Obstet. Gynecol., 1989, 161, 157–61.
158. Kurjak, A., Kupesic-Urek, S., Miric, D.: The assessment of benign uterine tumor vascularization by transvaginal Doppler. Ultrasound Med. Biol., 1992, 18, 645–52.
159. Kurjak, A.: Transvaginal Color Doppler. Parthenon Publishing, Carnforth, 1990.
160. Bollinger, A., Schlumpf, M.: Andreas Grüntzig's balloon catheter for angioplasty of peripheral arterias (PTA) is 25 years old. Vasa, 1999, 28, 58–64.
161. Bom, N., Lancee, C. T., van Egmoind, F. C.: An ultrasonic intracardiac scanner. Ultrasonics, 1972, 72–76.

162. Yock, P. G., Johnson, E. L., Linker, D. T.: Intravascular ultrasound: development and clinical potential, Am. J. Card. 1988, 2, 185–192.
163. Rodriguez-Granillo, G. A., Agostini, P., Garcia-Garcia H.-M. és mtsai: Meta- analysis of the studies assessing temporal changes in coronary plaque volume using intravascular ultrasound. Am. J. Cardiol., 2007, 99, 5–10.
164. Kim, S. W., Mintz, G. S., Lee, K. J., Pregowski, J. és mtsai: Repeated stenting of recurrent in-stent restenotic lesions: intravascular ultrasound analysis and clinical outcome. J. Invasive Cardiol., 2007, 19, 506–509.
165. Irhad, K., Millar, S., Velu, R., Reid, A. W. és mtsai: Virtual histology intravascular ultrasound in carotid interventions. J. Endovasc. Ther., 2007, 14, 198–207.
166. Djoa, K. K., De Jong, N., Cromme-Dijkhuiis, A. H., Lancée, C. T., Bom, N.: Two decades of transesophageal phased array probes. Ultrasound Med. Biol., 1996, 22, 1–9.
167. Side, C. G., Gosling, R. G.: Non-surgical assessment of cardiac function. Nature, 1971, 235, 335.
168. Somer, J. C.: Electronic sector scanner for ultrasonic diagnosis. Ultrasonics, 1968, 6, 153–159.
169. Soquet, J., Hanrath, P., Zitelli, L.: Transoesophageal phased array for imaging the heart. IEEE Trans. Biomed.-Eng., 1982, 29, 707–712.
170. Aaslid, R.: Developments and principles of transcranial Doppler. In: Transcranial Doppler, szerk. D. W. Newell, R. Aaslid, Raven Press, New York, 1992, 1–8.
171. Makuuchi, M., Torzilli, G., Machi, J.: History of intraoperative ultrasound. Ultrasound Med. Biol., 1988, 24, 1229–1242.
172. Akimoto, S.: Intraoperative ultrasonography in colorectal surgery. In: Current Trends in Digestive Ultrasonography, szerk. L. Gandolfi, M. Fukuda, Karger, Basel, 1997, 100–115.
173. Machi, J, Sigel, B.: Intraoperative ultrasound as guide in hepatobiliary and pancreatic surgery, idem 189, 77–99.
174. Goldberg, B. B., Liu, J. B., Morton, D. A. és mtsai: Sonographically guided laparoscopy using miniature-based transducers. J. Ultrasound Med., 1993, 12, 49–54.
175. Schneider, A. S. D., Eichoff, A., Arnold, J. C., Riemann, J. F.: Diagnostic laparoscopy. Endoscopy, 2001, 33, 55–59.

176. Fristrup, C. W., Plessis, T., Durup, J. és mtsai: A new method for three-dimensional laparoscopic ultrasound model reconstruction. Surg. Endosc., 2004, 13, 256–264.
177. Onders, R. P., Hallowell, P. T.: The era of ultrasonography during laparoscopic cholecystectomy, Am. J. Surg., 2005, 1989, 348–51.
178. Jahnel, P.: Sonographische Diagnostik am Magen-Darm Trakt mit Wasserfüllung (Hydrosonographie). Z. Ärztl. Fortbild., 1992, 86, 335–345.
179. Chui, D. W., Gooding, K. R., McQuaid, L. és mtsai: Hydrocolonic ultrasonography in the detection of colonic polyps and tumors. N. Engl. J. Med., 1994, 331, 1684–1688.
180. Düx, M., Roem, T., Kuntz, C. és mtsai: Die kolorektale Hydrosonographie zur Diagnostik von tumorösen und entzündlichen Dickdarmerkrankungen. Ultraschall in der Medizin, 1996, 17, 266–283.
181. Ophir, J., Céspedes, I., Ponnekanti, H., Yazdi, Y., Li, X.: Elastrography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues. Ultrasonic Imaging, 1991, 13,111,134.
182. Konofagou, E., Ophir, J.: A new elastographic method for the estimation and imaging of lateral displacements, lateral strains, corrected axial strains and Poissin's ratios in tissues. Ultrasound Med. Biol., 1998, 24, 1183–1199.
183. Simsch, G.: Ultrasonic therapy of pleural effusion. Tuberkulosearzt, 1952, 2, 95–98.
184. Mathis, G.: Thoraxsonography. Part I. Chest wall and pleura. Ultrasound Med. Biol., 1997, 23, 11131-.1139, Part II.: Peripheral pulmonary consolidation. Ultrasound Med. Biol., 1997, 23, 1141–1153.
185. Ono, R., Suemasu, K., Matsunaka, T.: Bronchoscopic ultrasonography in the diagnosis of lung cancer. Jpn. J. Clin. Oncol., 1993, 23, 34–40.
186. Selby, B.: Sonography in the detection of menisceal injuries of the knee. Evaluation in cadavers. AJR, 1987, 149, 549–553.
187. Arsen, A. M.: Sonographic evaluation of the cartilage of the knee. Radiology, 1984, 153, 781–784.
188. Gibbon, W. W.: Muskuloskeletal ultrasound. Baillieres Clin. Rheumatol., 1996, 10, 561–588.
189. Sofka, C. M., Pavlov, S. A.: Sports injury update: imaging features. Curr. Probl. Diagn. Radiol., 2001, 30, 174–187.

190. Rossman, P., Zagzebski, J., Mesina, C. és mtsai: Comparison of speed of sound and ultrasound attenuation in the os calcis to bone density of the radius, femur and lumbal spine. Clin. Phys. Physiol. Meas., 1989, 10, 353–360.
191. Agnusdei, D., Cepollaro, C., Camporeale, A., Gennari, C.: Ultrasonography techniques in the evaluation of the osteoporotic patient. Minerva Endocrinol., 1992, 17, 169–172.
192. Fuchs, M., Milee, K., Rossweiler, J., Eisinger, F.: Extracorporeal shockwave lithotripsy: one.-year experience with Dornier lithotripter. Eur. Urol., 19854, 11, 145–149.
193. Coleman, A. J., Saundwers, J. W.: Acoustic cavitation generated by anextracorporeal shockwave lithotripter. UItrasound Med. Biol: 1987, 3, 69–76.
194. Mulley, A. G., Carlson, K.-J., Dretler, S. P.: Extracorporeal shock-wave lithotripsy. Slam-bang effects, silent side effects? AJR, 1988, 150, 316–318.
195. Lingeman, J. E., Kub, T. B.: Hypertension following extracorporeal shock wave lithotripsy. J. Urol., 1987, 137, 142A.
196. Brendel, W., Enders, G.: Shock waves for gallstones: animal studies. Lancet, 1982, 1, 1054–55.
197. Miles, S.-G., Kaude, J. C. V., Newman, R. C. és mtsai: Extracorporeal shock-wave lithotripsy: prevalence of renal stones 3–21 months after treatment. AJR, 1988, 150, 307–309.
198. Sackman, M., Delouse, M., Sauerbruch, T.: Shock-wave litothripsy of gallbladder stones. The first 175 patients. N. Engl. J. Med., 1988, 318, 393–397.
199. Sackman, M.: Shock-wave litothripsy of gallstones. In: Hepatobiliary Diseases, Cholestasis and Gallstones, szerk. M. Acalovschi, G. Paumgartner. Kluwer, Academic Publishers, Dordrecht, 2001, 146–153.
200. Semins, M. J., Trock, B. J., Matlaga, B. R.: The effect of shock-wave rate on the outcome of wave lithotripsy: a meta-analysis. J. Urol., 2008, 179, 194–1997.

Az ultrahang-diagnosztika magyarországi története

BUZÁS GYÖRGY MIKLÓS

Jelen fejezetben az ultrahang-diagnosztikai eljárások hazai történetét vázoljuk időrendi sorrendben, hangsúlyt helyezve azon személyiségekre, akik döntően járultak hozzá e módszerek elterjedéséhez. Az objektív tudománytörténeti megítélés miatt *az összeállítás kizárólag a hazai és külföldi szakirodalmi közlemények, könyvek, könyfejezetek, kandidátusi, PhD és akadémiai doktori értekezések alapján történt:* anekdoták, okiratok, publikációval nem dokumentált személyes közlések nem szerepelnek. Ez magában hordozza annak lehetőségét-veszélyét, hogy egyes valós vagy vélt prioritások a szövegből kimaradtak, mivel a maguk idejében nem kerültek közlésre. Amennyire a közleményekből azonosítható volt, feltüntettük az alkalmazott ultrahang-berendezés típusát annak illusztrálására, hogy milyen sorrendben, ütemben jelentek meg hazánkban a főbb cégek, illetve a feldolgozott beteganyagot. A teljes magyar ultrahang-bibliográfia összeállítása meghaladja e könyv keretét; idő- és munkaigényes összeállítása után közlése az interneten lenne a legalkalmasabb, a könnyű és költséghatékony elérhetőség érdekében.

Az ultrahang-diagnosztika magyarországi megjelenése az 1960-as évek közepére tehető, másfél évtizeddel a módszerek nyugati elterjedése után[1]. A késésben szerepet játszott az ötvenes évek politikájának a Nyugattól elzárkózó magatartása és az ideológiailag ellenőrzött eredmények elfogadása. 1956–1966 között három szakkönyv nyújtott tartalmas összefoglalást az akkor ismert terápiás és diagnosztikus eljárásokról[2–4]. A műszaki fejlődést számtalan ötlettel gazdagította *Greguss Pál.*

Greguss Pál

Greguss Pál 1921-ben született Szegeden, ahol 1944-ben végzett az egyetem vegyészeti és fizika szakán. Doktori értekezésének témája az ultrahang kémiai hatásának vizsgálata volt. 1949-ben az ELTE Biofizika tanszékén tanársegédként dolgozott, majd a Központi Fizikai Kutatóintézetben (1949–1956) és a MÁV Ultrahang kutató Laboratóriumában mint vezető dolgozott (1956–1966). Két évig Indiában, majd négy évig az Egyesült Államokban dolgozott, ahol a New York-i egyetem szemészeti tanszékén az alkalmazott biofizika professzoraként tevékenykedett. Kutatásait Dortmundban folytatta (1973–75),

ezután 1976-tól 1990-es nyugalomba vonulásáig a Budapesti Műszaki Egyetem Alkalmazott Biofizikai Laboratóriumát igazgatta, majd 1994-ig a Frédéric Joliot-Curie Nemzetközi Kutatóintézet konzulenseként dolgozott. Több mint 400 közleményt, több könyvet írt, több mint 20 szabadalma és kiterjedt ismeretterjesztő tevékenysége volt. Szakterülete a gyártástechnológia, ultrahang, holográfia, optika, rakétatechnika, fizika, kémia, hogy csak néhányat említsünk szerteágazó érdeklődési köréből. A magzat ultrahangos fényképezéséért nemzetközi elismerésben részesült, de az ő találmánya volt a forgótükrös panoráma és humanoid optika kidolgozása is, amelyet az űrkutatásban is alkalmaztak. Kidolgozta az akusztikus holográfiát: e területen kezdetben az 1971-es a fizikai Nobel-díjas *Gábor Dénes*sel (1900–1979) működött együtt[5]. 2003-ban hunyt el villamosbalesetben.

Magyar prioritás, hogy 1962-ben *Greguss Pál* műtéti úton eltávolított epeköveken kimutatta, hogy azok 820 kHz frekvenciájú, 5–10 perces ultrahangbesugárzás után elporladnak vagy szétdarabolódnak. Ezzel 20 évvel megelőzte azon kutatásokat, melyekkel az ESWL hatását állatkísérletben igazolták[6].

Az első képalkotó ultrahangvizsgálatokat a sportorvostan és traumatológia területén végezték: *Bugyi Balázs* és munkatársai a Ganz-Mávag üzemi rendelőintézetében a Krautkrämer cég ipari anyagvizsgáló készülékével 6 MHz frekvenciájú vizsgálófejjel meghatározták egyes izomzatok (alkar, felkar, comb, lábszár) tömegét és vastagságát, amelyet sikerült oszcilloszkópon ábrázolni és képletekkel matematikailag is kifejezni. Ebben az antropometriai kísérletben ábrázoltak először anatómiai struktúrákat[7,8].

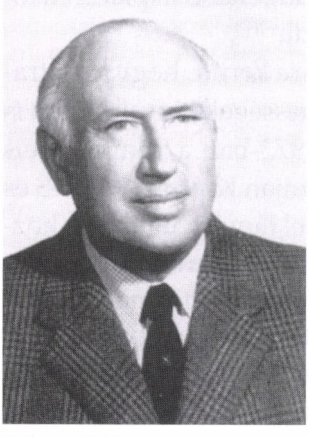
Az új diagnosztikai módszer híre gyorsan terjedt és a műszaki berkekben is népszerűsítették: *Háy György* okleveles villamosmérnök az Egészségügyi Minisztérium Műszerügyi Intézete részéről előbb ismertette az „echodiagnosztika" működési elvét, majd jó szimattal előrevetítette az ultrahang és egyéb módszerek közti rivalizálás veszélyét[9,10].

A magyar ultrahang-diagnosztikában elsőként a neurológiai alkalmazások terjedtek el. A pécsi Orvostudományi Egyetem Ideg- és Elmeklinikáján dolgozó *Scháb Dezső* és *Kopa János* 1963-ban kezdtek végezni echoencephalográfiás vizsgálatot. Az A-módban használt készüléküknek 1,2 és 4 MHz-es vizsgálófeje volt és elsősorban térszűkítő folyamatok vizsgálatára használták[11]. A technikai módosítások lehetővé tették a kétdimenziós echoencephalographiát, majd a pulzációs echográfiát. A Magyar Néphadsereg Egészségügyi Szolgálatánál *Pannonhegyi Albert* a Siemens Krautkrämer USM 1 A-scan eljárásával[12], az Országos Ideg- és Elmegyógyászati Intézetben *Geréby György* és *Kárpáti Miklós* foglalkozott echoencephalographiával[13]. A külföldi készülékek mellett e területen fontos a hazai fejlesztések

említése: az echoencephalographia hazai fejlődéséhez tevékenyen járult hozzá *Humml Frigyes*, az EMG gyár fejlesztőmérnöke, aki 1971-ben a kiterjedten használt Babydop (4641) műszert, majd a 2 Mz H/2 cm-es vizsgálófejet és a 4645 típusjelű készüléket tervezte; ez az Országos Baleseti Intézetben és az Országos Ideg- és Elmegyógyintézet Neuroradiológiai Intézetében működött. 1978-ban Vasodop 46–42 típusjellel bidirekcionális Doppler-készüléket dolgozott ki. *Humml Frigyes* az elmúlt évtizedekben bekapcsolódott az oktatásba és továbbképzésbe: tanfolyamokon és könyvekben az ő tiszte volt az ultrahang fizikai-műszaki alapjainak közérthető elmagyarázása az ilyen ismeretekre kevésbé fogékony orvosoknak.

Több központban használták az ECHO-12 szovjet készüléket is. *Kárpáti Miklós* felnőtt- és időskori beteganyagon az ultrahang eredményeit az elektroencephalographiával, rheoencephalografiával és később a carotis ultrahang vizsgálattal hasonlította össze; eredményeit cikkekben, 1977-ben pedig kandidátusi értekezésben összegezte[14], majd összefoglalta az ágazat történetét [15].

Az echoencephalográfiát gyermekekben 1973-ban alkalmazta először *Svékus András*: vizsgálatait azonban a finnországi turkui egyetemen végezte Physiosonics, A és B képet alkotó gépen[16]. A B-üzemmód megjelenésével terjedt el a kétdimenziós, keresztmetszeti echoencephalographia: a módszert elsők között *Harmat György* alkalmazta a fővárosi Madarász utcai Gyermekkórházban és e tárgykörből dolgozatokat[17,18], 1986-ban kandidátusi értekezést[19], 1990-ben monográfiát közölt[20]. Koponyavizsgálatokat *Harkányi Zoltán* is végzett a SOTE Radiológiai Klinikán 1978-ben compound technikával[21]. A neuroszonológia további fejlődése során kiegészült a Doppler, duplex és más modern módszerekkel[22].



Falus Miklós

Időrendileg a szülészeti-nőgyógyászati ultrahang következik. Magyarországon elsőként 1969-ben a Belügyminisztérium Korvin Ottó Kórház Szülészeti és Nőgyógyászati Osztályán *Falus Miklós* (1922–1996) és *Sobel Mátyás* végeztek vizsgálatokat 140 esetben Kretztechnik 4120 MG készülékkel A-módban dolgozva: ezzel sikerült meghatározni a biparietális átmérőt, a magzati szívműködést és a placenta tapadási helyét[23–26].

Falus Miklós 1911. december 3-án született Pásztón. Orvosi tanulmányait a Pécsi Orvostudományi Egyetemen végezte, 1935-ben szerzett diplomát, 1929–31 között a bécsi egyetemen is tanult. 1937-től Madaroson körzeti orvosi praxist kezdett: itt töltött ideje alatt számtalan szülést vezetett le falusi házaknál. 1942-től munkaszolgálatos volt, a Don-kanyarban 1943-ban fogságba esett, ahol tífuszjárvány miatt orvosi beosztásba került. 1948-ban tért haza. Szülész-nőgyógyász szakképesítését a Szabolcs utcai klinikán szerezte. 1951-től a Belügyminisztérium Korvin Ottó Kórházában dolgozott negyed évszázadig, az utolsó 12 esztendőben osztályvezető főorvosi beosztásban. Nyugdíjba vonulása után, 81 éves koráig a Szamuely Kórház-Rendelőintézetben dolgozott. 1972-ben alapító tagja volt az Európai Ultrahang Társaság magyar tagozatának és a Magyar Biofizikai Társaság Orvosbiológiai Ultrahang Szekciójának. Először alkalmazta hazánkban a bistabil ultrahangkészüléket a szülészet-nőgyógyászatban. Iskolát teremtett: nemcsak számos szülész-nőgyógyász tanítványa volt, de segítette más szakterületen tevékenykedő kollégák ultrahangos próbálkozásait (belgyógyászat, urológia, gyermekgyógyászat). Részt vett az európai és a magyar Ultrahang Társaság megalakulásában, ez utóbbinak örökös elnöke. 85 éves korában, 1996-ban hunyt el. Tanítványai közül Harmat György emlékezett meg róla az Orvosi Hetilapban (1997, 138, 620), aki az ő javaslatai alapján indította el a gyermekgyógyászati ultrahangvizsgálatokat. Tudományos tevékenységét 11, ma már klasszikus közlemény jelzi.

Sobel Mátyás

Sobel Mátyás 1976-ban elsőként szerzett kandidátusi fokozatot a szülészeti ultrahangdiagnosztikában[27]. A kezdetleges Doppler-technikát elsőként 1970-ben használta *Resch Béla* a szegedi Nőgyógyászati Klinikán, a Smith Kline Instrument Company Doptone készülékével végzett vizsgálatokat hangzatosan „dopplerofoniának" nevezte, amellyel a szívhangokat és a placenta lokalizációját tanulmányozta[28,29].

Hamarosan felismerésre került, hogy az ultrahang a fejlődési rendellenességek kimutatására is alkalmas. *Tarró Sándor* 1973-ban a Semmelweis Egyetem II. sz. Női Klinikáján Kretz 411 MG-S és Vidoson 635 készülékekkel tanulmányozta a központi idegrendszer fejlődési rendellenességeit, 1979-ben kandidátusi értekezésében az embrió és a magzat rendellenességeit kutatta normális és kóros terhességben[30–32]. A debreceni Nőgyógyászati Klinikán *Tóth Zoltán* kezdeményezte a kutatásokat: vizsgálatai kiterjedtek a hydrocephalus, a nyelőcső és duodenum atresia, a pulmonalis hypoplasia és hydrothorax, a Meckel-szindróma, a megacystis-microcolon-hypoperistalsis szindróma és renalis agenesia prenatalis ultrahang diagnózisára, majd – követve a műsza-

ki fejlődést - a magzati keringést tanulmányozta a kóros terhességek korai szakaszában[33-37]. 1984-es kandidátusi értekezésében 19 488 terhes nőn Picker Echoview VI és Picker LS2000 készülékkel végzett, 54 493 vizsgálat eredményéről számolt be[38]. Tapasztalatait 2006-ban *Papp Zoltán*nal együtt szerkesztett, igényes kiadású könyvben összegezte[39].

A terhességi ultrahang másik centruma Dunaújvárosban alakult ki, ahol 1973-ban a Városi Kórház Szülészeti és Nőgyógyászati Osztályán *Kiss Dezső* és *Szőke Béla* 400 terhes asszonyon végzett A-módú vizsgálatokat Kretztechnik 4100 MGB készülékkel, majd B-módban a méh, petezsák és magzati koponya növekedését követték[40]. *Szőke Béla* a következő években széles körű tevékenységet fejtett ki, részt vett nemcsak szülészeti, hanem a hasi ultrahangvizsgálatokban is; ezt tanúsítják könyvei [41] és 1980-ban védett kandidátusi értekezése is[42].

Szegeden a Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikán *Pál Attila* 1981-ben kezdett foglalkozni az ultrahang diagnosztikai alkalmazásával. Kezdetben a hírneves *Asim Kurjak*kal együttműködve nemzetközi közleményekben számolt be a méh és a magzati vérkeringés vizsgálatáról[43], majd Bonnban a magzati szív 2D vizsgálatának módszerét tanulmányozta. Kandidátusi értekezését 1986-ban védte meg[44]. Negyven közleményben foglalkozott a magzati fejlődési rendellenességek, szívritmuszavarok, a terhességi toxaemia, a 3D ultrahang szerepével.

Már az ultrahang szülészeti alkalmazásának kezdetén felmerült az esetleges káros hatások kérdése. *Falus Miklós, Sobel Mátyás* és *Czeizel Endre* tisztázták, hogy az ultrahanggal vizsgált foetusok szülés utáni fejlettsége, viselkedése megfelel az azonos korú, nem vizsgált gyermekek adatainak, a fejlődési és kromoszóma-rendellenességek sem gyakoribbak[45].

A terhesség mellett az ultrahang gyorsan alkalmazásra lelt a nőgyógyászati betegségek diagnózisában is. Az Orvostovábbképző Intézet Nőgyógyászati és Szülészeti Tanszékén 1973-ban *Kún László* és *Bősze Péter* A- és B-módban végzett vizsgálatok után lelkesen azt írják, hogy *„az ultrahang polycystás ovarium kórismézésében a nem mindig veszélytelen gynecographiás vizsgálatot* teljesen *helyettesíti"*[46-47]. Szőke és Kiss azonos technikával ovarium cystát, tumort és myomát vizsgált 1974-ben[48] és az ultrahangot „hasznos kiegészítő módszerként" ítélte meg. 1978-ban a mola hydatiformát ismerték fel[489]. A Szegedi Orvostudományi Egyetemen *Thurzó László* az intrauterin fogamzásgátló eszközöket lokalizálta Vidoson S635 géppel B-módban[49]. A real-time gépek megjelenése után *Harkányi Zoltán* az intrauterin fogamzásgátló eszközöket azonosította 1986-ban[50].

Jakab Zsuzsa

A transvaginalis vizsgálatok az 1980-as évek végén jelentek meg hazánkban. A szegedi egyetem Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikájáról *Bártfai György* a már említett New York-i centrumban 1986-ban Elscint LtdES1000 készülék 6,5 MHz-es transzducerével 1108 esetben végzett vizsgálatot és véleménye szerint „a hüvelyi ultrahangkészülék rövidesen minden nőgyógyászati rendelő nélkülözhetetlen felszerelése lesz és a hagyományos szakorvosképzési elv, miszerint a nőgyógyász szeme a mutatóujjában van, áldozatul esik korunk technikai fejlődésének"[51]. Igaza lett. *Jakab Zsuzsa* és *Harkányi Zoltán* a nőgyógyász *Patai Kálmán*nal 1988-ban TVS Toshiba Sonolayer SSA-100A készülékkel végeztek 40 betegben vizsgálatot, vázolva annak előnyeit[52]. Jelentős tapasztalatra tett szert e területen a budapesti I. sz. Nőgyógyászati Klinikán *Szabó István*, aki 1992 óta a témáról számos hazai és külföldi cikket közölt. A technikai fejlődés lehetővé tette az 1990-es évek közepén a duplex módszer beépítését is e vizsgálatokba: ezen a téren ugyancsak *Szabó István* tevékenysége kiemelkedő, aki a témáról számos közlemény mellett 2003-ban PhD-értekezést, illetve könyvfejezeket írt[53–57]. Pécsi névrokona, *Szabó István*, kandidátusi értekezésében alkalmazta az ultrahangot az újszülöttek cardiorespiratorikus morbiditásának kiértékelésében, összekötve az alap- és klinikai kutatást[58].

A szemészeti ultrahang kezdete 1962-ban volt: e területen is a terápiás eljárások megelőzték a diagnosztikát. A fővárosi II. Szemészeti Klinikán *Bertényi Anna* 1962-ben egy *Greguss Pál* által konstruált készülékkel üvegtesti homályokat kezelt[59], majd 1966-ban annak javított változatával, illetve a Kretztechniktől kölcsönkapott berendezéssel retinaleválást is kezeltek[60]. Képalkotó vizsgálatokat 1970-től végzett, kandidátusi dolgozatát a szemgolyó daganatainak ultrahangvizsgálatáról 1980-ban védte meg[61]. Az I. Szemklinikán *Jobbágyi Péter* végzett vizsgálatokat is; tapasztalatait sikerült Franciaországban is publikálni[62]. A szemészeti ultrahang másik jelentős kezdeményezője az előbb a debreceni, majd a szegedi Szemészeti Klini-

Bertényi Anna

kán dolgozó *Kolozsvári Lajos*. Tevékenységét 1981-ben kísérleti munkával kezdte, nyulak üvegtestének vizsgálatával[63], majd 1987-ben kandidátusi munkájában az üvegtesti tér vizsgálatáról értekezett[64], foglalkozott a Graves-ophthalmopathiával[65] és bevezette a biomikroszkópiát a szem daganatainak vizsgálatába[66].

A szem keringésvizsgálatában jelentős a Berténvi- és Kolozsvári-tanítvány, *Németh János* munkássága, aki *Harkányi Zoltán*nal együttműködve a *British Journal of Ophthalmology*-ban és a hírneves *Grafes Archiv*-ban publikált[67-69] és tapasztalatát monográfiában foglalta össze[70]. 2003-ban védte meg MTA doktori értekezését[71]..

A hasi ultrahang-diagnosztika kezdeményezése hazánkban *Szebeni Ágnes* tevékenységéhez fűződik. Első vizsgálatait Budapesten 1968–72 között végezte egy A-módban dolgozó készülékkel, amellyel elsősorban egészséges emberek hasi szerveinek struktúráját tanulmányozta, de sikerült petefészek-daganatot és aorta aneurysmát is ábrázolnia[72]. Kezdeti tapasztalatai szerint az ultrahangvizsgálat „sok esetben helyettesíthet, vagy kiegészíthet veszélyesebb vizsgáló eljárásokat, mint pl. a radiológiai, izotópvizsgálat, vagy sebészi beavatkozásokat (pl. lymphographia, laparoscopia, laparotomia), biztonságosabbá teheti a műtéti indikációt és egyes esetekben olyan elváltozások diagnosztizálását is lehetővé teszi, melyek az eddigi vizsgáló eljárásokkal nem voltak hozzáférhetők". Ezt követően elsőként közölte tapasztalatait a B-módban végzett vizsgálatokról hasi daganatok májáttéteiben[73], cirrhosisban[74,75], pancreas-betegségekben[76], Echinococcus-fertőzésben[77]; eredményeit 1981-ben megvédett kandidátusi értekezésében foglalta össze[78]. Elsőként hasonlította össze az ultrahang és az endoszkópos retrográd pankreatográfia[79], a szcintigráfia és a laparoszkópia[80] diagnosztikai eredményességét a hasnyálmirigy és a máj betegségeiben. Elsőként alkalmazta a panoráma-technikát és a 3D technikát Magyarországon. Munkáira jellemző az interdiszciplinaritás: szerzőtársa pl. a már tapasztalt nőgyógyász-ultrahangos *Falus Miklós* és *Sobel Mátyás*, a gasztroenterológus *Tulassay Zsolt*, a sebész *Flautner Lajos*. Hazánkban elsőként sikerült hasi aorta aneurysmát[81] és Caroli-szindrómát diagnosztizálnia[82]. *Mályi* István és *Kalász György* gasztroenterológusok segítségével 1990-ben először végeztek endoszkópos ultrahangvizsgálatot Olympus GF UM2 EUM2 típusú, „rövid időre kölcsönzött" készülékkel[83]. Foglalkozott alapkutatással is: MTA doktori értekezését a fantomok alkalmazásáról írta az ultrahang-diagnosztikában[84], meghatározta az egyes szövetek víztartalma, az ultrahang csillapítása és a szövettani szerkezet közti összefüggést[85]. Kidolgozta a máj

attenuációjának kvantitatív meghatározását krónikus diffúz májbetegségekben[86]. A 'Belgyógyászati ultrahang-diagnosztika' c. könyv két kiadását írta és szerkesztette[87]. Társszerzőként részt vett külföldi monográfiák megírásában is. 1997-ben egyetemi magántanári címet szerzett. Az 1970-es évektől kezdve foglalkozott az UH elméleti és gyakorlati oktatásával és tanítványai tudományos munkájának segítésével. Elsőként szervezett ultrahang-tanfolyamokat Magyarországon, kapcsolatot teremtett külföldi klinikai UH-diagnosztikai centrumokkal és segítette magyarországi kapcsolataik kiépítését, valamint részt vett magyar képviselőként nemzetközi UH szervezetekben (EFUMB, WFUMB).

Az 1980-as évek elején lezárul az A és B módban végzett ultrahang-diagnosztika korszaka. Fontosságát felismerve, vezető szakemberek összefoglaló közleményekben jelölték ki helyét a radiológiai armamentáriumban. A rendkívül tájékozott komlói radiológus, *Laczay András* 1982-es szerkesztőségi közleményben úgy véli, hogy a fejlődés hajtóereje a versengés, ebben rajthoz áll a hagyományos radiológia mellett az endoszkópia, az ultrahang és a CT. „A legcélravezetőbb hagyományos eljárások mellett központi helyre került a CT és a sonographia. Ezek azonban általában nem alternatív eljárások, hanem a kérdésfeltevéstől függően egy adott vizsgálati menetrenden belül rangsorolva vannak. Sugárvédelmi szempontból elsőbbséget élvez a sonographia. Ettől eltekintve azt alkalmazzák elsőként, amelyik az adott vonatkozásban többet tud nyújtani."[88] Az Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet vezetője, *Csákány György* az ikonográfiás módszerek közül utolsóként említi az ultrahangot, bár kiemeli, hogy „a szülészetben, csecsemőgyógyászatban, gastroenterológiai, urológiai és kardiológiai diagnosztikában nélkülözhetlen"[89].

Lélek Imre

A fenti időszak egybeesik a real-time technika magyarországi elterjedésével, amelyet leginkább Lélek Imre tevékenysége fémjelez. Munkáját Zalaegerszegen végezte, ahol felismerve a real-time vizsgálat innovatív jellegét, hazai és nemzetközi iskolát teremtett.

Lélek Imre 1920. január 21-én született Temesváron. Elemi iskoláit szülővárosában, a középiskolát Makón végezte. Orvosi tanulmányait 1938–1944 között a budapesti kir. Pázmány Péter Egyetemen folytatta, azt követően három évet a mai I. Sebészeti Klinikán töltött, megszerezve a sebészi szak-

képesítést; ebből az időszakból származnak első, a sebészi fertőtlenítéssel és traumás sérülésekkel foglalkozó dolgzatai[90,91]. 1949–1958 között a Semmelweis Orvostudományi Egyetem Röntgen Klinikáján Ratkóczy Nándor (1891–1977) professzor tanítványa volt; innen merítette a radiológia és az oktatás szeretetét. 1958–68 között a szegedi Orvostudományi Egyetem Röntgen Klinikáján dolgozott, itt végezte kandidátusi értekezésének kísérletes vizsgálatait, értekezését 1969-ben védte meg[92–94]. Az angiográfiás vizsgálatot később kiterjesztette a pancreas daganatok/gyulladásos folyamatok kórismézésére is. 1978-ban elsőként vezette be Siemens Vidoson 735-ös és Imager 2300 készülékkel a hasi real-time vizsgálatot, amely elterjedt osztályán, majd több más intézetben, az akkori idők műszerbeszerzési lehetőségei között. A vezetése alatt álló ultrahanglabor nemcsak székhelyén, de több szomszédos megye számára is biztosított modern diagnosztikai ellátást, ezzel csökkentve az urográfiás és cholecystographiás vizsgálatok számát. Eredményeit rendszeresen összevetette a sebészeti, biopsziás és szekciós leletekkel. 1981-en Zalai Megyei Nívódíj pályázaton első díjat nyert „A máj ultrahang vizsgálata" c. munkájával. 1982-ben címzetes egyetemi tanári kinevezést kapott, 1982-ben „A pancreas ultrahang-diagnosztikája" c. munkája érdemelt jutalmat. Mindezek közlemény formájában is megjelenve a korai magyar ultrahang-irodalom értékes alkotásai. Három év alatt hatalmas munkát végzett: 1978–1982 között több mint 15 000 vizsgálatban foglalkozott a hasi ultrahang-diagnosztika korabeli ágazataival[96–98], kijelölve a módszer helyét. Állásfoglalása szerint *„a röntgenben működő ultrahangkészülék a hozzáfűzött reményeket beváltotta és igazolta a központi telepítés helyességét. Az ultrahang-diagnosztika alkalmazásával a betegek kivizsgálása sokkal racionálisabb lett. A felesleges röntgenvizsgálatok elhagyásával sok idő és anyag takarítható meg....a betegek pedig a sugár károsító hatásától megkímélhetők".* Ugyanakkor hangsúlyozta az akkori ultrahangkészülékek csekély felbontóképességéből eredő vizsgálati korlátokat és differenciáldiagnosztikai nehézségeket[98]. 1985-ben a Magyar Radiológiai Társaság elnökévé választották, ugyanabban az évben „A gyomor-bélrendszer ultrahang-diagnosztikája" c. munkáját jutalmazásra jelölték; ez úttörő munka volt, hiszen a nemzetközi szakemberek is az időben a gyomrot és beleket ultrahanggal nehezen megközelíthető területnek tartották. Oktatói tevékenységének elismeréseként 1984-ben Alexander emlékéremmel tüntették ki. Pályafutása alatt végig összehangolta a diagnosztikai és oktatói tevékenységet, így a Zala megyei kórház az ország egyik első ultrahang-oktató centruma lett. A kor lehetőségei szerint – elsősorban a keleti blokk országaival – ápolta a nemzetközi kapcsolatokat[99]. Rosszindulatú betegségét ultrahanggal önmagán diagnosztizálta. 1986. május 31-én hunyt el. Zalaegerszegen kétévente Lélek-emlékgyűlést szerveznek, kétévenként a Magyar Radiológusok Társasága Lélek Imre emlékplakettet adományoz. Lélek Imrének 84 közleménye jelent meg hazai és külföldi kiadványokban.

Szebeni Ágnes és *Lélek Imre* iskolateremtő munkássága lendületet adott a radiológus és nem radiológus kollégáknak, sokan éreztek késztetést a hasi ultrahangvizsgálatok végzésére. Időrendben a gasztroenterológusként is élenjáró *Sáfrány László* 1972-ben ismertette a hasi ultrahangvizsgálat lehetőségeit[100]. Az UH-vizsgálatok jelentőségére hívta fel a figyelmet *Magyar Imre* (1910–1984), a Semmelweis Egyetem I. Belgyógyászati Klinika profesz-

szora, aki 1976-ban a Magyar Belorvosi Archivumban szerkesztőségi közleményt íratott *Szebeni Ágnes* és mtsai cikke elé[101].

Harkányi Zoltán 1976-ban *Szebeni Ágnes* tanítványaként kezdte vizsgálatait és tevékenysége az ultrahang-diagnosztika legtöbb ágára kiterjedt. Kiemelten foglalkozott a hasi vizsgálatokkal. Munkáját kísérletes közleményekkel kezdte: 1977–78-ban kimutatta, hogy az ultrahang sem önmagában, sem röntgensugárral kombinálva nem károsítja az egér csontvelőt és kromoszómákat[102]; eredményeit a British Journal of Radiology is publikálta[103]. 1978–83 között a Semmelweis Egyetem Radiológiai Klinikáján 11 000 ultrahangvizsgálatot végzett el. Az akkor még a hagyományos röntgen- és echocholecystographiát 122 betegen határozta meg munkatársaival és Picker Echoview 80L géppel; a vizsgálat pontosságát 93%-osnak, érzékenységét 97%-osnak találták. Ennek ellenére a szerzőcsoport véleménye, hogy az ultrahang „jelenlegi formájában nem helyettesíti hagyományos röntgen eljárásainkat". Ehhez a módszerben valószínűleg kételkedő szerkesztőség az alábbi névtelen megjegyzést fűzte: 'A dolgozat megbeszélése megállapítja: „A per os vagy intravénás cholecystographia során, nem telődő epehólyag esetekben, a sebész és a beteg számára nem elhanyagolható előny, ha a műtét előtt közvetlen bizonyítékot kap az epehólyagkövességről". Kétségtelen, hogy az echocholecystographia módszere ártalmatlan, továbbá, hogy a kő biztos kimutatása a műtét előtt felettébb megnyugtató, talán ezt a mozzanatot nem érdemes túlhangsúlyozni az eljárás indikációi között, hiszen az epehólyag nem telődése - megfelelő anamnézissel és klinikai képpel együtt - maga is diagnosztikai értékű és az epekövesség megállapításához úgyszólván elegendő'. [104]

Nagyobb beteganyagon később a szerzők azonos eredményt értek el[105] és most már véleményük egyezett Lélek Imréével: az ultrahang első választandó vizsgálat akut cholecystitisben, pancreatitisben és sárgaságban.

Harkányi és mtsai 1981-ben elsőként tanulmányozták 52 esetben az átültetett vesék ultrahangképét[106], meghatározva a graft rejectio és más szövődmények (tályog, pangás, perirenalis folyadék) jeleit. 1979-ben a pancreas gray-scale ultrahang[107], majd 1983-ban a gallium 67-citrát szcintigráfia és ultrahangvizsgálat eredményeit értékelte ki hasi tályogokban[108]. Munkájának kiemelkedő része a gyermekek ultrahangvizsgálata[109, 110]; kandidátusi értekezését 1983-ban védte meg, ebben 1700 hasi vizsgálat tapasztalatairól számolt be[111]. Szintén 1983-ban közli az első magyar ultrahang-diagnosztikai monográfiát. Ennek előszavában *Magyar Imre,* ismerve a hazai állapotokat, így méltatja a módszert: „Az ultrahang-diagnosztika ma a korszerű medici-

na mindennapi szükséglete, amely ugyanúgy nélkülözhetetlen, mint a röntgenvizsgálat vagy az EKG. Technikai elmaradásunkat - hazánkban e pillanatban is csak 12 „real-time" és „compound"-berendezés van -, mint más téren is, szellemi munkával és tehetséggel igyekszünk úgy-ahogy kompenzálni. Az ultrahang-diagnosztika hazai országos hálózatának kívánatos kiépítésére, az ultrahang-diagnosztikában jártas orvosok kiképzésére még csak terveink vannak" [112].

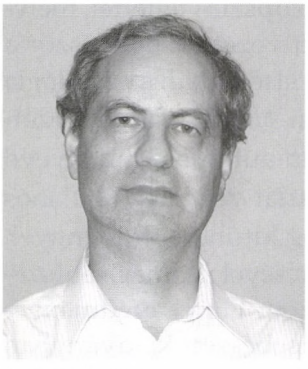
Harkányi alkalmazta először 1996–1998-ban a Siemens cég gyártotta panoráma ultrahangkészüléket a gyermekgyógyászatban [113].

Elsőként *Harmat György* alakított ki önálló gyermek ultrahang-laboratóriumot a Madarász utcai gyermekkórházban. Kezdetben Brüel-Kjaer 3401 compound és 1846 real-time készülékeket, majd Hitachi EUB40 típusú készülékeket használtak. Ez utóbbi már rendelkezett biopsziás feltéttel, melynek segítségével svédországi tanulmányút után itt vezették be először a gyermek intervenciós és biopsziás beavatkozásokat, elsősorban a nefrológia és a májbiopszia, valamint a tumorbiopszia területén. *Harmat György* vezette be a *Per G. Lindgren* által kifejlesztett Biopty Gun automata mintavevő készüléket 18 G-s True Cut tűvel. Több száz biopsziát végeztek általános altatásban, igen nagy biztonsággal és szövettanilag kitűnő eredménnyel.

A rutin gyermekgyógyászati vizsgálatok bevezetésével számos sebészeti, traumatológiai kórkép diagnosztikája megváltozott. Ennek eredményeképpen a *Verebély Tibor* által szerkesztett Gyermeksebészeti kiadványban már 1988-ban több fejezet foglalkozott az ultrahangvizsgálat eredményeivel[114,115]. *Harkányi Zoltán*nal közös fejezetben jelent meg az első ilyen irányú újszülött gyermek ultrahangvizsgálatokkal foglalkozó összefoglaló a Véghelyi Péter által szerkesztett „Az Újszülött" című monográfiában 1986-ban[116]. A Magyar Radiológusok Társasága Gyermekradiológiai Szekciójának támogatásával megjelent „Képalkotó diagnosztika a gyermekgyógyászatban" (szerk.: *Köteles György*) című alapmű már számos ultrahang-diagnosztikai fejezetet tartalmazott 1994-ben[115,117]. Az újszülött- és csecsemőkori szűrővizsgálatok bevezetésével a Harmat György által koordinált program évente 6–8000 vizsgálattal gyarapodott és jelentős tapasztalatokról lehetett beszámolni[118].

Az ígéretes kezdeti eredmények után számos fővárosi és vidéki központban értékelték ki az ultrahang eredményeit emésztőszervi betegségekben. *Csúz László* a péceli MÁV kórházban 1977-ben ultrahanggal és szcintigráfiával mutatott ki máj Echinococcust[119].

A debreceni Radiológiai Klinikán *Péter Mózes, Baranyai Tibor, Balogh Eszter* és *Darida Sarolta* foglalkozott az ultrahang-diagnosztikával és meghonosította a hasi pánszonográfiát. Kezdetben A-módú, később a Toshiba cég compound készülékét alkalmazták, majd Picker real-time készülékkel a hasnyálmirigy betegségeit tanulmányozták[120], összehasonlítva az ultrahanggal, izotópvizsgálattal és hipotoniás duodenográfiával szerzett tapasztalataikat. A munka része a pancreas-betegségek komplex diagnosztikáját tárgyaló, 1977-es kandidátusi értekezésnek[121]. Tanulmányozták a máj diffúz elváltozásait in vitro és in vivo körülmények között, továbbá közölték az intravénás urográfia és a vese ultrahang-diagnosztika összehasonlító elemzésével kapcsolatos eredményeket. Beindították az UH-vezérelt intervenciós vizsgálatokat.



