

Orvosi képkotó eljárások III.

Ultrahangos diagnosztika



Az ultrahangos vizsgálatok alapjainak ismertetése a sorozat – melyben áttekintettük a legfontosabb orvosi képkotó eljárások fizikai alapjait – utolsó írása.

Az ultrahangos eljárások alkalmazása az 1940-es években kezdődött, és felhasználási területük azóta is egyre szélesedik. E vizsgálatípus leggyakoribb alkalmazásai: magzat-



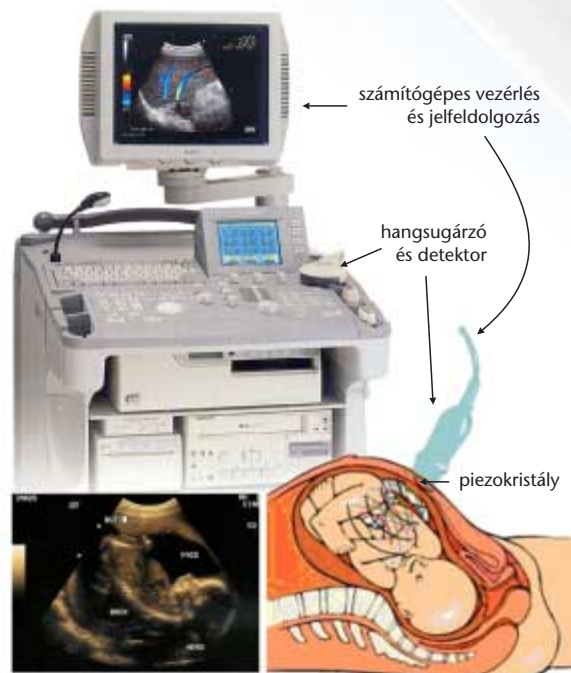
1. ábra. Egry József: Visszhang, 1936 (olaj vásznon, Magyar Nemzeti Galéria)

fejlődési rendellenességek, rákgócok felderítése, vese-, prosztatavizsgálatok, keringési és szívrendellenességek diagnózisa stb. A módszer nagy előnye, hogy a legkisebb kockázat mellett, „működés” közben láthatjuk az élő szervezet különböző részeit, szerveit.

Mi az ultrahangos technika alapja? Ez attól függ, hogy milyen területen használjuk. Alapvetően két fizikai jelenségen nyugszik. Elsőként tekintünk a szervekről való ultrahangos képkotást! Biztosan mindenki fel tudja idézni egy hegyi kirándulás emlékét, amikor az egyik hegyoldalon elkiabáltuk magunkat, és rövid idő múlva meghallottuk kiáltásunk mását, visszhangját. (A visszhang jelensége természetesen a művészetet is megfogta, 1. ábra.) Ugyanezt

tapasztaljuk nagy üres teremben, vagy a fürdőszobában. Azt is észrevehettük, hogy a visszhang annál hamarabb jelentkezik, minél közelebb van a szomszédos hegy vagy fal. Ezekből a tényekből könnyű arra következtetésre jutni, hogy visszhang nem más, mint a levegőben egy irányba terjedő hangunk egy távoli felület által visszavert része. Így a hang terjedési sebességének és a visszhang érkezési idejének – pontosabban a kibocsátáshoz viszonyított késleltetési idő – ismeretében megkaphatjuk a visszaverő felület távolságát. Ezt az egyszerű elvet használja az ultrahangos mérés. A különbség két dologban van: az egyik, hogy a kibocsátott hang nem a szokásos emberi füllel hallható tartományba (10–20000 Hz), hanem sokkal magasabb frekvenciatartományba (1–15 MHz) esik. A másik különbség, hogy a hangot vezető közeg nem levegő, hanem az emberi test. Ennek megfelelően az ilyen hang keltéséhez és érzékeléséhez más eszközöket használunk, mint a közönséges emberi füllel is hallható hangéhoz. A rádióban papírmembrán mozgatásával keltjük a hangot, a detektálás is hasonló eszközzel, a mikrofonnal történik, amely szintén tartalmaz könnyű membránt, azt mozgatja meg a levegőben terjedő hang. Az ultrahangot egy kis piezoelektromos kristályra (gyakran kvarcot használnak erre a célra) adott váltakozó feszültséggel állítjuk elő. Az ilyen