Székely György

Budapesten *Szebeni Ágnes* tanítványa, *Székely György* és munkacsoportja 1980–1986 között 12 195 hasi vizsgálatot végzett Brüel-Kjaer 3401 compound és 1846 real-time készülékkel; összehasonlítva a laparoszkópos és szövettani eredményeket, arra a következtetésre jutottak, hogy „a sonographia érzékenyen jelzi a gócos és diffúz májbetegségeket. Ezek gyanúja esetén első vizsgálatként ajánljuk, amelyet megfelelő indikációval – az ellenjavallatokat is figyelembe véve – követhet a szövettani vizsgálat"[122,123]. *Székely György* 1988-ban szerkesztőségi levél formájában közölte a májbetegségek ultrahangvizsgálatában szerzett tapaszatalatát a Journal of American Medical Association-ban[124]. Kandidátusi értekezését az ultrahang szerepéről a májbetegségek diagnosztikájában 1989-ben védte meg[125].

Tarján Zsolt

Bor Katalin 1987-es kandidátusi értekezésében a cholecystographia, cholangiographia és ultrahang szerepét határozta meg epebetegségekben, Brüel-Kjaer és Toitu készüléket használva[126].

Az appendicitis ultrahangvizsgálatáról *Tarján Zsolt* 1997-ben védte meg kandidátusi értekezését[127]. A Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinikáján *Karlinger Kingával* és *Tóth Györggyel* kidolgozta a kompressziós ultrahang és a spirál CT-kolonográfia módszerét Crohn- betegségben[129], leírta a Crohn-betegség egy új tünetét a

Diseases of Colon and Rectum-ban[130] és a Crohn-betegség fisztuláiban keletkező carcinomákat (International Journal of Colorectal Diseases)[131]; e munkák a radiológusok és gasztroenterológusok együttműködésének szép példái.

A vastagbél vízfeltöltéses ultrahangvizsgálatával (hidroszonográfia) *Demeter Jolán* és mtsa foglalkozott 1992-ben a Szent János Kórházban és a módszert hasznosnak, hatékonynak és veszélytelennek tartotta[132].

Dunaújvárosban nőgyógyászi segédlettel sikerült a pancreascystát, -tumort és -tályogot ábrázolni[133]; *Rosta András* és *Fáy Kálmán* 1982-ben a fővárosi III. Belklinikán real-time készülékkel 33 eset alapján vázolta az akut pancreatitis jellegzetességeit[134].

Az ultrahangot használták funkcionális vizsgálatokra is: *Kelemen Éva, Tulassay Zsolt, Jakab Zsuzsa* és mtsai 1991-ben a szekretin-stimulálás előtt és után Picker LS5000 és LSC7000 készülékkel 54 betegben mutatták ki a pancreas divisumban fellépő ductalis obstrukciót[135].

Az onkológiában *Rosta András Fáy Kálmánnal* a Központi Állami Kórházban 240 lymphomás betegben mutatta ki az ultrahang (Siemens Diasonic RA-1) szerepét a daganatok kiterjedésének és lefolyásának megítélésében. Eredményeit közleményekben és 1987-es kandidátusi értekezésben foglalta össze[136,137].

Az Országos Onkológiai Intézetben *Gödény Mária* foglalkozott a képalkotó eljárások helyének meghatározásával a daganatos megbetegedésekben és részt vett számos terápiás tanulmányban, ahol a máj-, vastagbél-, pajzsmirigytumorok lefolyását követték [138,139].

Ritkasága ellenére sokan foglalkoztak az epehólyagrákkal. 1980-ban *Harkányi Zoltán* esetbemutatásban írta le az epehólyag-carcinoma ultrahangképét[140], *Gönczi Judit* (1948–1994) és mtsai 1985-ben már 5 esetet közöltek a Radiologia Diagnostica c. lapban[141], a legnagyobb tapasztalatra azonban *Temesi Mihály* tett szert a Baranya Megyei Tanács Kórház-Rendelőintézet Röntgen Osztályán: 1983–1986 között munkatársaival 18.000 vizsgálatot végzett Picker LS3000 real-time készülékkel, 3,5 MHz-es lineáris transducerrel és 71 esetet észlelt, ezeket 5 morfológiai csoportba osztotta: a betegszám világszerte az egyik legnagyobb[142].

A végbéltumorok és perirectalis képletek vizsgálatában a transrectalis ultrahang bizonyult a leghasznosabbnak; a módszerben *Jakab Zsuzsa* szerzett kezdeti tapasztalatot 1990-ben, amikor a sebész *Görög Dénes* és az endoszkópos *Papp János* közreműködésével, Hitachi EUB-40 készülékkel 42 beteget vizsgált[143]; a későbbiekben az endoszkópos ultrahang részben átvette a transrectalis vizsgálat szerepét.

Külön fejezetet képvisel a vese és ivarszervek vizsgálata: ez a radiológusok és urológusok határterületévé vált. 1976-ban Dunaújvárosban a nőgyógyászati vizsgálatokban már tapasztalt *Szőke Béla* segítségével végeztek Combison 4100 MGS bistabil géppel vizsgálatokat 50 sebészeti esetben[144], 1977-ben a fővárosi Urológiai Klinikán *Szabó Vilmos Sobel Mátyás* segítségével Kretz-Technik 4100 MGS géppel elemezte a nefroszonogram jellegzetességeit normális vese, cysta, hydronephrosis, tumor és aplasia eseteiben[145]. *Szabó Vilmos* 1980-ban írta meg kandidátusi értekezését az ultrahang szerepéről a vesedaganatok diagnosztikájában[146]. Jelentős a tevékenysége a budapesti Urológiai Klinikán *Romics Imré*nek, aki több mint 1000 vizsgálat tapasztalatát közli[147], 1986–1988 között Németországban sajátítja el, majd vezeti be itthon a transrectalis ultrahangvizsgálatot: Philips DR2000 készülék lineáris transzducerével 540 vizsgálatot végzett[148]. 1988-ban monográfiát írt az urológiai ultrahangról[149]. A transrectalis UH-vezérelt prostata-biopszia nemzetközileg elismert szakértője[150].

Debrecenben *Baranyai Tibor* 1983–88 között foglalkozott a kísérletes vesedaganatok ultrahangvizsgálatával (VX 2 vesecarcinoma nyúlban)[151], majd emberben a hypervascularizált veserák és az angiomyolipoma ultrahangos képét írta le 1979–1987 közötti tapasztalatai alapján, irigylésreméltóan dúskálva a készülékekben (Picker LS 2000, Digital Imager II Compound, Brüel Kjaer, Picker LSC 7000)[152,153]. Összehasonlító elemzést végzett a különböző vascularisatiójú vesetumorok és a reflektivitási szint vonatkozásában. Megállapította, hogy a különösen echodús (hyperechoic) tumormegjelenés az AML-re vonatkozóan igen szuggesztív, de nem patognomikus, mivel a világossejtes veserák is lehet - különösen a tumorfejlődés kezdeti szakaszában - hiperreflektív. Összehasonlító elemzést végzett a vesetumor UH-szerkezete, a CT és DSA megjelenése között. A veseparenchymából kiinduló daganatok echoszerkezetét in vivo és in vitro körülmények között vizsgálta. Eredményeit 1986-os kandidátusi értekezésben összegezte[154]. 1997-ban ő az uroradiológiai monográfia társszerzője[155]. Munkássága révén átalakult az uroradiológiai diagnosztika, megváltozott a kivizsgálási algoritmus: első diagnosztikai módszerré vált a non-invazív UH-vizsgálat. 1985-től a soproni Erzsébet Oktató Kórház Radiológiai Osztályának osztályvezető főorvosaként hazai és nemzetközi viszonylatban elismert ultrahang-diagnosztikai centrumot hozott létre, ahol a legmodernebb berendezésekkel a szakág folyamatos, naprakész fejlődését biztosította. Elsőként foglalkoztak az alsó végtag vénás rendszerének UH-vizsgálatával, kiváltva

a flebográfiát, a 2D/4D UH-vizsgálattal, az újszülöttek kutacson keresztüli agyi UH-vizsgálatával és az UH csípőszűréssel.

A here UH-vizsgálatában 1983–1987 között *Nahm Krisztina* szerzett jelentős tapasztalatot, aki a fővárosi Bajcsy-Zsilinszky kórház radiológiai osztályán ATL MK600 típusú készülékkel elsőként végezte vizsgálatait 100 betegen[156]. Ugyanezzel a témával foglalkozott a soproni munkacsoportban *Bodrogi Nándor*, aki számos előadásban ismertette ezzel kapcsolatos eredményeit. A hímvessző ultrahangvizsgálatát 1989-ben végezték először Debrecenben az Urológiai Klinikán *Berényi Pál* és mtsai[157]: 29 beteget Brüel-Kjaer 1846 típusú készüléken, 7MHz-es fejjel vizsgáltak.

A real-time technika meghonosodása után jelent meg az intervencionális ultrahang. Az első tapasztalatokat az Orvostovábbképző Intézetben *Bohár László* szerezte, aki Brüel-Kjaer statikus biopsziás transzducerrel végzett máj- és hasnyálmirigy-vizsgálatokat. Munkáját hazai és külföldi közleményekben ismertette[158]. 1985-ös kandidátusi értekezésében a módszer jelentőségét abban látja, hogy „csak a szükséges beavatkozásokkal, a leghatékonyabban, a leggyorsabban, a legkisebb kockázattal, megterheléssel és költséggel jussunk el a lehető legpontosabb és legfontosabb diagnosztikai információhoz"[159]. (Erről mindmáig gyakorta megfeledkezünk.)

A Semmelweis Kórház IV. Belgyógyászatának Ultrasonographiás Laboratóriumában *Mádi Szabó László* 1982-től végzett intervenciós ultrahangvizsgálatokat a máj[160] és hasnyálmirigy[161] betegségeiben, Picker 80L készülékkel, Menghini-, illetve vékonytű használatával, majd sebészek közreműködésével bonyolultabb invazív eljárásokat is alkalmazott, mint pl. kettős pigtail kateter behelyezése pancreascysták drénezésére[162]; mindezekért kandidátusi fokozatát 1990-ben szerezte meg[163].

A fővárosi Szent István kórházban *Regöly-Mérei János* és mtsai 1986–1992 között több mint 1600 betegen szereztek tapasztalatot sürgősségi ultrahang- és intervencionális vizsgálatokban, hasi folyadékgyülemek ultrahangvezérelte kezelésével, és meghatározták az ultrahang szerepét a laparoszkópos cholecystectomiában[164–168]. *Regöly-Mérei* kandidátusi értekezését a sürgősségi ultrahang témakörében védte meg 1989-ben[165]. A vizsgálatokat a „sonographiában is többéves jártassággal rendelkező sebészek végezték", Siemens Imager 2300, majd Kontron Sigma Class készülékkel.

Az akut has ultrahangvizsgálatában a Nyírő Gyula kórházban *Vadnai Mariann* és *Baricza Sarolta* szereztek bővebb tapasztalatot[169].

Az intervencionális ultrahang-diagnosztikában *Bánsághi Zoltán* szerzett jelentős tapasztalatot a fővárosi Péterfy Sándor utcai kórházban; tapasztalatait könyvfejezetben összegezte[170].

A hasi Doppler-vizsgálatokról az első közlemények 1989-ben jelentek meg, ennek nem az érdeklődés, hanem a költséges műszerek hiánya lehetett az oka. Fontos előzmény azonban, hogy májkeringési vizsgálatokat már a Doppler-korszak előtt is végeztek: *Temesi Mihály* Pécsett 1983–86 között több mint 20 000, Picker LS3000 készülékkel vizsgált betegnél leírta a vena porta, lienalis és mesenterica normális és kóros ultrahang-morfológiáját és 12 portalis thrombosis képét[171]. A Doppler-vizsgálat lehetőségeit elsőként *Székely György* kísérleti körülmények között határozta meg, majd *Harkányi Zoltán*nal foglalkoztak az emberi portalis rendszer keringésével[172–173]. A munkába bekapcsolódott a sebész *Kupcsulik Péter*[174–176] és közreműködésével 1989-ben tanulmányozták a portalis keringést nyelőcső varix szklerotizáció előtt és után 40 betegben, ATL 600 készüléken, jellemző a szervezési körülményekre, hogy a szkleroterápiát az I. Sebészeti Klinikán, az ultrahangot a Bajcsy-Zsilinszky kórház radiológiai osztályán végezték, bár a szakember a János kórházban dolgozott. *Izbéki Ferenc Gógl Árpád* közreműködésével 1992–1994 között végzett májkeringés-vizsgálatokat[177]. *Székely* és mtsai 1995-ben Sonoline AC készülékkel értékelték ki diffúz májbetegségekben a vena porta és az a. hepatica keringését[178].

A gyermekkori portalis hipertónia vizsgálatában Harkányi Zoltán szerzett tapasztalatot: 1989-ban a Surgical Endoscopy c. lapban a portalis thrombosisról írt, 2006-ben angol könyvfejezetben foglalta össze a témát[179,180].

A hasi vascularis ultrahang fontos központja alakult ki a szegedi Radiológiai Klinikán, ahol *Morvay Zita* és *Palkó András* irányítása alatt nemcsak diagnosztikai, de intervencionális egység működött; előbb a mesenteriális keringés vizsgálatáról[181], majd a vascularis stentek követéséről a Journal of Ultrasound in Medicine-ben jelent meg közleményük[182].

Morvay Zita

A hazai májtranszplantációs program beindulásával és a duplex módszer elterjedésével a vizsgálat a donorok és recipiensek transzplantáció előtti és utáni komplex kiértékelésének kötelező elemévé vált: a budapesti Transzplantációs Klinikán a betegek UH és CT-angiográfiás vizsgála-

táról *Weszelits Viola* és mtsai a hazai és nemzetközi sajtóban publikáltak[1183,184].

A 3D ultrahangvizsgálat az 1980-as évek második felében jelent meg és - érthető okokból - elsősorban a terhességi ultrahangban terjedt el. 1986-ban *Szebeni Ágnes* tanulmányozta az emlő érhálózatát[185], majd 1996-tól a Szent János Kórházban *Szilvás Ágnes, Székely György* és *Sági Sarolta* a Kretztechnik Combison 530 készülékével az epehólyag fal[186], az epeúti kövek kimutatásával, a gyulladásos bélbetegségek, carcinoidok és más tumorok stadializálásával foglalkoztak és munkájukról hazai, a Hepatogastroenterology és az Endoscopy lapokban jelentek meg közlemények, illetve az European Journal of Ultrasound és az Ultrasound in Medicine and Biology-ban összefoglalók[187-190].

Az endoszkópos ultrahangban *Szebeni Ágnes* kezdeményező szerepét említettük. Példáját követte az Orvostovábbképző Egyetem Sebészeti és Radiológiai Klinikájának közös munkacsoportja, amelyben *Bohák Ágnes, Papp Ilona* és *Szántó Imre* végeztek elsősorban nyelőcső- és gyomorvizsgálatokat[191,192], a témából Bohák Ágnes 1993-ban kandidátusi értekezést írt[193]. A budapesti I. Sebészeti Klinikán *Winternitz Tamás* 1994–1997 között szerzett tapasztalatot a Pentax cég konvex vizsgálófejével[194]. A pécsi I. Belgyógyászati Klinikán *Pakodi Ferenc* és mtsai 1999-ben közölték észleléseiket a nyelőcsőrákok endoszkópos ultrahanggal történő stadializálásában[195].

Az intraoperatív ultrahang területén az első tapasztalatok a vesesebészetben jöttek létre: a Herlev-i klinikán ultrahangos jártasságot szerzett urológus sebész, *Nádas* György 1983-ban real-time készülékkel intraoperatívan lokalizálta a veseköveket, ezt sikerült az *International Urology and Nephrology*-ban közölni[196]; 1985-ben az intervencionális ultrahangot bevezette a perkután vesesebészetbe is[197,198]. *Harkányi Zoltán* és *Winternitz Tamás* a máj és pancreas sebészetében alkalmazott intraoperatív ultrahangot 1986-ban[199], a gyarapodó eredményeket 1988-ban könyvfejezetben külföldön[200], 1989-ben itthon publikálták[201], majd a módszer elterjedt nemcsak a hasi, de az agysebészetben is. A laparoszkópos ultrahangot 1996–97-ben *Harkányi* és *Nahm Krisztina* alkalmazták a Szent István Kórházban az akkori III. Sebészeti Klinikán[202].

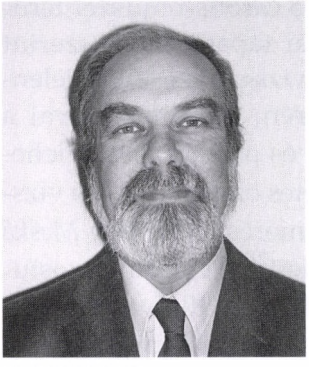
Az intracranialis UH-vizsgálatok alkalmazását *Harmat György* vezette be a gyermek idegsebészetben. A Child's Brain közölte az első meningeoma esetet, majd a J. Paediatric Neurosciences 1985-ben mutatta be a hátsó scala tumor UH-vizsgálatának lehetőségeit[203,204]. Az intrauterin kamratágula-

tok intervenciós kezeléséről közös gyermekgyógyász-, idegsebész-, nőgyógyász-team számolt be ugyanezen folyóiratban 1985-ben[205]. *Váradi Valéria* is végzett intracranialis vizsgálatokat koraszülötteken és leírta a perinatalis károsodás, hypoxiás vérzés jellegzetességeit. Ebből a témából írt kanditátusi disszertációt 1988-ban[206].

Echokardiográfia. A szív ultrahangvizsgálatát a Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézetben *Lengyel Mária* vezette be 1972-ben[207]. Első vizsgálatait a Smith-Kline cég Ekoline-20 típusú „echocardiographával", 2,25 MHz-es vizsgálófejjel végezte, tapasztalatairól először 1973-ban a Magyar Kardiológiai Társaság soproni ülésén számolt be[207], majd folyóiratban közölte azokat[208]. A közlemény összefoglalójában megállapította, hogy: „Az echocardiographia... a betegre ártalmatlan, számtalanszor ismételhető, terhességben is végezhető eljárás. Az általa nyújtott információ az angiographiához hasonló, de annál physiologiásabb, mivel idegen anyag beadására nincs szükség és a beteg sincs a szív-katheterezéskor tapasztalt izgatott állapotban. Alkalmazása kiterjed a szív anatómiájának és mozgásának különböző anomáliáira: a billentyűhibák, cardiomyopathiák, congenitalis vitiumok, szívtumorok diagnosticájára.... Gyakorlott vizsgáló kezében az echocardiographia megbízható, érzékeny módszernek bizonyult. Több tapasztalattal, a vizsgálatok számának növelésével a ma még meglevő bizonytalanságok és ellentmondások is csökkenni fognak." A közlemények gyorsan követték egymást: 1976-ban 90 betegnél a mitrális billentyű prolapszusát vizsgálta Picker Echoview 10 készülékkel[209], 1977-ben 26 cardiomyopathiás betegről tudósít[210], 1978-ban a kardiológiát politikusi pályára váltó *Kökény Mihály* együttműködésével a pericardialis folyadékgyülemekről és az infectiv endocarditisről[211,212] értekezett, *Istvánffy Máriával* a bal kamra funkcióról írt [213], majd a bal kamra aneurysmákról M-mód vizsgálatáról értekezett[214]. *Lengyel Mária* tapasztalatát kandidátusi értekezésben[215] és két kiadást megért könyvben foglalta össze[216]. Az intézet műszerparkja 1978-ban kétdimenziós Picker, 1984-ben phased-array Hewlett-Packard, 1985-ben Doppler-készülékkel gazdagodott: ezzel elsőként vezették be a non-invazív hemodinamikai echokardiográfiát hazánkban. *Lengyel Mária* évtizedekig fontos oktatói tevékenységet fejtett ki: a hazai szív ultrahang centrumok szakembereinek jó része az Országos Kardiológiai Intézetben tanult szervezett tanfolyamokon vagy egyéni továbbképzés keretében[217]. *Lengyel Máriát* 2001-ben a Magyar Kardiológusok Társasága Echográfiás Munkacsoportja örökös és tiszteletbeli elnökké választotta.

1974-ben *Kertész Erzsébet* végzett vizsgálatokat csecsemő- és gyermekkorban Physiosonics Portoscan készülékkel a szegedi Gyermekklinikán[218]. *Kádár Krisztina* az Országos Kardiológiai Intézetben végzett gyermekkardiológiai ultrahangot[219]. A magzati szív ultrahangvizsgálatát 1985-ben végezte el először *Varga Piroska, Kádár Krisztina* és *Harkányi Zoltán* 220 magzaton, Picker LS-5000 linear-array készülékkel[220].

A real-time és Doppler-technika megjelenésével *Lengyel Mária* az 1980-as években folytatta klinikai és élénk publikációs tevékenységét. Munkatársai közül *Temesvári András* tevékenyen részt vett az echokardiográfia modern változatainak alkalmazásában, mint a cardialis Doppler-vizsgálat, a fali mozgászavar kimutatása infarktusban, a szöveti Doppler-vizsgálat; elsőként alkalmazta a Levovist kontrasztanyagot a cardialis ultrahang során: vizsgálatait ATL HDI 5000 készülékkel végezte[221]. Kandidátusi értekezését 1993-ban védte meg[222]. A szív ultrahang fontos vizsgálattá vált a műtétek előtt és azok követésében. Lehetségessé vált a szív ultrahang kontrasztanyagos vizsgálata[223] és a szöveti Doppler-karakterizáció[224]. 1990 óta intraoperatív echocardiographiát is végeznek aorta dissectio, pitvari/műbillentyű thrombus eseteiben. 1990-ban elsőként vezették be a dobutamin-stress-echokardiográfiát. Magzatoknál és gyermekeknél ugyancsak *Kádár Krisztina* végzett elsőként 1989-ben szív Doppler-vizsgálatot[225].



Asbót Richárd

A fővárosi MÁV kórház IV. Belgyógyászati Osztályán *Szabóki Ferenc* és *Asbót Richárd* 1989-ben tanulmányozták Doppler-echokardiográfiával a bal kamra funkciót, kidolgozva egy új diastolés indexet az egészséges és postinfarctusos betegek vizsgálata alapján[226,227]. *Asbót* 2006-ban könyvfejezetben foglalta össze az echokardiográfia mai diagnosztikai lehetőségeit és módszereit[228].

A szegedi II. Belgyógyászati Klinikán az echokardiográfiát *Csanády Miklós* honosította meg 1974-ben, majd *Forster Tamás* vezetésével munkacsoport alakult. 1978–1987 között a Doppler-echográfiát tanulmányozták. *Forster* 1991-ben védte meg e téren kandidátusi értekezését[229], majd 2000-ben az MTA doktora címet szerezte meg a stress echokardiográfia tárgykörében[230]. 1990–1993 között a rotterdami Thoraxcenterben dolgozott. Hazai közleményei és könyvei[231,232] mellett publikált a Circulation és az American Heart Journal c. lapokban[234,235]. Jelenleg az intravascularis ultrahang lehetőségeit kutatja.

A transoesophagealis echokardiográfia bevezetése szintén *Lengyel Mária* kezdeményezésére történt 1990-ben: első sorozatban 70 vizsgálatot végzett Hewlett-Packard 77020 AC géppel, „endoscopra erősített" 5 MHz-s monoplan fejjel[236]. 1992-ben újabb 100 eset vizsgálatáról számol be, amelyet Aloka készülékkel és kétsíkú vizsgálófejjel[237] végzett. Foglalkozott a módszer kiértékelésével a tüdőembolia kimutatásában; eredményeit sikerült az Echocardiography-ban közölnie[237,238]. 1993-ban Európában elsőként alkalmazta a multiplán transoesophagealis echokardiográfiát.

1991-ben a Magyar Honvédség Budai Honvédkórházában *Horváth Mária* és mtsai 45 betegben vizsgálták a koszorúereket Vingmed 700 készülékkel, amelyhez flexibilis endoszkóp végére szerelt 5 MHz-s monoplán annularis phased array fejet csatlakoztattak[239]. Forster és mtsai a stress echográfiát transoesophagealis úton ATL Ultramark-9 készülékkel végezték[240]. Tevékenységük nyomán a transoesophagealis echokardiográfia ma már a legtöbb kardiológiai központban rutin vizsgálattá vált.

A vascularis ultrahang hazai kialakulása a neuroszonológia és az angiológia területén követhető. A mai értelemben vett színkódolt Doppler-vizsgálatot hazánkban is megelőzte az irányjelzés nélküli, illetve irányjelzéses Doppler-vizsgálat: elsőként a III. Sebészeti Klinikán *Csengődy József* és mtsa használt 1973-ban Parks Electronics 802 típusú, 10 MHz-en működő berendezést, amellyel perifériás verőérbetegségekben és a carotis-rendszer területén végeztek vizsgálatokat[241]. A szerzők e korai tapasztalatai szerint „a Doppler-elv alapján működő ultrahang-áramlásvizsgáló készülék jelentős eszköz a verőérbetegségek diagnosztikája terén. Alkalmazásával a peripheriás angiológiai megbetegedések vizsgálati és objektivizálási lehetősége jelentősen bővült". A carotis-rendszer részletes összehasonlító vizsgálatát (rheográfia, pulzusgörbe analízis, áramlásmérés) 1975-ben *Meskó Éva* végezte el; munkájából kandidátusi értekezés lett[242]. A pécsi Orvostudományi Egyetem idegsebészetén, 1978-ban *Stefanits János* Minivason Kretz „mérőfejjel" 306 agyi ischaemiás inzultuson átesett betegnél ún. Doppler-ophthalmica tesztet végzett[243]. Az irányérzékeny Doppler-vizsgálatokat elsőként 1978–1980 között *Farkas Péter* és *Urai László* (1920–1987) végezte 280 betegen és 150 kontroll személyen az Országos Kardiológiai Intézetben. Az esetenként 30 perc időtartamú vizsgálatot Parks Electronics 806 műszerrel végezték, a szonogramokat EKG-készülékkel regisztrálták, leírva a módszer alapjait és indikációit és megállapították, hogy „a carotis-vertebralis Doppler-vizsgálatok jelentősen gazdagították a non-invasiv érdiagnosztika fegyvertárát". Másik közleményükben a szerzők a subclavian steal

szindrómát occipitálisan és pharyngealisan elhelyezett Doppler- szondával mutatták ki[244-246].

Az alsó végtag obliteratív verőérbetegségeiben 1979–1980 között *Fórizs Zoltán* és mtsai végeztek Sonicaid BV-381-es készülékkel irányérzékeny Doppler-vizsgálatokat a dunaújvárosi kórház Sebészeti Osztályán[247], míg a mélyvénás thrombosist a Központi Állami Kórház Sebészeti Osztályán mutatta ki *Sándor Tamás* 1983-ban Parks 803-as áramlásmérővel[248].

1975–80 között a Belügyminisztérium Kórházában *Grótzky Gyula* Kretz Minivazon és Directional Doppler Flowmeter 803 típusú készülékkel elsőként végezte el több mint 1000 perifériás érbeteg intraoperatív áramlásmérését és munkájával kandidátusi fokozatot szerzett[249]. Ő írta *Szebeni Ágnes* 1988-as ultrahang könyvének Doppler-vizsgálattal foglakozó fejezeteit[87].

1990-ben Debrecenben *Csiba László* még ún. Ultrasonic Quantitative Flow Measurement véráramlásmérővel és B-módban végzett carotis-vizsgálatokat és ezeket angiográfiával hasonlította össze. Vezetésével neuroszonológiával foglalkozó munkacsoport alakult ki[250], kandidátusi értekezését 1989-ben védte meg[251]. Munkacsoportjával az utóbbi években már alapkutatást végez: a carotis intima-media vastagság és a kalcium-anyagcsere közötti összefüggést kutatják[252].

Az első carotis Doppler-vizsgálatokat *Fazekas András* a veszprémi kórház ideggyógyászati osztályán 300 betegnél végezte 1983–85 között Angioscan Flow Map (Unigon, USA) készülékkel bidirekcionális, folyamatos hangot kibocsátó detektorral[253]. 1991-ben a balatonfüredi Állami Kórház munkatársai a svédországi jönköpingi kórházban végeztek színkódolt duplex vizsgálatot 81 esetben Acuson 128 készülékkel[254].

A szegedi Radiológiai Klinikán 1990–91-ben *Morvay Zita* és mtsai vezették be a carotis duplex vizsgálatokat[255]. Az Orvostovábbképző Egyetemen a II. Belgyógyászati Klinikán 1992-ben kezdtek carotis ultrahanggal foglalkozni, de – erre már volt példa – a vizsgálatokat a Szent Imre kórházban Hitachi EUB-450 készülékkel végezték[256]. A győri Petz Aladár kórházban 1991–1993 között 1184 nyaki duplex vizsgálatot végeztek *Csányi Attila* és mtsai, Ultramark 4 Plus készülékkel[257]. Debrecenben 1995–1999 között Hewlett-Packard Sonos 1000 készülékkel tanulmányozták a diabetes mellitus és az atherosclerosis közötti kapcsolatot[258]. A perifériás erek színkódolt Doppler-vizsgálatában *Morvay Zita* szerzett tapasztalatot és 1998-ban PhD-fokozatot a szegedi Doktori Iskolában[259].

Az első transcranialis vizsgálatokat a debreceni egyetem Idegsebészeti Klinikáján 1986–1989 között végezte *Rózsa László* csoportja: előbb csecse-

Gönczi Judit

móknél, majd felnőttekben 2300 vizsgálatot végeztek, német gyártmányú EME TC2-24 készülékkel[260].

A duplex ultrahangvizsgálat hazai elterjedésében szemléletformáló volt a *Peter N. Burns, Harkányi Zoltán* és mtsai által írt szakkönyv, amely a részletes módszertani leírásokat tartalmazta[261].

A pajzsmirigy ultrahangvizsgálatát először 1980-ban végezte *Harkányi Zoltán* 60 betegen, Picker Echoview 80L géppel[262]. *Gönczi Judit* és mtsai 1982-től 250 beteget vizsgáltak az Orvostovábbképző Egyetemen Brüel-Kjaer 2401-es készülékkel, meghatározva a normális és kóros pajzsmirigy képét és az eredményeket összehasonlították a vékonytű biopsziával nyert szövettani diagnózissal[263]; e témából *Gönczi* 1988-ban védte meg kandidátusi értekezését[264] .

A Budai Gyermekkórházban 1992–1993-ban *Szécsényi Nagy István* és mtsai 1328 gyermek pajzsmirigy méretét határozták meg Toshiba SAL-38B készülékkel[265]. Az intervencionális ultrahangot 1996-ban alkalmazta *Solymosi Tamás* a gyöngyösi Bugát Pál kórházban az autonóm adenoma perkután etanol-szklerotizációjában[266].

A mozgásszervi ultrahang az 1980-as évek végén keltette fel a vizsgálók érdeklődését, miután megjelentek az ízületek, lágyrészek vizsgálatára alkalmas 5–10 MHz-es lineáris transzducerek. Elsőként az Országos Reumatológiai és Fizioterápiás Intézetben 1991-ben *Réti G. Péter* az Achilles-inat tanulmányozta[267], két évtizedes tapasztalatát a 2005–2008 között megjelent vademecum-sorozatban összegezte[268]. Szegeden *Morvay Zita* és *Csókási Zsolt* a térdízület ultrahangos anatómiájáról[269], majd a váll-, térd- és csípőízület vizsgálatáról értekeztek; a vizsgálatok Acuson 128 készülékkel történtek[270–272]. *Esztergályos János* és mtsai 1992-től több közleményben az ízületek sportsérüléseivel foglalkoztak[273,274]. *Farbaky Zsófia* könyvben foglalta össze mozgásszervi ultrahang ismereteit[275].

Az emlő ultrahangvizsgálatát először *Göblyös Péter* végezte 1973-ben. Kretztechnik 4100 MGB illetve MGS készülékkel A és B módban vizsgálva állapította meg az ultrahang lehetőségeit, már akkor észlelve, hogy az *„nem pótolja a röntgenvizsgálatot, csupán – bizonyos területeken – kiegészíti azt"*[276]. Kandidátusi értekezésében az operált emlő vizsgálatával foglakozott 1975-ben[277]. 1980-ban *Harkányi Zoltán* és mtsai szereztek nagyobb beteganyagon

tapasztalatot; munkájukat több könyv és közlemény jelzi[278,279]. Az ultrahangos emlővizsgálat tankönyvi anyag lett[280]. *Riedl Erika* fontos munkát végzett a ultrahang mammográfiás vizsgálatok megszervezésében, a vizsgálati protokollok kidolgozásában és eredményeit könyvfejezetben összegezte[281], részt vett a betegek műtét utáni követésében[282]. A Magyar Onkológusok Társasága Mammológiai Szekciója 1999-ben kidolgozta javaslatait az emlőrák szűrése, diagnosztikája, terápiája és gondozása tárgyában[283], az országban kiépült a mammográfiás és ultrahangos emlő-vizsgálóhelyek hálózata, és számos szakember – *Nahm Krisztina, Varga Piroska* – tett szert jelentős tapasztalatra. Az emlővizsgálat fontosságának hangsúlyozása megjelent a médiában – sajtó, TV, internet –, erre utal *Nahm Krisztina* ismeretterjesztő könyve is[284]. A műszaki haladás teret hódított az emlő UH-vizsgálatában is: az első szonoelasztográfiai vizsgálatokat *Borbola György* és munkatársai végezték 2007-ben a békéscsabai Réthy Pál kórház radiológiai osztályán, Hitachi EUB 6500 HV készülékre telepített EZU-TE3 egységgel[285].

Harkányi Zoltán 1983-as monográfiájában említette, hogy hasi vizsgálat során transdiaphragmatikus metszetben ábrázolhatók a pleura elváltozásai[113]. Az első mellkasi vizsgálatokat *Dér Aliz* és *Endes János* végezte 1992-ben a szolnoki Hetényi Géza kórház Központi Radiológiai Osztályán, Philips SDU 300 és Hitachi EUB-240 készülékekkel; eredményeikről esetbemutatásokat közöltek[286].

Az ultrahang-vezérelt mellkasi vizsgálatot 1997-ben *Morvay Zita* vezette be[287]. A legnagyobb tapasztalatot Szombathelyen a Markusovszky Kórház Radiológiai Osztályán *Barta Miklós* szerezte, aki 2008-ban munkatársaival illusztrációban gazdag monográfiában mutatta be a mellkas szonoanatómiáját, illetve a diagnosztika lehetőségeit a mellkasfal, pleura, tüdő, a szív és a pericardium betegségeiben; sor került a Doppler-vizsgálat és az endobronchialis ultrahang leírására is[288].

Az ultrahang-diagnosztika intézményesülése

A tudománytörténetben egy szakágazat intézményesülésének azt a folyamatot nevezzük, amelynek során kialakul az adott területet, módszert, vizsgálatot értő és végző szakemberek gárdája, létrejön és megszerveződik az ágazat egyetemi és posztgraduális oktatása, kialakul a társasági élet és létrejön az önálló sajtó.

Amint a fenti áttekintésből kitűnik, a magyar ultrahang-diagnosztika kialakulásában több szakma képviselői vettek részt: a kezdeményezők a biofizikusok voltak, majd bekapcsolódtak a klinikusok (nőgyógyászok, neurológusok, szemészek, sebészek, belgyógyászok, kardiológusok), de mint képalkotó eljárás, az ultrahang-diagnosztika a radiológia szerves részévé vált. A szakterületek egyéni törekvéseivel számos határterület alakult ki, amely fokozatos elszakadáshoz vezetett: így pl. a szív vizsgálatát kardiológusok, a nőgyógyászati/terhességi ultrahangot nőgyógyászok végzik. Kezdetben a tapasztalatszerzés jórészt egyéni érdeklődés alapján, autodidakta módon történt, a külföldi tanulmányút, továbbképzés keveseknek adatott meg. A szakirodalom korlátozottan állt rendelkezésére. Az időszakban az Orvosi Hetilapban 12 ultrahang könyvet referáltak, és a témáról sok folyóiratreferátum jelent meg: e területen *Laczay András* volt a legszorgalmasabb.

Az ultrahang-diagnosztika egyetemi oktatása 1978-ban, a radiológiai szakorvosképzésben 1980-ban kezdődött a Semmelweis Egyetemen, illetve az akkori Orvostovábbképző Intézetben. Az első egyetemi jegyzet 1988-ban *Harkányi Zoltán* szerkesztésében jelent meg, ezt *Péter Mózes* debreceni jegyzete követte. Az oktatást jelentősen segítette, hogy 1990 után számos, igényes kiadású és gazdagon illusztrált könyvet adtak közre, illetve az ultrahang-diagnosztika az egyetemi tankönyvek részévé vált[289–294].

Az eltelt évtizedekben az ultrahang divatos kutatási témává vált; ezt tükrözi a nagyszámú kandidátusi és PhD-értekezés, amelyet az orvosegyetemek Doktori Iskoláin végeztek, és jelenleg is folyamatban vannak az ultrahang alapkutatásával és diagnosztikai módszerekkel kapcsolatos témák; ezeken többségükben fiatal kutatók, a jövő szakemberei dolgoznak. A hazai kandidátusi, PhD- és MTA doktori értekezések gyűjteménye elérhető a Magyar Országos Közös Katalógus Egyesület honlapján (http://www.mokka.hu), illetve a Magyar Tudományos Akadémia könyvtárának kézirattárában (http://www.mta.hu).

Jelentős fejlődés volt a szakemberképzés területén, hogy a philadelphiai Jefferson Egyetemen *Barry B. Goldberg* 1990–1994 csereprogramot kezdeményezett a Magyar Radiológusok Társaság Ultrahang szekciójával, ennek keretében 12 szakember sajátította el a legmodernebb ismereteket a világ egyik vezető továbbképző centrumában. Azon kiváló és szerencsés szakemberek, akik részt vehettek a programban, ismereteiket hazai tanfolyamokon osztották meg a tanulni vágyókkal: 1992-ben rendezték az első nemzetközi konferenciát a Jefferson és a Semmelweis Egyetem közös szervezetésében, melyen részt vettek *Barry B. Goldberg* és mtsai. 1995-ben *Har-*

kányi Zoltán vezetésével megalakult a Budapest Ultrahang Centrum (BUC), ahol évente szerveznek a kezdők és haladók részére színvonalas továbbképző tanfolyamokat: a tanfolyamokon több száz kolléga kapott alap- és speciális képzést az ultrahang-diagnosztika területein.

Az ultrahang-diagnosztika hazai elterjedésében, a továbbképzésben és a tudományos kutatásban jelentős szerepet töltöttek be a szakmai szekciók, amelyek az egyes alapszakmák társaságainak keretében alakultak meg. Kezdetben a klinikai szakmák nehezen fogadták be az ultrahang-diagnosztikát, így *Greguss Pál* biofizikai érdeklődése révén a Magyar Biofizikai Társaság keretében elsőként alakult meg 1972-ben az Orvosi Biológiai Ultrahang Szekció, amelyben *Falus Miklós, Bertényi Anna és Szebeni Ágnes* is tevékenykedett, de a szekció megszűnt. 1975-ben a Magyar Gasztroenterológiai Társaság részéről *Varró Vince* javaslatára *Szebeni Ágnes*t meghívták a társaság vezetőségébe, majd 1980-ban *Varró Vince* és *Wittmann István* kezdeményezésére Ultrahang Munkacsoport alakult *Szebeni Ágnes* vezetésével, ebből a tagság növekedése révén 1982-ben Ultrahang Szekció alakult. 1993-ban *Székely György* került a szekció élére[295]. Legnépesebb a Magyar Radiológusok Társaságának Ultrahang szekciója; az 1986. február 3-án alakult szervezet első elnöke *Lélek Imre* volt, első tudományos ülésén *Baranyai Tibor* a kísérletes vesedaganatokról, *Kádár Krisztina* a veleszületett vitiumok 2D-echokardiográfiás vizsgálatáról beszélt. A szekció jelenlegi vezetője *Harkányi Zoltán*. A Magyar Kardiológusok Társaságának Echokardiográfiai Munkacsoportja 1986. november 19-én alakult meg, *Lengyel Mária* vezetésével; 1988-tól elnöke *Forster Tamás*, titkára *Asbót Richárd*[296]. 1992-ben a Magyar Szülészeti és Nőgyógyászati Ultrahang Társaságot hozták létre. A Neuroszonológiai Társaságot szintén 1992-ben hívták életre, *Csiba László* vezetésével. *Harmat György, Szebeni Ágnes* és *Székely György* szervezésének köszönhetően 1995-ben alakult meg az interdiszciplináris Magyar Ultrahang Társaság azzal a céllal, hogy összefogja a szakmai szekciók tagságát, összeköttetést tartson az UH-tevékenységgel kapcsolatos nemzetközi szervezetekkel (EFUMB, WFUMB).

Ultrahang rendezvények hazánkban

A hazai szakmai tudományos élet kezdetén országos rendezvényeken összegezték az ultrahang-diagnosztika ismereteit: 1985-ben Visegrádon *Harmat György* szervezett tudományos ülést; ez alkalommal 210 előadást tartot-

tak, melyek absztrakt formában megjelenve az akkor végzett vizsgálatokról értékes tudósítások[297]. 1989-ben Debrecenben *Péter Mózes* és *Tóth Zoltán* szervezésében tartottak együttes ülést.

Kiemelkedő esemény volt 1996-ban, hogy a hazai ultrahang szekciók, együttműködve az európai társszervezettekkel, Budapesten megszervezték az Európai Ultrahang Társaságok Szövetségének (EFSUMB) 9. kongresszusát (Euroson 1996).

A társasági élet fejlődésében úttörő szerepet játszott az előbb Debrecenben, majd 1985-től Sopronban tevékenykedő *Baranyai Tibor*, aki a helyi megyei kórházban az ország egyik legjobban felszerelt képalkotó osztályát hozta létre, és 23 éve megszervezte a Soproni Ultrahang Napokat. Utóbbiak az egyik legfontosabb továbbképző fórummá váltak, ahol hazai és külföldi szaktekintélyek biztosították a magas szintű továbbképzést: az első 20 év széles témaköréről a szervező 2006-os visszatekintő közleményben így ír: „Az elmúlt 20 év alatt fantasztikus változásokon ment keresztül a radiológia. Elképesztő mennyiségű, részletekre kiterjedő új ismeretanyag zúdult ránk. Ezek elsajátítása nem könnyű feladat. A Soproni Ultrahang Napok célja, hogy hozzájáruljon az új eljárások gyakorlati követéséhez. Az első 20 évben 645 előadás hangzott el, amelyet a szakmai legkiválóbbjai tartottak: többségük nevét fentebb említettük. A több mint 50 külföldi (Egyesült Államok, Anglia, Németország, Ausztria) előadó jelzi, hogy a Soproni Ultrahang Napok nemzetközileg is számontartott esemény"[298].

A másik jelentős tudományos esemény a Hévizen kétévente rendezett Lélek Imre emlékülés és konferencia, amely 2007-ben tartotta 8. összejövetelét; ezt a zalaegerszegi Megyei Kórház Radiológiai Osztálya szervezi az MRT Ultrahang Szekcióval együtt, *Nagy Gyöngyi* irányításával.

Nagy Gyöngyi

Az ultrahang témájú közlemények elsősorban az Orvosi Hetilap, Magyar Radiológia, Radiológiai Közlemények, Magyar Belorvosi Archívum, Orvosképzés, Magyar Onkológia, Magyar Nőorvosok Lapja, Lege Artis Medicinae, Ideggyógyászati Szemle hasábjain jelentek meg. Itt némi hiányérzetre ad okot, hogy nincs önálló magyar ultrahang-diagnosztikai folyóirat. Örvendetes módon az évek folyamán számos magyar szerzőnek sikerült neves külföldi folyóiratokban publikálni: ezeket a szövegben megneveztük.

Az idézett szerzők, munkák csupán a jégyhegy csúcsát képezik és távolról sem fedik a teljes magyar - bel- és külföldön publikált - ultrahangos munkásságot. Mellettük, irányításukkal, szakmai segítségükkel alakult ki azon szakemberek összessége, akik a hazai kórházakban, rendelőkben vagy magánpraxisban ultrahangvizsgálatokat végeznek.

Köszönetnyilvánítás

Az ultrahang-diagnosztika hazai történetének megírásához nyújtott segítségért, tanácsokért, szakértői véleményekért a szerző köszönetét fejezi ki Baranyai Tibornak, Harmat Györgynek, Harkányi Zoltánnak, Humml Frigyesnek, Szebeni Ágnesnek és Székely Györgynek.

A szerző ezúton mond köszönetet a Fővárosi Egyesített Szent István és Szent János kórház (Bujdosó László, Balázsné Kelemen Anna), a Semmelweis Egyetem (Balogh Sándor, Vincze János), és a Magyar Tudományos Akadémia (Bakó Diána) könyvtári dolgozóinak, akik a témakutatásban segítségére voltak.

A szövegszerkesztésért köszönettel tartozik Józan Jolánnak (Semmelweis Egyetem, Élettani Tanszék).

Irodalom

1. Harkányi Z., Baranyai T.: Ultrahang diagnosztika a radiológiában. In: A magyar radiológia 100 éves története, szerk. Fornet B., Vargha Gy., Vadon B. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 1996, 300–309.
2. Darvas L., Irányi J., Tarnóczy T.:. Az ultrahang orvosi alkalmazása. Művelt Nép Tudományos és ismeretterjesztő Kiadó, Budapest, 1956.
3. Tarnóczky T. Ultrahangok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
4. Farkas K., Irányi J.: Az ultrahang (Physiológia, pathológia, therapia, diagnostica). Medicina, Budapest, 1965.
5. Greguss P.: Non-electromagnetic holography and its impact on bio-medical research and clinical practices. Acta Biochem. Biophys. Acad. Sci. Hung.
6. Kamocsay D., Greguss P.: Az ultrahang besugárzás hatása az epekövekre. Orv. Hetil., 1962, 103, 941–42.
7. Bugyi, B.: Untersuchung der Muskulatur mit Ultraschall-Echolot-Verfahren. Schweiz. Gesellschaft für Pädiatrie, 1965, 27, 52–53.

8. Bugyi B., Lőrincz L.: A serdülők izomzatának fejlődése ultrahang vizsgálatok alapján, Testnevelési és sportegészségügyi Szemle, 1966, 7, 205–214.
9. Háy Gy.: Ultrahangfrekvenciás echo-diagnosztika. Orvos és technika, 1965, 3, 33-36.
10. Háy Gy.: Új riválisaz orvostudomány diagnosztizáló módszerei között. Ultrahangfrekvenciás echo-diagnosztika. Egészségügyi Munka, 1965, 12, 282–284.
11. Schwáb R., Kopa J.: Az echoencephalographiáról. Orv. Hetil., 1965, 105, 1745–1752.
12. Pannonhegyi A., Mészáros I.: Echoencephalographiás vizsgálatok a neurotraumatológiában. Ideggyógyászati Szemle, 1971, 214, 179–183.
13. Geréby Gy., Kárpáti M., Füredi J.: Az elektroencephalographia és az echo-encephalographia együttes alkalmazásának diagnosztikai értéke tünetszegény traumás agykárosodásban. Orv. Hetil., 1971,112, 2032.
14. Kárpáti M.: Neuropsychiátriai és gerontopszihiátriai beteganyagon végzett echoencephalographiás vizsgálatok értéke és kritikája. Kandidátusi értekezés, 1977.
15. Kárpáti M.: A neuroszonológia kezdetének és első évtizedének története Magyarországon. Orv. Hetil., 1999, 140, 1004–1007.
16. Svékus A., Nuutila, A., Peltonen, T.: Echo-encephalographia a gyermekgyógyászatban. Orv. Hetil., 1973, 114, 1801–1806
17. Harmat Gy.: Koraszülöttek és csecsemők kétdimenziós koponya ultrahang vizsgálata. Magyar Radiológia, 1981, 33,19–84.
18. Harmat, Gy., Paraicz, E., Szénásy, J.: Ultrasound control of progressive hydrocephalus in infancy. Child's Brain, 1984, 11, 230–241.
19. Harmat Gy.: Koponyaűri ultrahangvizsgálatok újszülött és csecsemőkori idegsebészeti kórképekben. Kandidátusi értekezés, 1986.
20. Harmat Gy.: Neurosonographia, Medicina, Budapest, 1990.
21. Harkányi Z.: Az ultrahang diagnosztikáról. Magyar Radiológia, 1977, 29, 167–174.
22. Csiba L.: A neuroszonológia legújabb eredményei. Háziorvosi Továbbképző Szemle, 2004, 9, 682–686.
23. Falus M., Sobel M.: Az ultrahang diagnosztikai alkalmazása a szülészetben és nőgyógyászatban. Orv. Hetil., 1969, 110, 905–907.
24. Falus, M., Sobel, M.: Missed abortion diagnosisa ultrahanggal. Orv. Hetil., 1969, 110, 2581–83.

25. Falus M., Korányi Gy., Sobel M., Pesti É., Trin van Bao: A foetalis korban ultrahanggal ellenőrzött gyermekek utóvizsgálata. Orv. Hetil., 1972, 113, 2119-2121.
26. Falus M., Sobel M.: A placenta ultrahangos vizsgálatának értékelése 800 vizsgálat kapcsán. Orv. Hetil., 1973, 114, 1481-84.
27. Sobel M.: Ultrahang alkalmazása a normálisan fejlődő terhességben. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1976.
28. Resch B., Herczeg J., Kovács L.: A magzati életjelenségek kimutatása „dopplerofoniával" 2. Magyar Orvostechnikai Konferencia, 1970, 87-89.
29. Resch, B., Herczeg, J.: Klinische Erfahrungen mit dem Ultraschall- „Bewegungsdetektor" Doptone. Zbl. Gynäkol., 1971,3,86-92.
30. Tarró S.: Az ultrahangvizsgálat jelentősége a terhesség korai szakaszában. Magyar Nőorvosok Lapja, 1973, 36.401-412.
31. Tarró S., Szabó S., Tóth M.: A központi idegrendszer fejlődési rendellenességeinek felismerése ultrahang vizsgálat segítségével. Magyar Nőorvosok Lapja, 1975, 38, 563-568.
32. Tarró S.: Az embryo és a magzat méhen belüli fejlődésének ultrahang vizsgálata élettani és kóros terhességekben. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1979.
33. Tóth Z., Kovács L., Szifert G., Dezső B. és mtsai: Az oesophagealis atresia prenatalis diagnózisa. Orv. Hetil., 1984, 125, 525-927.
34. Tóth Z., Kóródi I., Szabó M., Hauck M. és mtsai: A duodenalis atresia prenatalis diagnózisa. Orv. Hetil., 1984, 125, 887-891.
35. Tóth Z., Kóródi I., Csécsei K., Szeifert G., Papp Z.: A pulmonalis hypoplasia és hydrothorax korai prenatalis diagnózisa ultrahanggal. Orv. Hetil., 1984, 184, 2933-2936.
36. Csécsei K., Szeifert G., Tóth Z., Szabó M. és mtsai: Meckel szindróma: prenatalis diagnózis és patológia. Orv. Hetil., 1986, 127, 395-398.
37. Aranyosi J., Zatik J., Kerényi T. D., Major, T., Tóth I.: A méh és köldök artéria Doppler vizsgálata a kóros terhességek korai kimutatásában. Orv. Hetil., 2001, 142, 727-731.
38. Tóth Z.: A magzati fejlődési rendellenességek prenatalis ultrahang diagnosztikája. Kandidátusi értekezés, Debrecen, 1984.
39. Tóth Z., Papp Z. (szerk.): Szülészeti-nőgyógyászati ultrahang diagnosztika. White Golden Book, Budapest, 2006.
40. Kiss D., Szőke B.: Az ultrahang „A" képeljárással szerzett tapasztalataink a szülészetben. Orv. Hetil., 1974, 115, 1572-1573.

41. Szőke B., Kiss D: A kismedence és a has ultrahangvizsgálata. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980.
42. Szőke B.: A kismedencei és hasi ultrahangdiagnosztika jelentősége az integrált betegellátásban. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1980.
43. Pál, A., Kurjak, A.: Ultrasound study of blood flow velocity in the umbilical artery. Zbl. Gynäkol., 1986, 108, 724-729.
44. Pál A.: A méh és magzat vérkeringésének vizsgálata impulzusüzemű ultrahangrendszerrel. Kandidátusi értekezés, Szeged, 1986.
45. Czeizel E.: A terhesség alatti ultrahang vizsgálatok esetleges genetikai veszélyeiről, Orv. Hetil 1970, 111, 2539-2543 és 2595-2597.
46. Kun L., Bősze P.: Ultrahang vizsgálat jelentősége a polycystás ovarium diagnosisának felállításában, Orv. Hetil., 1973, 114, 1055-57.
47. Szőke B., Kiss D.: Az ultrahang echo „A" képeljárás alkalmazása a nőgyógyászati diagnosztikában. Orv. Hetil., 1974, 115, 2493-95.
48. Győrik J., Szőke B.: A diagnosztikus ultrahang értéke a mola hydatidosa felismerésében. Orv. Hetil., 1978, 119, 1723-1724.
49. Thurzó L., Gellén J.: Az ultrahang diagnostica lehetőségei az intrauterin fogamzásgátló eszközök localisatiojában. Orv. Hetil., 1977, 118, 138-142,
50. Patai K., Harkányi Z., Varga P., Berényi M.: Incrustált intrauterin fogamzásgátló eszköz kimutatása ultrahanggal. Orv. Hetil., 1986, 127, 1253-1255.
51. Timor Tritsch, I. E. Bártfay, Gy., Kaal, S. G.: Hüvelyi ultrahangvizsgálat: új vizsgálati módszer a szülészetben és nőgyógyászatban. Orv. Hetil., 1989, 130, 1203-1208.
52. Jakab Zs., Harkányi Z., Patai K., Vígváry Z.: Transvaginális ultrahang vizsgálatok. Orv. Hetil, 1989, 130, 1933-1936.
53. Szabó I., Csabay L., Német J., Papp Z.: Transvaginalis színes Dopplervizsgálat koraterhességben. Lege Artis Medicinae, 1993, 3, 716-724.
54. Szabó, I., Csabay, L., Tóth, Z., Török, O., Papp, Z.: Quality assurance in obstetric and gynecologic ultrasound: the Hungarian model. Ann. N. Y. Acad. Sci., 1998, 847, 99-102.
55. Szabó I.: Az uterinális keringés vizsgálata normális és kóros terhességben. PhD-értekezés, Budapest, 2003.
56. Szabó I.: A női kismedence ultrahangvizsgálata. In: Belgyógyászati ultrahangdiagnosztika, szerk. Szebeni Á., Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2003, 193-215.

57. Szabó I.: Terhesség. In: Ultraszonográfia, szerk. Harkányi Z., Morvay Z., Minerva, Budapest, II.kiadás, 2006, 185–193.
58. Szabó I.: Szülészeti törekvések az újszülöttek cardiorespiratorikus morbiditásának csökkentésére. Kandidátusi értekezés, Pécs, 1988.
59. Bertényi A., Kamocsay D., Greguss P.: Üvegtesti homályok ultrahang kezelése, Orv. Hetil., 1962, 103, 1887–1889.
60. Bertényi A., Greguss P.: Az ultrahangterápia új módja és szemészeti alkalmazása. Orv. Hetil., 1966, 107, 213–215.
61. Bertényi A.: Intraocularis daganatok ultrahang diagnosztikája, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1980.
62. François, J., Goes, P., Jobbágyi, P.: L'echographie ultrasonique en ophtalmologie. Oculist, Paris, 1968, 201, 609–646.
63. Kolozsvári L.: Experimental ultrasonic echography of the vitrous in rabbits eyes. Klin. Monatsbl. Augenheilk. 1981, 179, 519–520,
64. Kolozsvári L.: Az üvegtesti tér echográfiája. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1987.
65. Bakó G., Fórizs E., Herczeg L., Kolozsvári L., Leövey A.: A súlyos endokrin ophthalmopathia cyclosporin A kezelése. Orv. Hetil., 1987, 128, 1843–1844.
66. Gyetvai T., Kolozsvári L.: Az irisz és a ciliaris testek daganatainak ultrahang biomikroszkópos vizsgálata. Magyar Onkológia, 2005, 49, 43–46.
67. Németh, J., Knézy, K., Tapasztó, B., Kovács, R., Harkányi, Z.: Different autoregulation response to dynamic exercise in ophthalmic arteries: a color Doppler study in healthy subjects. Graefes Arch. Klin. Exp.,2002, 201, 835–340.
68. Németh, J., Harkányi, Z., Humml, F.: Non-invasive volumetric blood flow measurement in the orbit. Br. J. Ophthalmol., 2003, 89, 927–928.
69. Németh, J., Tapasztó, B., Tóth, J., Harkányi, Z.: Evaluation of color Doppler imaging of ophthalmic tumors based on ultrasound findings. Magyar Onkológia, 2005, 49, 35–41.
70. Németh J.: Szemészeti ultrahang diagnosztika. Nyctalus, Budapest, 1996.
71. Németh J.: Az ultrahang szerepe a szemészeti diagnosztikában. MTA doktori értekezés, Budapest, 1998.
72. Szebeni Á., Mercz F.: Tapasztalatok az „Echo-11" típusú, egydimenziós echo-ultrahang készülékkel hasi képletek diagnosztikájában. Orvos és technika, 1972, 10, 109–112.

73. Szebeni Á., Falus M., Sobel M.: Tapasztalataink hasi tumorok máj-metastasisainak echo-ultrahang vizsgálatával. Magyar Onkológia, 1974, 3, 170-174.
74. Szebeni Á., Falus M.: Az echo-ultrahang felhasználása a hasi kórképek diagnosztikájában. Magyar Belorv. Arch., 1976,29, 283-291.
75. Szebeni Á.: Echo-ultrahang vizsgálatok máj-cirrhosisban. Orv. Hetil, 1977, 118, 398-402.
76. Szebeni Á.: Az echosonographia értéke pancreasbetegségek felismerésében. Magyar Sebészet, 1979, 32, 23-29.
77. Szebeni Á.: Echinococcus okozta májciszták ultrahang diagnosztikája, Magyar Sebészet, 1979, 32, 342-349.
78. Szebeni Á.: Az ultraszonográfia jelentősége máj- és hasnyálmirigybetegségek kórismézésében. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1981.
79. Szebeni Á.: Az ultrasonographia és az endoscopos retrográd pancreatographia összehasonlító értékelése pancreasbetegségek diagnózisában. Magyar Belorv. Arch., 1979, 32, 95-102.
80. Várkonyi S., Szebeni Á.: Laparoscopia és echosonographia összehasonlító értékelése májbetegségekben. Orv. Hetil., 1979, 120, 1743-1746.
81. Szebeni Á., Tulassay Zs., Horváth T., Szabó I: Ultrahang vizsgálattal diagnosztizált, sikeresen operált hasi aorta aneurysma. Orv. Hetil., 1978, 119, 2877-2880.
82. Tulassay Zs., Papp J., Szebeni Á., Jólesz J. és mtsai: Újabb lehetőségek a Caroli-syndroma diagnosztikájában. Orv. Hetil., 1979, 120, 19-23.
83. Szebeni Á. Mályi I., Kalász G.: Első hazai tapasztalatok az ultrahangdiagnózisban gastroenterológiai endoscopia során, Orv. Hetil., 1990, 131, 1641-1647.
84. Szebeni Á.: Szövetekvivalens fantom alkalmazása a klinikai orvosi diagnosztikában. MTA doktori értekezés, Budapest, 1997..
85. Szebeni, A., Pintér, E., Stroltz, G, Tolvaj, G, Juhász, M., Dávid, K.: Ultrasonography and water content of the liver in chronic diffuse liver diseases. Acta Med. Hung., 1990, 47, 163-170.
86. Szebeni, Á., Tolvaj, G., Zalatnai, A.: Correlation of ultrasound attenuation and histopathological parameters in chronic diffuse liver diseases. Eur. J. Gastroenterol. Hepatol., 2006, 18, 37-42.
87. Szebeni Á. (szerk.): Belgyógyászati ultrahang diagnosztika. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1988 (I. kiadás), 2003 (II. kiadás)
88. Laczay A.: Új utak és lehetőségek a radiológiai diagnosztikában. Orv. Hetil., 1982, 123, 2207-2211.

89. Csákány Gy.: A radiológiai diagnosztika új lehetőségei (Ikonográfia - 2000). Orv. Hetil., 1982, 123, 2285-2291.
90. Feszler Gy., Lélek I.: Penicillin és Fungin helyi alkalmazása. Orv. Hetil., 1950, 16, 503-505.
91. Somogyi B., Lélek I.: Veleszületett és szerzett oldalsó ujjpercficam, Orv. Hetil., 1950, 101, 1045-1047.
92. Lélek I.: A renális arteriográfiát követő vesekárosodás kísérleti és klinikai vizsgálata. Kandidátusi értekezés, 1968.
93. Lélek, I.: Influence of renal arteriography on the kidney function, selective catheterization and infection. Experiments in dogs. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Nuklearmed., 1971, 114, 26-32.
94. Lélek, I.: Effects of intravenous injections of contrast media on kidney. Experiments in dogs, II. Fortschr. Geb. Röntgenstr. Nuklearmed., 1971, 114, 367-72.
95. Lélek, I.: Renal toxicity of contrast media. Experimental study on dogs. Röfo, 1976, 125, 259-261.
96. Lélek I.: Az epehólyag ultrahangvizsgálata, Magyar Radiológia, 1980, 129-140.
97. Lélek I.: Ultrahangdiagnosztika a belgyógyászat, sebészet és az urológia területén. Radiol. Közl., 1981, 21, 65-97.
98. Lélek I.: Ultrahangdiagnosztika a gastroenterológiában. I. rész: A máj ultrahang diagnosztikája. Magyar Radiologia, 1982, 56, 164-173; II. rész: Az epeutak ultrahang diagnosztikája, u.o., 193-208; III. rész: A pancreas ultrahangdiagnosztikája, u.o., 1983, 57, 165-188.
99. Nagy Gy.: Prof. Dr. Lélek Imre és az ultrahangdiagnosztika. Lélek Imre emlékülés halálának tizedik évfordulójára, Zalaegerszeg, 1996.
100. Sáfrány L.: Az ultrahang szerepe a májbetegségek diagnózisában. Orvosképzés, 1972, 47, 452-467.
101. B. T.: Az ultrahang vizsgálat jelentőségéről. Szerkesztőségi közlemény. Magyar Belorvosi Archivum, 1976, 29, 281-282.
102. Harkányi Z., Szollár J., Vígváry Z.: Az ultrahang kromoszóma-károsító hatásának in vivo vizsgálata. Kísérletes Orvostudomány, 1977, 29, 449-55.
103. Harkányi, Z., Szollár, J., Vígváry, Z.: A search for an effect of ultrasound alone and in combination with X-rays on chromosome in vivo. Br. J. Radiol.,1978, 51, 46-50.
104. Török I., Harkányi, Z., Makó E.: Gray-scale echocholecystographia. Orv. Hetil., 1980, 121, 251-253.

105. Török I., Harkányi Z., Makó E.: Az ultrahang és röngen cholecystographiával elért eredmények az epekő kimutatásában. Magyar Radiológia, 1980, 32, 141-148.
106. Harkányi, Z., Járay, J., Alföldy, F, Perner, F, Török, I.: Echography of renal transplant patients. Radiologe, 1981, 21, 485-487.
107. Harkányi Z.: A pancreas gray-scale ultrahang vizsgálata. Magyar Sebészet, 1979, 32, 337-342.
108. Bálint, I., Flautner, L., Harkányi, Z., Dabasi, G., Hernády, T.: Demonstration of abdominal abcesses with Ga-67-citrate scintigraphy. Orv. Hetil., 1983, 124, 1805-1806.
109. Harkányi Z., Török I., Várady S.: Echographia a gyermekgyógyászati diagnosztikában. Orv. Hetil., 1981, 122, 1529-1532.
110. Harkányi, Z., Végh, M., Hittne, P., Popik, E.: Gray-scale echography of traumatic pancreatic cysts in children. Pediatr. Radiol., 1981, 11, 81-82.
111. Harkányi Z.: Újszülöttek, csecsemők és gyermekek hasi és retroperitonerális szerveinek ultrahangvizsgálata. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1983.
112. Harkányi Z., Török I.: Echographia. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1983.
113. Harkányi, Z.: Panoramic ultrasound imaging in pediatric patients. Year Book of Pediatric Radiology, 1998, 61-65.
114. Harmat, Gy., Nagy, I., Szirmai, Zs.: Intracranial echotomography in infancy. In: Actual Problems in Paediatric Surgery, szerk. Verebély T., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983, 71-73.
115. Harmat Gy.: Ultrahang diagnosztika. In: Képalkotó diagnosztika a gyermekgyógyászatban, szerk. Köteles Gy., Magyar Radiológusok Társasága, Gyermekradiológiai Szekció kiadványa, Budapest, 1994, 23-26.
116. Harkányi Z., Harmat Gy.: Újszülöttek ultrahang vizsgálata, In: Az újszülött, szerk. Véghelyi P., Kerpel-Fronius Ö., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986, 883-918.
117. Harmat Gy.: Intracranialis ultrahang-vizsgálatok újszülött- és csecsemőkorban. In: Képalkotó diagnosztika a gyermekgyógyászatban, szerk. Köteles Gy., Magyar Radiológusok Társasága, Gyermekradiológiai Szekció kiadványa, Budapest, 1994, 221-232.
118. Harmat Gy., Jójárt Gy., Rubecz I. és mtsai: Újszülöttek és csecsemők ultrahanggal végzett szűrővizsgálata Magyarországon. Orv. Hetil., 2002, 143, 1135-1143.

119. Csúz L., Kun L.: Scintigraphia és ultrahang segítségével diagnosztizált Echinococcus. Orv. Hetil., 1977, 118, 994-996.
120. Péter M., Balogh E., Vargha, Gy.: A hasnyálmirigy megbetegedéseinek ultrahang diagnosztikája. Magyar Belorv. Arch., 1977, 118, 806-808.
121. Péter M.: Krónikus pancreatopathiák komplex radiológiai diagnosztikája. Kandidátusi értekezés, Debrecen, 1977.
122. Székely Gy., Lendvai I., Szlamka I.: Az ultraszonográfia szerepe a gócos májbetegségek differenciáldiagnosztikájában. Kórház és Orvostechnika, 1985, 23, 33-37.
123. Székely Gy., Tóth É., Balázs M., Lendvai I., Szlamka Gy.: Májbetegségek ultrasonographiás morphológiája a laparoscopia tükrében. Morphológiai és Ig. Orv. Szemle, 1988. 28, 196-201.
124. Székely, Gy., Lendvai, L., Szlamka, I.: Ultrasonography in the assessment of diffuse liver disease. JAMA, 1988, 260, 3588-89 (Letter to the Editor)
125. Székely Gy.: Statikus, dinamikus és Doppler (duplex) ultraszonográfia a májbetegségek differenciáldiagnosztikájában. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1989.
126. Bor K.: Az epehólyag és epeúti megbetegedések komplex radiológiai diagnosztikája. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1985.
127. Tarján Zs.: Ultrahangdiagnosztikai lehetőségek a gyomor-béltraktus vizsgálatában, különös tekintettel az akut appendicitis diagnózisára. Kandidátusi értekezés, Budapest 1997.
128. Tarján, Zs., Tóth, G., Györke, T, Mester, A., Karlinger, K., Makó, E.: Ultrasound in Crohn's disease of the small bowel. Eur. J. Radiol., 2000, 35, 176-182.
129. Tarján, Zs., Zágoni, T., Györke, T., Mester, A., Karlinger, K., Makó, E. K.: Spiral CT colonography in inflammatory bowel disease. Eur. J. Radiol., 2000,35, 193-198.
130. Zágoni, T., Sipos, F., Tarján, Zs., Péter, Z.: The half-and-half nail: a new sign of Crohn disease? Report of four cases. Dis. Colon Rectum, 2006, 49, 1071-1073.
131. Zágoni, T., Péter, Z., Sipos, F., Dicházi, C., Tarján, Zs.: Carcinoma arising in enterocutan fistulae of Crohn disease patients: description of two cases. Int. J. Colorectal Dis., 2006, 21, 461-464.
132. Demeter J., Balogh I.: A vastagbél vízfeltöltés alatti vizsgálata. Orv. Hetil., 1992, 133, 1493-1496.

133. Szőke B., Bartos G. Góg B., Kiss D.: A pancreas-betegségek sonographiás vizsgálata. Orv. Hetil., 1978, 119, 1908-1910.
134. Rosta A., Fáy K., Gyüre A., Somogyi A.: Ultrahangvizsgálat a heveny pankreatitisz diagnosztikájában, Orv. Hetil., 1982, 123, 2415-2418.
135. Tulassay, Zs., Jakab, Zs., Vadász, A., Kelemen, E.: Secretin provocation ultrasonography in the diagnosis of papillary obstruction in pancreas divisum. Gastroenterol. J., 1991,,51, 47-50.
136. Rosta A., Fáy K.: A szonográfia szerepe a rosszindulatú daganatok lokalizációjában. Magyar Onkológia, 1987, 26, 192-202.
137. Rosta A.: A hasi szonográfia szerepe a malignus lymphomák kiterjedésmeghatározásában és a lefolyás követésében. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1987.
138. Gödény M., Kásler M.: A daganatok képalkotó vizsgálata. Magyar Onkológia, 2004, 48, 167-190.
139. Mátrai Z., Lövey J., Hitre E., Orosz Z, Gödény M. és mtsai: A rectalis carcinoma neoadjuváns kezelésére adott szövettani válasz: saját tapasztalatunk és irodalmi áttekintés. Orv. Hetil., 2006, 147, 2011-2020.
140. Harkányi Z., Csillag I.: Epehólyagrák diagnózisa gray-scale ultrahangvizsgálattal. Magyar Belorv. Arch., 1980, 149-152.
141. Gönczi, J., Bohár, L., Bor, K.: The role of ultrasonography in diagnosis of primary cholecystic carcinoma. Radiologica Diagnostica, 1985, 26,221-223.
142. Temesi M., Varga Gy., Szabó M., Tihanyi M. és mtsa: Epehólyagrákok ultrahang morfológiai csoportosítása. Orv. Hetil., 1987, 128, 1085-1091.
143. Jakab Zs., Görög D., Papp J., Lestár B.: Kezdeti tapasztalataink a rectum ultrahang vizsgálatával. Orv. Hetil., 1991, 132, 2907-2910.
144. Szőke B., Kiss D., Tóth J., Mohácsi L.: Ultrahangvizsgálat a sebészeti vesebetegségekben. Orv. Hetil., 1979, 120, 453-455.
145. Szabó V., Sobel M., Légrádi J., Balogh F.: Az ultrahang vizsgálat jelentősége a vesebetegségek diagnosztikájában. Orv. Hetil., 1977, 118, 1727-1732.
146. Szabó V.: Ultrahang alkalmazása urológiai térszűkítő folyamatok kórismézésében. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1980.
147. Romics I.: A ultrahang vizsgálat jelentősége az urológiai diagnosztikában, Orv. Hetil., 1989, 130, 129-132.
148. Romics I., Rüssel Ch., Bach D.: Transrectalis ultrahang vizsgálatokkal szerzett tapasztalataink prostatadaganatos betegekben. Orv. Hetil., 1990, 131, 359-363.

149. Romics I., Bach D.: Urológiai ultrahang diagnosztika, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1988.
150. Romics, I.: The technique of ultrasound-guided prostate biopsy. World J. Urol., 2004, 22, 353-356.
151. Baranyai, T., Vargha, G., Gyarmati, J.: Sonography of experimental hypovascularized kidney tumors. Röfo 1988, 149, 654-659.
152. Baranyai T., Vargha Gy., Gyarmati, J.: Ultrahangvizsgálat és angiográfia értékelése hipervaszkularizált hipernefroid veserákban. Magyar Radiológia, 1987, 61, 215-224.
153. Baranyai T., Horváth Gy., Bodrogi N. és mtsai: A vese angiomyolipomáinak radiológiai diagnosztikája és differenciáldiagnosztikája. Magyar Radiológia, 1988, 62, 160-171.
154. Baranyai T.: Az ultrahangvizsgálat értéke a vesedaganatok diagnosztikájában (kísérletes és klinikai vizsgálatok). Kandidátusi értekezés, Debrecen, 1986.
155. Baranyai T., Bohár L., Jakab Zs., Rózsahegyi J.: Korszerű uroradiológia. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 1997.
156. Nahm K., Tóth K., Rosdy E.: A herezacskó ultrahang vizsgálata. Magyar Radiológia, 1987, 41, 225-231.
157. Berényi P., Szokoly V., Nagy A., Erdei K., Kéry S.: A hímvessző ultrahangvizsgálata. Orv. Hetil., 1990, 131, 1857-1869.
158. Bohár L.: A pancreas ultrahanggal vezérelt finomtű biopsiájával szerzett első tapasztalataink. Orv. Hetil., 1985, 24, 117-123.
159. Bohár L.: Az ultrahanggal vezérelt perkután biopsia és punkció jelentősége a hasnyálmirigy és máj betegségeinek kórismézésében. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1985.
160. Mádi Szabó L., Pásztor J., Várkonyi A.: Pankreasz pszeudociszta ultrahanggal irányított punkciója. Orv. Hetil., 1982, 123, 921-923.
161. Mádi Szabó L., Pásztor J., Várkonyi A., Konyár É.: A máj és hasnyálmirigy ultraszonográfiával vezérelt punkciója. Orv. Hetil., 1983, 124, 85-88.
162. Mádi Szabó L., Jakab F., Regöly-Mérei J. és mtsai: Perkután pancreatico- pseudocysto-gastrostomia kettős pigtail katéterrel. Orv. Hetil., 1988, 129, 1371-1373.
163. Mádi Szabó L.: Ultrahanggal vezérelt perkután eljárások a pancreasbetegségek diagnosztikájában és terápiájában, Kandidátusi értekezés, Budapest, 1990.

164. Regöly-Mérei J.: Az urgens sonographia szerepe az acut hasi kórképek és műtét utáni szövődmények felismerésében. Magyar Sebészet, 1986, 39, 297–303.
165. Regöly-Mérei J. Az urgens sonographia szerepe az acut hasi kórképek és a postoperatív szövődmények felismerésében, elkülönítő kórismézésében és a therápiás taktika kialakításában. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1989.
166. Regöly-Mérei J., Sebestyén M., Kovács K., Tóth T.: A real-time sonographia lehetőségei az acut hasi kórképek differenciáldiagnosztikájában és a postoperatív szövődmények felismerésében. Tapasztalataink 1609 kontrollált vizsgálat alapján. Orvosképzés, 1992, 67, 60–72.
167. Regöly-Mérei J., Ihász M., Szeberin Z., Záborszky A.: Az invazív ultrahang szerepe az intraabdominális folyadékgyülemek diagnózisában és kezelésében. Acta Chir. Hung., 1995–1996, 35, 185–199.
168. Regöly-Mérei J., Ihász M., Fazekas T. és mtsai: Az ultrahang szerepe a laparoszkópos cholecystectomiában. Orv. Hetil., 1995, 136, 1371–1319.
169. Baricza S., Vadnai M., Varga Zs. és mtsai: Az urgens hasi ultrahangvizsgálat alkalmazásának lehetőségei és jelentősége az akut hasi kórképekben. Magyar Radiológia, 1987, 61, 269–277.
170. Bánsághi Z.: Ultrahangvezérelt beavatkozások. In: Ultraszonográfia, szerk. Harkányi Z., Morvay Z., Minerva, Budapest, 2. kiadás, 2006, 353–364.
171. Temesi M., Kovács M., Vargas Gy., Szabó M. és mtsa: Az ultrahangvizsgálat diagnosztikus jelentősége a vena portae rendszerének thrombosisában. Orv. Hetil., 1987, 128, 1567–1570.
172. Székely Gy.: Inter- és intraobserver vizsgálatok a vena portae rendszerében Duplex sonographiával. Kísérletes Orvostudomány, 1989, 41, 34–39.
173. Székely Gy., Harkányi Z., Tóth K.: A portális keringés duplex ultrahang vizsgálata. Magyar Radiológia, 1989, 63, 273–278.
174. Székely Gy., Tóth K., Kupcsulik P. és mtsai: Duplex sonographiával végzett méréseink a vena porta rendszerében. Magyar Belorv. Arch., 1989, 49, 1–7.
175. Székely Gy.: A hasi erek Doppler-ultrahangvizsgálata. Az orvostudomány aktuális problémái, 1990, 63. kötet.
176. Székely Gy., Kupcsulik P., Tóth K. és mtsai: A portalis keringés duplex ultrahangvizsgálata oesophagus varix sclerotherapia előtt és után. Orv. Hetil., 1989, 130, 2687–2691.

177. Gógl Á., Izbéki F.: A portális áramlás mérésnek lehetősége és alkalmazása a gyakorlatban. Magyar Belorv. Arch., 1994, 52, 265–268.
178. Székely Gy., Kupcsulik P.: A vena hepatica keringésének vizsgálata duplex ultraszonográfiával diffúz májbetegségekben. Orv. Hetil., 1995, 135, 2083–2086.
179. Harkányi, Z., Temesi, M., Varga, Gy.: Duplex ultrasonography in portal vein thrombosis. Surg. Endosc., 1989, 3, 79–81.
180. Harkányi, Z.: Pediatric portal hypertension. Ultrasound Clinics, Elsevier/Saunders, 2006, 443–455.
181. Morvay Z., Kiss, J., Rózsa Zs., Varró V.: Doppler ultrahang vizsgálatok az arteria mesenterica superior áramlási viszonyainak megítélésére. Magyar Belorv. Arch., 1994, 44, 261–268.
182. Morvay, Z., Nagy, E., Bagi, R. és mtsai: Sonographic follow-up after visceral artery stenting. J. Ultrasound Med., 2004, 23, 1057–1064.
183. Weszelits, V., Doros, A., Puhl, M. és mtsai: 3D CT angiography in patients before and after liver transplantation. Transplant. Proc., 2001, 33, 1372–1376.
184. Német A., Doros A., Hartmann E., Járay J.: Élő donoros májátültetés recipienseinek pre- és postoperativ képalkotó vizsgálatai. Orv. Hetil., 2008, 149, 69–76.
185. Szebeni, Á.: Vascularity of focal masses by 3D ultrasound. Eur. J. Ultrasound, 1996, 4, S23.
186. Székely, Gy., Szilvás, Á., Rábai, K.: Three-dimensional ultrasound analysis of the gallbladder wall. Eur. J. Ultrasound, 1996, 4, S23.
187. Székely, Gy., Szilvás, Á., Jakab, Zs.: Gastrointestinal tumor staging by three-dimensional and color-Doppler ultrasound. Ultrasound Med. Biol., 1997, 21, S1, 23.
188. Szilvás Á., Székely Gy., Sági S.: Háromdimenziós rectalis ultrahangvizsgálat gyulladásos bélbetegségekben. Orv. Hetil., 1998, 139, 2645–2648.
189. Szilvás, Á., Székely, Gy., Tarján, Z., Fornet, B.: Three-dimensional ultrasonography, virtual coloscopy and endorectal magnetic resonance imaging in the diagnosis of complicated inflammatory bowel disease. Endoscopy, 2002, 34, 94.
190. Szilvás, Á., Székely, Gy., Szilvási, I. és mtsai: The importance of follow-up examinations in patients with carcinoid tumors. Hepatogastroenterology, 2003, 1452–1453.

191. Bohák Á., Papp I., Figus I. A., Kiss J.: A nyelőcső endoscopos ultrahangvizsgálata. LAM, 1991, 1, 1130-1133.
192. Bohák Á.: A nyelőcső és gyomor endoszkópos ultrahangvizsgálata. Orvosképzés, 1994, 69,. 279-289.
193. Bohák Á.: A nyelőcső és cardia táji daganatok hagyományos radiológiai, submucographiás és endoscopos ultrahang vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1993.
194. Winternitz T.: Endoscopos ultrahangvizsgálatok convex transzducerrel. Orv. Hetil., 1997, 138, 75-78.
195. Pakodi F., Dérczy K., Cseke L., Horváth Örs P., Mózsik Gy.: Nyelőcsőrák műtét előtti stádium-megállapítása endoszkópos ultrahangvizsgálattal. Magyar Belorv. Arch. 1999,. 46, 23-28.
196. Nádas, Gy., Balogh, F.: Real-time ultrasonography: a new tool for the intraoperative localization of renal calculi (preliminary communication). Int. Urol. Nephrol., 1983, 15, 11-13.
197. Nádas Gy.: A vesekövek intraoperatív lokalizációja real-time ultrahanggal. Orv. Hetil., 1986, 127, 147-149.
198. Nádas Gy., Tankó A., Hamvas A. és mtsai: Az intervencionális ultrahang a perkután vesesebészetben. Orv. Hetil., 1987,. 128, 1345-1348.
199. Harkányi Z., Winternitz T., Szécsény A.: Hasi szervek intraoperatív vizsgálata. Magyar Radiológia, 1986, 60, 283-287.
200. Winternitz, T., Flautner, L., Tihanyi, T.: Intraoperative ultrasonography in pancreatic surgery. Surgical Updating - Endocrin surgery. Masson Italia Ed. S.p. A., Milano, 1988.
201. Winternitz T.: Az intraoperatív ultrahangvizsgálatok szerepe a hasi sebészetben. Orv. Hetil. 1989, 130, 1377-1381.
202. Harkányi Z., Fazekas T., Nahm K. és mtsai: Laparoszkópos ultrahang vizsgálatok: kezdeti tapasztalatok. Lege Artis Medicinae, 1997, 7, 387-397.
203. Pásztor, A., Harmat, Gy., Kálmanchey, R., Dobronyi, I.: A rare case of infantile meningeoma. Child Nerv. System, 1985, 1, 352-354.
204. Harmat, Gy., Pásztor, A., Dobronyi, I.: Post-operative ultrasound control of posterior fossa tumors. J. Paediatr. Neurosci., 1985, 1, 94-100.
205. Paraicz, E., László, J., Intődi, Z., Pásztor, A., Harmat, Gy. és mtsa: Characteristics of the intrauterine monitored IPC in the fetal hydrocephalus. J. Paediatr. Neurosci., 1985, 1, 33-38.
206. Váradi V.: Perinatális agykárosodások aetiológiája és ultrahang diagnosztikája. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1988.

207. Lengyel M.: Az echocardiographia (előadás). Magyar Kardiológiai Társaság ülése, Sopron, 1973.
208. Lengyel M.: Az ultrahang alkalmazása a kardiológiában. Orv. Hetil., 1975, 116, 136–142.
209. Lengyel M., Világi Gy., Bendig L.: Az echocardiographiai vizsgálat jelentősége mitralis billentyű prolapszusban Orv. Hetil., 1976, 117, 2974–2980.
210. Lengyel M.: A cardiomyopathiák functionalis elkülönítése echocardiographiával, Orv. Hetil. 1977, 118, 1511–1515.
211. Kökény M., Lengyel M.: Az echocardiographia szerepe a pericardialis folyadékgyülem diagnosztikájában. Orv. Hetil., 1978, 119, 2075–2080.
212. Lengyel M., Kökény M.: Az echocardiographia diagnosztikus értéke az infectios endocarditisben. Orv. Hetil., 1982, 123, 463–467.
213. Lengyel M., Istvánffy M., Halmágyi M.: A bal kamrai verőtérfogat becslése a mitralis billentyű echogrammja alapján. Orv. Hetil., 1978, 119., 389–394.
214. Lengyel M., Jánosi A., Kökény M. és mtsai: A bal kamrai aneurysma kimutatása echocardiographiás M-scan technikával. Orv. Hetil., 1979, 120, 821–825.
215. Lengyel M.: A szívfalak és billentyűk mozgásának jelentősége ép és kóros körülmények között. Echokardiográfiás vizsgálatok. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1975.
216. Lengyel M.: Echocardiographia, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980 (I. kiadás), 1988 (II. kiadás).
217. Istvánffy M.: A Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet története (1957–2000). In: A Magyar Kardiológusok Társaságának 50 éves története, 1957–2007, szerk. Kerkovits Gy., Budapest, 2007.
218. Kertész E., Feltonen T.: Echocardiographia a csecsemő és gyermekkorban. Orv. Hetil., 1974, 115, 19–22.
219. Kádár K.: Echocardiographia az újszülött és csecsemőkardiológiai diagnosztikában. Orv. Hetil., 1979, 120, 3041–3044.
220. Varga P., Kádár K., Harkányi Z.: A magzati szív és nagyerek ultrahang-anatómiájának alapjai. Orv. Hetil., 1986, 127, 689–693.
221. Temesvári A., Lengyel M., Kádár K.: A Doppler echocardiographia jelentősége a billentyűelégtelenségek és shuntok diagnózisában. Orv. Hetil., 1986, 127, 1639–1642.

222. Temesvári A.: A diastolés functio és myocardialis perfusio elemzése ischemiás szívbetegségben echocardiographia segítségével. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1993.
223. Nagy, A., Borbás, S., Lengyel, M.: Measurement of left ventricular volumes and ejection fraction after intravenous contrast agent administration using standard echocardiographic equipment. Echocardiography, 2000, 17, 433-437.
224. Lengyel M., Nagy A., Zorándi A.: Szöveti Doppler echocardiographia: új módszer a diasztolés funkció vizsgálatára. Orv. Hetil., 2002, 143, 333-339.
225. Kádár K.: Echocardiográfia (2 dimenziós és Doppler) vizsgálatok a magzati szívben. Orv. Hetil., 1989, 130, 1103-1107.
226. Szabóki F., Wessely., Märcz I., Vajda Gy.: A bal kamra diastolés funkciójának megítélése postinfarctusos betegeken komplex echocardiographiás index alkalmazásával. Orv. Hetil., 1989, 130, 2201-2206.
227. Szabóki F., Asbót R., Märcz I., Vajda G. A Doppler spektrum reproduktibilitása a bal kamra működésének meghatározásában, Orv. Hetil., 1989, 30, 1803-1807.
228. Asbót R.: A szív ultrahangvizsgálata. In: Ultraszonográfia, szerk. Harkányi Z., Morvay Z., Minerva Kiadó, Budapest, 2006, 2. kiadás, 344-352.
229. Forster T.: A színkódolt és Doppler echocardiographia a klinikai gyakorlatban. Kandidátusi értekezés, Szeged, 1991.
230. Forster T.: A terheléses echocardiographia szerepe az ischemiás szívbetegség diagnózisában. MTA doktori értekezés, 2000.
231. Forster T.: A színkódolt doppler echocardiographia atlasza. Kner, Szeged, 1990.
232. Forster T., Csanády M.: Terheléses echocardiographa. Medicina, Budapest, 1998.
233. Forster T., Varga A., Borthaiser A. és mtsai: Doppler echocardiographia a normálisan működő mesterséges mitralis és aorta billentyűk esetében. Orv. Hetil., 1991, 132, 2591-2597.
234. Poldermans, D., Fioretti, P. M., Forster, T. és mtsai: Dobutamine stress echocardiography for assessment of perioperative cardiac risk in patients undergoing major vascular surgery. Circulation, 1993, 87, 1506-1512.
235. Poldermans, D., Fioretti, P. M., Boersma, E., Forster, T. és mtsai: Safety of dobutamine-atropine stress echocardiography in patients with suspected or proven coronary disease. Am. J. Cardiol., 1994, 733, 456-459.