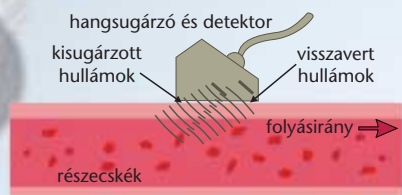
kristály a külső feszültség változásának ütemére változtatja alakját. A piezoelektromos kristályt másik testhez érintve annak átadja rezgéseit, és így abban egy hanghullám indul el. A detektálás is ezzel a kristállyal történik, a hangkeltéssel éppen ellentétes folyamat eredményeképpen. A testben terjedő hang rezgése megváltoztatja a hozzáértett kristály alakját, ami a kristály két vége között potenciálkülönbséget eredményez. Ezt a feszültségkülönbséget megfelelő elektronikus egységekkel



2. ábra. Az ultrahangos diagnosztika elve

fel tudjuk dolgozni. A belső szervekről úgy alakulhat ki kép, hogy a terjedő ultrahang egy része visszaverődik a szerv határfelületéről, ezt a detektor felfogja, ebből a felület távolsága meghatározható. Kicsit elmozdítva a detektort, a felület másik részéről kapunk visszaverő-

dést, és ennek is meghatározzuk a távolságát. Egy ilyen mérőszorozat összerakásából alakul ki a szerv teljes képe. Megjegyezzük, hogy a nagyon sűrű mintavételezés (másodpercenként akár egymillió is lehet) a megfigyelő számára valós időben megjelenő képet eredményez. Ilyen berendezés felépítését mutatja a 2. ábra. Az ultrahangforráson és -detektoron kívül a berendezés igen fontos egysége a központi jelfeldol-



3. ábra. A Doppler-mérés elve

göző rész, ami napjainkban egy számítógép. Ez rakja össze értelmezhető képpé a beérkezett visszhangjeleket.

A másik alkalmazási mód – melyet az érrendszer állapotának felmérésére használnak – alapja a Doppler-effektus. Amikor vonat közeledik a lakott területen lévő állomáshoz, figyelmeztetésképp füttyjelzést alkalmaz. Ha éppen a figyelmeztető jelzés közben halad el előttünk a szerelvény, azt tapasztaljuk, hogy megváltozik a füttyjel hangmagassága: amíg közeledik felénk a vonat, magasabb, amikor pedig már távolodik tőlünk, mélyebb hangot

hallunk. Tovább kísérletezve, megállapíthatjuk, hogy ugyanazt a füttyjelet annál magasabbnak halljuk, minél gyorsabban közelít a vonat (és persze annál mélyebb, minél sebesebben távolodik). Ezen az elven alapszik a véráram sebességének mérése a szívben, illetve a vérrendszerben (3. ábra). Az ultrahangkeltő kristályt – hasonlóan az előzőekben leírtakkal – a vizsgálni kívánt ér közelében a testhez érintjük, az áramló vérről visszavert hang magasságának (frekvenciájának) megváltozásából határozhatjuk meg az áramló vér sebességét, és így következtethetünk az érrendszer állapotára (4. ábra).

Végül néhány szót a jövőről. Várható, hogy a jelfeldolgozás és számítógépes technika fejlődésével az ultrahangos vizsgálatoknál is egyre szélesebb körűvé válik a háromdimenziós képalkotás. Erre az előző cikkben leírt tomografikus módszerekkel analóg, az ultrahangos technikára adaptált képfeldolgozást fog-



4. ábra. Szívdiagnosztika, a hagyományos és a Doppler-módszerekkel kapott képek láthatók jobboldalt

ják használni (5. ábra). Már ma is léteznek ilyen berendezések, de még ritkák és drágák. A másik fejlődési irányt az egyre kisebb és egyszerűbben kezelhető, hordozható ultrahangos berendezések megjelenése jelentheti. Így már nemcsak rendelőintézetben lesz lehetőség ultrahangos diagnosztikára, hanem a helyszínre kiszálló orvosnak is kezében lesz ez az eszköz, a betegségek, elváltozások gyorsabb felismeréséhez.

Faigel Gyula
MTA SZFKI

5. ábra. Tomografikus, háromdimenziós ultrahangkép