236. Lengyel M., Villányi J., Temesvári A. és mtsai: A transoesophagealis echocardiographia klinikai alkalmazása. Orv. Hetil., 1990, 131, 2799–2804.
237. Lengyel, M., Temesvári, A.: Clinical use of biplane transoesophageal echocardiography. Orv. Hetil., 1992, 133, 1029–1035.
238. Lengyel, M.: Should transoesophageal echocardiography become a routine test in patients with suspected pulmonary thromboembolism? Echocardiography, 1998, 8, 779–786.
239. Horváth, M., Radó, J., Gonda, F., Varga, M.: Noninvasive imaging of the proximal coronary arteries by transoesophageal echocardiography. Orv. Hetil., 1992, 133, 2555–2557.
240. Nemes A., Forster T., Pálinkás A. és mtsai: A coronaria flow rezerv klinikai értéke ischemiás szívbetegségben dypiridamole stress transoesophagealis echocardiographiás mérésével. Orv. Hetil., 2000, 141, 2327–2331.
241. Csengődy J., Jámbor Gy.: Tapasztalataink a Doppler-elv alapján működő ultrahang-áramlásvizsgáló készülékkel periphériás verőérbetegségben. Orvosképzés, 1973, 441–447.
242. Meskó É.: Non-invazív vizsgálatok és jelentőségük az arteria carotis obliteratív betegségeinek kórisméjében. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1976.
243. Stefanits J., Mérei F., Bódosi M.: A Doppler-ophthalmica teszt jelentősége az agyi vascularis megbetegedések mkorai kórisméjében. Ideggyógyászati Szemle, 1978, 31, 572–577.
244. Farkas P., Urai L.: A carotis-vertebralis rendszer vizsgálata irányérzékeny Doppler áramlásmérővel. Orv. Hetil., 1980, 121, 1683–1689.
245. Farkas P., Urai L.: Agyi Doppler-vizsgálatok indikációja, diagnosztikus értéke carotis-vertebralis keringési zavarokban. Orv. Hetil., 1980, 121, 2187–2192.
246. Farkas P., Urai L.: Subclavian steal syndroma vizsgálata ultrahangos áramlásmérővel (Doppler flow-meter). Orv. Hetil., 1980, 121, 1940–1943.
247. Fórizs Z., Bartos G., Gög B. és mtsai: A Doppler-ultrahang vizsgálat diagnosztikus lehetősége az alsó végtag krónikus obliteratív verőérbetegségeiben. Orv. Hetil., 1981, 122, 2411–2415.
248. Sándor T., Hunyi L.: A posztoperatív mélyvénás trombózis szűrővizsgálata Doppler ultrahang technikával. Orv. Hetil., 1983, 124, 443–445.

249. Grótzy Gy.: A Doppler ultrahang-vizsgálat továbbfejlesztése és alkalmazása az érsebészetben. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1980.
250. Csiba L.: Az a. carotis rendszer elváltozásainak diagnosztikájában alkalmazott ultrahangos eljárások áttekintése. Orv. Hetil., 1990, 131, 1455–1461.
251. Csiba L.: A carotis rendszer ultrahangos vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Debrecen, 1989.
252. Magyar, M. T., Szikszai, Z., Kertész, Zs. és mtsai: Calcium distribution in the vessel wall and intima-media thickness of the human carotid arteries. Ultrasound Med. Biol., 2007, 33, 1171–1178.
253. Fazekas A.: A Doppler spektrum analízis jelentősége az extracranialis carotis rendszer betegségeinek kórismézésében. Ideggyógyászati Szemle, 1988, 401, 8–20.
254. Végh Z., Illés L.: A carotis artériák színkódolt duplex vizsgálata. Orv. Hetil., 1991, 132, 2367–2370.
255. Milassin P., Bali I., Morvai Z. és mtsai: Az arteria carotis nyaki szakaszának színkódolt és Doppler duplex ultrahangvizsgálata. Lege Artis Medicinae, 1991, 1, 226–231.
256. Tóth K., Nádas I.: Az arteria carotisok duplex ultrahang vizsgálata alsóvégtagi obliterativ betegségekben szenvedőkön. Orv. Hetil., 1993, 133, 2689–2893.
257. Csányi A., Egervári Á., Pohárnok L.: A carotis és vertebralis artériák szűkületeinek vizsgálata duplex ultrahang segítségével (összehasonlítás az intraarteriális digitalizált substractios angiográfiával). Orv. Hetil., 1994, 134, 2691–2696.
258. Fülesdi B., Bereczki. D., Mihálka L. és mtsai: Az arteria carotisok atheroscleroticus laesioinak vizsgálata diabetes mellitusban szenvedő cerebrovascularis betegekben. Orv. Hetil., 1999, 140, 697–700.
259. Morvay Z.: Színkódolt Doppler ultrahangvizsgálatok perifériás érelváltozások kimutatásában. PhD-értekezés, Szeged, 1998.
260. Rózsa L., Szabó S., Gombi R. és mtsai: Transcranialis Doppler szonográfia új, nem invazív módszer az agy vérkeringésének vizsgálatára. Orv. Hetil., 1989, 130, 1669–1673.
261. Burns N. P., Harkányi Z., Liu J. B., Needleman L.: Duplex ultrahang. Springer Hungária, Budapest, 1991.
262. Harkányi Z.: Pajzsmirigy göbök vizsgálata gray-scale echográfiával. Magyar Sebészet, 1980, 33, 219–225.
263. Gönczi J., Szabolcs I., Szilágyi G. és mtsai: A pajzsmirigy ultrahang vizsgálata. Orv. Hetil., 1984, 125, 1759–1762.

264. Gönczi J.: Az ultrahang vizsgálat szerepe a pajzsmirigy és mellékpajzsmirigy megbetegedéseinek diagnosztikájában és differenciál-diagnosztikájában. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1988.
265. Szécsényi Nagy I., Péter F.: A pajzsmirigy méretének ultrahangos meghatározása budapesti gyermekekben. Orv. Hetil., 1993, 1344, 797-801.
266. Solymosi T., Erdei A., Nagy D., Gál I.: Autonom pajzsmirigy göbök ultrahang-vezérelt perkután alkoholos scleroterápiája. Orv.- Hegtil., 1999, 140, 2161-2165.
267. Réti G. P.: Az Achilles-régió röntgen- és ultrahangvizsgálata. Magyar Radiológia, 1991, 65, 249-257.
268. Réti G. P.: Reumás ízületek ultrahang vizsgálata. Szerzői kiadás, Budapest, 2005 és A reumás váll képalkotó diagnosztikája. Szerzői kiadás, Budapest, 2008.
269. Morvay Z., Csókási Zs.: A térd ultrahang vizsgálatának anatómiai alapja. Magyar Traumatol. Orthop. Helyreállító Seb., 1991, 34, 175-180.
270. Vadon G., Csókási Zs., Morvay Z.: A vállízület ultrahangvizsgálata. Lege Artis Medicinae, 1991, 1, 1322.1377-80.
271. Vadon G., Csókási Zs., Morvay Z.: A csípőízület ultrahangvizsgálata. Lege Artis Medicinae,1992, 2, 348-354.
272. Vadon G., Csókási Zs., Morvay Z.: A térd ultrahangvizsgálata. Lege Artis Medicinae, 1992, 2, 132-141.
273. Esztergályos J., Bereznai I., Klemencsics Z.: Modern képalkotó eljárások diagnosztikus értéke a térdsérülések esetén. Sportorvosi Szemle, 1993, 34, 99-103.
274. Esztergályos J., Berkes I.: Térdízület körüli lágyrész-terimék elkülönítése ultrahangvizsgálattal. Sportorvosi Szemle, 1992, 33, 161-175.
275. Farbaky Zs.: A mozgásszervi ultrahangvizsgálat alapjai. Tordas, Budapest, 2004 (I. kiadás), 2007 (II. kiadás)
276. Göblyös P., Kun L., Bohár L.: Az emlő ultrahang vizsgálata. Magyar Radiológia, 1975, 27, 99-108.
277. Göblyös P.: Az operált emlő röntgen-diagnosztikája. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1975.
278. Harkányi Z., Irtó, I., Dömötör Zs., Varga P.: Ultrahang mammográfia. Mammográfia kérdései, Debrecen, 1984, 158-168.
279. Harkányi Z., Irtó I.: Az ultrahang mammográfia szerepe az emlőbetegek diagnosztikájában. Magyar Radiológia, 1990, 64, 105-112.
280. Erdélyi M. (szerk.): Emlővizsgálati eljárások. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977.

281. Riedl E.: Ultrahang-mammográfia. In: Ultraszonográfia, szerk. Harkányi Z., Morvay Z., Minerva Kiadó, Budapest, 2. kiadás, 2006, 215–226.
282. Dubecz S., Petri K., Szabó É., Riedl E. és mtsai: A nem tapintható emlőtumor operált eseteink retrospektív értékelése. Magyar Sebészet, 2001, 54, 203–207..
283. Döbrössy L. (szerk.): Szervezett szűrés az onkológiában. Egészségügyi Minisztérium, Budapest, 2000, 81–143.
284. Nahm K.: Amit a női mellről tudni kell: új utakon az emlőrák diagnosztikája és kezelése. Hasznos tudnivalók egészségeseknek és betegeknek. Budapest, 2003.
285. Borbola Gy., Kardos K., Tasnádi T.: Az emlő betegségeinek vizsgálata szonoelasztográfiával - Kezdeti tapasztalatok. Magyar Radiológia, 2008, 82, 27–34.
286. Dér A., Endes J.: Pleura- és tüdőelváltozások ultrahangvizsgálata. Magyar Radiológia, 1992, 66, 41–44.
287. Morvay Z., Szabó E.: Mellkasi elváltozások ultrahang-vezérelt biopsziája, Magyar Radiológia, 1999, 73, 170–173.
288. Barta M.: Mellkasi ultrahang diagnosztika. Meditel Kft., Szombathely, 2008.
289. Harkányi Z. (szerk.): Hogyan vizsgáljunk ultrahanggal? Literatura Medica, Budapest, 1998.
290. Harkányi Z., Morvay Z. (szerk): Ultraszonográfia. Minerva, Budapest, 2000 (I. kiadás), 2006 (II. kiadás).
291. Jakab Zs., Harkányi Z.: A máj- és eperendszer ultrahangvizsgálata. In: Hepatológia, szerk. Fehér J., Lengyel G., Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2001, 246–2485.
292. Karlinger K.: Képalkotó eljárások a belgyógyászati diagnosztikában. In: A belgyógyászat alapvonalai, szerk. Tulassay Zs., Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2007, 241–257.
293. Péter M. (szerk.): Radiológia. Medicina Könyvkiadó Rt, Budapest, 2000.
294. Fráter L. (szerk.): Radiológia. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2004.
295. Székely Gy.: Az ultrahang szekció története. A Magyar Gasztroenterológiai Társaság 50 éves története, szerk. Szalay F., Rácz I., Hunyadi B., Budapest, 2008, 211–212.

296. Forster T.: Az echokardiographiás munkacsoport története. In: A Magyar Kardiológusok Társaságának 50 éves története, szerk. Kerkovits Gy., Budapest, 2007, 236–37.
297. xxx: I. Magyar Orvosi Ultrahang Szimpozion. Előadások összefoglalója. Visegrád, 1985. 9. 5–7.
298. Baranyai T.: A 20. Soproni Ultrahang Napok. Visszatekintés az elmúlt 20 évre. Magyar Radiológia, 2006, 80, 4–10.

Beszélgetések a kezdetekről

AZ INTERJÚKAT ZÖLDI PÉTER ÉS RADNAI ANNA KÉSZÍTETTE

Ultrahang Napok Sopronban

Baranyai Tibor professzor a soproni Erzsébet Kórház irányítása és felemelése mellett az 1985-ben útjára indított Soproni Ultrahang Napok rendezvénnyel írta be magát a magyar egészségügy - és a magyar ultrahang-diagnosztika - nagykönyvébe. A professzor szerint az elmúlt két évtizedben az ultrahang-diagnosztika elfogadtatásának, a szakmai és technológiai fejlődés bemutatásának egyik fellegvárává vált a Soproni Ultrahang Napok, és a minden évben október elején tartott szakmai összejövetel sokat segít abban, hogy az újabb és újabb diagnosztikai módszerek mellett az ultrahang-diagnosztika különböző metodikái megőrizzék versenyképességüket.

Professzor Úr, a Soproni Ultrahang Napok szervezőjeként milyen szakaszokra bontja az ultrahang-diagnosztika magyarországi fejlődését?

Magyarországon a nyolcvanas évek elején jelent meg a nagyobb centrumokban és a klinikákon az M-módú ultrahang mellett a compound technika. Így kezdődött az üzemszerű ultrahang-diagnosztikai tevékenység. A Toshiba által kifejlesztett technológiának az volt a lényege, hogy egy kar végére rögzített transzducert a szervezet meghatározott területén kellett húzogatni, és az megfelelő szélességben leképezte a belső szerveket. Gyakorlatilag soronként kellett szkennelnünk a hasat, illetve azt a lágyrészt, pajzsmirigyet, emlőt, amit éppen ábrázolni akartunk. A nyolcvanas évek közepére megjelentek a real-time gray scale ultrahang rendszerek, amelyek kb. 5 cm széles és 10–15 cm hosszú lineáris fejekkel dolgoztak. Persze, e rendszerek felbontása messze alatta maradt a mostani modern berendezéseknek. Erre az időszakra már kialakultak egy-egy centrumban azok a szakmai teamek, amelyek elkezdték az ultrahang-diagnosztika elterjesztését, gyakorlatba való átültetését. Például a Debreceni Orvostudományi Egyetemen négyen: Péter Mózes, Darida Sarolta, Balogh Eszter és jómagam fogtunk hozzá az ultrahang-diagnosztika népszerűsítéséhez és gyakorlati alkalmazásához.

Milyen szakmai élet jellemezte a nyolcvanas évek közepén a DOTE ultrahang-diagnosztikai tevékenységét?

Én 1985-ben jöttem el a debreceni Radiológiai Klinikáról. Addigra már nagyon jól körvonalazódott az a szakembergárda, akik az ultrahang-diagnosztikának szentelték életüket, vagy legalábbis munkaidejük jelentős részét. Ezt a módszert azért gondoltuk korszakalkotónak, mert non-invazív vizsgálati eljárásként könnyen és gyorsan kivitelezhető, és a szervezet teljes területén, a lágyrészek és a parenchymás szervek vonatkozásában is alkalmazható. Rájöttünk arra is, hogy a módszer fontos eszközzé válik a daganatkutatásban is, mert egyre finomabb szerkezeti analízisre tehettünk szert. Megismertük a normál anatómiát, kidolgoztuk az egyes régiókra vonatkozó vizsgálati technikákat. Amikor a compound eljárásról áttértünk a real-time módszerre, rádöbbentünk arra, hogy az ultrahang használata nagyon pontos anatómiai ismereteket követel meg. Az új módszerre adaptáltan is ki kellett dolgozni, hogy milyen a patológiás struktúra, mik a variációk, amiket fel kell ismernünk. Később rájöttünk arra is, hogy minden szervnek létezik speciális finom szerkezete, amit le lehet írni, és ha ehhez képest valamilyen patológiás elváltozás megjelenik, azt milyen kritériumok alapján tudjuk felfedezni, majd utána tipizálni és karakterizálni. Az ultrahang-diagnosztika azért vált csodálatos módszerré, mert vele a diagnosztika egészen mást jelentett, mint korábban. Hiszen akkor a röntgenberendezéseinkkel is vizsgáltuk a különböző szerveket, volt a kezünkben klasszikus érfestéses módszer, és a tumordiagnosztikában is választhattuk az invazív megoldást. Az ultrahangvizsgálat - különösen a real-time rendszerek - gyors, igen informatív, nem röntgensugárral dolgozik, végig tudjuk szkennelni a hasat, a test különböző részeit és nagyon pontos diagnózist tudunk adni többek között mind a daganatos folyamatok felfedezése, mind kiterjedése szempontjából. Az ultrahangvizsgálat alapján el tudtuk különíteni a parenchymás szervekben a folyadéktartalmú cisztákat, azon belül a típusos vagy atípusos cisztákat, illetve a szolid térfoglalásokat.

Hogyan változott a szakmai háttér Sopronba történő áttelepülését követően?

1985-ben neveztek ki a soproni Erzsébet Kórházban radiológus osztályvezető főorvosnak, de ez nem jelentette azt, hogy a szakmai kapcsolataim megvál-

toztak volna. Az ultrahang-diagnosztikával foglalkozó szakmai csapatok már ezt megelőzően kialakultak. Például Lélek Imre úttörő szerepet játszott a bistabil technikában, Harkányi Zoltán körül is kezdett kialakulni egy erős team. A debreceni iskolában kezdtük el a humán vizsgálatok mellett állatkísérletes kutatásainkat. Ezek során VX2-karcinómát vizsgáltuk, ultrahangvizsgálattal elemeztük a tumor kifejlődését a különböző biológiai fázisokban. Elemeztük a daganat echoszerkezetének változását és ezt összevetettük angiográfiás és farmako-angiográfiás eredményekkel. A kísérletek során az ultrahangvizsgálatokat először angiográfiás kontroll mellett, majd később CT- vizsgálattal és in vitro ultrahangvizsgálattal kiegészítve végeztük. A nyolcvanas évek második felében már rendelkezésünkre álltak a harmadik generációs CT-berendezések, amelyekkel pontosíthattuk az ultrahanggal látott elváltozásokat. A kísérletekből jelentős szakirodalom született, ezt leközöltük nemzetközi és hazai folyóiratokban, és a kongresszusokon előadásokat tartottunk. Sopronba jövetelem után már 1985-ben megszereztünk egy Toshiba, lineáris fejjel rendelkező real-time berendezést, majd 1986-ban az akkor csúcstechnikának számító Picker LSC 7000 készüléket. A hagyományos radiológia mellett az ultrahang-diagnosztikát meghonosítva, majd később folyamatosan továbbfejlesztve, és a különböző modern modalitásokkal kiegészítve hoztunk létre az évek során komplex radiológiai központot. Jelenleg a legmodernebb ultrahang-diagnosztikai berendezések (ATL, Hitachi, Toshiba, Medison, GE) szolgálják a betegellátást.

Milyen szerepet játszott a Soproni Ultrahang Napok az ultrahang-diagnosztika magyarországi elterjedésében?

Az első Ultrahang Napokat 1985-ben szerveztem meg Sopronban. Azóta az ultrahang-diagnosztika elfogadtatásának és a fejlődés bemutatásának egyik fellegvárává vált a Soproni Ultrahang Napok. Több mint húsz éve minden októberben bemutatjuk az ultrahang-diagnosztika fejlődését. Több mint egy évtizede együtt tárgyaljuk a három nagy diagnosztikai modalitást, a CT-t, az MR-t és az ultrahangot, valamint az intervenciós technikákat, és újabban a képfúziós eljárásokat. Kijelöltük az ultrahang-diagnosztika helyét a diagnosztikai modalitások között. Meghatároztuk, hogy az ultrahangvizsgálatot, mint elsődleges eljárást, mikor kell kiegészítenünk CT- vagy, MR-vizsgálattal, illetve valamilyen invazív eljárással.

Milyen változást hozott a diagnosztikában az ultrahang?

Például korábban az intravénás urográfia szentírás volt az urológiában. Évek kellettek ahhoz, hogy az urológusokat „átneveljük", és elérjük, hogy az ultrahang-diagnosztika birtokában az IVP-t ne minden esetben kelljen elvégezni. Elfogadott gyakorlattá vált, hogy a klinikai vizsgálat után a hasi, kismedencei szervek elváltozásainak kimutatásában, a vascularis eltérésekben, lágyrész- és ízületi folyamatoknál első diagnosztikai módszerként alkalmazzuk az ultrahangvizsgálatot. Mivel azonban az ultrahangvizsgálat nagyon szubjektív diagnosztikai műfaj, nem csak a műszertől és a képi feloldástól függ az interpretáció, hanem a szakorvos tudásától is, ezért az oktatás, továbbképzés elsődleges szerepet kapott. A Soproni Ultrahang Napokon beszélhettünk nehézségeinkről és tévedéseinkről is. Problémáinkat megtárgyaltuk és a tudományos tevékenységünk kapcsán született közleményekben megfogalmaztuk eredményeinket. Folyamatosan kurzusokkal, továbbképzésekkel határoztuk meg a helyes metodikát, a helyes vizsgálati protokollt, és megpróbáltunk arra a kérdésre válaszolni, hogy a képalkotó diagnosztika folyamatában hol van a helye és milyen az értéke az ultrahang-diagnosztikának.

Hogyan segítettek ebben a téma elhivatott szakemberei?

Az „érési folyamatban" óriási szerepük van mind a mai napig azoknak az embereknek, akik az ultrahanggal folyamatosan foglalkoztak és foglalkoznak és közben átadták tudásukat. Ebben az első lépés az 1988-ban kiadott ultrahang jegyzet volt, amelyet Harkányi Zoltán szerkesztett és többen részt vettünk a fejezetek megírásában, így többek között Gönczi Judit, Harmat György és Humml Frigyes, vagy Ausztriából Gritzmann professzor. Ez az ultrahang-diagnosztikában ma már „őskövületnek" számító jegyzet volt az első mű, amely összefoglalta a lényeget és ebből tanultak a szakemberek. Akkor még nem létezett color vagy power Doppler, primer digitális rendszerek, szonoelasztográfia, hanem csak kétdimenziós vizsgálatokat végeztünk. Három évvel később Harkányi Zoltán szerkesztésében megjelent a Duplex Ultrahang, amelyben külföldi szerzők publikáltak, hiszen a technika annyira új volt, hogy még nem voltak magyar szakértői.

Hogyan járult hozzá az ultrahang technológiájának fejlődése a diagnosztikai módszer elterjedéséhez?

A technológia fejlődésével a 2D és színkódolt technikák egyre finomodtak, ennek eredményeként a lágyrészek, parenchymás szervek elváltozásai, a primer vascularis megbetegedések diagnosztikája látványosan javult. A színkódolt technika óriási előrelépést jelentett, mert a cisztózus elváltozás falában lévő esetleges folyamat vascularisatiója megmutatta, hogy jó- vagy rosszindulatú-e az elváltozás, ha pedig szolid térfoglalásról volt szó, próbáltuk megállapítani, hogy benignus vagy malignus az érellátás. A színes technika elsősorban a folyamat jellegének megismerése szempontjából hozott jelentős többletet, illetve az elsődleges érellátások kimutatásában jelentett döntő fordulatot. A transzducerek fejlesztése nagy előrelépést hozott, hiszen a klasszikus lineáris transzducerek mellett megjelentek a modern konvex és speciális lineáris fejek, a transcavitalis transzducerek. A konvex fejek kiválóan alkalmasak voltak a felnőtt és gyerek hasi vizsgálatra, később pedig a speciális, apró konvex fejek lehetővé tették, hogy kis nyílásokon, intercostalisan, subcostalisan betekintsünk a különböző területekre. Ezt követően elkülönültek a nagyfrekvenciás, nagy feloldású konvex és lineáris fejek az alacsonyabb frekvenciás, mélyre penetráló, elsősorban felnőtt vizsgálatra alkalmas fejektől, vagyis tovább finomodott a diagnosztika. A kilencvenes évek második felében és az ezredfordulón megjelentek a széles sávú multifrekvenciás transzducerek, amelyek 2,5–16 MHz között dolgoznak, vagyis egyaránt tudunk velük mély és felületi vizsgálatokat végezni, aszerint, hogy mit akarunk elemezni. Az elmúlt nyolc évben pedig 3D és 4D kurzusokat tartunk, amelyekben a szülészek-nőgyógyászok is részt vesznek, hiszen e technológiák fő területe a prenatalis-perinatalis diagnosztika.

Milyen az együttműködés a nem radiológus szakorvosokkal?

Fontos eredmény, hogy a társszakmák: gyerekgyógyászok, belgyógyászok, kardiológusok, szülészek és nőgyógyászok is jelen vannak Sopronban. Például az echokardiográfia és a komplex kardiológiai diagnosztika is olyan terület, amelynek magyarországi alapjaihoz Sopronban hozzájárultunk. Az ultrahang-diagnosztika mellett az MSCT-koronarográfiát, az MR-kardiológiát, a szív SPECT- és PET-vizsgálatokat, a legújabb technológiákat Sopronban többször tárgyaltuk, de rendszeresen foglalkoztunk a gyermek-

gyógyászat, szülészet-nőgyógyászat területén elért legújabb eredményekkel is. Az elmúlt évek során taglaltuk az intervenciós radiológia aktuális kérdéseit, különös hangsúlyt kapott az onkológiai ellátás, a különböző daganatos megbetegedések kimutatása, a staging meghatározása, a követés. Ezt a sorozatot tovább folytatjuk. A modern eljárások komplex tárgyalása kapcsán foglalkoztunk a PET-CT indikációs lehetőségeivel, klinikai hasznával, a magas teslás (3T) MRI előnyeivel, felnőtt- és gyermekellátásban egyaránt. Mindezek mellett azonban nem felejtjük el, hogy az ultrahang-diagnosztika területén tapasztalható fejlődést technikai-klinikai szempontból egyaránt elemezzük (Sono-CT, szonoelasztográfia, harmonikus ábrázolás, 3D/4D leképzés, kontrasztanyagos ultrahangvizsgálat, stb.). A világ legjelentősebb UH-berendezés gyártóinak is köszönhető, hogy a problémákról és lehetőségekről nem csak elméletben beszélünk, hanem vizsgálat közben is meg lehet ismerni a technológiákat, a legújabb berendezéseket kipróbálhatják a szakemberek.

A Soproni Ultrahang Napok perspektívájából hogyan látja az ultrahang-diagnosztika jövőjét?

Az ultrahang-diagnosztika a képalkotó eljárások között elsődleges módszernek számít, rohamosan fejlődik mind a hardver, mind a szoftver oldalon. A speciális transzducerek is segítik munkánkat. Az ultrahang kontrasztanyag elterjedése beláthatatlan további lehetőséggel kecsegtet. A módszer non-invazív jellege, nagy feloldása, magas információ-tartalma, a gyors leképezés mind-mind azt eredményezi, hogy szakavatott használó kezében igen értékes módszer áll rendelkezésünkre, és az esetek döntő többségében - megelőzve a többi képalkotó eljárást - általában első diagnosztikai modalitásként alkalmazzuk a jövőben is számos területen. Az elmúlt két és fél évtizedben követhettük a folyamatos fejlődést, kidolgoztuk a szakmai irányelveket, a vizsgálati és dokumentációs protokollokat, meghatároztuk az ultrahang-diagnosztika helyét. Ehhez nagy segítséget kaptunk külföldi előadóinktól, akik naprakész referátumokkal járultak hozzá szakmai fejlődésünkhöz. De nem szabad elfeledkeznünk hazai előadóinkról sem, akik a gyakorlati munka során szerzett értékes tapasztalataikat közkinccsé tették. Emellett lehetőséget biztosítottunk arra is, hogy a szakemberek esetbemutatás formájában kapcsolódhassanak a naprakész referátumokhoz, így egymástól, hibáinkból, az érdekességekből és a különleges esetekből egyaránt tanulhattunk. Különös értéke volt az Ultrahang

Napoknak a cégek bemutatkozása, előadásaik, referátumaik, hiszen a legújabb fejlesztések eredményeire és klinikai alkalmazhatóságára hívták fel a figyelmünket. Nem csak elméleti képzésről beszélhetünk, hanem a kiállítási területen - kiváló szakemberek közreműködésével - gyakorolhattunk, ismerhettük meg az új lehetőségeket, a technikai „trükköket". A cégekkel való szoros kapcsolatnak hatalmas előnye volt, hogy a személyes kontaktus, a szoros baráti kapcsolatok jelentősen hozzájárultak hazánkban az ultrahang-diagnosztika fejlődéséhez. Az ultrahang-diagnosztika szerepe a jövőben sem változik. Mi ezt nyomatékosan szeretnénk kihangsúlyozni, annak ellenére, hogy a rendezvényünk alcíme a „Modern képalkotó eljárások", ami azonban jelzi azt is, hogy a rendelkezésünkre álló képalkotó eljárások racionális és költséghatékony alkalmazása ma már elengedhetetlen követelmény. Az egyes modalitások, így az MSCT, MRI, PET-CT, intervenció és az ultrahang-diagnosztika értékét pontosan meg kell határozni a konkrét klinikai probléma felvetésénél. Ezért igyekszünk együtt tárgyalni a legújabb képalkotó diagnosztikai modalitásokat az ultrahanggal.

Baranyai Tibor 1969-ben végez a Debreceni Orvostudományi Egyetemen általános orvosként. 1969–76 között körzeti orvos Tállyán, 1976 novemberében a DOTE Radiológiai Klinikájára kerül. 1980-ban radiológiai szakvizsgát szerez. Kandidátusi értekezését 1986-ban védi meg. 1985 júliusától a soproni városi kórház röntgenosztályának osztályvezető főorvosa. Számos könyv és könyvfejezet szerzője. Száz közleménye, 21 könyvrészlete, négy szakdolgozata jelent meg, 463 előadást tartott. Számos egyetem oktatója, a Debreceni Egyetem és a Nyugat-Magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Kar címzetes egyetemi tanára. Az 1985 óta megrendezett Soproni Ultrahang Napok fő szervezője. A Magyar Radiológusok Társaságának vezetőségi és elnökségi tagja, 1988–89-ben főtitkára, 1998–2000 között elnöke. A Radiológus Szakmai Kollégium tagja. Az Európai Uroradiológus Társaság tagja és vezetőségi tagja. 1993–2005 között Győr-Moson-Sopron megyei radiológus tisztifőorvos. 1987-től az MTA Köztestületének tagja, 2000-től az MTA Közgyűlésének tagja, a Magyar Kórházszövetség vezetőségének tagja. 2006 óta a „Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje" kitüntetés birtokosa. 1990–95 között a soproni városi kórház orvos-igazgatója, 2002-től főigazgatója. A Soproni Rotary Klub és az Osztrák-Magyar Corvinus Baráti Társaság tagja. Angolul és németül beszél. Felesége nyugdíjas röntgenasszisztens, két gyermekük van.

Mindenki alkalmazhatja az ultrahang-diagnosztikát, csak tudja használni!

„Az ultrahang elsődleges szerepe, hogy könnyen hozzáférhető alapvető vizsgálati módszer legyen a medicinában. Fontos, hogy az ultrahang még nagyobb elterjedtséggel és hozzáférhetőséggel legyen jelen a mindennapi orvosi gyakorlatban, de csak akkor, ha megfelelően is tudják használni" - véli Harkányi Zoltán professzor, aki a magyar ultrahang-diagnosztika egyik úttörőjeként és Magyar Radiológusok Társasága Ultrahang Szekciója elnökeként az ultrahang interdiszciplináris felhasználására helyezi a hangsúlyt.

Professzor Úr, hogyan lett Önből radiológus?

Fiatal koromban nem akartam radiológus lenni, inkább művészettörténeti és humán érdeklődésem volt. Mivel arra hosszú távon sem volt esélyem, hogy művészettörténész legyek, maradt az orvosi pálya. Negyven éve, 1968-ban érettségiztem, utána azonnal felvettek a SOTE-re. A radiológia felé az vezetett, hogy a negyedik évben megnyertem a radiológiai tanulmányi versenyt, amelynek első díja óriási értéket képviselt: állásajánlatot kaptam az egyetem Radiológiai Klinikájára. Így 1974-ben, végzésemet követően kezdtem Zsebők Zoltán professzornál dolgozni a Radiológiai Klinikán.

Hogyan találkozott Ön és az ultrahang?

Már szakmai tevékenységem kezdetén találkoztam olyan szakemberekkel, például Szebeni Ágnessel és Fenyő Mártával, akik nagymértékben stimulálták a klinikai ultrahang iránti érdeklődésemet. 1977-ben írtam egy díjnyertes pályázatot az ultrahang-diagnosztika klinikai használról. Már akkor, még a radiológus szakvizsga előtt rájöttem arra, hogy az ultrahang-diagnosztika lesz a fő kutatási területem. A hagyományos röntgenen alapuló radiológia sosem bírt annyira felizgatni, hogy azzal kezdjek el foglalkozni. E találkozásban a legnagyobb lépés az volt, amikor Zsebők Zoltán professzor, szakmánk nagy egyénisége, elintézte, hogy a Radiológiai Klinikára, a magyar radiológiai osztályok közül elsőként, ultrahang berendezés kerüljön. Harminc évvel ezelőtt, 1978 novemberében érkezett meg az amerikai gyártmányú compound Picker 80L típusú készülék, egyetlen apró

transzducerrel. Kaptam egy szobát a klinikán, és elkezdtem vele dolgozni. Akkor az országban már voltak elődeim, hiszen Budapesten Szebeni Ágnes korábban már dolgozott bistabil technikával, Zalaegerszegen Lélek Imre valamivel később indult a real-time technikával, és Debrecenben is ekkor kezdtek el a legmodernebb ultrahang technikával foglalkozni. Végig követhettem az ultrahang-diagnosztika fantasztikus fejlődését a nyolcvanas évektől napjainking, amely ma sem zárult le.

Hogyan nyert létjogosultságot az ultrahang?

Az jelentett nagy áttörést, hogy elkezdtük igazolni a módszer előnyeit, és bebizonyítottuk, hogy az egyéb radiológiai módszerekhez képest mennyivel tud többet az ultrahang, és hogyan vált ki bizonyos eljárásokat, például a hagyományos epe-röntgenvizsgálatot, ami azóta teljesen eltűnt. Klinikus barátainkkal több éves küzdelmet folytattunk, hiszen ők sokáig nem akarták elfogadni az új módszert, elsősorban azt, hogy másképp kell dolgozniuk, mint korábban. Az első magyarországi ultrahanggal foglalkozó radiológiai összefoglaló munka 1981-ben jelent meg, amikor még nem is volt elég ultrahang-berendezés az országban. Ekkor kezdtem publikálni, a könyvhöz anyagokat gyűjtöttem, és megvizsgáltam, hogy mi történik külföldön. Az első tanulmányutam 1980-ban Hamburgba, a St. Georg Kórházba vezetett. 1988-ban kaptam egy Soros-ösztöndíjat, New Orleansba és a San Diego-i UCSD-re. Mindkét helyen az ultrahang-diagnosztika olyan kiemelkedő radiológus pionírjaival találkoztam, mint Christopher Merritt, Barbara Gosink és George Leopold. Az egész magyar radiológiai közösség profitált abból, hogy kapcsolatot építettem ki a philadelphiai Thomas Jefferson Egyetemen Barry B. Goldberg professzorral. Ennek az volt a közvetlen következménye, hogy 12 magyar radiológus, közöttük Morvay Zita, Palkó András, Varga Piroska és Jakab Zsuzsa, jutott ki az évek során a Jefferson Egyetemre, hat hét és három hónap közötti tréningekre, és a mai vezetők szakmai indíttatásához nagyban hozzájárult a Philadelphiában eltöltött ösztöndíjas tanulmányút.

A Jefferson Egyetemmel kialakított együttműködés gyümölcse az 1995-ben megalapított Budapesti Ultrahang Centrum is.

Akkor kezdte el kiépíteni a Jefferson Egyetem Ultrahang Intézete, a JUREI saját társcentrum hálózatát, először Argentínában, majd Kínában és Ma-

gyarországon alakult meg az első európai társcentrum. Tíz éven keresztül rendszeresen továbbképző tanfolyamokat tartottunk, kutatásokat szerveztünk, ezeken sok kolléga vett részt. A centrum tulajdonképpen egy falak nélküli oktatási intézmény, az oktatási anyagokat, könyveket, videó anyagokat Philadelphiából kaptuk, a tanfolyamokat Budapesten és Szegeden tartottuk, Morvay Zitával együtt. A centrumban több mint száz szakember fordult meg és sajátította el gyakorlat-orientált módon az ultrahang-diagnosztika szépségeit. A centrum kiadványa volt az ultrahang-diagnosztikai protokoll könyv is.

Hogyan alakult az ultrahang magyarországi szakmai szerveződése?

A hetvenes évek végén, a nyolcvanas évek elején a Magyar Biofizikai Társaság keretein belül próbáltuk meg összehozni azokat az embereket, akik klinikai ultrahang-diagnosztikával foglalkoztak. A Magyar Radiológusok Társasága Ultrahang Szekcióját Baranyai Tibor és Lélek Imre indította a határsávon, a Fertő-tavon, egy hajón, még az első ultrahang napok előtt, valamikor a nyolcvanas években. A szekcióban egy olyan nyitott társaságot akartunk létrehozni, amely döntően radiológusokból áll, de a mai napig járnak hozzánk klinikus barátaink, nőgyógyászok, gasztroenterológusok és gyerekgyógyászok, sebészek is. Az Ultrahang Szekcióból nőtte ki magát a Soproni Ultrahang Napok, ami kezdetben döntően ultrahang-diagnosztikával foglalkozott, és utána jelentek meg az egyéb radiológiai területek.

Hogyan látja Soproni Ultrahang Napok szerepét a magyar ultrahang-diagnosztika fejlődésében?

A Soproni Ultrahang Napok a különböző tudományos és társasági programok miatt teljesen különleges, egyedülálló rendezvény. Nem kongresszus, hanem inkább tudományos összejövetel, továbbképzés. Általában úgy szerveződik, hogy Baranyai Tiborral közösen kitalálunk néhány aktuális témát, és ehhez felkérünk olyan hazai és külföldi előadókat, akik az újdonságokról és érdekességekről tudnak beszélni. Olyan atmoszférája van a Soproni Ultrahang Napoknak, hogy a résztvevők kényelmesen el tudnak beszélgetni egymással, és könnyen meg tudják osztani ismereteiket. Ráadásul minden egyes Soproni Ultrahang Napok hangsúlyos programját jelentik az esetbemutatások, itt hallgathatjuk meg a legérdekesebb és legizgalmasabb eseteket. Ehhez Baranyai Tibor és a soproni Erzsébet Kórház radiológiai

osztályának csapata olyan körülményeket teremt, amelyek szintén kiemelik a magyarországi orvos-szakmai rendezvények közül a Soproni Ultrahang Napokat.

Életpályájával párhuzamosan hogyan fejlődött a gyermek ultrahang-diagnosztika Magyarországon?

A nyolcvanas évek elejétől a két budapesti egyetemi gyermekklinikáról és a Heim Pál Kórházból kaptam különböző vizsgálatokra kisgyermekeket és csecsemőket. Ebből egy olyan jelentős tudományos anyag nőtt ki, ami az 1984-ben megvédett gyermek ultrahang-diagnosztikai kandidatúrám témáját megalapozta. Nyilvánvaló tény, hogy a csecsemő- és gyermekdiagnosztikában dominálnia kell az ultrahangnak, tekintettel arra, hogy ezzel semmit nem ártunk a betegeknek. Hamar elfogadottá vált, hogy ultrahanggal kiválthatóak bizonyos röntgen- és CT-vizsgálatok, és az ultrahang fejlődése lehetővé tette, hogy a legmodernebb technológiával nagyon jó minőségű felvételeket készítsünk, és a klinikai felhasználás szélesedjen. Az alap minden műszaki fejlesztésnél az, hogy a gyártók új lehetőségeket kínálnak az orvosoknak. Az erek és keringés vizsgálatára kifejlesztett color Doppler és a duplex vizsgálati lehetőségek erre kiváló példát jelentenek.

Hogyan látja a többi képalkotó diagnosztikai modalitás mellett az ultrahang szerepét?

Magyarországon kijelenthető, hogy az ultrahang mindenütt hozzáférhető, legyen szó városi kórházakról, rendelőintézetekről vagy magánrendelőkről. Különböző színvonalú, de egyre növekvő számú készülék található az országban, ennek köszönhető, hogy az ultrahang a fizikális vizsgálat után az első számú képalkotó módszerré, alapvizsgálattá vált hazánkban, és ezzel a módszerrel döntik el nagyon sok esetben, hogy komolyabb-e a betegség, vagy sem.

Milyen mértékben integrálódott az ultrahang-diagnosztika a képalkotó diagnosztikai tevékenységbe?

Különböző területeken különbözőképpen integrálódott az ultrahang-diagnosztika. Például a vénák és az agyat ellátó artériák vizsgálatában alapvető eszköz, ám a hasi vizsgálatoknál már vannak bizonyos korlátai. Gócos

májbetegségeknél a natív ultrahangvizsgálat nyilvánvalóan nem tudja felvenni a versenyt a kontrasztanyagos CT- és MR-vizsgálatokkal, de segítségével ki lehet szűrni azokat a betegeket, akiknek szükségük van komolyabb diagnosztikai vizsgálatra. Az ultrahang elsődleges szerepe, hogy könnyen hozzáférhető alapvető vizsgálati módszer legyen a medicinában. Szerencsére szinte az összes orvosi szakmában elterjedt. A szemészettől a kardiológián és az ortopédián keresztül a gyermekgyógyászatig, neonatológiáig és a sebészet minden területen használják, és megfelelő szerepet tölt be a betegellátási folyamatban. Az más kérdés, hogy milyen színvonalon, milyen finanszírozási háttérrel és milyen kontroll mellett történik ez a tevékenység. Szerencsére a radiológusok szakképzésének szerves része hazánkban évtizedek óta az ultrahang-diagnosztika elsajátítása.

Milyen fejlődés vár az ultrahangtechnikára?

Ma már sokkal jobb technikával, olyan felbontással és érzékenységgel tudunk dolgozni, ami 10–15 évvel ezelőtt még elképzelhetetlen volt. Lassan Magyarországon is elterjednek az ultrahang kontrasztanyagok, amelyeket Európában már sok helyen használnak a klinikumban. Szakmánkat lényegesen befolyásolja, hogy ma már egy notebook méreténél is kisebb ultrahang-berendezések is léteznek. Az ultrahang hőskorának gépei még egy fél szobát foglaltak el. A mai hordozható készülékek már alkalmasak arra, hogy műtőben, intenzív osztályon, perinatalis intenzív centrumban használják őket, és kiváló minőségű vizsgálatokat lehet velük végezni. A fejlődésnek az a legnagyobb hátránya, hogy az ultrahang-diagnosztika azok számára is hozzáférhetővé válik, akiknek nincs megfelelő képzettségük és gyakorlatuk a diagnosztikához. Ennek negatívumait már ma is érezzük.

Hogyan látja az ultrahang-diagnosztika jövőjét?

Technikailag egyre jobbak, informatikailag egyre komplexebben, egyre olcsóbbak és egyre könnyebben hozzáférhetőek lesznek ezek a berendezések. A nem túl távoli jövőben az ultrahang akár zsebben lévő „fonendoszkópként" is hozzáférhető lesz. Ezért fontos az, hogy minden klinikai szakma integrálja saját képzésébe az ultrahang-diagnosztikát, mivel az ultrahangfelvétel nem könnyen értelmezhető. Sajnos, jelenleg az ultrahang sok esetben devalválódik, mert a nem megfelelő képzettség és gyakorlat miatt nem a megfelelő módon használják. Fontos, hogy az ultrahang még nagyobb el-

terjedtséggel és hozzáférhetőséggel legyen jelen a mindennapi gyakorlatban, de csak akkor, ha megfelelően tudják is használni. Azt várom, hogy az újabb keringési vizsgálatok és az ultrahang-kontrasztanyagok alkalmazása révén a daganat-diagnosztikában komoly előrelépéssel szembesüljünk. Az idősödő populációban egyre nagyobb szerepe van annak, hogy ha lehetséges, minél kevésbé tegyük ki a betegeket a terhelő és jelentős költségekkel járó különböző diagnosztikai vizsgálatoknak. Az MSCT fantasztikus diagnosztikus eszköz, de jelentős sugárterheléssel jár. Még az MR-vizsgálatoknál is lehetnek biztonsági megfontolások. Ezért amikor lehetséges, használjunk ultrahangot, főleg terheseknél, gyermekeknél, fiatal embereknél. Abban a tekintetben viszont jelenleg teljes bizonytalanságban élünk Magyarországon, hogy a különböző intézmények diagnosztikai területe hogyan fog működni. Az alapelv egyszerű: minden szakterület használhatja az ultrahangot, csak egyetlen szabály van: tanulja meg használatát. Fontos, hogy ne legyen arra lehetőség, hogy a jelenlegi erőforrások szétforgácsolódjanak a klinikai osztályok között. Aki ultrahang-diagnosztikával foglalkozik, valamilyen módon bizonyítsa és igazolja, hogy erre képes, és a vizsgálat szakmai, etikai, jogi felelősségét felvállalja!

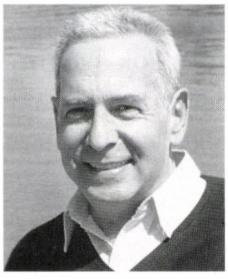
Mit tehet egy szakmai társaság ennek érdekében?

A Magyar Radiológusok Társasága több éve kiadott egy állásfoglalást, mely szerint nem fogadható el olyan ultrahangvizsgálat, amelynek nincs képi és írásos dokumentációja. Ezt az állásfoglalást a szülészek is elfogadták. Ennek ellenére a mai magyar valóságban tízezrével végeznek vizsgálatokat, amelyekről nem készítenek semmilyen dokumentációt. A PACS-rendszerek használata szép próbálkozás, de nagyon sok helyen még nem elérhető, és ahol elérhető, gyakran ott sem integrálják az ultrahang-berendezéseket. Ehhez szükség lenne megfelelő képzésre is. Az egyetemi oktatásban sokkal nagyobb szerepet kellene kapnia az ultrahang-diagnosztikának, és nem csak szakorvosi szinten, hanem a medikusok esetében is integrálni kellene az ultrahang-diagnosztikai képzést.

Mi az, amiben az elmúlt évtizedekben igazán előreléptek?

A klinikai ultrahang hatalmas előnye a betegközeliség. A beteg és vizsgálója között megmarad az a közvetlen kapcsolat, ami a röntgen-, CT- és MR-vizsgálatok során már egyre tágul. A közvetlen klinikai élmény mellett fon-

tos, hogy a beteget nem terheljük ionizáló sugárzással, és az ultrahang-diagnosztikával viszonylag gyorsan és érdemben lehet befolyásolni, hogy milyen irányban valósuljon meg a terápia. Ezek a tények azt indokolják, hogy az ultrahangvizsgálat hosszabb távon is megmaradjon. Lehet, hogy az ultrahang szerepét a jövőben kicsit differenciáltabban látjuk majd, mint ahogyan tíz évvel ezelőtt gondoltuk, hiszen ezen a területen kissé lelassult a technikai fejlődés, de még számos olyan fejlesztést végeznek, például az új anyagból készülő transzducerek, vagy a gyógyszert hordozó kontrasztanyagok területén, amelyek még hatékonyabbá tehetik az ultrahang-diagnosztikát, ezért az ultrahangnak Magyarországon és a világban biztosan helye van és lesz a jövőben is.



Harkányi Zoltán 1974-ben „summa cum laude" minősítéssel szerez orvosi diplomát a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen. 1978-ban radiológiai szakvizsgát szerez. 1984-ben védi meg kandidátusi disszertációját, 1995-ben habilitált doktori címet kap. 1974–1989 között a SOTE Radiológiai Klinika munkatársa. 1989–1994 között a SOTE Központi Radiológiai Diagnosztikájának munkatársa. 1994 óta a Heim Pál Gyermekkórház CT/Intervenciós Radiológiai Osztályának osztályvezető főorvosa. 1974 óta a Magyar Radiológusok Társasága tagja, jelenleg a társaság vezetőségi tagja. Az MRT Ultrahang Szekció alapító tagja, 1993 óta az Ultrahang Szekció elnökeként dolgozik. 1995 óta a Radiológiai Szakmai Kollégium tagja. A JUREI (a philadelphiai Jefferson Ultrasound Research and Education Institute) társcentrumaként 1995-ben alakult Budapest Ultrahang Centrum vezetője. A Magyar Radiológia főszerkesztő helyettese. Tíz monográfia, 95 közlemény és 174 előadás szerzője.

Dr. Harmat Györggyel arra próbáltunk meg választ találni, hogy az ultrahang-diagnosztikának a hetvenes-nyolcvanas években lezajlott fejlődése hogyan eredményezte jelentős magyar ultrahang kongresszusok létrejöttét, és hogyan segítette a magyar orvostudományt a nemzetközi szakmai kapcsolatok fejlesztésében. A beszélgetés nem lenne teljes, ha nem lennénk kíváncsiak a budapesti Heim Pál Gyermekkórház szakember főigazgatójának véleményére a gyermekgyógyászat és az ultrahang-diagnosztika kapcsolatáról.

Főigazgató Úr, milyen szerepet játszik az Ön életében az ultrahang?

Először akkor találkoztam az ultrahanggal, amikor Falus Miklós, akinek először volt lehetősége Magyarországon egy bistabil ultrahang-készülék használatára, 1974-ben megnézte a gyermekemet. Ezt követően kezdtem el azon gondolkodni, hogy a gyermekgyógyászatban milyen módon lehetne felhasználni az ultrahangot. Falus Miki bácsinak volt egy hordozható ultrahangberendezése, ami akkora volt, mint egy nagy koffer. Ez egy olyan prototípus volt, amely már real-time fejjel dolgozott. A berendezést megkaptam tőle egy-két hétre, hogy kipróbáljam, van-e valami értelme és jelentősége az ultrahangnak a gyermekgyógyászatban. Akkor, 1978–79-ben, én éppen a koraszülött osztályon dolgoztam szakorvosként. Megkaptam a készüléket, és megnéztük, hogy lehet-e egyáltalán valamire alkalmazni. A berendezést még csak éjszaka tudtuk használni, mert csak sötétben láttuk a képernyőt. Egy éjjel kipróbáltam néhány újszülöttön a berendezést, és azt vizsgáltam, hogy mi látható a nagy kutacson keresztül. Ez az élmény annyira impresszív volt, hogy másnap megkértem a gyermekideggyógyászok nagy öregjét, Szénási Józsi bácsit, hogy üljön mellém, és nézze meg ő is, hogy mi látható a képen. Gyanús volt, hogy egy szimmetrikus, szabályos szerkezetet látunk, ami nem lehetett más, csak az agy, illetve az agykamrák. Együtt értelmeztük a képet, és mivel minden szabályos volt, úgy döntöttünk, hogy megpróbálunk megnézni egy kóros koponyát is. Engedélyt kértem az idegsebészet gyerekosztályának vezetőjétől, Parajcz Ervintől, aki készségesen fogadott, és tekintettel arra, hogy az osztályon feküdt olyan gyerek, akiről biztosan tudtuk, hogy hydrocephalusa van, a bőrönddel együtt átmentünk az idegsebészet-

re, és megnéztük a gyermeket. Így született az első kóros vizsgálati kép a gyermek-ideggyógyászatban Magyarországon.

Ekkor fertőzte meg az ultrahang-diagnosztika?

Ez az a pillanat, ami majdhogynem meghatározza további életutamat. A kezdeti vizsgálatok olyan különleges eredménnyel zárultak, hogy nagyon korán leközölhettem első cikkemet a Magyar Radiológiában. Ezt Zsebők Zoltán professzor fogadta el, és az ő javaslatára került be a folyóiratba. A Madarász utcai kórház röntgenosztálynak vezetője, Köteles György támogatásával minden olyan szakmai és irodalmi hátteret megkaptam, ami a vizsgálatok elindításához szükséges volt. Később a kollégák javaslatára megpályáztam a Magyar Tudományos Akadémia aspiránsi ösztöndíját, amelyet sikeresen elnyertem, és ennek segítségével közkórházban dolgozó ösztöndíjasként tudtam felkészülni a kandidátusi disszertációra. Ezért dolgozhattam több évet részállásban az idegsebészeten, és 1986-ban ezért lettem gyermek-ideggyógyászat témakörben az orvostudományok kandidátusa. A kandidátusi disszertáció anyaga később „Neuroszonográfia" címen az első olyan tankönyvként jelent meg, amelyhez hivatalos videomelléklet is kapcsolódott.

Hogyan segített az ultrahang-diagnosztika a nemzetközi tudományos élet kinyílásához és sikeres magyarországi ultrahang kongresszusokhoz?

Európa más országaihoz hasonlóan a magyar ultrahang-diagnosztika sem az orvostudományi társaság keretein belül fejlődött, hanem a Magyar Biofizikai Társaság fogadta be a szakmát, és ennek keretében alakítottuk meg az Orvos-Biológiai Ultrahang Szekciót, az OBUSZ-t. Ez a szekció már akkor is interdiszciplináris volt, mivel a fizikusokon kívül minden olyan klinikai szakma képviselőjét összefogta, akik ultrahangvizsgálatot végeztek. Kezdettől fogva szerepeltek benne ideggyógyászok, szemészek, belgyógyászok, urológusok, nőgyógyászok, sebészek és gasztroenterológusok. Hosszú éveken keresztül megmaradtunk a Magyar Biofizikai Társaság ernyője alatt, majd ezt követően, amikor az egyes szakterületek önálló ultrahang társaságot alakítottak és a MOTESZ tagjaivá váltak, 1994-ben megalakult a Magyar Ultrahang Társaság, az OBUSZ interdiszciplináris jogutódjaként. E szervezetnek azóta is viselem elnöki tisztét. A nemzetközi tudományos

életbe nagyon korán bekapcsolódtunk, lehetőségeinkhez mérten próbáltuk részt venni minden külföldi tudományos konferencián, és UBIOMED néven külön kelet-európai ultrahang konferenciákat is tartottunk, mivel a szocialista országok képviselői nagyon ritkán tudtak részt venni a nyugat-európai országok hasonló rendezvényein.

A nyolcvanas évektől már a nemzetközi rendezvények is elérhetőek voltak?

Több alkalommal vettünk részt az ultrahang európai és világkongresszusain. 1986-ban Washingtonban rendezték meg a XX. Ultrahang Világkongresszust. Erre az ultrahang szakma megalapításában és fejlesztésében részt vevő minden elérhető doyent és sok fiatalt is meghívtak, így Bertényi Anna, Falus Miklós, Greguss Pál, Szebeni Ágnes és jómagam is meghívást kaptunk. Ekkor került sor Európa és a világ ultrahang történetének első összefoglalására, és egy komoly retrospektív kiadvány is készült erről. Ezzel párhuzamosan már 1972-től, a kezdetektől fogva részt vettünk az Európai Ultrahang Társaságok Szövetségének (European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, EFSUMB) munkájában, először Bertényi Anna irányításával. Később engem beválasztottak az EFSUMB vezetőségébe, majd elnökségébe, és rövid ideig kelet-európai pénztárnokként is funkcionáltam. 1990-ben az Európai Ultrahang Konferenciát Jeruzsálemben rendezték meg, és itt nyertük el a volt szocialista országok közül elsőként a IX. Európai Ultrahang Konferencia szervezési jogát, amelyet 1996-ban Budapesten sikeresen meg is rendeztünk.

Milyen kihívásokkal kell ma a gyermekgyógyászati ultrahang-diagnosztikának szembenéznie?

Ma már elképzelhetetlen az, hogy egy újszülöttnél vagy csecsemőnél ne az ultrahangvizsgálat legyen az első műszeres vizsgálat. 18 éven keresztül több centrumban végeztünk ultrahanggal olyan újszülött szűrővizsgálatokat, amelyeket kezdetben az Egészségügyi Minisztérium pályázati pénzből is támogatott. Ma már több mint 100 ezer vizsgálat retrospektív értékelése áll rendelkezésünkre, és ennek alapján pontosan meghatározható a fejlődési rendellenességek, illetve anatómiai variációk megjelenésének előfordulása. Erről a vizsgálatok kezdete óta több közleményben is beszámoltunk, hiszen ilyen nagy volumenű szűrővizsgálat nem valósult meg sehol máshol Euró-

pában. A technika fejlődésével eljutottunk odáig, hogy minden olyan esetben, amikor akut hasi probléma, idegrendszeri érintettség, vese-húgyúti panasz vagy hasnyálmirigy-betegség merül fel, a gyermekgyógyászatban elsőként az ultrahangvizsgálat segít a diagnózis felállításában.

Milyen szerep vár a CT és MR mellett az ultrahang-diagnosztikára a gyermekgyógyászatban?

Tekintettel arra, hogy az ultrahangvizsgálat még mindig nagyságrendekkel olcsóbb, mint a CT és az MR, a vizsgálatok gyakorisága és ismételhetősége miatt egyre nagyobb körben alkalmazzuk. Az ultrahang lassan a mindennapi gyakorlat részévé válik, és a sürgősségi osztályon, a belgyógyászaton, a sebészeten, a koraszülött-osztályon és a patológiás újszülött-osztályon az alapdiagnosztikai műszerpark elengedhetetlen része. Évekkel ezelőtt kifejlesztették a kiváló minőségű hordozható berendezéseket, ezért az ultrahang korán bevonult a sürgősségi diagnosztikába, és nagyon sok házi-gyermekorvos is megpróbál megfelelő gyakorlatot szerezni ahhoz, hogy licencvizsgát tehessen, és az általános gyermekgyógyászati vizsgálatot követően ultrahangvizsgálatot is végezhessen.

Tehát az ultrahang létjogosultsága ma ugyanakkora, mint húsz évvel ezelőtt?

Az ultrahang jelentősége nem csökkent, sőt bizonyos területeket a konvencionális radiológiát kiszorítva hódított meg. Csak saját szakterületemet nézve, ma már senki nem végez pneumo-enkefalográfiát vagy jód ventrikulográfiát, de jelentősen lecsökkent az intravénás pielográfiák száma is. Ugyanakkor számos funkcionális ultrahangvizsgálat került bevezetésre, és ultrahang segítségével történik például a dezinvagináció is, amely lehetővé tette, hogy súlyos hasi műtéteket elkerülhessünk. Az ultrahangvezérelt biopszia ma már a szövettani vizsgálatok elengedhetetlen része, és a diagnosztikai módszert a máj- és vesebetegségek diagnosztikájában, de a mellkasi folyadékok mennyiségének megállapításánál is kiterjedten használjuk.

Hogyan jellemezné az elmúlt 35 év haladását?

A kezdeti technikai nehézségek felszámolásával lényegében a mindennapok részévé vált a gyermekgyógyászatban az ultrahang-diagnosztika, a ra-

diológus szakembereken kívül az általános gyermekgyógyászok, a neonatológusok, a gasztroenterológusok és egyéb szubdiszciplinák szereplői is elsajátították a módszert. Ugyanakkor kérdéses, hogy az ultrahang sikertörténete töretlenül folytatódik, hiszen egyre szélesebb körben kerül alkalmazásra, és egyre több szakterületen használható. Ez azért okoz problémát, mert a vizsgálatot végző személyek száma és speciális szakismerete nem mindig elégséges. Az ultrahang-diagnosztika további terjeszkedéséhez erre a problémára kell megnyugtató megoldást találni.

Harmat György 1975-ben szerez diplomát a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen, 1979-ben gyermekgyógyászatból, 2003-ban társadalom-orvostanból szakvizsgázik, 1992-ben felsőfokú egészségügyi menedzserként végez. 1975–1985 között a Madarász Utcai Gyermekkórházban dolgozik, 1985–1989 között a Szabadság-hegyi Gyermekgyógyintézet Fejlődésneurológiai Osztályán adjunktus. 1990. január 1-jétől főorvosként vezeti a Madarász Utcai Gyermekkórház ultrahang-diagnosztikai központját, 1990 novemberétől orvosigazgató, 1994-től főigazgató-főorvos. 2005 júniusa óta a Heim Pál Gyermekkórház főigazgató-főorvosa, 2006. január 1-jétől a Heim Pál és a korábbi Madarász Utcai Gyermekkórház egyesített intézményét vezeti. Számos hazai, európai és amerikai szakmai szervezet vezetőségének tagja, köztük az 1994-ben megalakult Magyar Ultrahang Társaság elnökének választja. 2005-től az Európai Kórházszövetség (HOPE) elnökségének kormányzói pozíciójú tagja. Aktív oktatói és tudományos tevékenységet folytat. 2002-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend tiszti keresztje kitüntetésben részesül.

Látszólag rendkívül egyszerű technológia

„Manapság egy ultrahang-berendezés 95 százaléka számítógép és öt százaléka ultrahang" - véli Humml Frigyes. A magyar ultrahang-technológia egyik fejlesztő mérnökétől, több orvosi generáció tanárától budai otthonában arról érdeklődtünk, hogyan vált az ultrahang-diagnosztika készülékeiből széles körben elfogadott, első számú diagnosztikai eszköz, a bonyolultan kezelhető és interpretálható modalitásból a legszélesebb körben elfogadott, egyszerűen kezelhető, de csak felelősségteljesen értelmezhető diagnosztikai megoldás.

Hogyan kezdődött Magyarországon az ultrahang-diagnosztika fejlesztése?

1968 decemberében, az EMG, az Elektronikus Mérőkészülékek Gyára fejlesztőmérnökeként kaptam megbízást egy echoenkefalográf kifejlesztésére. Ennek első lépése a megfelelő transzducer kifejlesztése volt. Dr. Nagy Tibor, a lipótmezei Pszichiátriai Intézet EEG-részlegének főorvosa és dr. Kárpáti Miklós főorvos mutatott meg röntgenosztályán egy új, ultrahanggal működő berendezést, a Siemens-Krautkrämer echoencefalográfot. A berendezés nagyon érdekes megoldás volt, a német Krautkrämer cég ipari repedésvizsgálóit úgy alakították át, hogy az orvosok által nem használt gombokat „Siemens System Krautkrämer" feliratú maszkkal takarták le. Az „A-scope" készülékkel, mellyel az agyi középvonal (midline) valamely térszűkítő folyamat (trauma vagy tumor) okozta eltolódását lehetett mérni. A CT megjelenésével a módszer azonnal elavult.

Hogyan valósult meg a magyar echoencefalográf kifejlesztése?

Mivel az EMG-ben nagy számban gyártottunk oszcilloszkópokat, az igazán ismeretlen feladat a transzducer kifejlesztése volt. A fejlesztés során sikerült létrehozni az első transzducereket. Ezzel párhuzamosan dolgozott egy másik csapat is az EMG-n belül, ők egy magzati EKG-egységet fejlesztettek a szegedi Női Klinikával való együttműködésben. Akkoriban Szontágh professzor volt a szegedi Női Klinika igazgatója, ő az Egyesült Álla-

mokban járva kapott ajándékba egy kisméretű, hordozható, Doppler-készüléket, amely a magzati szívmozgást tette hallhatóvá. A berendezésnek Szegeden óriási sikere volt, a terhes anyák reklamáltak, ha kimaradtak a napi ultrahangos vizsgálatból. A klinikai tesztelésben a klinikán sokat segített dr. Resch Béla főorvos és a városi kórház mai nőgyógyász főorvosa, dr. Herczeg János. Szontágh professzor vetette fel, hogy egy ilyen folyamatos üzemű Doppler-készüléket kellene hazai elektronikai alkatrészekből megvalósítani.

A COCOM-előírások megnehezítették a nyugati alkatrészek beszerzését.

Ennek ellenére mi megtaláltuk a megoldást, és egy olyan berendezést hoztunk létre, amely a véráramlási sebességet a diagnosztikában használatos 2 MHz körüli ultrahang-frekvenciákkal mérte és a hallható hangsávban működő jelekké alakította. A jeleket megfelelően felerősítve hangszóróba vezettük, a diagnosztikai tevékenység pedig hallgatózásból állt. 1971-ben jelent meg a piacon a Babydop nevű apró szerkezet, amely hallhatóvá tette a magzati szívmozgást. Ez érdekes folyamatot indított el, a berendezés nagy népszerűségre tett szert itthon, és egészen addig, amíg a képalkotó ultrahang el nem terjedt, a szülészek ezt használták. Hasonló elvek szerint működtek az érvizsgáló Doppler-készülékek is. E technológia megértésében az István Kórházban Urai főorvos volt segítségemre. Ő használt egy ilyen amerikai eszközt, és az addigi tapasztalatok alapján nem volt különösebb akadálya, hogy mi is megalkossunk egy hasonló berendezést. A fejlesztésben nagyon sokat segített dr. Meskó Éva főorvos asszony és dr. Csengődy József érsebész főorvos, akik szintén dolgoztak érvizsgáló Doppler-készülékkel. E fejlesztés során is alapvető problémát jelentett, hogy az elektronikus alapanyag hiánycikk volt, az embargó miatt a nyugati alkatrészek nagyon drágák voltak, ezért az itthoni anyagokból megvalósítható berendezés született. Ez lett a Vasodop.

Kitől tanultak?

Egyrészt a szakorvosoktól, akik megosztották velünk diagnosztikai problémáikat, és ezzel nagyon sokat segítettek. Érdekes módon mellettük nagyon sokat tanultam a MÁV anyagvizsgálóitól is, ugyanis ők a sínvizsgálatokat akkor szinte teljes mértékben Krautkrämer-készülékekkel végezték. A sínekben előfordul a fáradás következtében egy jellegzetes, vese alakú hiba,

amelynek növekedése során később eltörhet a sín. Amióta sínvizsgáló kocsikat használnak, nincs síntöréses baleset, mert a hibát idejében fel lehet fedezni, és a hibás részt ki lehet vágni. A MÁV anyagvizsgálónak sok készüléke volt, emiatt a Krautkrämer szervizt üzemeltetett Magyarországon, és ezért a Siemens-Krautkrämer echoencefalográfoknak is ez volt a szervize.

Hogyan értek véget a magyarországi ultrahangfejlesztések?

1977-ben elvágták az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárában az orvosi műszerek fejlesztésének és gyártásának torkát, és minden, ami orvosi műszer volt, EEG, EKG és ultrahang, átkerült a Medicorba. Ezt követően bizonytalanná vált a hazai fejlesztés. Ismertem ugyan a Medicoros fejlesztőmérnököket, de sem a Babydopból, sem echoencefalográfból nem láttam a Medicor által gyártott eszközt. Fejlesztéseink helyett inkább megvásárolták a Pie Medical licencét és így egy lineáris transzducerrel, egyetlen fix mélységű fókusszal működő real-time készüléket gyártottak (SCANNER 760). A Medicorból kivált esztergomi Sonomark Kft. gyártott még a közelmúltban érvizsgáló Doppler-készüléket.

Mely időszakot tekinti a magyar ultrahang-diagnosztika hőskorának?

Egyértelműen a hetvenes évek közepét. A II. Szemészeti Klinikán dr. Bertényi Anna dolgozott egy Kretztechnik szemészeti A-scope-pal, és akkortól üzemelt dr. Falus Miklós főorvos úrnál (BM kórház, szülészet) egy Kretztechnik compound készülék, ez volt talán az első képalkotó ultrahang-berendezés Magyarországon. 1978-ban a Szabolcs utca (akkor OTKI) radiológiája kapott két Brüel-Kjaer compound készüléket, és egy real-time készüléket a japán Toitu cégtől. Néhány évvel később pedig a Philips adományozott a magyar egészségügynek négy multielemes, óriási, lineáris, egyfókuszú transzducerrel működő készüléket. Ezek már szürkefokozatokat mutató (gray-scale) készülékek voltak. A szegedi Női Klinikán egy Siemens Vidoson 735 készülékkel dolgoztak, mely úgy volt real-time készülék, hogy az egyetlen nyalábot létrehozó forgó transzducert egy parabola tükör fókuszában helyezték el és így kaptak párhuzamos ultrahangnyalábokat.

Hogyan alakult az ultrahangkészülékek alkalmazása Magyarországon?

Az első compound készülékeknél a kép tárolása az ernyőn történt, memória szkópcsöveket alkalmaztak, amelyek bistabil módon, vagy feketén, vagy világoszölden világítottak. Falus Miklósnál, az OTKI-ban, és a budapesti Radiológiai Klinikán működő Picker gyártmányú berendezések már a következő generációt jelentették, melyek már a gray-scale megjelenítést alkalmazták. Ezeknél az echo amplitúdójával arányos az ernyőn megjelenő fényesség. Ezek a berendezések már egészen használható képeket produkáltak. A nyolcvanas évek elejétől a compound gépek lassan kihaltak, és megjelentek a real-time készülékek. Ebben az időszakban terjedtek el nagy mennyiségben a Hitachi gépei, pontosabban a Picker márkanév alatt érkező, Hitachi által gyártott berendezések. Amikor az importőr Medicor rájött arra, hogy közvetlenül a japánoktól olcsóbban lehet nagy mennyiségben rendelni, elterjedt a Hitachi EUB40 típusú készülék, amihez később spektrumdoppler egységet is lehetett vásárolni.

A szakmai tudás lépést tartott a berendezések fejlődésével?

A nyolcvanas években az OTKI-ban Csákány és Vittay professzorék 1982-ben rendeztek először ultrahangtanfolyamokat, ahol én mesélhettem el a fizikai-technikai alapfogalmakat. Azóta is ezt teszem, Budapesten, Szegeden, régebben Debrecenben, egyetemeken, gyermekklinikákon és gyermekkórházakban radiológusokat, szülészeket oktatok. Az elmúlt huszonöt évben igen sok orvos és asszisztens hallgatta meg nulladik óráimat. A biztonságot ezekhez az előadásokhoz a korábbi fejlesztői tevékenységem adta. Ezekre a tanfolyamokra nagy szükség van, mert az utóbbi évtizedekben a hazai fizikaoktatás siralmas állapotba került, viszont a technika óriási tempóban fejlődött. Manapság egy ultrahang-berendezés 95 százaléka számítógép és öt százaléka ultrahang. Mindaz, ami létezik a számítástechnikában és a videotechnikában, bele van szorítva ezekbe a készülékekbe. Ráadásul az ultrahangkészülékeket jellemzően olyan embereknek kell kezelniük, akik ilyen technikai irányú kiképzést soha, semmilyen körülmények között sem kaptak. Rengeteg új fogalommal kell megismerkedni. Tapasztalataim szerint küzdelmesen ugyan, de bele lehet tanulni az ultrahang technikai részleteibe. Az ultrahang-diagnosztika látszólag rendkívül egyszerű módszer, egy nem túl drága készülék vizsgálófejével korcsolyázunk a beteg hasán, és máris képet kapunk. A vizsgálatnál azonban számtalan

probléma merülhet föl, a készülék tulajdonságai befolyásolják az interpretációt, és a legváltozatosabb műtermékek is megjelenhetnek.

Milyen szerepet játszott ebben az ismeretátadásban a szakmai továbbképzések legjelentősebb eseményévé váló Soproni Ultrahang Napok?

Soproni jelenlétünk prózai módon indult. Az Ultrahang Napokat cégek szponzorálják, ezért a szervezők mindig is gondoltak arra, hogy a cégeknek megfelelő szereplési alkalmat biztosítsanak. A legelső Ultrahang Napok kivételével mindegyik programon részt vettem. A tanfolyamok kapcsán magától értetődő volt, hogy ezúttal az ultrahang-diagnosztika technikai vonatkozású újdonságairól kell beszélnem. Ám Sopronban kb. 460 hallgató van. Ettől eleinte meg voltam rémülve, hiszen a tanfolyamokon 10–20 embernek szoktam magyarázni néha öt órán keresztül. Itt viszont fél órába kell minden évben belesűríteni annyi apró részletet, amennyit még értelmesen el lehet mondani.

Milyen versenyhelyzet jellemzi a magyar ultrahang-piacot?

Ma már elmondható, hogy a világ majdnem minden gyártója jelen van Magyarországon. Nagyon tarka a géppark, és az országban jóval több, mint ezer ultrahang-egység üzemel. Az ultrahangok felhasználását tekintve is meglehetősen tarka kép tárul elénk. Megtalálható a világszínvonal, a legmagasabb szint, és természetesen vannak egyszerűbb berendezések is. Van olyan hely, ahol 15–20 éves berendezések működnek, és vannak intézmények, ahol a legújabb gépekkel lehet találkozni.

Milyen többletet nyújt a világszínvonalú ultrahang-berendezés a középkategóriáshoz képest?

Erre a kérdésre nehéz válaszolni. Általában mindenki a legújabb és legjobb felbontású készülékre vágyik. De vannak olyan berendezések is, amelyeket nem szabad megvásárolni, mert elavultak. Ilyennek tartjuk az egy piezoelemes, mechanikus szektor-transzducerrel működő berendezéseket, az egyetlen fókusszal működő real-time készülékeket, még akkor is, ha az egyetlen fókusz tologatható. Ma már minimális követelmény az egyidejűleg bekapcsolható legalább négy fókusz. Azért megjegyzem, hogy az ultrahangkészülékek átfogó magyarországi helyzetéről azért nem érdemes tőlem érdek-

lődni, mert én általában azokkal vagyok kapcsolatban, akik a legújabb gépeket kapják. A szállítóktól is a mindenkori csúcskészülékekről kapom az anyagokat. Ez általában azt jelenti, hogy gyakran nehezen megfizethető berendezésekről beszélünk. Egy minimálisan két-három transzducerrel felszerelt csúcskategóriás készülék ára ma 30–35 millió forint körül van, de már tízmillió forintért is lehet nagyon jó minőségű készülékeket kapni.

Mennyire terjedtek el az elmúlt harminc évben az ultrahang-berendezések Magyarországon?

A többször is elkészített országos műszerfelmérés sajnos használhatatlan, így nem lehet tudni, hogy pontosan mennyi ultrahang-diagnosztikai készülék van az országban. Becslésem szerint 1400–1600 aktív ultrahang-diagnosztikai készülék található Magyarországon. Minimum egy, de néha több gép is üzemel minden radiológiai, kardiológiai osztályon, minden szülészeten, újabban a gasztroenterológián, gyerekklinikákon, szemészeti klinikákon, szakrendeléseken és magánrendelőkben is. Ultrahangvizsgálatot tehát minden komoly ellátó helyen végeznek.

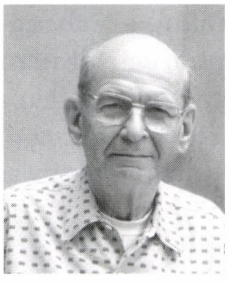
Mi az oka az eszköz ilyen nagyarányú elterjedtségének?

Gyors, látszólag könnyű vizsgálatról van szó és sok vizsgálati protokollban az első helyen szerepel. Lehet, hogy az összes többi képalkotó módszer jobb képet produkál, mint az ultrahang, viszont lényegesen drágább a készülékek beszerzése és a vizsgálat is. Az egyre nagyobb elterjedtséget az is elősegíti, hogy az ultrahang-diagnosztikai készülékek ugyanolyan gyors tempóban avulnak el, mint a számítógépek. A cégek egymás között versenyezve egyre újabb szolgáltatásokat találnak ki, amibe szakemberként bele lehet szeretni. Ám jelentős kételyeim vannak, hogy ezeket a szolgáltatásokat tényleg használják-e a napi rutinban. Ezen a piacon állandóan fennáll az igény, hogy vegyünk egy újabb készüléket és ha az intézménynek van erre kerete, meglepően gyakran vesznek újabb, jobb és okosabb berendezéseket.

Merre tart az ultrahang fejlődése Magyarországon?

Azt nem tudom, hogy Magyarországon merre tart, azzal viszont tisztában vagyok, hogy világszerte új fejlesztési irány van kialakulóban. Ebben élen jár a Philips és sarkában liheg a Siemens. A technológiai cél a nagyon

sok elemes mátrix transzducerek alkalmazása. Pár évvel ezelőtt kiváló képeket kaptunk az olyan konvex vagy lineáris array fejekkel, amelyek pl. 191 piezoelemet tartalmaztak. Az új fejlesztésű mátrix fejekben már 2400, egyenként vezérelhető piezoelem található. Ez a vadonatúj technológia rokonságban áll az integrált áramkörök gyártásával, de ma még nagyon drága. Ám azt már tudjuk, hogy minden technológiai eszköz ilyen: a legjobb, legújabb berendezés nagyon drága, de az egy évvel korábbi modellel is tökéletesen el tudjuk végezni a legtöbb vizsgálatot. A fejlődést azonban nem lehet megállítani, mindig izgatottan figyeljük az újdonságokat és igyekszünk megérteni a működésüket.



Humml Frigyes 1953-ban végez a Budapest Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán. Utolsó egyetemi éve alatt a Műszeripari Kutató Intézetben dolgozik. 1953–1985 között az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárának fejlesztőmérnöke, 1985-ben nyugdíjba vonul. 1989–2002 között az Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet munkatársa. Az elmúlt évtizedekben, különböző szakmákban dolgozó orvos-generációkat tanította az ultrahang-diagnosztika fizikai és metodikai alapjaira. Ezt a témát könyvfejezetekben közölte a hazai szakmonográfiákban. Az ultrahang-rendezvények nagy része Humml Tanár Úr technikai fejlődést bemutató előadásaival kezdődik, ez történik több mint 20 éve Sopronban is, az Ultrahang Napokon. Az MRT Ultrahang Szekciójának vezetőségi tagja.

A kezdetektől speciális tudást igényel

Az ultrahang klinikai felhasználásának kardiológiai vonatkozása minden egyéb szakmánál jobban elkülönül, hiszen az echokardiográfia a diagnosztikus tevékenységen túl a szívbetegségek kezelését is meghatározza. A speciális tudomány technikai feltételeinek alakulásáról és a szakmai tartalom fejlődéséről Lengyel Mária professzort kérdeztük. Az első echokardiográfiás készülék 1972-ben került Magyarországra, Lengyel Mária 1976-ban a hazai szakemberek közül elsőként mutatta be a módszer alkalmazását kandidátusi disszertációjában. 1978-ban már könyvet adott ki az akkori technikai színvonalon végezhető vizsgálatokról, később nemzetközi echokardiográfiai kongresszust szervezett, és az Echokardiográfiás Munkacsoport alapító elnökeként mindenben részt vett, ami e szakterületen valaha Magyarországon történt.

Professzor Asszony, pontosan mivel foglalkozik az echokardiográfia?

A legkiemelkedőbb szakemberek kifejezéséhez hűen, igazodva a nemzetközi szokáshoz, a szív ultrahangos vizsgálatát nevezzük echokardiográfiának. Az ultrahangos vizsgálat a kardiológia területén nem egyszerűen diagnosztikai tevékenység, hanem a kardiológiai betegellátás szerves része, ugyanis a kezelést is erre alapozzuk. Ezért az echokardiográfia egy olyan speciális módszer, melyet kizárólag kardiológusok végezhetnek.

Hogyan kezdődött hazánkban a szív ultrahangvizsgálata?

Az első készülék 1972 májusában került az Országos Kardiológiai Intézetbe. Ez egy „Ecoline A" elnevezésű, kisméretű, mobilis készülék, mai szemmel nézve primitív eszköz volt. Ám akkoriban még sehol sem volt ennél jobb a világban. Ha arra gondolunk, hogy a módszert 1954-ben fedezték fel, és tizenhárom évvel később tartották Amerikában az első kongresszust, akkor láthatjuk, hogy az 1972-es hazai bevezetés nem volt messze az ultrahang nemzetközi elterjedésétől. Azonban Magyarországon akkor, annak ellenére, hogy már jelen volt, kevesen tudtak a módszerről.

Mely betegségeknél lehetett alkalmazni ezt a készüléket?

A legfontosabb betegségek, amelyeknél már kezdetben is tudtuk alkalmazni az eljárást, a mitralis stenosis, a hipertrófiás cardiomyopathia, a pericardialis folyadékgyülem és a bal pitvari myxoma voltak, illetve már a hetvenes évek elején próbálkoztunk a bal kamra funkció értékelésével és a koronária betegség kapcsán elromlott bal kamrai funkció kimutatásával.

Ön Magyarországon az echokardiográfiai alkalmazás úttörőjének számít. Kezdetben hol fejleszthette módszertani tudását?

1979-ben a rochesteri Mayo Klinikán lehetőségem adódott a módszer mikéntjének elsajátítására, így 1980-tól az amerikai színvonalnak megfelelően igyekeztem terjeszteni a tudományt. Annak ellenére, hogy akkor még itthon nem volt megfelelő készülék. A Mayo Klinikán dolgozó kollégák úttörők voltak, és ma is élen járnak. Szakmánkban létezik a „Mayo Klinika Irányzat", melyet hazánkban és Európában én képviselek. Ebben a képalkotás módszere némiképp eltér a többi módszertől. Az irányzat alkalmazása kismértékben meg is nehezíti munkánkat, ám ezek nem áthághatatlan korlátok.

Hogyan fejlődtek az echokardiográfiás készülékek, és mely intézmények alkalmazták először ezeket az országban?

Az Országos Kardiológiai Intézetben 1975-ben kaptuk meg az első kétdimenziós echokardiográfot, addigra már Szegeden is elkezdődött az echokardiográfia bevezetése. 1975-től még többen csatlakoztak, bár az akkori készülékekkel is nagyon rossz minőségű képeket kaptunk. Az első igazán jó minőségű képalkotó eszközhöz 1984-ben jutottunk. A készülékek hirtelen nagy fejlődésen mentek keresztül és óriási verseny alakult ki, mert egyszerre több cég kezdett foglalkozni a fejlesztéssel. Ennek következménye, hogy ma már - minőség szempontjából - alig lehet különbséget tenni az egyes cégek készülékei között. 1985-től a echokardiográfia mellett megjelent a Doppler-echokardiográfia, amely lehetővé tette, hogy ne csak képet lássunk, hanem már az áramlási viszonyokat is mérhessük és értelmezhessük. Ahogyan a Doppler-módszer tovább fejlődött, megérkezett a színes Doppler, amely már nem csupán mérhetővé, hanem láthatóvá is tette az áramlást, így az eredmények a nem hozzáértők számára is felfoghatóvá váltak. 1989-

ben elsőként vezettük be az országban a transoesophageális echokardiográfiát. A technika működési elve, hogy a gasztroszkópiához hasonló endoszkóppal a szívet a nyelőcső felől, közvetlen közelről vizsgáljuk, így jobb minőségű, részletekben gazdag, több diagnosztikus információt adó módszert használhatunk. Ez a módszer az ország többi centrumában is hamar elterjedt, de az Országos Kardiológiai Intézetben vezettük be elsőként a berendezés műtőn belüli alkalmazását. Ettől kezdve a műtéti eredményeket intraoperatív vizsgálatként azonnal le lehetett mérni, még mielőtt a beteg távozott volna a műtőből.

Milyen technikai fejlődés tapasztalható az elmúlt húsz évben?

A kilencvenes évek elejétől egészen a legutóbbi időkig technikai fejlettség tekintetében nem tapasztaltunk igazán nagy változást. Az elmúlt öt-tíz évben részletesebb elemzést szolgáló módszerek jelentek meg a piacon, amelyek közül kiemelkedő jelentőségű a szöveti Doppler-echokardiográfia. Ezt a technológiát az Országos Kardiológiai Intézetben 2001-ben kezdtük alkalmazni, ebben egyedül a Debreceni Egyetem előzött meg bennünket. Ezután bevezettük a kontrasztecho vizsgálatot is, amellyel a szívizom perfúzióját tudjuk vizsgálni. Ezt az eljárást velünk egy időben más centrumokban, például a MÁV Kórházban is alkalmazták. A Szegedi Egyetem úttörő szerepet vállalt az echokardiográfia terheléses vizsgálatokba történő integrálásában. Ez a „stresszecho" vizsgálat fizikai vagy gyógyszeres terheléssel egyaránt megvalósítható. Egyértelműen az utóbbi módszer a kényelmesebb, ám kevés centrumban alkalmazzák, mert nagy esetszám és gyakorlat kell ahhoz, hogy valaki megbízhatóan tudja végezni. A legutóbbi idők technikai vívmánya a háromdimenziós echokardiográfia, amely Magyarországon még nem terjedt el. Ezzel az eljárással már nem csak következtetünk a szív háromdimenziós formájára, hanem valóságosan, élőben ábrázoljuk is.

Hogyan érintette a gyermekkardiológiai ellátást az ultrahang klinikai bevezetése?

Az echokardiográfia a gyermekkardiológiában is nagy jelentőséget kapott. A kezdetektől ugyanazokkal a módszerekkel dolgoztak a gyermekkardiológusok is, és a felnőtt ellátásban megvalósítottakkal azonos időpontban alkalmazták először a kétdimenziós, Doppler, színes Doppler és a transoesophageális echokardiográfiát, valamint a gyermekek kardiológiai ellátásában

is sor került a kontrasztecho vizsgálat alkalmazására. Ezen túl a gyermekkardiológia specialitása, hogy szívműtét közben a csecsemőknél és kisgyerekeknél a szívre helyezett transzducerrel lehet képeket készíteni, így gyermekeknél az intraoperatív vizsgálat epicardialis módszerrel is történhet. Ez a módszer a gyermekkardiológiában még fontosabbnak bizonyult, mint a felnőtteknél, mert a veleszületett szívhibák és elváltozások, valamint azok korrekciója olyan bonyolult, hogy ezeket nem is lehet ultrahangos ellenőrzés nélkül biztonsággal kimutatni, illetve elvégezni. Így az echokardiográfiai vizsgálat ma már gyakorlatilag minden szívműtét részét képezi.

Napjainkban mely szívbetegségekben alkalmaznak echokardiográfiát?

Ahogy a módszer kiteljesedett, mára valamennyi szívbetegségben alapvető fontosságúvá vált az echokardiográfia. A legjelentősebb alkalmazási terület továbbra is a billentyűhibák vizsgálata, hiszen a módszer teljes mértékben elkerülhetővé tette a műtét előtti szívkatéterezést. Elengedhetetlen továbbá a szívelégtelenség megállapításában, kezelésében és követésében, a coronaria-betegségekben, ahol azonban nem a koszorúerek vizsgálatáról van szó. Említettem, hogy a veleszületett szívhibák esetén önmagában, szívkatéterezés nélkül elegendő a módszer alkalmazása. Szívizombetegségek, pulmonális hipertónia, akut tüdőembólia esetén is alkalmazzuk. A sürgősségi betegellátásban alapvető jelentőségű: a szívelégtelenségen és a tüdőembólián kívül kiemelkedő az aorta dissectio korai felismerésében, amely állapot azonnali műtétet igényel. Az echokardiográfia ágy melletti technika, a betegen azonnal el lehet végezni. A legújabb ajánlás szerint aorta dissectiónál a vizsgálatot a műtőben kell lebonyolítani. A sürgősségi ellátásból további példák tömegét említhetnénk, például a pericardialis tamponádot, amikor a beteg azért kerül életveszélyes állapotba, mert a szívburokban nagy mennyiségű folyadék gyülemlett fel, melynek lebocsátása az egyedüli életmentő megoldás. A lebocsátás echokardiográfiás kontroll mellett történik, vagyis az ultrahang segítségével határozzuk meg a tű beszúrási helyét. Emellett a műbillentyű diszfunkció és a műbillentyű trombózis esetei sem kezelhetőek echokardiográfia nélkül.

Hogyan alakult az echokardiográfiai tudomány szervezettsége Magyarországon?

Már a kezdetekben, a hetvenes években is kiterjedt továbbképzés zajlott, és már akkor is országosan egységes elvek szerint tanítottuk a technikát. 1986-ban a Magyar Kardiológusok Társaságán belül létrehoztuk az Echokardiográfiás Munkacsoportot, amelynek első elnöke voltam, jelenleg pedig örökös tiszteletbeli elnöke vagyok. A munkacsoportot az az echokardiográfiával egyidős óhaj hozta létre, hogy összejöjjünk és közösen dolgozzunk. Az „echós" szakemberek a legaktívabbak közé tartoznak, évente kétszer tartunk munkacsoport-üléseket és a balatonfüredi kongresszuson is mindig külön ülést szervezünk. Bőven száz feletti azon kollégák száma, akik részt vesznek az echokardiográfiás szakmai élet szervezésében. A kilencvenes évek eleje óta számtalan tanfolyamot tartottunk, amelyekkel sikerült elterjeszteni az egységes szemléletet és kialakítani a követendő módszertant. Kezdetben, a készülékbeszerzések révén, az egyes kórházakban külön-külön alakították ki az echokardiográfiás teameket, de hogy a minőség megfelelő és a színvonal egységes legyen, szükségessé vált egy kritériumrendszer kialakítása. A Kardiológiai Szakmai Kollégium megbízásából 2006-ban megszerveztük a Nemzeti Echokardiográfiás Akkreditációs Bizottságot (NEAB), melynek fő feladata a szakmai képzés szervezése és egységesítése. Ennek megfelelően a Bizottság részben oktatást és tanfolyamokat szervez, valamint vizsgáztat és licenceket ad ki az arra érdemes kollégák számára.

Milyen eredményeket értek el az elmúlt években?

E tekintetben a hazai echokardiográfia követi az amerikai és uniós trendeket. Magyarországon a mai napig több mint ötszáz ilyen diplomát adtunk ki, és jelenleg is sokan várnak vizsgára. A leendő echokardiográfiás szakembereket is beleszámítva csaknem ezer kolléga foglalkozik e szakterülettel, ami szép szám, bár az lenne az ideális állapot, ha minden kardiológus értene az ultrahanghoz. A szakmai szervezettség szükségességével már 2006 előtt is tisztában voltunk, ezért 2003-ban megalkottuk az echokardiográfia indikációira és módszereire vonatkozó irányelveket, amelyeket a kardiológiai szakmai útmutatókban jelentettünk meg.

Más ultrahangtechnikai ismeretekre van szüksége egy echokardiográfiás szakembernek, mint bármelyik másik szakterület művelőjének?

A mindent tudó „öszvérkészülékek" nem alkalmasak a szív vizsgálatára, ahhoz speciálisan kialakított echokardiográfiás készülékek kellenek. Eleinte ez a tény nagyon sok vitára adott okot. Számtalan orvoskollégának eleve az nem tetszett, hogy a kardiológusok a „fejükbe vették", hogy nem lehet összekeverni a kardiológiában használt ultrahangot a többivel, mert ahhoz, hogy valaki a kardiológia területén ultrahangvizsgálatot folytasson, mindenekelőtt kardiológusnak kell lennie. A licencszabályok összeállításakor meghatároztuk, hogy az echokardiográfiás képesítés első feltétele a kardiológiai szakvizsga, a meghatározott számú vizsgálat és tanfolyam elvégzése kizárólag ezután következhet. Már a szakorvosképzés alatt is kötelező echokardiográfiás vizsgálatokat végezni, természetesen akkor még felügyelettel. Szakvizsga nélkül pedig senki sem adhat ki önálló leletet.

A kardiológus szakmán belül hamar felismerték kollégái az echokardiográfia jelentőségét?

Eleinte - amikor a képalkotás még nem volt érthető az echokardiográfiához nem értők számára - kevesen hittek benne. Elsőkként a szívsebészek ismerték fel az eljárás jelentőségét. Megkíséreltek az echokardiográfiás eredmények alapján operálni, és a műtéti sikerek bennünket igazoltak. A korszerű készülékek megjelenésével egyenes arányban nőtt követőink száma, és sok irigyünk is támadt. Napjainkra az echokardiográfia annyira elterjedtté vált, hogy a kezdeti hitetlenkedés ellenkezőjétől kell félni. Sikeressége szakemberfüggő: akár a legkorszerűbb műszerrel is fals eredményt kaphat, aki nem mélyült el megfelelően az echokardiográfia tudásanyagában, és nincs elég szakmai tapasztalata.

Lengyel Mária 1962-ben summa cum laude végez a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen általános orvosként. 1970-ben belgyógyászati szakvizsgát, 1980-ben kardiológiai szakvizsgát szerez. 1976-ban védi meg kandidátusi, 1991-ben doktori disszertációját, 1992-ben címzetes egyetemi tanári, 1993-ban med. habil. címet szerez. 1967–2001 között Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézetben dolgozik, végigjárja a ranglétrát, 1996–99 között tudományos főigazgató-

helyettes. 2001-től a Szent Imre Kórház kardiológus konziliáriusa és a GOKI főorvosa. Számtalan hazai és nemzetközi társaság tagja, a Magyar Kardiológusok Társasága Tudományos Bizottságának alelnöke, az Európai Kardiológus Társaság tagja (FESC), az Amerikai Kardiológusok Társasága választott tagja (FACC). 1986–2000 között az MKT Echokardiográfiás Munkacsoport elnöke. 2004 óta a Kardiológiai Szakmai Kollégium tagja. 2006 óta a Nemzeti Echokardiográfiás Akkreditációs Bizottság elnöke. 1998–2002 között Széchenyi professzori ösztöndíjas. 1995-, 1997-, 2002-ben elnyeri az MKT Pro Societate-díját. 2002-ben a Magyar Köztársaság Ezüst Érdemkeresztjével tüntetik ki. Két echokardiográfiás szakkönyv, számos fejezet és több száz szakcikk szerzője. Angolul és oroszul beszél. Férje Fenyvesi Tamás kardiológus professzor.

A szemészek úttörő szerepet vállaltak az ultrahang fejlődésében

A szem vizsgálatában az ultrahang-diagnosztika a szerv specifikumainak köszönhetően rögtön látványos eredményeket hozott. A terület képviselői az A-scan és a B-scan módszereket máig egyaránt használják, a keringésvizsgálatok tekintetében pedig gyakran igénybe veszik más szakterületek ultrahangkészülékeit. Németh János professzor, a Semmelweis Egyetem Szemészeti Klinika igazgatója szerint a képalkotó vizsgálatok területe nagyon szép példája az interdiszciplináris kooperációnak. Németh professzor saját tapasztalatai alapján írta meg az első és egyetlen szemészeti ultrahang-diagnosztikai szakkönyvet, és szívesen idézte fel a módszer úttörőinek munkásságát is.

Professzor Úr, mikorra tehető a szemészeti ultrahang-diagnosztika technikai kezdete?

Az emberi szem vizsgálatára kezdetben az iparban használt készülékeket használták. Az első A-képes, más néven amplitúdó módszerű szemészeti ultrahangvizsgálatokat Mundt és Hughes végezték az ötvenes években. Munkájuk eredményeit 1956-ban jelentették meg. Ők még ipari készülékkel dolgoztak, mely különböző elemekből volt összerakva és egy asztalon állt. A B-scan módszer ennél bonyolultabb szerkezetet igényelt. Más szakmákban már nem jellemző, de a szemészetben azóta is megmaradt az A-scan és a B-scan párhuzamos alkalmazása. B-scan alatt a kétdimenziós szürke skálájú képet értjük. A „B" betű a brightness (fényerősség) kifejezésre utal, hiszen ennél az eljárásnál a képernyőn a visszaverődő ultrahang erősségét a fényerő jelzi. A B-módszerrel végzett szemészeti vizsgálatokat elsőként a világon Baum és Greenwood végezte, 1958-ban számoltak be vizsgálataik eredményeiről. A finn Oksüala A-módszerű rendszerrel végzett vizsgálatai alapján szintén számos közleményt adott ki. Ezt követően néhány éven belül majdnem az összes ismert szembetegség echográfiai jeleit leírták. Az akkoriban használt gépek egyedi készülékek voltak, melyeket átalakítottak szemészeti célokra. Echobiometriai vizsgálatsorozatot elsőként Yamamoto végzett, a szemtengelyhossz mérésével kapcsolatos tapasztalatait 1960-ban publikálta. A hatvanas évek elején készült el az első, direkt szemészeti célokra gyártott készülék. Ilyen gép került Magyarországra is, ennek megfelelően a hazai szemészeti ultrahangvizsgálat kezdete a hatvanas évekre tehető.

Milyen fejlődési úton indultak el e készülékek?

1973-ban mutatta be az akkoriban Bécsben, később Amerikában dolgozó Ossoinig A-módszerű készülékét, amely a világméretű standardizált echográfiai iskola alapkészüléke lett. Ossoinig ugyanis standardot készített, melyben szabályozta a vizsgálat menetét, meghatározta, hogy milyen lépések követik egymást a szemészeti diagnosztikában. Magyarországon ekkor ez a módszer már jelen volt. A B-scan készülékek kezdetben úgy működtek, hogy a vizsgált személy fejét bele kellett tenni egy vízfürdőbe. A nagy vízmedence - melyben mozgott a vizsgálófej - egy búvárszemüvegben végződött, és a búvárszemüveg közvetítette a vizet az egész arcra. Azon belül az illető behunyt vagy nyitott szemmel nézett a vízben, előtte mozgott a vizsgálófej és szkennelte a szemét. Így azonban több másodpercig tartott, míg jobbról-balra vagy lentről fölfelé végigtapogatta a vizsgálófej a szemet, mely idő alatt a vizsgált személynek nem volt szabad megmozdulnia. Érthető hát, hogy a Bronson-Turner-féle B-scan megalkotása mérföldkőnek számított 1972-ben. Ez a kontakt B-scan kézi transzducerrel ellátott, real-time ultrahangkészülék az első kézbevehető szemészeti ultrahang-diagnosztikai eszköz, amely lehetővé tette a módszer széles körű klinikai elterjedését, hiszen ez már egy hordozható készülék volt.

Milyen munkafolyamat jellemzi az A-, iletve B-scan módszerekkel végzett ultrahang-diagnosztikát?

Az A-scan vizsgálat folyamán kizárólag az amplitúdókat, a visszaverődés erősségét látjuk függőlegesen, a vízszintes tengelyen pedig a távolságadat olvasható le. Ebből a látványból csak akkor alkothatunk értékes orvosi véleményt, ha megtanuljuk a standardizált echográfia szabályait és logikai menetét. Az adatokból diagnózist állítani azonban hosszú időbe telik. Mikor én tanultam, még fél óráig tartott a diagnózis készítése. Ugyanez ma már a kontakt B-scan fejekkel néhány másodpercig tart, bár ezzel a módszerrel nem érhető el olyan jó diagnosztikus eredmény, mint az A-scan esetében. A B-scan módszerrel alapvető elváltozásokban lehet viszonylag gyorsan megbízható eredményre jutni. Ma már egyébként más szakmában nem alkalmazzák az A-scant, a szemészetben azonban megmaradt, hiszen a szemgolyó hosszát tizedmilliméternél is pontosabban tudjuk megmérni a technológiával.

Hogyan helyezné el a szemészeti ultrahang-diagnosztikát a módszer általános orvosdiagnosztikai palettájának történetében?

A Nemzetközi Szemészeti Ultrahang Diagnosztikai Társaság (SIDUO) üléseire más szakmák képviselői is eljártak, így történt, hogy a szemészeti társaságból fejlődött ki az egyéb diszciplinákat is magába foglaló Európai Ultrahang Társaság. A szemészek tehát úttörő szerepet vállaltak az ultrahang-diagnosztika fejlődésében. Ezt egyébként a szem anatómiai adottságai tették lehetővé, hisz a szerv nagy része víz, amelyben remekül terjed az ultrahang. A víz mellett olyan képletek vannak, amelyben teljesen más az ultrahang terjedési sebessége, ezért nagy a reflektivitás, tehát itt még a gyengébb, kisebb frekvenciájú fejekkel is viszonylag jó és informatív képeket lehetett kapni. A szemészetben a módszer rögtön látványos eredményeket hozott. A szem mögötti résznél persze már a szemészeknek is nehezebb dolguk van.

Magyarországon mikor terjedt el e technika szélesebb körben?

Húsz-harminc évvel ezelőtt, amikor a szürkehályog-műtét kapcsán elterjedt a műlencse beültetése. Ez a műtéti eljárás ugyanis igényelte, hogy a szem és a szaruhártya méretét pontosan megmérjük, hiszen a kettőből lehet kiszámítani, hogy pontosan hány dioptriás lencsét szükséges beültetnünk. A szemgolyó hosszának méréséhez pedig elengedhetetlen az ultrahang. Magyarországon addig csupán két helyen használtak ultrahang szemészeti készüléket diagnosztikus céllal, emiatt azonban gyakorlatilag minden szemészeti osztály, ahol végzik ezt a műtétet, beszerzett egy készüléket, márpedig a szemészeti műtétek 90–95 százaléka szürkehályog-műtét. Az A-scan készülékek kezdtek elterjedni, abból is a legegyszerűbb, diagnosztikailag nem standardizált típusok, hiszen csak az számított, hogy a szemgolyó hosszát le tudják mérni. Később egyre több intézmény döntött mégis úgy, hogy a készülékre szánt összeghez hozzátesznek egy kicsit, és olyan ultrahanggépet vesznek, amellyel a mérés mellett kétdimenziós diagnosztikus vizsgálatot is lehet végezni.

Kik voltak a magyar szemészeti ultrahang-diagnosztika úttörői?

Bertényi Anna már a hatvanas évek elejétől végzett ilyen vizsgálatokat, és jelen volt, amikor 1964-ben Berlinben Buschmann megalapította a Nemzetközi Szemészeti Ultrahang Diagnosztikai Társaságot. Az ő kezdeményezé-

sére alakult meg a Magyar Biofizikai Társaság Ultrahang Szekciója, 1971-ben. Bertényi Anna fizikus munkatársa, Greguss Pál szintén ekkoriban csatlakozott a nemzetközi szakmai társasághoz. A hatvanas évek közepe táján e két szakember készítette a világ első ultrahangos hologramját, egy egészséges és egy daganatot tartalmazó szemről. Bertényi a Nemzetközi Szemészeti Ultrahang Diagnosztikai Társaság vezetőségi tagja volt, egész pályafutása alatt aktív munkát folytatott az egész világon. Feltétlenül említésre méltó Kolozsvári Lajos neve is, aki Debrecenben a B-képes diagnosztikai vizsgálatok hazai úttörője volt, és megalakította a Magyar Szemészeti Ultrahang Társaságot, melynek jelenleg is elnöke. Debreceni munkássága után Szegeden lett tanszékvezető egyetemi tanár. Bertényi Anna a nyolcvanas évek elején az A-scan módszerről, Kolozsvári Lajos az üvegtest B-képes vizsgálatáról 1987-ben írt kandidátusi értekezést. Amikor még csak két készülék volt az országban, ehhez a két kiváló szakemberhez, Budapestre és Debrecenbe küldték a kollégák betegeiket. A szakma meghatározó személyisége volt Balázs Erzsébet is, ő végzett először Doppler-vizsgálatokat a szemet ellátó nagyerekre vonatkozóan. A színkódolt Doppler-ultrahang bevezetése a szemészetben saját büszkeségünk: először a szegedi, majd a budapesti Szemészeti Klinika munkacsoportja végezte, kardiológus és radiológus kollégákkal közösen.

A szem rendkívül kis méretű szervként milyen vizsgálati specifikumokat igényel? Már a kezdeti időszakban is adottak voltak ezek Magyarországon?

A szemen belül lévő finom részletek is nagyon kicsik, ezért vizsgálatuk nagy felbontású képeket igényel. Én Szegeden kezdtem az ultrahangvizsgálattal foglalkozni. Bár a klinikán nem volt készülék, akkoriban már ismertem Bertényi Annát, és tudtam, milyen jelentősége van az ultrahangnak a szemészetben is. Készülék híján felkerestük azokat a szakmákat, amelyekben már elterjedt az ultrahang-diagnosztika. Nőgyógyászokhoz, radiológusokhoz, kardiológusokhoz jártunk, és az ő készülékeikkel vizsgáltuk betegeinket. Ezeknél a gépeknél viszont nem volt elég jó a felbontás. Akkor 2–5 MHz-es fejjel is dolgoztunk, míg ma már a szem vizsgálatára valóban remekül alkalmas 10–20 MHz-es fejek is rendelkezésünkre állnak. Az akkoriban használt nem szemészeti ultrahangkészülékek ráadásul túl közel voltak a fejhez. Abban az időben még a többi szakmában is viszonylag kevés készülék volt, de az elmúlt két évtized fejlődésének köszönhető, hogy

megvalósulhatott a különösen magas frekvenciájú készülékek fejlesztése és bevezetése. Ez az ultrahang-biomikroszkóp, mely 50–80 MHz-en működik, és századmilliméteres képleteket is képes mérni. A nagy felbontás iránti igényt a szemészet tette hozzá az echográfia történetéhez.

Milyen fejlesztések valósulnak meg e területen?

A szemészetben a technikai fejlődés az elmúlt időszakban háttérbe szorult. Ennek okát abban látom, hogy a fejlesztésekbe fektető cégeknek jobban megtérül az anyagi ráfordítás, ha egy általános, például radiológiai, szülészeti vagy akár kardiológiai készüléket gyártanak, mint ha egy szemészeti készüléket fejlesztenének, amelynek meglehetősen kicsi a fizetőképes kereslete. Ma már igaz, hogy egy korszerű radiológiai készülékkel remekül meg lehet vizsgálni a szemet, és gyakran sor is kerül erre. Szerencsére ezek a kollegális kapcsolatok már azokban az időkben kiépültek, amikor még nem volt szemészeti ultrahang-berendezés az országban. A radiológusokkal és a kardiológusokkal kiváló az együttműködésünk. Olyan intézményekről is tudok, ahol a szemészek a szülészekkel együtt dolgoznak. Főleg a keringésvizsgálatok tekintetében vesszük igénybe más szakterületen gyógyító kollégáink segítségét, mert nincs olyan szemészeti készülék, amellyel színkódolt technikával vérkeringést vizsgálhatnánk az orbitában vagy a szemgolyóban.

A háromdimenziós ultrahangvizsgálat betört a szemészet területére is?

Háromdimenziós készülékből többféle van, ezek az ultrahang-biomikroszkópos készülékek mellett a legkorszerűbbek. A szemgolyó majdnem gömb alakú, tehát vizsgálatakor jól alkalmazható a radiális típusú leképezés, és jelentős fejlődést jelent, hogy ma már az alapkészülékeknél is magasabb frekvenciájú, 10–15–20 MHz-es kézifejeket vezetnek be.

Milyen szakirodalom kísérte a magyar szemészeti ultrahang-diagnosztika fejlődését?

A magyar szakemberek már a szemészeti ultrahang-diagnosztika első éveiben is rendkívül sokat publikáltak, külföldön és belföldön egyaránt, gondoljunk csak Bertényi Anna, Kolozsvári Lajos vagy Balázs Erzsébet munkásságára. Kolozsvári Lajos tanítványaként mondhatom, hogy számomra a

legtöbbet a magyar irodalomban Kolozsvári Lajos és Berténvi Anna kandidátusi értekezése nyújtotta.

Melyek a legújabb szakirodalmi eredmények?

Saját tapasztalataink alapján írtam meg az első és egyetlen szemészeti ultrahang-diagnosztikai szakkönyvet, amely 1996-ban jelent meg. Ebből tanulnak rezidenseink. Mivel az első kiadás óta már tizenkét év telt el, készülünk a bővített kiadásra. A Nemzetközi Szemészeti Ultrahang Diagnosztikai Társaság (SIDUO) kétévente megrendezett konferenciáját 2004-ben tartotta Budapesten, ez is azt jelzi, hogy a magyar echográfusok elismertsége a világban a kezdetektől jelentős. Kollégáimmal könyvet szerkesztettünk a konferencián elhangzott előadásokból és illusztrációkból, így téve maradandóvá e számunkra megtisztelő szakmai világeseményt.

A szemész szakorvosok képzésében milyen helyet foglal el az ultrahang-diagnosztikus módszerek elsajátítása?

A Nemzetközi Szemészeti Ultrahang Diagnosztikai Társaság pontosan meghatározta, hogy hány ellenőrzött diagnosztikus vizsgálatot kell valakinek elvégeznie ahhoz, hogy nemzetközileg akkreditálják, mint szemészeti echográfust. Azt is meghatározták, hogy hány lencsetervezést kell ellenőrzötten elvégezni. A tudást nemzetközi belső vizsgarendszerben kell bizonyítani. Magyarországon a szemészeti ultrahangvizsgálatok elsajátítása tíz éve része a szemészeti szakképzésnek. Régebben azok a kollégák tanulták meg az ultrahangvizsgálatot, akik műlencse-tervezéssel is foglalkoztak. A keringési vizsgálatokat ezzel szemben radiológusokkal, kardiológusokkal, szülész-nőgyógyászokkal és neurológusokkal közösen végezzük. Mi, szemészek, nem értünk a készülékek kezeléséhez, tehát a készüléket ismerő kolléga szakértelmére is szükség van. A szemész konzulensként vesz részt ezeken a vizsgálatokon és a szakemberek közösen értékelik a kapott eredményt. Rengeteget dolgoztunk így együtt Harkányi Zoltán tanár úrral és Morvay Zita doktornővel. Ők egyébként megtanulták a szemészeti vizsgálatot és önállóan is végzik azt. Mellettük szemészként az anamnézist fogalmazzuk meg, illetve az eljárás előtt elmondjuk, hogy milyen célból kérjük a szemészeti vizsgálatot. A képalkotó vizsgálatok területe nagyon szép példája az interdiszciplináris kooperációnak.

Németh János a Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetemen folytatta tanulmányait. Végzést követően a szegedi Szemészeti Klinikán helyezkedik el. 1992 óta a budapesti Szemészeti Klinikán dolgozik, aktívan gyógyít és operál. 2005 óta a Semmelweis Egyetem Szemészeti Klinikájának igazgatója. Részt vesz az orvos- és fogorvosképzésben, a rezidensek és PhD-hallgatók nevelésében, valamint a hazai és nemzetközi orvos-továbbképzésben. Tudományos érdeklődési területe a szemfelszín fiziológiája, a száraz-szem betegség, a glaukóma, valamint a szemészeti ultrahang- és keringésvizsgálatok. Nyolc könyve és 15 könyvfejezete jelent meg, 421 magyar és angol nyelvű kongresszusi előadást tartott. Kandidátusi fokozatát 1991-ben, a Magyar Tudományos Akadémia doktora címet 2003-ban szerezte meg. Több hazai és nemzetközi tudományos társaság, köztük a SIDUO vezetőségi tagja. Beválasztották az 52 tagú European Academy of Ophthalmology-ba és az ARVO két nemzetközi bizottságába. A Magyar Szemorvostársaságban két főtitkári ciklus után jelenleg leendő elnök. A Szemészeti Szakmai Kollégium titkárává három ciklusban újraválasztották, 2005-ben kinevezték Országos Szakfelügyelő Főorvossá. A látássérültek segítését és a vakság megelőzését fontos szakmapolitikai feladatának tekinti. Aktív szerepet vállal az Eye Health Care in the Eastern European Region Study Group és a WHO által koordinált VISION 2020 programban. Brüsszelben részt vesz az Európai Közösség kutatási programjainak elbírálásában. Nős, két gyermek apja.

Az ultrahang megnyitotta a kaput a hatékony intervenció előtt

„Wetterbericht von Südtirol" - mondta gyanakodva az első ultrahangfelvételekre egy német professzor Münchenben - meséli Péter Mózes professzor, a Debreceni Egyetem Radiológiai Klinikájának volt igazgatója, aki úgy érzi, a debreceni radiológiai iskola nagymértékben hozzájárult az ultrahang magyarországi fejlődéséhez. Véleménye szerint „ez a korábban csúcstechnológiát képviselő eszköz ma már az orvostudomány szinte minden ágában természetes egyszerűséggel használt technológia".

Professzor Úr, a hetvenes évek közepétől hogyan vált egyre hangsúlyosabbá az ultrahang-diagnosztika Magyarországon?

A Magyar Radiológusok Társaságán belül egy ultrahanggal foglalkozó kis csapat, Harkányi Zoltán, Harmat György, Gönczi Judit, Than Zoltán, Varga Gyula és jómagam, valamint ultrahangozó sebész kollégánk, Winternitz Tamás összeálltunk és megalapítottuk a Társaság Ultrahang Szekcióját, amelynek első elnökévé választottak. Az általános ultrahangvizsgálatokkal kapcsolatban a saját magunk által felállított követelményrendszer szerint jogosítványokat adtunk azoknak, akikről úgy gondoltuk, hogy alkalmasak a gyakorlati ultrahang-tevékenység folytatására. Ehhez kijelölt intézetben szerzett, megfelelő gyakorlatot kellett bizonyítani, tanfolyamon kellett részt venni és vizsgázni. Vizsgázni az egyetemeken lehetett. A debreceni tanfolyamokon nem csak radiológusok, hanem belgyógyászok, urológusok és szülészek is részt vettek. A vizsga tulajdonképpen az MRT-licencvizsga elődje volt. A jogosítványkérdés kezelését a maguk területén később átvették a szülészek, és a mai napig ennek megfelelően végzik az ultrahang-diagnosztikát.

Milyen technikai háttér mellett kezdődött az ultrahang-diagnosztika Debrecenben?

A nyolcvanas évek közepén nem nagyon voltak berendezéseink. A Debreceni Orvostudományi Egyetemen eleinte csak a Szülészeti Klinikának volt készüléke. Ám az az időszak a maihoz képest nagyon barátságos volt, és természetes volt, hogy átjárhattunk a szülészekhez, és az ő gépükkel vizsgálhattunk. Először Balogh Eszter tanársegéddel, aki azóta már főorvos, majd

Baranyai Tiborral és Darida Saroltával kezdtük el a belgyógyászati ultrahang-diagnosztika művelését, és egymást segítettük a szakmai fejlődésben. Később saját gépeinkkel dolgoztunk. Tapasztalatainkat írásban is összefoglaltuk. 1992-ben, az akkor nagyon fiatal Bágyi Péterrel együtt szerkesztettünk egy egyetemi jegyzetet, és mivel más rövid és tömör összefoglalás akkoriban nem létezett, mindenki ebből készült fel a jártassági vizsgákra.

Milyen területeket ölelt fel ez a jegyzet?

Az ultrahang-diagnosztika minden területét, de kiemelném az intervenciós beavatkozások leírását. Most, hogy a beszélgetésünkre készülve elővettem, magam is elcsodálkoztam rajta, hogy például az intervenciós technikák vonatkozásában mennyi minden izgalmasat ismertünk és csináltunk akkor, olyan beavatkozásokat, amelyek mai szemmel is érdekes beavatkozások. Például epehólyag-punkciót végeztünk akut cholecystitisben. Éltünk a nem sebészi epekő-terápia lehetőségeivel. Debrecenben egyedül alkalmaztuk a perkután rapid kőoldást, ami koleszterin-kövek tert-metiléterrel történő direkt öblögetéssel való feloldását jelentette. Az alkoholos szklerotizáció, a daganatáttétek kezelése 96%-os alkohollal, ma is a daganatterápia része, de abban az időben még egyedüli lehetőség volt a lokális tumorterápiák területén. Emellett végeztünk perkután nephrostomiát a pangó és lázas állapotot okozó vesék esetén. Először ultrahang segítségével az üregrendszert töltöttük fel kontrasztanyaggal, és a beavatkozás folytatásaként ezt a már röntgennel is látható üregrendszert pungáltuk meg, és abba drenáló katétert vezettünk. Ezt a módszert később átvették az urológusok, és a mai napig is alkalmazzák. A különböző ciszták és abcesszusok punkciója, drenálással, szklerotizálással történő kezelése is az ultrahang-tevékenység része volt. Egyébként például hasi folyadékgyülemek esetében ugyanazt a trokártechnikát alkalmaztuk, amit ma is.

Ennyire interdiszciplináris tevékenységet végeztek?

A szakmák közötti együttműködést mutatja, hogy az említett, 1992-es jegyzetnek 18 szerzője volt, ebből 8 radiológus és 10 klinikus. Ebből is látszik, hogy szoros együttműködést alakítottunk ki a klinikusokkal. Manapság már sajnos általában nem ilyen szoros az együttműködés, valahogy elsodródtunk egymás mellől, és mindenki a saját szakmájával, vagy csak a saját profiljával foglalkozik.

Könnyen megszokták a klinikusok az ultrahangot?

Az ultrahang megjelenése után az ember sok fenntartással és hitetlenkedéssel találkozott nemcsak a klinikusok, de a radiológusok között is. Nagyon jól emlékszem, hogy amikor Münchenben dolgoztam, a világhírű, akkor már idős Anacker professzor az ultrahangképek demonstrációjánál megjegyezte: „Wetterbericht von Südtirol". Számára az ultrahang felhőket jelentett. Abban, hogy Magyarországon az ultrahang viszonylag hamar létjogosultságot nyert, az segített nagyon sokat, hogy lelkes társaság fogott hozzá az ultrahang elterjesztéséhez. Ennek legékesebb példája az évenként Sopronban megrendezésre kerülő Ultrahang Napok. A soproni rendezvények sokat segítettek abban is, hogy az ultrahangon keresztül ismerjük meg a radiológia új területeit. Másik lényeges momentum az ultrahang elterjedésében a magyar nyelvű, korszerű szakirodalom, melyről Harkányi tanár úr és társai gondoskodtak. Ezen nőtt fel az új generáció. A klasszikus radiológia után - radiológusok és klinikusok számára egyaránt - az első nagy meglepetést az ultrahang megjelenése okozta. Pár év múlva a CT és az MR diagnosztika ehhez képest kisebb újdonságot jelentett és a bennük rejlő technikai bravúr ellenére nem volt olyan döbbenetes hatásuk, mint az ultrahangnak. Az ultrahang az 1895-től az 1970-es évekig egyedül alkalmazott röntgenmódszer mellett megnyitotta számunkra a diagnosztikai gondolkodás új lehetőségét, a síkokban való gondolkodást, és elindította az anatómia átértékelését. Az ultrahang előtt az anatómia nem terjedt ki síkokra, a háromdimenziós test kétdimenziós képpé alakított formája volt az egyedüli, amit röntgenanatómiaként ismertünk.

Hogyan zajlott a hetvenes években az Ultrahang Szekció interdiszciplináris ülése?

Mi, az ultrahanggal foglalkozó orvosok, időnként összegyűltünk, rendszerint Budapesten és egy-egy délutáni program keretében egymásnak demonstráltuk az érdekes eseteket. Egyszer egy ilyen összejövetel programjában a pajzsmirigy-, vese-, máj-, stb. betegségek bemutatása mellett megjelent „A vérvizelő kanca esete" című esetismertetés is. Kíváncsian vártuk, hogy ez hogyan kapcsolódik az ultrahanghoz. Aztán kiállt egy kolléga a pódiumra, és elmesélte, hogy ő állatorvos, és mivel az Állatorvosi Egyetemen ő az egyedüli, aki ultrahanggal foglalkozik, azért jött az ultrahangosok közé, hogy hasonszőrűekkel megbeszélje szakmai problémáit. Előadta,

hogy volt egy kanca, amelynek a megnagyobbodott, kóros echogenitású veséje mellett volt egy citrom nagyságú, éles határú elváltozása, valószínűleg egy megnagyobbodott nyirokcsomó. A lovat megoperálták, mint kiderült, a kancának vesetumora volt citromnyi áttéttel. A műtét sikerült, a kanca meggyógyult - zárta le a történetet az állatorvos. Az eset ismertetését követően felállt Than Zoltán főorvos úr és az esetbemutatással kapcsolatban megjegyezte, hogy mi, radiológusok a kóros képletek bemutatása során szívesen vesszük a természetből a méret meghatározásához szükséges hasonlatokat, tehát rizsszemnyi, babnyi, cseresznyényi kifejezéseket használjuk, de azt, hogy citromnyi, még sosem hallotta vagy olvasta radiológusi leletben. Azért használta a „citromnyit" a kolléga úr, mert lóról volt szó? - kérdezte. A megjegyzés nagy derültséget váltott ki. Hasonlóan könnyed, baráti hangulat jellemezte az ultrahang hőskorának rendezvényeit.

Közösségteremtő eszközként is funkcionált az ultrahang?

Olyan emberek vállalkoztak az ultrahang megismerésére, akik jó barátságban voltak egymással, és közösségi igényeik is voltak. Ezeknek a társasági eseményeknek, szekcióüléseknek, szekcióéletnek nagyon nagy szerepük volt a szakmai fejlődésben. Később, a Soproni Ultrahang Napokon, megbeszéltük a radiológia minden jelentős problémáját, főleg azokat, amelyekben valamilyen fejlődés, szemléleti megújulás következett be, és ezt ráfogtuk, sőt azóta is ráfogjuk az ultrahang-vonatkozásokra. Ám a mai, ott kitárgyalt kérdések, problémák már messze túlmutatnak az ultrahangon, és inkább képalkotó diagnosztikáról, mint szélesebb fogalomkörről szólnak.

Akkor, a hetvenes években, teljesen járatlan utakon próbálkoztak?

A mai fiatal orvosok és orvostanhallgatók annyira természetesnek veszik az ultrahangot, mint diagnosztikus eszközt, hogy nem is érdemes elmagyarázni a kezdeti idők nagyszerűségét és meglepetésszerű eredményeit. Egyszerűen nincsen hozzá receptoruk, amivel felfogják, hogy mekkora élményt jelentett egy új világ megismerése. De ez természetesen mással is így van. Évtizedekkel ezelőtt hősi elhatározás kellett az első katéter felvezetéséhez az érrendszerbe. Titokban és tiltás ellenére, egy átvilágító szerkezetben állva, saját magának vezette fel a katétert az első angiográfus és a szembe állított tükörből nézte az átvilágító ernyőt és várta, hogy vajon mi történik. Ez egy hősi tett volt. Ezzel szemben manapság egy katéter felve-

zetése és a szívben vagy az agyban megvalósuló minimálinvazív terápia teljesen természetes dolog. Régebben nem mertünk beleszúrni a májba, mert azt hittük, hogy valami szörnyű dolog történik, és amikor kiderült, hogy az epeutakat direkt kontrasztanyaggal fel lehet tölteni, óriási lépést tettünk előre. Ezeket a módszereket a mai orvostanhallgató már úgy fogadja el, mint a világ legtermészetesebb dolgait. A kezdeti ultrahang-időkben modellkísérleteket végeztünk abból a célból, hogy megismerjük a különböző szövetek viselkedését az ultrahang-kévében. Így vizsgáltuk műepehólyagban a különböző epekövek echogenitását, de vizsgáltunk in vitro májat, vesét. A debreceni klinika Vargha professzor úr keze alatt experimentális profillal rendelkezett. Ebben jeleskedett többek között Baranyai Tibor is. Ezt az epehólyag-imitációt 1973-ban írtuk le többek között Vígváry Zoltán tanársegéddel, illetve mai rangján egyetemi tanár úrral.

Hogyan vált az ultrahang-diagnosztika egyik gócpontjává a Debreceni Orvostudományi Egyetem?

Debrecenben szerencsés volt az, hogy több szakma képviselői egyszerre ismerték fel az ultrahang jelentőségét, szereztek benne alapismereteket és a szakmai fejlődés érdekében össze tudtak fogni. Mi, radiológusok, biztosan nem boldogultunk volna a szülészek nélkül, és ez talán fordítva is érvényes. A Debreceni Orvostudományi Egyetem óriási előnye volt akkor, és ma is az, hogy több szakmából, összefogással, a közös célok érdekében tudtunk tevékenykedni. Ehhez persze kellett az is, hogy olyan emberek dolgozzanak itt, mint Tóth Zoltán adjunktus, a Szülészeti Klinika ultrahang laborjának akkori vezetője, jelenleg a klinika vezető professzora, aki nem zárkózott el a segítségnyújtástól, és így tudtuk a lehetőségeket közösen alkalmazni.

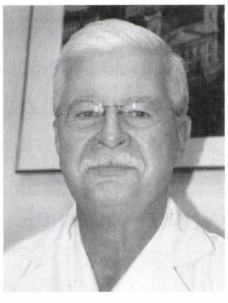
Az ultrahang elterjedésével könnyebbé vált az újabb modalitások bevezetése?

Az ultrahang elterjedése egyértelműen elősegítette a többi modalitás későbbi bevezetését, bár mi viszonylag későn jutottunk CT-készülékhez. Vargha Gyula professzor úr ezt úgy oldotta meg, hogy sokáig Kassára járt CT-vizsgálatokat végezni, mert nem volt készülék a kezében, amellyel saját intézeten belül tudott volna dolgozni. A betegek kisbuszban tették meg az utat Debrecen és Kassa között. Az MR megjelenésével viszont Debrecen újra felzárkózott. Az országban itt kezdte el működését elsők között, 1994

februárjában egy Shimadzu márkájú MR-készülék, és az első MR tanfolyamot is mi tartottuk Peter A. Rinck professzor közreműködésével, aki máig is az MR-fejlesztések nemzetközileg elismert atyja.

Hogyan látja az ultrahang jövőjét?

A különböző képalkotó diagnosztikai modalitások között mintha versenyfutás lenne abban, hogy mikor melyiket tudják még inkább tökéletesíteni, más modalitásokhoz viszonyítva feljebb, előrébb juttatni, hogyan tudják még jobbá tenni a technológiát. Ebben a vonatkozásban az ultrahang is lépést tart a CT- és MR-vizsgálatokkal, és biztos helye van a képalkotó diagnosztikában. Köszönhető ez az ultrahang egyszerűségének, olcsóságának, gyorsaságának és a kinyerhető információk viszonylagosan magas értékének. Nem hiszem, hogy az ultrahang további terjedését például a CT-berendezések elterjedése és széles körű felhasználása akadályozná, annak ellenére, hogy a készülékek ára eddig közeledő tendenciát mutatott. Az ultrahang óriási előnye, hogy az ultrahang interdiszciplináris felhasználású, urológus, szülész-nőgyógyász és más szakorvosok is kezükbe veszik a transzducert és alkalmazzák ezt a módszert. Ez a korábban csúcstechnológiát képviselő eszköz ma már az orvostudomány szinte minden ágában természetes egyszerűséggel használt technológia.



A debreceni születésű Péter Mózes édesapja a Debreceni Református Kollégium igazgatója volt. 1963-ban summa cum laude minősítéssel avatják orvosdoktorrá a Debreceni Orvostudományi Egyetemen. Végzésétől a Radiológiai Klinikán dolgozik. 1985-ben nevezik ki egyetemi tanárrá, 1989 és 2001 között látja el a klinika igazgatói teendőit. 1991 és 1995 között a DOTE klinikai rektor-helyettese. 1977-ben védi meg kandidatúráját „A pancreatopathiák komplex radiológiai diagnosztikája" címmel. 1992-ben egészségügyi menedzser képesítést szerez Millwood, Virginiában. Tudományos eredményeiről – melyeket elsősorban a gasztroenterológiai radiológia és az intervenciós radiológia területén ért el – számos magyar és nemzetközi kongresszuson, valamint 130 magyar és idegen nyelvű közleményben számolt be. A Radiológia (Medicina, 1998) c. egyetemi tankönyv szerkesztője. Nyolc évig volt a Magyar Radiológia folyóirat főszerkesztője, a Radiologia Diagnostica és a Magyar Radiológia folyóirat szerkesztőbizottságának tagja. A Debreceni Egyetem Egészségügyi Menedzserképző Központjának alapítója és első igazgatója (2001–2005 között). Részt vesz a debreceni Radiológiai Klinika graduális,

a Debreceni és a Miskolci Egyetem főiskolai képalkotó diagnoszta képzésében, emellett gyakorló radiológusi tevékenységet végez az Euromedic Diagnostics Kft.-nél CT- és MR-diagnosztikai, valamint intervenciós radiológiai területen. Tagja a MTA Orvosi Osztály Orvosi Diagnosztikai Tudományos Bizottságának és a Radiológiai Szakmai Kollégiumnak, melynek 1992–99 között nyolc évig elnöki teendőit is ellátta. Tiszteleti tagja a Lengyel Radiológus Társaságnak és a Magyar Radiológusok Társaságának. Munkájáért számos kitüntetésben, elismerésben részesült.

Elválaszthatatlan a klinikumoktól

Szebeni Ágnes az MTA doktora, a SOTE habilitált doktora, a Semmelweis Egyetem egyetemi magántanára. 1969-ben irodalmi adatok alapján figyelt fel az ultrahang-diagnosztika hematoonkológiai vonatkozásaira, és ő lett Magyarországon az első szakember, aki felismerte a kezdetben sokak számára érthetetlen diagnosztikus eljárás jelentőségét. Az ultrahang klinikai alkalmazásához a kezdetektől ragaszkodott, a technikai fejlesztésekkel egyenes arányban frissített tudását mindig készséggel osztotta meg kollégáival. Pályája elválaszthatatlanul összekapcsolódik az ultrahang magyarországi klinikai bevezetésének első lépéseivel, így személyes élményei nyomán a diagnosztikus eljárás történetével is megismerkedhetünk.

Hogyan találkozott először az ultrahang-diagnosztika lehetőségével?

A hatvanas évek végén egy műszerkiállításon láttam meg az első orvosi célra gyártott ultrahang-gépet, amely egy egydimenziós szemészeti készülék volt. Elkértem a leírását és áttanulmányoztam. Akkoriban hematológiával foglalkoztam, és sok cikket olvastam az ultrahang-diagnosztika hematoonkológiai vonatkozásaival kapcsolatban. 1971-ben történt, hogy egy volt kollégám, akivel az Orvostovábbképző Intézetben dolgoztam együtt, a Kállai Éva Kórház igazgatója lett, és hívott, hogy menjek hozzá dolgozni. Hosszas kérlelés után végül azzal sikerült elcsábítania, hogy kipróbálásra megszerezte nekem ezt az ultrahangos készüléket. Így otthagytam a Péterfy Sándor utcai Kórházat, és ezen a kezdetleges, egydimenziós, készüléken 1971–1975 között végeztem első munkáimat. Eredményeimről itthon és külföldi kongresszusokon is beszámoltam, így figyelt fel rám Falus Miklós szülész főorvos úr, aki a BM Korvin Ottó Kórházban beszerzett egy, az általam addig használthoz képest magasabb színvonalú, bistabil készüléket. Hazánkban belgyógyászati vonatkozásban elsőként foglalkoztam hasi UH lágyrészdiagnosztikával, ezen belül főként hasi tumorok májmetasztázisaival. Konzíliumba jártam hozzá, és ezért a tevékenységért nem fizetést, hanem lehetőséget kaptam, hogy a saját betegeimet is vizsgálhassam az intézmény akkoriban korszerűnek számító berendezésével. Ezt elsősorban a betegek szállítása miatt nem volt könnyű megszervezni, de megoldottuk. Így kezdtük el az első kétdimenziós ultrahangvizsgálatokat a belgyógyászat területén.

Mikor sikerült olyan intézményben állást vállalnia, amelyben adottak voltak az ultrahang-diagnosztika feltételei?

Jóval később. Mivel nem állt módunkban saját készüléket vásárolni, és miután megszűnt a BM Korvin Ottó Kórházban a vizsgálati lehetőség, a Péterfy Sándor utcai Kórházba jártam vissza, és a szülészeti osztály készülékét használtam. A hetvenes évek második felében már Magyarországon is feltűnést keltett az ultrahang-diagnosztika, egyre többen érdeklődtek iránta. Akkor már rengeteg kolléga küldte hozzám a betegeit vizsgálatra. Sőt, volt egy olyan időszak, amikor az egész országból hozzám küldték a betegeket belgyógyászati vonatkozású ultrahang-diagnosztikára. A Kállai Éva Kórházból hetente kétszer engedtek el a Péterfy Sándor utcába, úgyhogy ez sem volt könnyű időszak. Munkámat 1976-tól az Egészségügyi Tudományos Tanács tárcaszintű kutatás keretében támogatta „Tumoros betegek lágyrész-diagnosztikája" címmel. 1979-ben elhagytam a Kállai Éva Kórházat és az Orvostovábbképző Intézet Röntgenológiai Tanszékére kerültem tudományos munkatársnak. Petrányi Gyula professzor hívott a II. sz. Belklinikára is, de nem tudott készüléket szerezni. Egyedül Csákány György professzor úr volt abban a helyzetben, hogy egy még fejlettebb, statikus gray-scale ultrahang-diagnosztikai gépet biztosítson az OTKI röntgenosztályán, ezért az ő ajánlatát fogadtam el. Eredeti megállapodásunk szerint az ultrahang-diagnosztika mellett belgyógyászati klinikai munka lehetőséget is teremtett volna számomra, de ebből az ígéretből végül nem lett semmi.

Miért nem sikerült az OTKI-ban kiépíteni a belgyógyászati klinikai munka melletti ultrahangvizsgálatok körülményeit?

Magyarországon akkoriban kezdődött a radiológia és egyéb klinikumok harca az ultrahang-diagnosztikai vizsgálatok végzésének jogáért, melyet minden szakma magának is akart. Ezen ellentétek miatt számos támadásnak voltam kitéve, például azért is, mert a radiológusok kívánsága ellenére nem tettem le a radiológiai szakvizsgát és ezáltal nem ismertem el a radiológusok kizárólagos jogát az UH-vizsgálatok végzésére. A támadások ellenére „Ultraszonográfia a máj- és hasnyálmirigy-betegségek kórismézésében" címmel elkészítettem és megvédtem kandidátusi értekezésemet.

Nyílt lehetősége elméleti és gyakorlati oktatásra is?

Az ultrahang-diagnosztika egyéni gyakorlati oktatását már a Péterfy Kórkázban elkezdtem. Az ultrahangeljárás ma vezető személyiségei közül sokan jártak hozzám már a Péterfybe is tanulni, például Harkányi Zoltán két évig, de később tanítottam Harmat Györgyöt is, aki már az OTKI-ban, és Székely Györgyöt, aki a BM Kórházban keresett meg. Ekkor a gyakorlati oktatás időtartamát már az ultrahang laboratóriumban teljes munkaidőben töltött fél évben határoztuk meg. A folyamatos gyakorlati oktatás mellett elméleti továbbképzést először az OTKI-ban szerveztem és évente tartottam. Később a gasztroenterológiai szakvizsga kötelező részeként évente továbbképző tanfolyamot szerveztem egy ideig a BM Kórházban, majd mind a mai napig a III. sz. Sebészeti Klinikán Regöly-Mérei János professzorral közös szervezésben, aki szintén tanítványom volt. 1991-től magyar, 2001-től angol nyelven a Semmelweis egyetemen oktatok.

Hol szervezte meg első önálló ultrahang-laboratóriumát?

Az OTKI-ból a BM Kórházba hívtak dolgozni, ahol addig nem tudták megszervezni az ultrahang-diagnosztika szülészeten kívüli részét. Kandidatúrám befejezése után, 1983-ban elfogadtam a meghívást azzal a feltétellel, hogy a létesítendő ultrahang-laboratóriumot nem csatolják más osztályhoz. Ennek megfelelően itt először szerveztem meg az országban önálló központi ultrahang-laboratóriumot. Mindenkivel jó kapcsolatot alakítottam ki és sok fejlesztést sikerült elvégeznem akkoriban. Itt dolgoztam 1993-ig. Miután 1991-ben nyugdíjba mentem, 1993-ban a központi ultrahang-laboratóriumot a röntgenosztályhoz csatolták. Ekkor a BM Kórház Budakeszi úti részlegén új, önálló ultrahang-laboratóriumot hoztam létre, melynek nyugdíjas osztályvezető főorvosa lettem, majd egyéni vállalkozóként, később szerződéses szellemi szabadfoglalkozásúként dolgoztam ugyanitt egészen a Kórház megszüntetéséig, 2007 júliusáig. Az utolsó pillanatig jöttek hozzám tanulni a kollégák, régi tanítványaim is küldték tanítványaikat.

Hogyan alakult a klinikai ultrahang-diagnosztika szakmai szervezettsége?

Falus Miklóssal és Berényi Annával – akik a szülészetben, illetve a szemészetben képviselték az ultrahang-diagnosztikát – már ezt megelőzően is szerettünk volna társaságot szervezni, de beadványainkkal hiába bombáztuk a

minisztériumot és a MOTESZ-t, nem kellettünk senkinek. Végül a Magyar Biofizikai Társaság fogadott be bennünket. Az ultrahang biofizikai vonatkozásaival kapcsolatban a Műszaki Egyetemen akkoriban ultrahang kísérleteket végző Greguss Pál professzor kész volt együttműködni velünk, orvosokkal. Így történt, hogy először a Magyar Biofizikai Társaság Orvosi Biológiai Ultrahang Szekcióját szerveztük meg. Csak később került sor arra, hogy a MOTESZ társaságain belül is alakuljon ultrahang-szekció, elsőként a Magyar Gasztroenterológiai Társaságban, ahol már korán felismerték az ultrahang jelentőségét. A hetvenes években meghívott a Magyar Gasztroenterológiai Társaság, hogy szervezzek gasztroenterológiai ultrahang-diagnosztikai munkacsoportot, melynek vezetésével megbízott, és egyben az MGT vezetőségi tagjai közé kooptált. A munkacsoport később kibővült és szekcióvá alakult. Akkoriban alapoztam meg a gasztroenteorológusok továbbképzését is. Tanítványaim azóta is folyamatosan fenntartják és fejlesztik a szekció működését. Később természetesen a radiológusok, a nőgyógyászok, a kardiológusok és a többi szakma is megalakította saját ultrahang-szekcióját.

A szekciók megalakításával véget értek a kompetencia-viták, elsimultak az ellentétek?

Magyarországon a szakmai szervezettség - például a licencvizsgák - nem alakultak megfelelően minden területen, és a mai napig élnek az ellentétek. Dúl a harc, hogy kié legyen az ultrahang. A radiológusok bizonyos mértékig magukhoz ragadták az uralmat, de nem lehet elvenni a lehetőséget a klinikai szakmáktól, hiszen a diagnosztikus eljárás a beteghez kötött, már a legelső vizsgálat megszabja a további kezelések vagy beavatkozások menetét. Az ultrahang-diagnosztika mindenkié, aki megtanulja és használata rendkívül szorosan kapcsolódik a klinikumhoz. Csákány György professzorral voltak ellentéteim e tekintetben, mert ő jónak látta volna, ha az ultrahangvizsgálat a radiológiai szakma kizárólagos joga lenne. Úgy tűnik, hogy a gyakorlat az én véleményemnek megfelelően alakult, hiszen az intraoperatív szakmákban, az endoszkópiában, a kardiológiában, a szemészetben, az urológiában és a szülészetben is e szakterületek saját képviselői végzik az ultrahang-diagnosztikát. Ma már a gasztroenterológusok, a belgyógyászok és a gyermekgyógyászok is jogot nyerhetnek ultrahangvizsgálatok végzésére. A legtöbb szakterületen nem kötelező elsajátítani ezt a tudást, ezért az ügyeleti ellátásban adódhatnak emiatt problémák. Az oktatás és a jogosítvány megszerzése terén még sok a teendő.

A szakemberekkel együtt szakosodnak a berendezések is?

Az egyes szakterületeknek nem teljesen egyformák az igényei. A digitális technika fejlődésével vannak olyan készülékek, amelyekkel több területen lehet vizsgálni oly módon, hogy a gépek manapság már modulokból állnak, tehát mindig az adott szakmai igényeknek megfelelően lehet összeállítani őket. Léteznek olyan készülékek is, amelyekben csupán azokat a funkciókat aktiválják, amelyekre az adott szakterületen szükség van. Különös kettősség jellemzi az ultrahangtechnikát, hiszen a világ e legbékésebb diagnosztikus eszköze a háborús fejlesztések következtében fejlődött ki. Az elv megállapítása és az első készülékek kifejlesztése a német tengeralattjárók felkutatására irányult. A Titanic katasztrófája vetette fel először a gondolatot, hogy ultrahanggal figyeljék a jéghegyeket, de a háborúban fordítottak rá először annyi pénzt, hogy az ötletet meg is tudták valósítani. Később az amerikaiak a második világháborúban fejlesztették tovább, és mostanában a rakétatechnika modernizálásának köszönhetjük a megfelelő szoftverek fejlesztését. A háborús fejlesztésre mindig szánnak pénzt - ez sajnálatos, de az ultrahang-diagnosztika éppen emiatt fejlődik töretlenül.

Összességében nehéz volt elismertetni az ultrahang klinikai alkalmazását Magyarországon?

Kezdetben szinte senki nem ismerte fel az ultrahang jelentőségét. Egyébként kiváló szakemberek egyenesen kinevettek, amiért jelentőséget tulajdonítok ennek a módszernek. Manapság már nem lehet elképzelni az egészségügyi ellátást ultrahangvizsgálat nélkül. A technika fejlődésével párhuzamosan egyre többen rájöttek, hogy milyen előnyöket jelent ez a betegségek kórismézésében. Az ultrahangtechnika az évtizedek alatt rengeteget fejlődött, talán azért is maradt meg az érdeklődésem iránta ennyi éven át, mert mindig jött valami új fejlesztés, és mindig újat kellett tanulnom. Különben talán nem is tudtam volna vele ennyi éven át, töretlen dinamizmussal foglalkozni. Mikor hazánkba elérkezett az ultrahang-diagnosztika híre, a világban már terjedőben volt alkalmazása, tehát nem volt nehéz megjósolni, hogy előbb-utóbb itthon is beépül az egészségügyi ellátásba. Nálunk azonban csak kevesen követték a nemzetközi eseményeket. Külföldön, különösen az Egyesült Államokban, nehezebben vetik el az újdonságokat, sokkal pragmatikusabbak a szakemberek, mint nálunk. Magyarországon rengeteget kellett harcolni. Amikor kipróbáltam az első gray-scale készüléket,

senki sem adott ennek helyet, mindenki attól tartott, hogy valami baj lesz, ha a készülék eredményei alapján határozzuk meg a beteg további kezelését. Aztán hosszú ideig kölcsöngépeken dolgoztam, közben pedig rengeteg intézményben segítettem beállítani ultrahangberendezést és ellenszolgáltatás nélkül tanítottam. Sosem akartam magamnak megtartani ezt a tudást, mert őszintén hittem hogy az akkor nagyon hasznos, ha minél többen, minél magasabb színvonalon foglalkoznak vele. Ma már több száz tanítványom és azok tanítványai is magas színvonalon művelik ezt a szakmát. Büszke vagyok rájuk.

Szebeni Ágnes (Szentpétery Imréné) 1956-ban végez a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen általános orvosként, 1960-ban belgyógyászat szakvizsgát szerez. 1983-tól az orvostudományok kandidátusa, 1997-től az orvostudományok doktora (MTA), 1998-tól a SOTE habilitált doktora, 2001-től a Semmelweis Egyetem egyetemi magántanára. 1956–63 között a Péterfy Sándor utcai Kórház „B" belgyógyászati osztályán segédorvos, 1963–67 között az OTKI III. Belgyógyászati Osztályán tanársegéd, 1967–71 között a Péterfy Sándor utcai Kórház „A" Belgyógyászati Osztály adjunktusa. 1971–79 között a Kállai Éva Kórház belgyógyászatán adjunktus, 1979–83 között az OTKI Röntgen Tanszékének tudományos főmunkatársa, 1983–93 között a BM Kórház központi ultrahanglaborjának osztályvezető főorvosa. 1993–2007 között a BM Kórház Ultrahang Labor Budakeszi úti részlegének nyugdíjas osztályvezető főorvosa. 161 hazai és külföldi folyóiratokban megjelenő közlemény, 202 hazai és külföldi konferenciákon megtartott előadás, hét könyv, illetve könyvrészlet – ebből két idegen nyelvű – szerzője. A Magyar Biofizikai Társaság Orvos Biológiai Ultrahang Szekció (OBUSZ) elnöke; a Magyar Gasztroenterológiai Társaság vezetőségi tagja, az Ultrahang Szekció elnöke, majd tiszteletbeli elnöke, a Magyar Ultrahang Társaság tiszteletbeli elnöke; a Magyar Belgyógyászati Társaság, a Magyar Onkológiai Társaság és a Magyar Radiológusok Társasága tagja, valamint számos külföldi társaság tagja és meghívott tagja.

A szülész-nőgyógyászok álmát valósította meg

A szülészet-nőgyógyászatot forradalmasította az ultrahang-diagnosztika alkalmazása, hiszen a méhen belül fejlődő magzat közvetlen vizsgálatára nyújt lehetőséget. Az ultrahang jelentőségét az orvosi gyakorlatban az elsők között a szülészek ismerték fel. Tóth Zoltán professzor, a DEOEC Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika igazgatója, a Magyar Szülészeti-Nőgyógyászati Ultrahang Társaság elnöke, a kezdeti lépések mellett az ultrahangtechnika fejlődésével párhuzamosan a szakmai felhasználás változását is ismerteti.

Hogyan emlékszik vissza a hazai szülészeti és nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika kezdetére?

Diagnosztikus ultrahangkészüléket Magyarországon először 1968-ban alkalmaztak a BM Korvin Ottó Kórház Szülészeti és Nőgyógyászati Osztályán, Falus Miklós főorvos úr irányításával. A további készülékeket Dunaújvárosban, Nyíregyházán kezdték használni, majd az egyetemek Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáin állítottak be újabb készülékeket a mindennapi betegellátás, a kutatás szolgálatába. Debrecenben Lampé László professzor úr nagyszerű előrelátásának köszönhetően 1974-ben a Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikára került az első ultrahangkészülék. A prenatalis genetika iránt érdeklődő Papp Zoltán professzor úr korán felismerte az ultrahang-vizsgálatokban rejlő diagnosztikus lehetőségeket, és én, mint az ultrahang-diagnosztika iránt érdeklődő fiatal orvos a munkacsoportjának tagjává váltam. Akkoriban a radiológusok még nélkülözték ezt a vizsgálati eszközt, így Debrecenben a radiológusok a Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikára jártak át megismerni ezt a módszert, együtt tanultuk az új eljárás alkalmazását.

Hogyan terjedt el Magyarországon az ultrahang-diagnosztikai eljárás a szülészetben?

Kezdeti eredményeinket hazai és nemzetközi kongresszusokon ismertettük. Egyre több kolléga kereste fel klinikánkat a módszer elsajátításáért. A hazai szülészeknek az ultrahang szülészeti és neonatológiai felhasználásáról rendezett szimpóziumon 1985-ben, a pesti Vigadóban, Stuart Campbell professzor úr tartott igen hasznos beszámolót. A társszakmákkal közösen ugyanebben

az évben Visegrádon megszerveztük az első Magyar Orvosi Ultrahang Kongresszust, majd Baranyai Tibor professzor megrendezte az első Soproni Ultrahang Napokat, ahol mi, szülészek is beszámoltunk az elért eredményeikről. Debrecenben 1986-ban már önálló referáló délutánokon foglalkoztunk a szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikával, 1987-ben „Szülészet és genetika" címmel az ultrahang prenatalis diagnosztikában való felhasználásáról tartottunk egyhetes tanfolyamot, 1988-ban egész napos szülészet-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikával foglalkozó kurzust szerveztünk, és 1989-ben Debrecenben rendeztük meg a második Magyar Orvosi Ultrahang Kongresszust. Itt a szakmai tartalom nagy részét a szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika képezte. 1991-től Budapesten „Magzati és embrionális diagnosztika" címen rendszeres továbbképzés indult. A debreceni Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikán 1992-től minden évben, évente egy-két alkalommal egyhetes szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikai tanfolyamot tartunk, alkalmanként 30–50 fő részvételével, a téma iránt érdeklődő fiataloknak, illetve tapasztalt kollégáknak.

Hogyan fejlődött a szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika?

A szülész-nőgyógyászok világelsők voltak az ultrahang-diagnosztika felhasználásában. Ian Donald és T. Brown 1962-ben írták le a kontakt vizsgálati technikát, amely 1968-ban már Magyarországon is elérhető volt, és 1974-től már Debrecenben is alkalmaztuk. A kismedencei szervek gyönyörűen vizsgálhatóvá váltak, amikor a kismedence vizsgálatára bevezették a telt húgyhólyag technikát. Később megjelentek a kétdimenziós bistabil, fekete-fehér képet adó készülékek. Ezen gépek képernyőjén még csak a szakember látta a képleteket, az elváltozásokat, ezért azokat le kellett rajzolnunk, hogy a laikus számára is érthetővé váljanak. Aztán feltalálták a gray-scale technikát, amely a szürkeskála különböző árnyalataiban jelenítette meg a képleteket. A következő lépést a mozgóképes ultrahangok bevezetése jelentette. Először az „A-képpel" csupán a távolságok közötti csipkéket tudtuk nézni és mérni a monitoron, majd megjelent a compound technika, amellyel már a pásztázott terület – a kismedence, a terhes méh – kétdimenziós képe ábrázolódott a monitoron. Megjelentek a mozgó, majd a nagy felbontású készülékek, és a transvaginalis ultrahang vizsgálófej. Ezzel a vizsgálófejjel a méhhez egész közel, a hüvelyboltozatig be lehet hatolni, és így az egy-két centiméterre a méhfal mögött lévő embrió nagy felbontással ábrázolhatóvá vált. A hasi vizsgálófejhez képest a hüvelyi fejjel egy-két héttel korábban és sokkal részletesebben

tudjuk vizsgálni az embriót és a petezsákot, mindaddig, míg a magzat akkora lesz, hogy már kiemelkedik a kismedencéből. Magyarországon a kilencvenes években terjedt el ez a módszer a szülészek körében. Azóta feltalálták a Doppler-technikát is, amelyben az áramló részecskékről visszaverődő hangok közötti különbségek alapján lehet az áramlást színkódolva követni a képernyőn. Ennek során könnyebben felismerhető, hogy pontosan mit látunk: sima cisztát, vagy eret, illetve következtethetünk az áramlási viszonyokra is. Emellett lehetőségeink bővültek a szövetharmonizációkkal. A háromdimenziós technikával a mélységi dimenzió is ábrázolható lett, a magzati felszínek szoborszerűen jelennek meg. A négydimenziós technikával az addig szoborszerűnek észlelt méhen belüli magzat mozgása a negyedik dimenzióban, az időben is megfigyelhetővé vált. A 4D-technológia már lehetővé teszi, hogy a magzat viselkedését és mimikáját is tanulmányozzuk, így a magzati idegrendszer fejlődése is nyomon követhető.

Hogyan fogadták az első gépeket az ultrahangtechnika jelentőségét csak később felismerő kollégák?

Kezdetben nehezen hitték el, hogy amit a képernyőn látunk, az diagnózishoz vezet. Amikor fejlődési rendellenességet észleltünk, átmentünk a kórbonctanra, hogy meg tudjuk mutatni, mit láttunk, és mit kell keresni. Az ultrahang-diagnosztika a szülész-nőgyógyászok álmát valósította meg, hiszen a méhen belül fejlődő magzat a szemünk számára hozzáférhetővé vált, már nem csak tapogatózunk, vagy hallgatózunk, hanem be is látunk a kismedencébe és a méh üregébe. A módszer révén bővültek ismereteink a méhen belül fejlődő magzatról, megváltozott a szemléletünk és a betegellátás során folytatott gyakorlatunk, és ma már ultrahang-diagnosztikára alapozott betegellátást folytatunk. Mára egyébként az eljárás megítélése átesett a ló túloldalára: elterjedt a köztudatban, hogy ha valaki ultrahangvizsgálaton vett részt, kizárólag egészséges gyermeket szülhet. Hangsúlyozni kell, hogy az ultrahang-diagnosztika rengeteget fejlődött és sok mindent látunk a segítségével, de a legtapasztaltabb szakember, a legmodernebb készülékkel sem tud minden egyes fejlődési rendellenességet száz százalékos biztonsággal felismerni. Nem támogatjuk továbbá a „babamozit", mert a mai napig nem tudjuk teljes biztonsággal, hogy a magzatra nézve az ultrahang-sugárzás káros-e vagy sem. Valószínűleg nem az, de ha túl sokszor, túlságosan hosszú ideig vizsgálják a magzatot, akkor lehet, hogy mégis.

A készített felvételekhez sajnos nem adnak szakmailag megbízható leletet, ezáltal a terheseket félrevezetik, a módszert lejáratják.

Hogyan követte a magyar szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika a nemzetközi szervezettséget?

A Londonban 1991-ben alakult Nemzetközi Szülészeti és Nőgyógyászati Ultrahang Társaságnak mi is alapító tagjai vagyunk, a Társaság 4. kongresszusát 1994-ben Papp Zoltán professzor úr Budapesten rendezte meg. 1992-ben megalapítottuk a Magyar Szülészeti-Nőgyógyászati Ultrahang Társaságot, mely akkor 147 tagot számlált, ma már 1195 taggal működik, így a MOTESZ egyik legnagyobb taglétszámú szervezete. Országos kongresszusaink sorát 1993-ban indítottuk útjára, azóta is kétévente találkozunk, kezdetben Seregélyesen, 1999-ben Debrecenben, 2001-ben Szegeden, 2003-ban Egerben, 2005-ben Budapesten, 2007-ben Győrött tanácskoztunk. A kongresszusainkat egyúttal továbbképző tanfolyamnak is tekintjük.

Melyek e szakterület legjelentősebb kiadványai?

„A kismedence és a has ultrahangvizsgálata" című könyvet Szőke Béla és Kiss Dezső főorvosok 1980-ban, majd a „Szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika Atlasz" című könyvet Szőke Béla 1992-ben jelentette meg. A Magyar Szülészeti-Nőgyógyászati Ultrahang Társaság kidolgozta „A szülészeti-nőgyógyászati ultrahangvizsgálatok végzésének feltételei"-t, amelyet 1992-ban kiadványban jelentettünk meg, Továbbfejlesztett protokollunk 1999-ben és 2002-ben „A szülészet-nőgyógyászati protokoll" könyv (szerkesztő: Papp Z.) fejezeteként, majd 2007-ben „A szülészet-nőgyógyászat tankönyve" (szerkesztő: Papp Z.) multimédiás mellékletében is szerepel. Továbbképzési célból „Szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika" címmel (szerkesztő: Tóth Z., Papp Z.) a vezetőség tagjai által írott szakkönyvünk 2001-ben jelent meg, melyet 2006-ban korszerűsített, átdolgozott kiadásban újra kiadtunk. Társaságunk tagjai közül szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika témakörben eddig 26-an szereztek – ketten MTA doktora, nyolcan kandidátusi, 16-an PhD – tudományos minősítést.

Milyen tevékenységeket folytat a Magyar Szülészeti és Nőgyógyászati Ultrahang Társaság?

A Társaság célja, hogy összefogja a szülészeti és nőgyógyászati ultrahang-vizsgálatokkal kapcsolatos ismereteket, korszerűsítse a szakmai protokollt, támogassa tagjai hazai és nemzetközi szereplését, szakmai és tudományos fejlődését, érdekképviseletet biztosítson tagjai számára. Az egészségügyben elsők között vezettük be a minőségbiztosítási rendszert, melyről rendszeresen beszámolunk hazai és nemzetközi folyóiratokban. Kidolgoztunk egy továbbképzési rendszert is, ennek lényege, hogy jártassági igazolást adunk ki azok számára, akik megfelelő mennyiségű vizsgálatot elvégeztek, és részt vettek az előírt tanfolyamokon, s azok anyagából vizsgát is tettek. A progresszív ellátás elvét követjük, hiszen nem lehet egyszerre mindenkiből a legprofibb szakember. A, B és C jártassági szintet különböztetünk meg. Az A-kategóriás szakemberek feladata, hogy felismerjék a kóros állapotokat, a B-kategóriás vizsgálótól már elvárás az egyes elváltozások eldifferenciálása, a C-kategóriás szakembernek pedig az egyetemi és megyei regionális központokban a problémás eseteket is el kell tudnia bírálnia. A törvény szerint kizárólag akkreditált Genetikai Tanácsadás adhat javaslatot a magzat sorsáról a prenatalis diagnosztikai központokban, prenatalis genetikai vizsgálatok eredményei alapján. A döntés joga azonban mindenkor a házaspáré. 2003-tól a Semmelweis Egyetem I. sz. Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján az Ian Donald Inter-university School of Medical Ultrasound magyar tagozataként angol nyelvű tanfolyamokat is szervezünk, Debrecenben pedig a londoni székhelyű Fetal Medicine Foundation által kiadott diplomát szerezhetnek a kollégák. A Társaság tagjai közül egyébként 1066 orvos rendelkezik valamilyen minősítéssel. Társaságunk kezdeményezésére a népjóléti miniszter 2/1998. (II. 6.) NM-rendelete szabályozta a szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikai szakasszisztensek szakképesítésének szakmai és vizsgakövetelményeit. A képzés lebonyolítását az Egészségügyi Szakképző és Továbbképző Intézet (ETI) végzi, s ebben a Társaságunk is tevőleges szerepet vállal. Az OKJ 54501801 számú szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztikai szakasszisztensi diplomával a FEOR 3232 számú szakasszisztensi (orvosi) állás tölthető be. A 2000-ben először 36 főnek kiadott diplomát azóta két alkalommal indított képzés keretében eddig 65-en szerezték meg.

Milyen gyakran vizsgálták ultrahanggal a kismamákat harminc évvel ezelőtt és ma?

A szülészeti ultrahang-diagnosztikában kezdettől fogva megkülönböztetjük a szűrő és a diagnosztikus módszert. Amikor Debrecenben bevezettük az eljárást, vizsgálatsorozatot végeztünk, amelyben minden hónapban minden terhes nőt megvizsgáltunk. Rájöttünk, hogy nincs értelme ilyen sűrűn alkalmazni a módszert, elég a terhesség jelentős időpontjaiban a vizsgálatokat elvégezni. A tizenkettedik hétre lezajlik az embrió fejlődése, az organogenesis, a testrészek, a szervek kialakulnak. Kimutatható a koponya, a törzs, a végtagok, a köldökgyűrű, a tüdő, a szív, a rekeszizom, a gyomor, a vesék, a húgyhólyag stb. és, ekkortól nevezzük magzatnak az embriót. A tizenkettedik hét tehát az első fontos dátum, amikor már fejlődési és kromoszóma-rendellenességet kereshetünk. A tizennyolcadik hét a következő javallott alkalom, amikor célzottan fejlődési rendellenességeket, kóros állapotokat keresünk. Ezt követően sokáig a következő vizsgálat időpontjául a 28. hetet jelöltük meg. A megváltozott törvény szerint azonban a 24. hétig lehetséges probléma esetén felajánlani a terhesség megszakítását, ezért értelemszerűen a harmadik ultrahangszűrést későbbre tettük. A 30–32. héten kezd a magzat növekedési zavara, a lepényi elégtelenség egyértelművé válni, ezért a 32. héten a számított korhoz képest kis súlyú újszülötteket, és a retardációt szűrjük, valamint a későn felismerhető fejlődési rendellenességeket is. A 38–40. hét körül pedig már szülésvezetés szempontjából szűrjük a problémás eseteket, például a medencevégű vagy a harántfekvést. A szűrésekkel szemben a diagnosztikus vizsgálat során már célzottan keressük az eltéréseket, például a családban halmozottan előforduló rendellenességeket, vagy a szűrővizsgálaton gyanúsnak ítélt elváltozásokat igyekszünk megerősíteni vagy kizárni. A diagnosztikus vizsgálat célja tehát a gyanús esetek differenciáldiagnosztikája, melyet már kizárólag B-kategóriás szakember végezhet, az ő eredményei alapján pedig a C-kategóriás szakember feladata, hogy a megfelelő háttérrel rendelkező intézetben, az egyéb prenatalis vizsgálatok eredményének birtokában, a társszakmák bevonásával alkosson véleményt az elváltozásról.

Hogyan alakult a szűrővizsgálatok hatékonysága Magyarországon?

Magyarországon az ultrahang-szűrővizsgálatokat Debrecenben kezdtük és kidolgoztuk a prenatalis genetikai szűrőmodellt. Hetvenezres populáción mértük a módszer hatékonyságát az ultrahang, a biokémiai szűrőmódszer,

a genetikai tanácsadás, a vetélések és a szülések adatai alapján. 62 százalékos találati biztonságot értünk el. Ezek után javasoltuk szűrőmodellünk országos bevezetését, és a modell mára nemzetközileg is elfogadottá vált. A mai technikai lehetőségekkel a legrosszabb felismerési arányt a végtagfejlődési rendellenességeknél érjük el, a legjobb arány pedig az agykoponyahiány felderítésénél adódik.

A szülész-nőgyógyászok mellett mely szakterületek képviselői számítanak kompetensnek e vizsgálatok elvégzésében?

Magyarországon a szülészek az elsők között ismerték fel az ultrahangdiagnosztika jelentőségét, így a szülészeti-nőgyógyászati ultrahangvizsgálat a szülészek kompetenciája maradt. Léteznek olyan országok, ahol radiológusok végzik ezeket a vizsgálatokat, de én úgy vélem, a mi gyakorlatunk a helyes. Az tudja igazán, hogy mit keres, aki fel is használja a kapott információkat. Egy szülész-nőgyógyásznak napi élménye van a vizsgálati lelet és a végleges diagnózis összevetésével kapcsolatban, mert a terápiát, az esetleges beavatkozást is ő határozza meg, ő végzi el és ő szembesül elsőként leletének korrektségével.

Tóth Zoltán 1973-ban a Debreceni Orvostudományi Egyetemen summa cum laude szerez orvosdoktori diplomát. 1977-ben szülészet-nőgyógyászatból, 1984-ben humángenetikából szakvizsgázik. 1984-ben az orvostudomány kandidátusa, 1994-ben az orvostudomány doktora. Végzése óta a debreceni Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika munkatársa, 1973–75 között gyakornok, 1975–77 között klinikai orvos, 1978–86 között egyetemi tanársegéd, 1987–92 között egyetemi adjunktus, 1993–96 között egyetemi docens, 1999 óta egyetemi tanár, 2005 óta klinikaigazgató. A Magyar Biofizikai Társaság Ultrahang Szekciójának elnöke (1988-), a Magyar Radiológus Társaság Ultrahang Szekciójának társelnöke (1987–1991), a Magyar Szülészeti- Nőgyógyászati Ultrahang Társaság főtitkára (1992–2005), elnöke (2005-), a MOTESZ Szövetségi Tanács tagja (1993-), a Magyar Perinatológus Társaságnak alelnöke (2005-), a Magyar Tudományos Akadémia III. Doktori Bizottságának tagja (2006-), az ETT Igazságügyi Szakértői Bizottságának tagja (2006-), a Magyar Nőorvos Társaság vezetőségi tagja (2006-). Számtalan szakkönyv, így a Papp Zoltánnal közösen szerkesztett Szülészeti-Nőgyógyászati Ultrahang-Diagnosztika szerzője. Számos kitüntetés és elismerés, közöttük a Semmelweis Orvostudományi Egyetem I. Számú Női Klinika emlékérem (1997), a Széchenyi professzori ösztöndíj (1998–2001), és a Magyar Nőorvosok Lapja Nívódíj (2002) birtokosa.

Az ultrahang-diagnosztika technikai fejlődése képekben

MORVAY ZITA ÉS HUMML FRIGYES

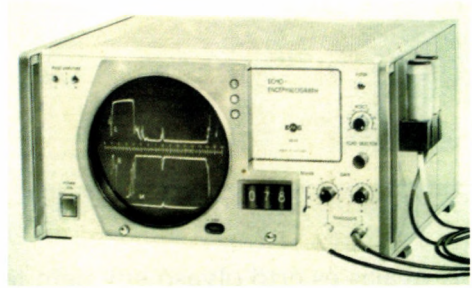
A nyájas és értő olvasó egy nem teljes körű áttekintést kap az ultrahang-diagnosztika egyes, néha meghökkentő fejlődési fokozatairól. Mindegyik megjelenésénél találkoztunk a hurrá lelkesedés és a teljes elutasítás megnyilvánulásaival. Ilyen a fejlődés: van egy ígéretes gondolat, lesz egy elégtelen kivitelezés, elindul a lelkesedés/ócsárlás, majd a hívő megszállottak készítenek egy jobb kivitelezést. Mivel a dolog új, sokan nem tudják kezelni. Néhányan felismerni vélik az üzleti lehetőségeket és az eredeti gondolat feltartóztathatatlanul terjedni kezd, azoknak is kell, akik nem tudnak vele mit kezdeni, de nem akarnak lemaradni. Kiderül, hogy nem lehet hátradőlni, hanem mindenkinek állandóan tanulni kell és az is, hogy a tanulás elsőrendű élvezeti cikk.

„A-scope"

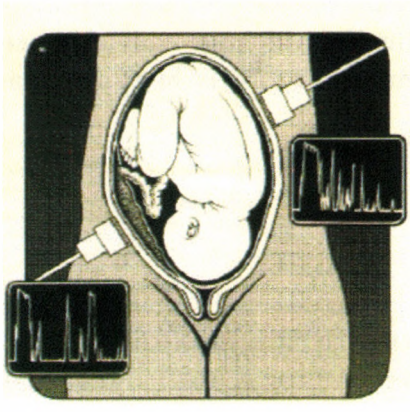
A már sorozatban gyártott, korai ultrahang-diagnosztikai készülékek ipari repedésvizsgálók voltak. Az oszcilloszkóp ernyőjén megjelenő diagram vízszintes tengelye a mélységet, a függőleges tengely az echók burkolójának amplitudóját jelenti. Ezt az ábrázolási módot hívják a világháborús radar ábrázolásokból átvéve: „A-scope" megjelenítésnek. Aluminium és acél repedéseit, zárványait lehet segítségükkel felkutatni. Egy ilyen vasúti sínvizsgáló kézikocsit látunk az 1. képen. 1954-ben Leksell a stockholmi Karolinska egyetemen kezdte újszülöttek agyi középvonalát mérni és ennek segítségével térszűkítő folyamatokra következtetett.

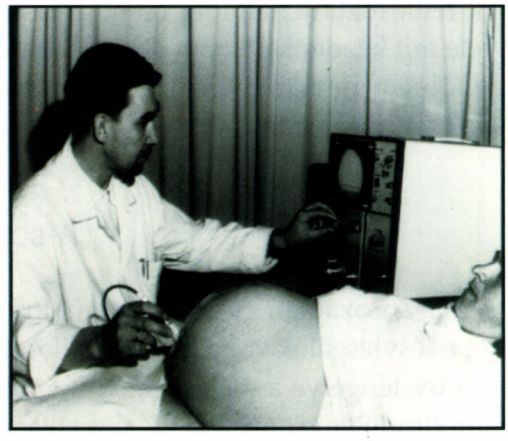
A módszer sikeresnek tűnt és megalapozta az „Echoencephalographok" elterjedését. 2. képünkön a hazai fejlesztés készüléke látható. Ez a technika ugyan a CT megjelenésével elavult, de a szemészetben számos alkalmazása ma is él: orbita tumorok, lencse transzplantáció előtti tengelyhossz mérés stb. A szülészetben alkalmazott első ultrahang-készülék is A-scope volt *(3. kép)*. Alfred Kratochwil a Kretztechnik osztrák céggel együttműködve alapvető megoldásokat dolgozott ki.

1. kép. A Kretztechnik sínvizsgálója, mellyel a „vesealakú" sínhibákat keresik

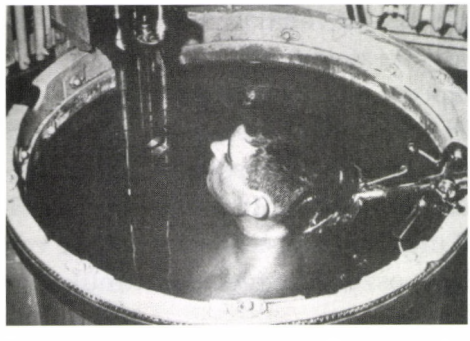


2. kép. Talán megbocsátható hencegés: EMG1145 tip, Echoencefalográf. Az agyi középvonalat két oldalról méri, 1 és 2 MHz-es egyelemes fejekkel. A parallaxishiba kiküszöbölése érdekében mm-ben számokkal is kijelzi (1977)





3. kép. A Kretztechnik szülészeti „A-scope"-ja. Alfred Kratochwil a placenta tapadási helyét ezzel már meg tudta határozni

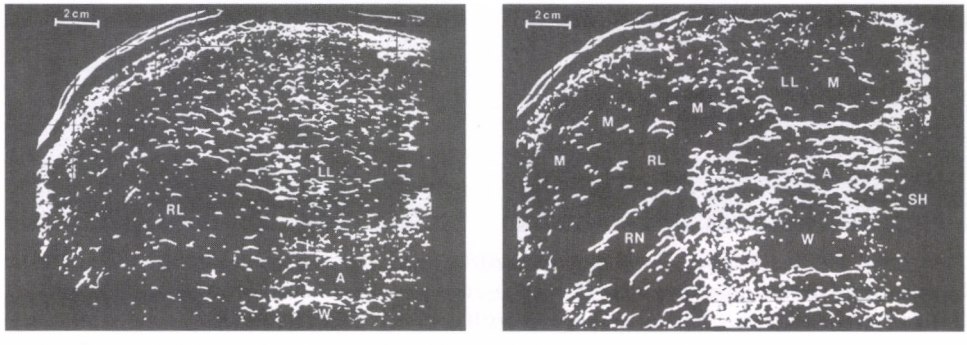


4. kép. Szarvasmarha itató, fejtámasz, keringő transzducer, hősi helyzet

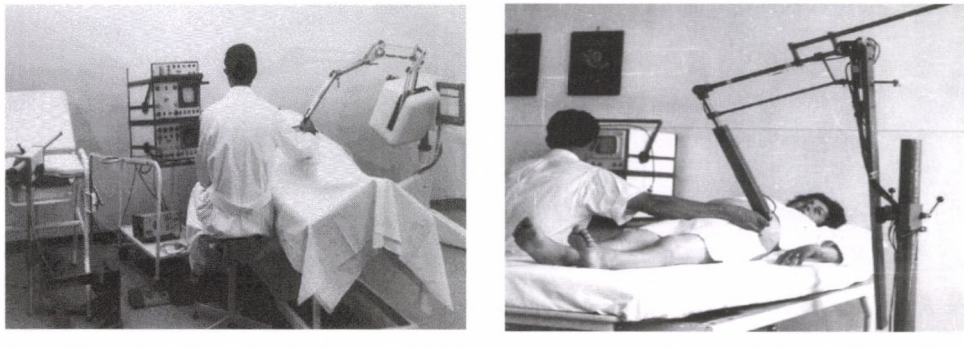
Bistabil compound kétdimenziós technika

Kezdetektől fogva folytak a kísérletek kétdimenziós ultrahangképek létrehozására. A transzducerek még mindig egyetlen nyaláb előállítására voltak alkalmasak. Az USA-beli kísérletek - amelyeknél a beteg egy nagy vizes tartályban üldögélt és a víz alatt egy kar segítségével körözött az egyetlen transzducer *(4. kép)* - a mindennapi gyakorlatban nem váltak be. A bistabil képeken csak pontok, vonalak jelzik a határfelületeket, ma már nehéz elképzelni, hogyan lehetett ezekből a felvételekből pontos diagnózisokat felállítani *(5a-b. képek)*.

Végül is igazán elterjedni a compound technika tudott, melynél egy három csuklóval bíró karon volt a transzducer, melyet a vizsgáló kézzel vezetett a beteg hasán. A három csuklóban levő potenciométer adta a készülékeknek az információt a transzducer mindenkori pozíciójáról és irányáról. Ekkor a képek tárolása még megoldatlan volt, egyetlen lehetőséget a tároló



5a–b. képek. Bistabil UH-felvételek cirrhotikus májról, májmetasztázisról

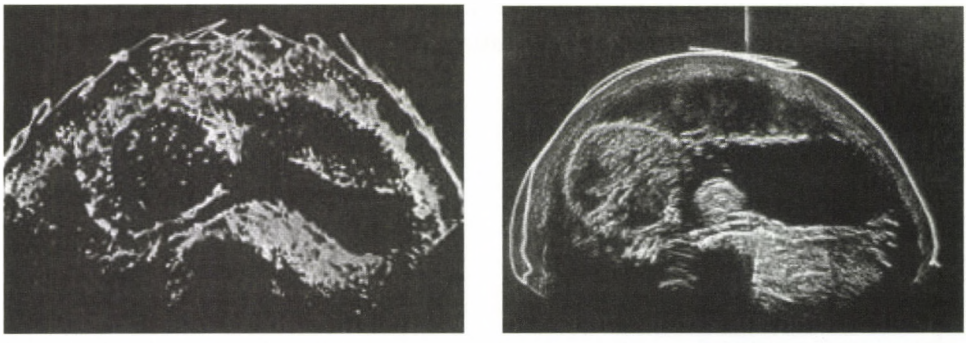


6a–b. képek. Compound scanner. A csuklókban levő potenciométerek adják az információt az elektronikának a transzducer poziciójáról és a nyaláb irányáról. Kretztechnik. 1967

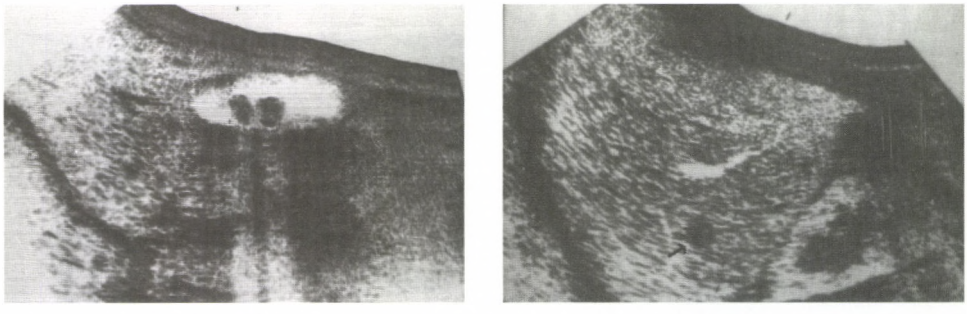
oszcilloszkópok katódsugárcsöve (storage tube) nyújtott. A képek azonban még mindig bistabilak voltak. Ma már bizarrul hat, ha csak fekete és maximális fényerejű foltokból állnak a képek (6–7–8. képek).

Gray-scale compound technika

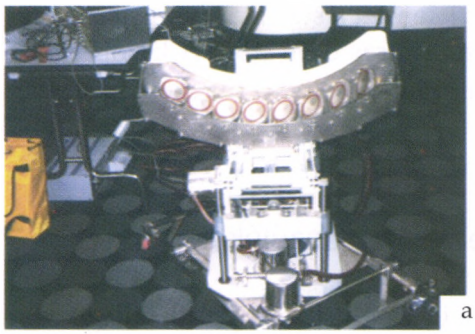
A képek elektronikus tárolásának megvalósulásával létrejöhetett az echók amplitudójával arányos szürke fokozatokat mutató képek megjelenítése. Itt is kis lépésekben zajlott a fejlesztés. Ma már tudjuk, hogy a szürke fokozatok számát nem szabad 64 alá vinni, mert szembetűnő lesz a képminőség romlása. A verseny következtében persze megjelentek a 128 vagy ennél ma-



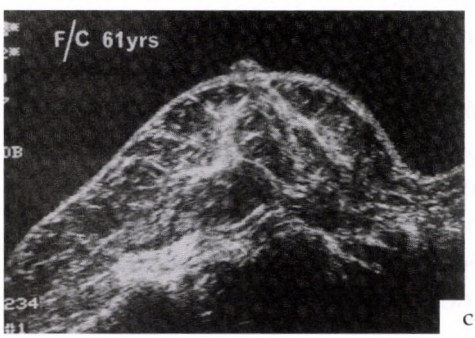
7a–b. képek. Balra a bistabil, jobbra egy már szürke fokozatokat mutató terhességi UH-képet látunk, mindkettő compound technikával készült. Jól látható a bistabil képen a vizsgáló transzducer mozgatása. Általában nem sikerült elsőre jó képet készíteni



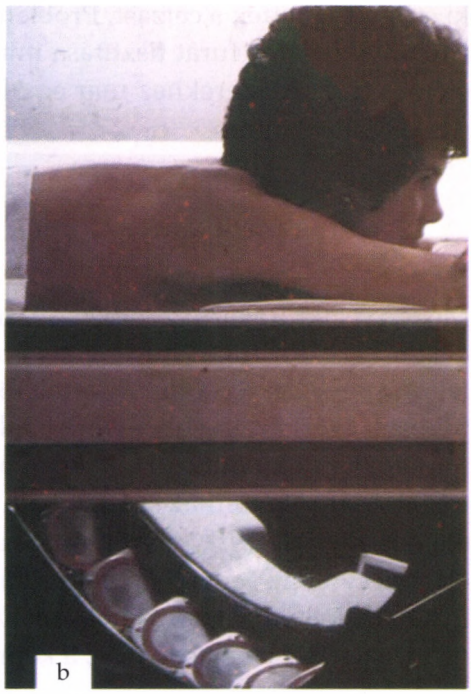
8a–b. képek. Az elektronikus képtárolás lehetővé tette, hogy nemcsak fekete alapon világos rajzolat jelenjen meg (negative image), hanem világos alapon sötét rajzolat is. Ez az ernyő közvetlen fotózásánál volt előnyös. Ime epekövek pozitív kép esetén (még kisszámú szürke fokozattal) (8a) és májhaemangioma képe (8b)



a



c



b

9a–b–c. kép. Az Octoson 8 mereven összekötött transzducerét egyszerre mozgatták a beteg alatt a vizes kádban. A képek minősége javult. Emlő felvétel Octosonnal (9c)

gasabb számú szürke fokozatot mutató képek, melyek azonban csak a nagyon jó szeműeknek jelentenek előnyt. A gray-scale technika bevezetésével lehetővé, sőt szükségessé vált a szürke fokozatok és a dinamika tartomány (a legkisebb és a legnagyobb látható echó-amplitudó dB-ben megadott viszonyának) esetenkénti beállítása

Egy másik megoldást jelentett az Ausztráliában kifejlesztett Octoson *(9.a-b-c kép)*, melynél a beteg hasmánt feküdt a vizes kádra és a víz alatt 8 transzducer mozgott. Emlővizsgálatokra is elkészítették egy kisebb káddal és 4 transzducerrel ugyanezt az elrendezést. Mai szemmel is jó minőségű emlőfelvételek készültek.

UH-vezérlés, biopsziás transzducer

A biopsziát segítették a compound készülékeknél azok az egy piezoelemes transzducerek, melyek közepében tűvezető furat volt. Az ernyőn pedig megjelentek azok a pontsorok, melyek a tű várható haladási irányát jelölték

ki és így segítették a célzást. Problémát jelentett a sterilitás biztosítása (steril kontaktus gél, furat tisztítása minden szúrás után stb.). A későbbi sokelemes transzducerekhez már az oldalukra szerelhető tűvezető szerelvényeket lehet kapni.

Kétdimenziós (2D) real-time készülékek

Mozgó strukturákat kezdetben – és még igen sokáig – forgó, ill. billegő egyelemes, szektor transzducerekkel ábrázoltak. Ezek továbbra is itt marasztalták az egyelemes transzducerek fő problémáját: az egyetlen és egyben fix fókuszt. Ezért aztán volt olyan hüvelyi transzducer, melynél a közös forgatómotorhoz 7 különböző fókusztávolságú és irányú transzducer-előtét tartozott. Mára elavultnak számítanak. Igazi, máig érvényes megoldást a sokelemes lineáris és konvex transzducerek kifejlesztése jelentett. Ezekkel elérhető volt az „egyidejű" fókusztávolságok számának növelése, a tűéles nyalábok létrehozatala, a képek mélységi egyöntetűsége, a dinamikus apertura vezérlés és még sok más, a képminőséget javító újítás.

Endoszonográfia

Az endoszonográfiára alkalmas transzducerek családjának közös feladata a lehető legkisebb méret és a lehető legnagyobb felbontás. Mindkét feladat nagyfrekvenciás (7,5; 13; 20 MHz) piezoelemek alkalmazását igényli. Tudni kell, hogy a frekvencia növelésekor a behatolási mélység a csillapítás frekvenciafüggősége miatt csökken, tehát minden szervhez egy alkalmas transzducert kell rendelni *(10. kép)*.

Duplex Doppler

Már az első, nálunk elterjedt real-time készülékhez (Picker 7000 = Hitachi EUB40) is lehetett utólag egy spektrum Doppler-egységet rendelni. Ezzel lehetővé vált egy megfelelően elhelyezett mintavételi kapuban az áramlás irányát és a vér áramlási sebességét a szívciklus, tehát az idő függvényében ábrázolni. A sebesség mérése a Doppler-shift frekvencia mérésén, valamint a nyaláb és az áramlási irány által bezárt szög alapján történik az

a

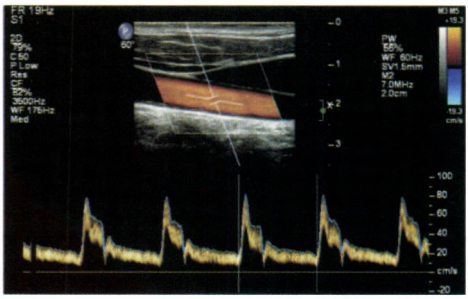
b

10a–b. kép. A Hitachi által kifejlesztett modern endocavitalis, endoszkópos, intraoperatív, biopsziás és laparoszkópos transzducerek egy csoportja. Ovárium endovaginalis felvétele (10b)

egyszerűsített Doppler-képlet segítségével. Mivel a mintavételi kapu pozícióját állandóan ellenőrizni kell az áramlási spektrumok felvétele idején, szükségessé vált duplex Doppler néven az áramlási spektrum és az ereket mutató 2D-kép egyidejű megjelenítése *(11. kép)*.

Color Doppler

A color Doppler a color boksz-on belül nagyon sok (pl. 64 × 64) mintavételi kapuban méri az áramlás irányát, pillanatnyi sebességét és ezeket színekkel jelzi a 2D képen.



11. kép. Itt már nem duplex, hanem triplex ábrázolásról van szó: egyidejűleg látható a fekete-fehér B-kép, a color Doppler és a spektrum Doppler

A módszer autokorreláción alapul, ezért már az áramlási irány (tehát a szín) meghatározásához három adóimpulzus-echó ciklus szükséges. A sebesség pontossága is e ciklusok számával arányos, ezért 9, sőt 19 ciklus alapján is épül fel color kép. Ez elkerülhetetlenül a frame rate (képek száma / sec) csökkenésével jár.

Power Doppler

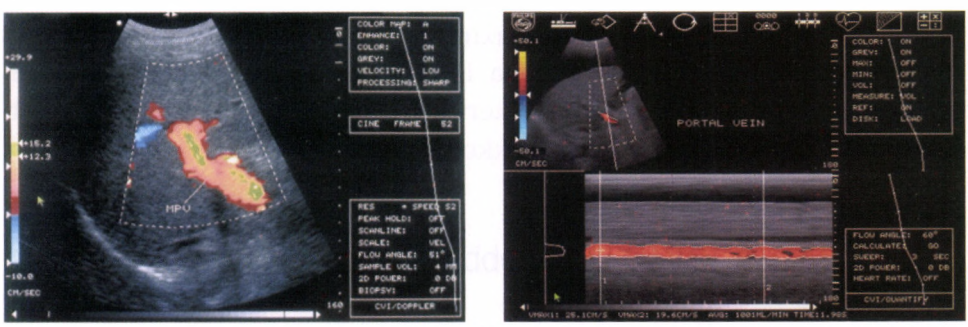
Amíg a color Doppler a Doppler-shift jel frekvenciájából az áramlási sebességet méri, addig a power Doppler a Doppler-shift jel amplitudójából az áramló volumenre következtet. A módszert a Toshiba és Hitachi készülékek már 1987 előtt alkalmazták, majd 1993-ban a Diasonics mutatta be saját fejlesztésként. A módszer előnyét eleinte az jelentette, hogy a kis erekben zajló áramlást érzékenyebben mutatta, mint a korai color Doppler-technika, a kis volumenű áramlásokat jobban láthattuk. Minden cég alkalmazza, bár mára a két színes technika érzékenysége kiegyenlítődött *(12. kép).*

12. kép. Példa a power Doppler érzékenységére: az erek a vese tokjáig láthatók

Color Velocity Imaging (CVI™) és Color Velocity Imaging quantification(CVI-Q™)

A kaliforniai Philips dolgozta ki azt a módszert, melynél a teljes B-képre kiterjedően alkalmazta az autokorrelációt és a teljes ernyőn a color Dopplerhez hasonló képek jelentek meg, ahol volt keringés.

CVI-Q: A szívciklus során a rugalmas artériák kereszmetszeti területe, így az átmérője is változik a nyomásváltozás következtében. Az áramló volumen meghatározásához a sebességprofilon kívül ezt az átmérő változást az ismert M-módussal ábrázolja ez a módszer. A vizsgálattal a carotis artériákban, vena portaeban végezték az átáramló vér mennyiségének mérését *(13. a–b képek).*



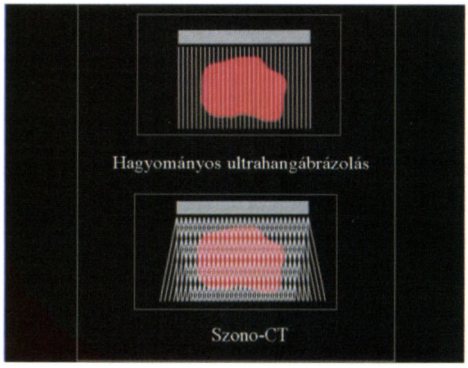
13a–b. képek. Color Velocity Imaging UH-felvétel tágult portalis vénáról és vértérfogatmérés a CVI-Q technikával cirrhosisban

Szöveti felharmónikusok (THI – tissue harmonic imaging)

Kontrasztosabb és zajmentesebb képeket lehet kapni a szövetekben keletkező ultrahang felharmónikusok segítségével, ha az eredetileg kibocsátott, fundamentális frekvenciát vételnél elnyomják. A módszer csak széles frekvenciatartományú transzducerekkel valósítható meg.

Compound UH (Sono-CT™)

A phased-array elv alkalmazásával a lineáris transzducereknél is megoldható, hogy az UH- nyalábok nemcsak a transzducer működési felületére merőlegesen, hanem jobbra, balra különböző szögekben lépjenek ki. A So-



14a–b. képek. A compound UH-gal először a Philips jelentkezett: Sono-CT, a GE-nél: Cross Beam, a Hitachi-nál: HI-Compound néven kapható (a), magzati koponya felvétele (b)

no-CT™ (Philips) minimum 3 és maximum 9 irányból tud B-képet készíteni és ezeket egymásra szuperponálja. Ilymódon azok a részletek a kép belsejében, melyeket több irányból sikerült leszkennelni markánsabban látszódnak. Az árnyék műtermékek ekkor eltűnnek *(14. kép).*

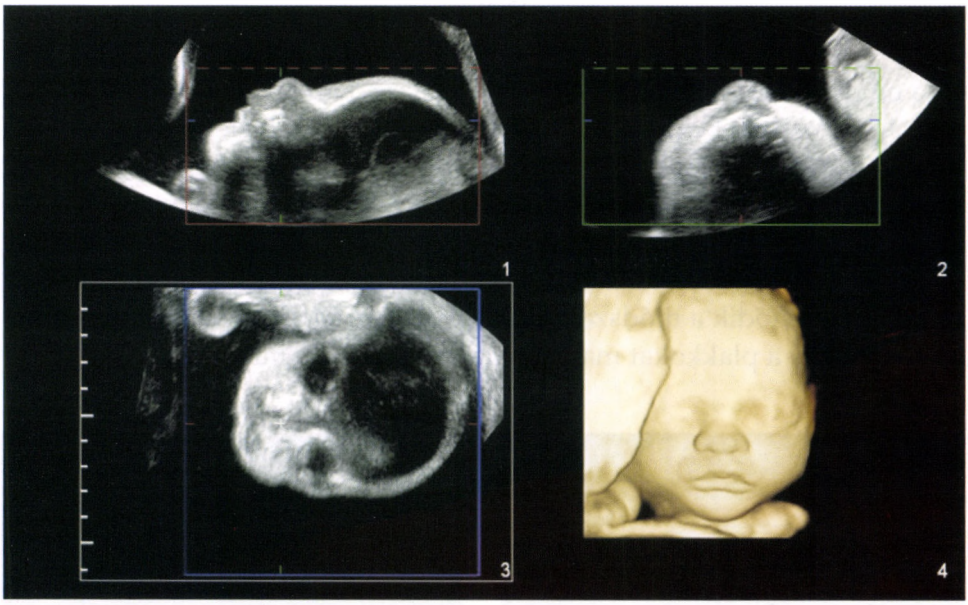
3D/4D UH – többsíkú ábrázolás

Az osztrák Kretztechnik érdeme, hogy kidolgozták a háromdimenziós, azaz térbeli UH-felvételek készítését. A beszkennelt tömb bármely síkjából kép vihető az ernyőre.

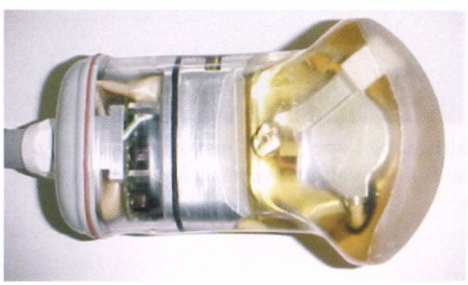
A további fejlesztések során kidolgozták a 3D-color Dopplert, majd a gyors processzorok megjelenése után ezen képek időbeni változását is megfigyelhetővé tették. Az idő a 4. dimenzió. *(15. és 16. kép).*

Panoráma képek

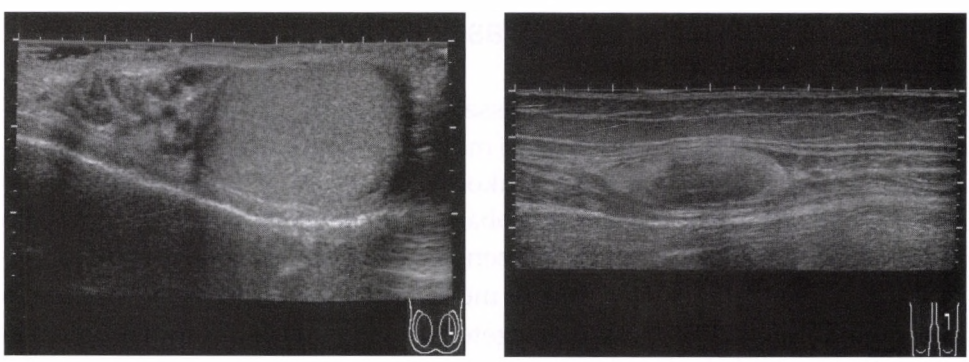
1996-ban láttunk először Siemens készülékeken panoráma képeket, melyek egy lineáris transzducer laterális irányban történt mozgatásával jöttek létre. Ez is autokorrelációs módszer: egy már meglevő kép szélét egyezteti, sőt fedésbe hozza a korreláció segítségével a következő kép másik szélével. Ily módon max. 60 cm hosszon akár görbült felületekről is készíthető áttekintő panoráma felvétel. A tájékozódás után pedig kiemelhető az érdekes régióról készült egyes kép nagyítva *(17. a–b képek).*



15. kép. A 3D technika fotorealisztikus képek előállítását is lehetővé teszi, a volumen szonográfia a többsíkú ábrázolással adhat kiegészítő információt



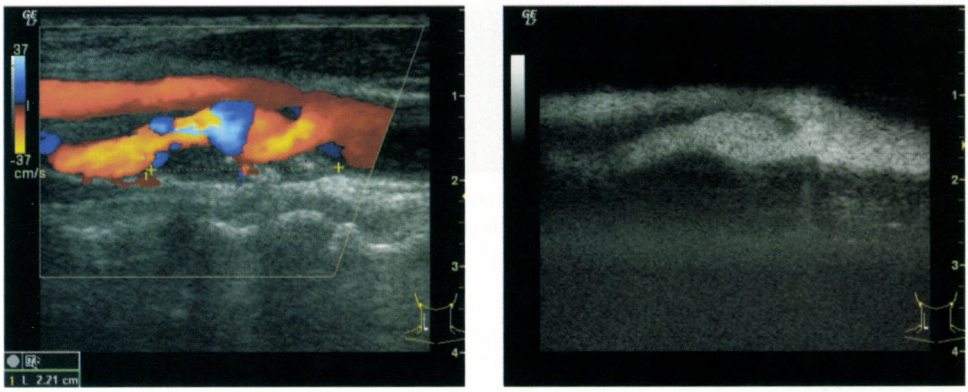
16. kép. A Kretztechnik egyik korai, léptetőmotorral működő 3D transzducere, demo céljából átlátszó házzal



17a–b. képek. Panoráma ultrahangképek: A here és felette a scrotumban varicokele (a) és lágyrésztumor a combon (b)

B-flow

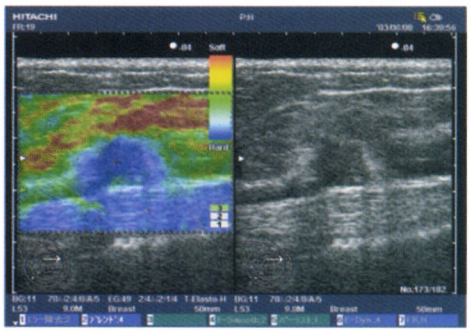
Ez a módszer sem a Doppler-elvet alkalmazza, hanem autokorreláción alapul. A GE vezette be ezt a technikát, melynek előfeltétele volt, hogy a felbontás már olyan jó legyen, hogy a real-time, élő B-képeken megjelenített erekben mozgást, áramlást lehessen látni. A módszer az egymást követő képeket hasonlítja össze és ha kis változásokat észlel, azokat áramlásnak értékeli és a környezetétől eltérően, kiemelve jeleníti meg az áramlást. Az a reménység fűződik a módszerhez, hogy a color Dopplernél jobb felbontású B-képeken a plakkokat majd jobban meg lehet ítélni *(18. kép).*



18a–b. képek. A carotis bifurcatio color Doppler ultrahang képe. A bulbusban plakk ábrázolódik (a). Ugyanennek a régiónak a megjelenítése B-flow-val. A kivonás jelen esetben teljes, csak az áramló vörösvértestek ábrázolódnak (b)

Szonoelasztográfia

A tapintási leleteket objektíiv méréssel helyettesítő, autokorrelációs módszer. Az egyik, ma már hozzáférhető módszernél (Hitachi) a vizsgálandó régióra a transzducerrel nyomást gyakorol a vizsgáló. A nyomás nélküli állapothoz képest a lágyabb részek jobban, a keményebb részek (pl. tumorok) kevésbé nyomódnak össze. Az összenyomódás mértéke az ernyőn különböző színekben jelenik meg. Másik módszerrel is kísérleteznek, melynél a vizsgálandó régiót mechanikus rezgetésnek vetik alá és a color Doppler segítségével észlelik, hogy a keményebb részek a környezetüktől megkülönböztethető módon követik a rezgést *(19. kép)*



19. kép. A Hitachi-féle szonoelasztográfiában a keményebb részek kékbe hajló színeket kapnak. Emlőtumor felvétele

Ultrahang kontrasztanyagok

Ezek a kontrasztanyagok kivétel nélkül 7 µm-nél kisebb buborékokból állnak, melyek élettartama néhány percre korlátozódik. Segítségükkel az eddig megfigyelhetetlen kis erek (pl. tumor-vascularisatio) korlátozott ideig láthatóvá válnak. A bemosódási és kiürülési idők is a diagnosztika szempontjából értékes adatok.

Laptop/palmtop UH készülékek – a 'zseb-UH'

A notebook-ok és főleg az LCD-képernyők elterjedésével a korábbi méretekhez képest elképesztően kis méretű készülékek jelentek meg. Hasznos eszközök lehetnek a gyakorlott vizsgálók kezében, veszélyes szerkentyűk a tapasztalatlanok alkalmazásában *(20. a-c képek).*

20. kép. Az extrém kis készülékek megjelenését az extrém nagyfokú integráltság teszi lehetővé. Azok a félvezetők, melyek eddig mázsás készüléket igényeltek, a kis gépeknél pl. 3 integrált áramkörbe (IC) lettek bezsúfolva. Persze, ha az egyikben hiba van, a készülék egyharmadát kell kidobni

Névmutató

Aaslid, Rune 61
Adler, Alfred 26
Appleton, Edward 24
Archimédesz 15
Arisztotelész 13, 15
Arisztoxenosz 13
Asbót Richárd 99, 105

Bágyi Péter 172
Baker, Donald 48
Balázs Erzsébet 167–168
Balázs M. 115
Balázsné Kelemen Anna 107
Ballantyne, Howard T. 28
Balogh Eszter 92, 115, 131, 171
Balogh Sándor 107
Bánsághi Zoltán 96
Baranyai Tibor 7, 92, 94, 105–107, 131, 137, 140, 172, 175, 185
Barber, Frank 48
Bardeen, John 25
Baricza Sarolta 95
Bártfai György 86
Baum 164
Bay Zoltán 24–25
Békésy György 20–21
Békésy Sándor 21
Bell, Charles 20
Bernard, Claude 59
Bernoulli, Daniel 15–16
Bernoulli, Jacques 15
Bernoulli, Jean 15
Bertényi Anna 86–87, 105, 147, 152, 166–169, 180
Bismuth, Henri 62
Bleichroder, Fritz 59
Bliss, Roderick 32
Bodrogi Nándor 95
Bohár László 95, 125
Bolt, Richard 28
Bom, Nicolas 45, 60
Boog, Georges 40
Bor Katalin 92
Borbola György 103
Boyle, Robert Williams 16, 25
Bősze Péter 85
Bradley, James 18
Brattain, Walter Hauser 25
Braun, Karl Ferdinand 25
Brewster, David 22
Bronson 165
Brown, Tom 33, 35, 185
Bugyi Balázs 82
Burns, Peter N. 54, 102, 213
Buschmann, Werner 45, 166

Campbell, Stuart 184
Cardano, Girolamo 16
Chilovszkij, Konsztantin 23
Colladon, Jean Daniel 16
Conte, Joseph 16
Cotugno, Domenico 20

Cournand, André 59
Curie, Jacques 22–23
Curie, Pierre 22–23
Czeizel Endre 85

Csákány György 98, 153, 179, 181
Csanády Miklós 99
Csányi Attila 101
Csengődy József 100, 151
Csiba László 101, 105
Csókási Zsolt 102
Csúz László 91

Darida Sarolta 92, 131, 172
Demling, Ludwig 57
Descartes, René 15
Deutsch, Karl 29
Dexter, Lewis 59
Donald, Ian 33–35, 38, 42, 185, 188
Doppler, Andreas 18
Doppler, Johann Christian 17–19, 36, 40, 42, 48, 54
Doppler, Johann Evangelista 18
Dussik, Friedrich 27
Dussik, Karl Theodor 26

Edison, Thomas Alva 25
Edler, Inge 46–47
Eötvös Loránd 21
Esztergályos János 102
Euklidesz 13
Euler, Leonard 16

Falus Miklós 83–85, 87, 105, 145, 147, 152–153, 178, 180, 184
Farbaky Zsófia 102
Farkas Péter 100
Fáy Kálmán 93
Fazekas András 101
Feigenbaum, Harvey 46–47
Fenyő Márta 138
Fenyvesi Tamás 163
Fessenden, Reginald 23, 25
Filipczynski, Leszek 37
Firestone, Floyd A. 27
Flautner Lajos 87
Forest, Lee de 25
Fórizs Zoltán 101
Forsmann, Werner 59
Fourier, Joseph 48
Franklin, Dean 48
Freud, Sigmund 26

Gábor Dénes 82
Galambos Róbert 22
Galilei, Galileo 15–16
Galilei, Vicenzo 15
Galton, Francis 22
Garrett, William 44
Gassendi, Piere 16
Geréby György 82
Gógl Árpád 96
Goldberg, Barry B. 41–42, 51, 54, 56, 62, 104, 139
Gosink, Barbara 139
Gosling, Robert 48
Göblyös Péter 102
Gödény Mária 93
Gönczi Judit 93, 102, 134, 171
Görgey Artúr 19
Görög Dénes 93
Greenwood 164
Greguss Pál 81–82, 86, 105, 147, 167, 181
Griffin, David R. 22
Griffith, James 45

Gritzmann, Norbert 134
Grótzky Gyula 101
Grüntzig, Andreas Roland 59
Guthrie, Frederick 25
Guyot, Jules 17

Halley, Edmund 18
Harkányi Zoltán 7, 72, 83, 85–87, 93, 96–97, 99, 102–105, 107, 134, 138, 144, 169, 171, 173, 180
Háy György 82
Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von 16–17, 20
Henry, Walter 45
Herholdt, Johan Daniel 16
Herschel, William 18
Hertz, Heinrich Rudolpf 21
Hertz, Hellmuth 46
Holm, Hans Henrik 38–39, 45–46, 55–57
Holmes, Joseph 32–33 42
Hooke, Robert 15
Horváth Mária 100
Howry, Douglas 30–33, 35
Hueter, Theodor 28
Hughes 164
Humml Frigyes 83, 107, 134, 150, 156
Huygens, Christian 16
Hülsmeyer, Christian 24–25

Istvánffy Mária 98

Jakab Zsuzsa 86, 93, 139
Jobbágyi Péter 86

Kádár Krisztina 99, 105
Kalász György 87
Kaneko, Ziero 47, 60
Karlinger Kinga 92
Kárpáti Miklós 82–83, 150
Katzenstein, Christian Gottlieb 16
Kelemen Éva 93
Kertész Erzsébet 99
Kircher, Athanasius 15
Kiss Dezső 85, 187
Kolozsvári Lajos 87, 167–169
Kopa János 82
Kökény Mihály 98
Köteles György 91, 146
Kratochwil, Alfred 29, 38, 46, 55, 193–194
Kraus, Walter 44
Krautkrämer, Josef 29
Kretz, Carl 45
Kretz, Paul 38
Kún László 85
Kund, August 17
Kurjak, Asim 59, 85,

Laczay András 88, 104
Lajos, XVIII. 16
Lampé László 184
Langevin, Paul 23, 25, 28
Laplace, Pierre-Simon 16
Latour, Charles Cogniard de 15
Lehman, Joseph Stauffer 40–41
Leksell, L. 193
Lélek Imre 88–90, 105–106, 133, 139–140
Lengyel Mária 98–100, 105, 157, 162
Leonardo da Vinci 21
Leopold, George 139
Lippmann, Gabriel 23
Lombay Béla 8
Ludwig, George D. 28
Lutz, Hermann 57, 74

MacVicar, John 33, 35
Mádi Szabó László 95
Magyar Imre 89–90
Makuuchi, Masatoshi 61
Mályi István 87
Martins, Charles Fréderic 17
Maury, Matthew Fontaine 23
Maxwell, James Clerk 20
Mazaly Paula 21
Mendel, Gregor Johann 19
Merritt, Christopher 139
Mersenne, Marin 15, 53
Meskó Éva 100, 151
Micsky, Lajos von 40–41
Morvay Zita 96, 101–103, 139–140, 169
Mundt 164

Nagy Gyöngyi 106
Nagy Tibor 150
Nahm Krisztina 95, 97, 103
Nakajima, Shigeru 35
Németh János 87, 164, 170
Neumann János 25
Nimura, Yashuhara 47
Nukiyama, Heiichi 34

Omoto, Ryota 49
Ophir, Jonathan 63
Oppolzer, Theodor von 17

Page, Robert M. 25
Pakodi Ferenc 97
Palkó András 10, 96, 139
Pannonhegyi Albert 82
Papp Ilona 97
Papp János 93
Papp Zoltán 85, 184, 187, 190
Parajcz Ervin 145
Pérolle, Étienne 16
Péter Mózes 104, 106, 131, 171, 176
Philips 201
Posakony, Gerald J. 32
Pourcelot, Léandre 40, 48
Poussin, Nicolas 14
Ptolemaiosz 13
Püthagorasz 13

Ramm, Olaf von 46
Ratkóczy Nándor 89
Regöly-Mérei János 95, 180
Reid, John 29–30
Resch Béla 84, 151
Réti G. Péter 102
Richards, Dickenson Woodruff 59
Richardson, Lewis Fry 23
Riedl Erika 103
Rinck, Peter A. 176
Ritter, Johann 18
Romics Imre 94
Rosenberg, Lazar 36
Rosta András 93
Rózsa László 101
Rushmer, Robert 48

Sáfrány László 89
Sági Sarolta 97
Sakel, Manfred Joshua 26
Sándor Tamás 101
Satomura, Shigeo 47–49, 61
Sauveur, Joseph 16
Savart, Félix 15, 17
Schäb Dezső 82
Seldinger, Sven Ivar 59
Shockley, William Bradford 25
Shore, John 17

Sobel Mátyás 83–85, 87, 94
Solymosi Tamás 102
Sommer, Jan C. 45
Sömmering, Detmar Wilhelm 17
Spallanzani, Lazzaro 22
Sproule, Donald 28
Stefanits János 100
Strandness, Eugene D. 48
Strutt, John William 20
Sturm, Charles 17
Sunden, Bertil 33, 36

Szabó István (Budapest) 86
Szabó István (Pécs) 86
Szabó Vilmos 94
Szabóki Ferenc 99
Szántó Imre 97
Szebeni Ágnes 87, 89–90, 92, 97, 101, 105, 107, 138–139, 147, 178, 183
Széchényi Nagy István 163, 190
Székely György 92, 96–97, 105, 107, 180
Szénási József 145
Szentpétery Imréné lásd Szebeni Ágnes
Szilvás Ágnes 97
Szokolov, Szergej I. 25, 27, 36
Szontágh Ferenc 150–151
Szőke Béla 85, 94, 187

Tanaka, Kenji 34
Tangl Károly 21
Tarró Sándor 84
Taylor, Kenneth 44, 68
Temesi Mihály 93, 96
Temesvári András 99
Tesla, Nikola 24
Than Zoltán 171, 174
Thurstone, Frederick 46
Thurzó László 85
Timor-Tritsch, Ilan E. 59
Tóth György 92, 115
Tóth Zoltán 84, 175, 184, 187, 190
Tulassay Zsolt 87, 93
Turner 165

Uchida, Rokuro 29, 35
Urai László 100, 151

Vadnai Mariann 95
Varga Gyula 171
Varga Piroska 99, 103, 139
Vargha Gyula 175
Varró Vince 105
Vígváry Zoltán 175
Vittay Pál 153

Wagai, Toshio 34
Wattson-Watts, Robert 25
Weber, Ernst Heinrich 17
Weber, Wilhelm 17
Wertheim, Wilhelm 17
Weszelits Viola 97
Wilcox, Martin H. 45
Winternitz Tamás 97, 171
Wittmann István 105

Yamamoto 164

Zarlino, Gioseffo 16

Zsebők Zoltán 138, 146

Ultrahang-diagnosztikai monográfiák
(Válogatás)

BARTA M. (szerk.)
Mellkasi ultrahang-diagnosztika. Atlasz
Meditel Kft., Szombathely, 2008

BURNS, N. P., HARKÁNYI, Z., LIU, J. B., NEEDLEMAN, L.
Duplex ultrahang
Springer Hungarica, Budapest, 1991

FARBAKY ZS.
A mozgásszervi ultrahangvizsgálat alapjai
Tordas, Budapest, 2004 (1. kiadás), 2007 (2. kiadás)

FORSTER T., CSANÁDY M.
A színkódolt doppler echocardiographia atlasza
Szeged, 1990

HARKÁNYI, Z., TÖRÖK I.
Echográfia
Medicina Kiadó, Budapest, 1983

HARKÁNYI Z. (szerk.)
Ultrahang-diagnosztika
Magyar Radiológusok Társasága, Budapest, 1988

HARKÁNYI Z. (szerk.)
Hogyan vizsgáljunk ultrahanggal?
Literatura Medica, Budapest, 1998

HARKÁNYI, Z., MORVAY, Z. (szerk.)
Ultraszonográfia
Minerva, Budapest, 2000 (1. kiadás), 2006 (2. kiadás)

HARMAT GY.
Neurosonographia
Medicina, Budapest, 1990

LENGYEL M.
Echocardiographia
Medicina Kiadó, Budapest, 1977 (1. kiadás), 1987 (2. kiadás)

NÉMETH, J.
Szemészeti ultrahang-diagnosztika
Nyctalus, Budapest, 1996

SZEBENI Á. (szerk.)
Belgyógyászati ultrahang-diagnosztika
Medicina Könyvkiadó, 1988 (1. kiadás), 2003 (2. kiadás)

SZŐKE B., KISS D.
A kismedence és a has ultrahangvizsgálata
Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980

TÓTH Z., PAPP Z. (szerk.)
Szülészet-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika
White Golden Book, Budapest, 2006

VÉGHELYI P., KERPEL-FRONIUS Ö. (szerk.)
Az újszülött
Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986

The History of Clinical Ultrasound in Hungary

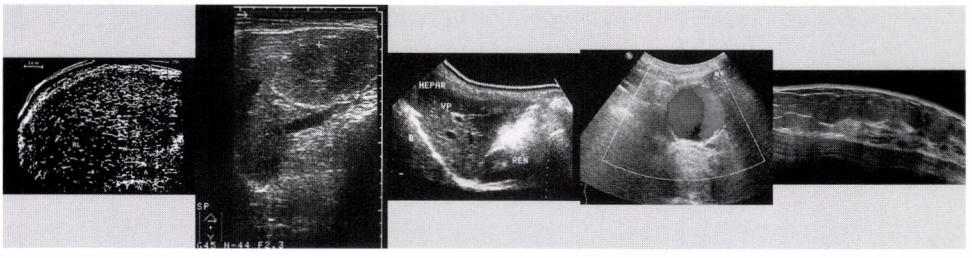
Editors
György Miklós Buzás, Zoltán Harkányi, Tibor Baranyai, György Harmat
Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008

Clinical ultrasound (US) diagnostics was introduced 40 years ago in Hungary. Almost all clinical medical professions have changed and improved using sonography worldwide. The book contains a brief overview of the international history of clinical US, going back to the 40's of the last century. Then the development of US in Hungary is summarized, describing its milestones.

The technical development of sonography is striking, starting from A-mode and bistabil technique to the most recent real-time 3D imaging. The role of the leading US manufacturers is also mentioned.

Nine pioneers of the Hungarian US of different professional backrounds gave interviews about the initial steps and spoke about current opinions regarding the application of this method in our country.

A large number of images and photos can be found on a DVD as a part of the book showing old US machines and sonograms. Several photos document both Hungarian and international US conferences in reflecting memorable moments of these meetings.



DVD-melléklet
Az ultrahang-diagnosztika története képekben

HASZNÁLATI UTASÍTÁS

A könyv szerves részét képezi a mellékelt DVD, melyen két különböző formátumú képgyűjteményt található. A DVD számítógépen nyitható meg.

I. Pdf formátumú képsorozathoz Acrobat Reader program szükséges, melyet ingyenesen letölthet a www.adobe.com oldalról
   1. *Az ultrahang-diagnosztika technikai fejlődése képekben* (pdf)
      HARKÁNYI ZOLTÁN, HUMML FRIGYES, HARMAT GYÖRGY, MORVAY ZITA
   2. *Hazai UH-kongresszusok képekben* (pdf)
      BARANYAI TIBOR, HARMAT GYÖRGY, HARKÁNYI ZOLTÁN
   3. *Külföldi UH-kongresszusok képekben* (pdf)
      HARMAT GYÖRGY, HARKÁNYI ZOLTÁN
   4. *Válogatott ultrahang monográfiák* (pdf)

II. Amennyiben az Ön számítógépén van Microsoft PowerPoint software, indítsa el a „Soproni Ultrahang Napok.pps"-t és a következő képernyő válik láthatóvá, melyen a címekre kattintva elindul a filmek lejátszása:
   5. *Soproni Ultrahang Napok,* 1985–2007, fotóalbum (wmv)
      BARANYAI TIBOR, VARGA ERIKA

Amennyiben az Ön gépén nincs „pps" kiterjesztésű fájl olvasására alkalmas program, kérjük, nyissa meg az „Album" című mappát, melyben a filmek lejátszása egyenként megkezdhető a szintén ingyenes „Windows Media Player" programmal, ami a www.microsoft.com oldalon található.

Köszönetnyilvánítás

A szerkesztők ezúton is köszönetet mondanak azon cégeknek és alapítványoknak, amelyek az elmúlt négy évtizedben segítették és támogatták a magyarországi ultrahang-diagnosztika elterjedését és fejlődését.
Külön köszönetet mondunk azon cégeknek és alapítványoknak, amelyek a 40 éves jubileumra megjelenő könyvet kiemelten támogatták.

Modern Képalkotó Eljárások Fejlesztéséért Eü. Alapítvány, Sopron

Budapest Ultrahang Centrum

a Jefferson Ultrahang Kutató és Oktató Társcentruma

Bayer Schering Pharma

Covidien ECE, S.R.O. Magyarországi Fióktelepe

Esaote ultrahang készülékek forgalmazója a Gral Medical Kft.

Ewopharma AG Képviselet

GE Healthcare Technologies

Guerbet/Plíva Hungária

Hitachi Medical Systems

HUN-MED Kft.

Medimat Kft.

Medison ultrahang készülékek forgalmazója a Sonarmed Kft.

Philips ultrahang készülékek forgalmazója a Philips Magyarország Kft.

Siemens Rt.

Toshiba ultrahang készülékek forgalmazója a Variotrade Kft.

Budapest, 2008

HI-RTE
Hitachi Real-time Tissue Elastography

artundwork designbüro

Hitachi Real-time Tissue Elastography:

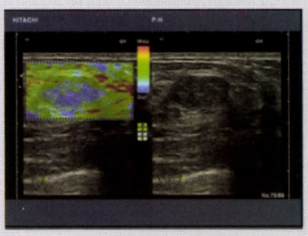
Confidence makes you feel good.

Hitachi Real-time Tissue Elastography (HI-RTE)

HI-RTE is an emerging ultrasound modality for the assessment and real-time colour display of tissue elasticity. The value of this 2nd generation ultrasound modality has been proven in a variety of different clinical areas, including breast, urology, endoscopy and many more.

This unique HI-RTE modality...

- Extracts strain data ensuring that quantitative measurements are available from the Strain Ratio tool
- Is easy to perform, fast, accurate and reproducible
- Incorporates an adjustable colour transparency feature, enabling instant correlation between the native B-mode and elasto image
- Is available for the new range of HI Vision platforms
- Is a diagnostic tool that can reduce the financial and emotional burden of further investigations



This fibroadenoma shows a typical benign appearance.

Hitachi Medical Systems Kft. · Damjanich u. 11-15 · Ligetváros Irodaház I. em. 102
H-1071 Budapest
www.hitachi-medical-systems.com

HITACHI
Inspire the Next

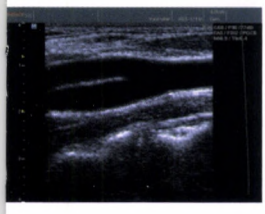
SONARMED

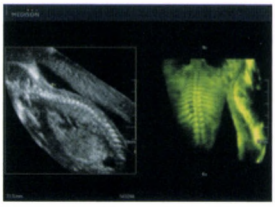
see it all

MEDISON

Az Ultrahang Diagnosztika új dimenziói

SONOACE X6





ACCUVIX V20

+36 (1) 203 7581-Sonarmed Kft.-www.sonarmed.hu

TOSHIBA

Leading Innovation »»

VARIOTRADE

1133 Budapest, Dráva u. 11.
tel. 1 359 9338, fax 1 350 9816
e-mail: variotrade@variotrade.hu

ltrahang készülékek széles skálája, a hordozható gépektől a csúcskategóriás rendszerekig – egbízható diagnosztikai megoldás valamennyi szakterületre és igényre

PHILIPS

sense and simplicity

PHILIPS ultrahang-diagnosztikai készülékek magyarországi forgalmazója: HUN-M.E.D. Kft.
40 Budaörs, Károly király u. 39., Tel.: 23 500 356, Fax: 23 500 357, http://www.hunmed.hu, http://www.philips.com

GE Healthcare Ultrahang Divízió

GE ultrahang-diagnosztikai készülékek

imagination at work

GE Hungary Zrt
2040 Budaörs,
Akron u. 2.
T 06-23-410-638
F 06-23-410-390
e-mail: ultrahang@ge.com

GRAL MEDICAL Kereskedelmi Kft.

Az ESAOTE S.p.A kizárólagos magyarországi forgalmazója

Diagnosztikai ultrahangkészülékek
- **Radiológia**
- **Kardiológia**
- **Szülészet – Nőgyógyászat**
- **Urológia**
- **Rheumatológia**
- **Aneszteziológia**

Nyitott MRI berendezések
- **Radiológia**
- **Rheumatológia**
- **Sportegészségügy**

Személyre szóló tanácsadás a legmegfelelőbb termék kiválasztásához, üzembe helyezés és orvostechnikai betanítás szakképzett mérnökök és szakorvosok által, 24 órán belüli helyszíni szerviz.

1022 Budapest, Bég u. 3-5. Telefon/Fax: 346-8808
e-mail: info@gralmedical.hu www.gralmedical.hu

esaote

Gral Medical

A kiadásért felelős
az Akadémiai Kiadó Zrt. igazgatója
Szerkesztette: Kerpel-Fronius Sándorné
Felelős szerkesztő: Tárnok Irén
Termékmenedzser: Sztáryné Benkő Krisztina
A borítót Harkányi Zoltán tervei alapján a Starkiss Stúdió készítette
Tördelés: Starkiss Stúdió
A nyomdai munkálatokat
a Kaloprint Nyomda végezte
Budapest, 2008
Kiadványszám: TK080013
Megjelent 19,95 (A/5) ív terjedelemben

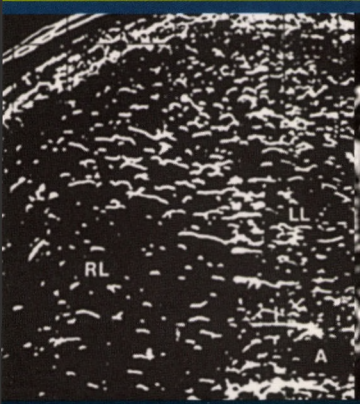
Az ultrahang-diagnosztika sikere négy évtized alatt csaknem minden klinikai szakmát elért és jelentősen megváltoztatta az orvoslást hazánkban. Rövid visszatekintésnek szánták a szerzők ezt a könyvet, a teljesség igénye nélkül. Összefoglaló tanulmány keretében a hazai ultrahang-diagnosztika elterjedésének főbb állomásairól kívántak számot adni, előtte egy rövid írás található a nemzetközi kezdetekről is.

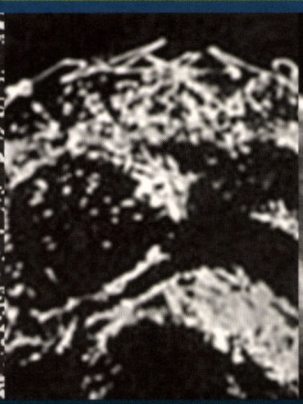
Olvashatunk és képeket láthatunk a műszaki fejlődés lenyűgöző lépéseiről a bistabil technikától a keringésvizsgálatokon át a legújabb valósidejű 3D UH-módszerekig. A könyv röviden érinti a Magyarországon működő cégek szerepét.

Az ultrahangvizsgálatok hazai kezdeteiről a különböző szakmák ismert úttörői beszélnek, néha anekdotikus formában, interjúk keretében.

A könyvhöz tartozó DVD-n sok fénykép található, amelyek az elmúlt négy évtizedben használt berendezéseket és az azokkal készült felvételeket mutatják be. A pdf-formátumú képsorozatokon a hazai és nemzetközi ultrahang-rendezvények emlékezetes pillanataiból láthatunk ízelítőt.

Akadémiai Kiadó ■ www.akademiaikiado.hu





ISBN 978-963-05-8635-1
9 789630 586351