

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Szemészeti<sup>1</sup> (igazgató: Hatvani István egyetemi tanár) és Radiológiai<sup>3</sup> Klinika (igazgató: Berentey Ernő egyetemi tanár); Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet<sup>2</sup> (igazgató: Vittay Pál egyetemi tanár) közös közleménye.

## ELSŐ TAPASZTALATAINK A HÁROMDIMENZIÓS ULTRAHANGKÉPALKOTÁS SZEMÉSZETI ALKALMAZÁSÁVAL.

*Vogt Gábor<sup>1</sup>, Duliskovich Tibor<sup>2</sup>, Jakab Zsuzsa<sup>3</sup>,  
Hatvani István<sup>1</sup>*

A szerzők a háromdimenziós (3D) képalkotás nyújtotta új lehetőségekről számolnak be a szemészeti ultrahang (UH) diagnosztikában szerzett tapasztalataik alapján. Az új vizsgáló módszerrel a szem három különböző síkú metszetét egyidejűleg jeleníthették meg. Nemcsak az UH nyaláb terjedési irányára merőleges harmadik sík, hanem térhatású 3D képek elemzését is elvégezték, amire a hagyományos UH készülékekkel nincs lehetőség. 3D ultrahanggal (Combison 530, Kretztechnik) 18 szem vizsgálatát végezték el. Az új képalkotó módszer technikai vonatkozásait, előnyeit és korlátait tárgyalják.

**Kulcsszavak:** ultrahang, 3D ultrahang vizsgálat, szemészet, 3D rekonstrukció, digitális képfeldolgozás.

Haynal Imre University of Health Sciences Department of Ophthalmology<sup>1</sup> (Director: Prof. István Hatvani MD) and Radiology<sup>3</sup> (Director: Prof Ernő Berentey MD); National Institute of Radiology and Radiation Physics<sup>2</sup> (Director: Pál Vittay MD).

## INITIAL EXPERIENCES WITH THREE-DIMENSIONAL SONOGRAPHY OF THE EYE

*Gábor Vogt<sup>1</sup>, Tibor Duliskovich<sup>2</sup>, Zsuzsa Jakab<sup>3</sup>,  
István Hatvani<sup>1</sup>*

Three-dimensional (3D) imaging has added new dimension to the sonography of the eye. The authors report their initial experiences with this new imaging technique, capable of providing sonographic sections in three planes simultaneously, which so far has not been possible by conventional methods. Apart from the additional information obtained by the third plane, this new technique permits precise 3D analyses of relevant anatomic structures. 18 eyes were examined by means of 3D sonography (Combison 530, Kretztechnik). The technical details, advantages and shortcomings of this new method are discussed.

Key words: Ultrasound, three-dimensional sonography, ophthalmology, 3D reconstruction, digital image processing.

## Bevezetés

Az A és a B módú ultrahangvizsgálat ma már a szemészeti rutin vizsgálatok közé tartozik. Az A-scan csak egy, a B-scan már két dimenziót jelenít meg, de a szem valódi háromdimenziós képe a vizsgáló szakember agyában alakul ki, miután az orvos a transducer mozgásával nyert kétdimenziós képeket gondolatban sorban egymás mellé illeszti. Az általunk kipróbált háromdimenziós készülék ezt a műveletet a saját memóriájában végzi el és a vizsgált szerv térbeli (3D) képét jeleníteni meg a monitoron.

A diagnosztikában az ultrahangtechnika továbbfejlesztésének egyik legfontosabb területét a 3D képalkotással kapcsolatos kutatások képezik (6, 9). Jelen munkánkban tudomásunk szerint elsőként számolunk be hazánkban a 3D UH szemészeti felhasználásával szerzett tapasztalatokról és ismertetjük a 3D UH vizsgálat alapjait, a módszer előnyeit és korlátait.

Magyarországon az UH diagnosztika a jó minőségű rutin szemészeti készülékekkel igen magas színvonalat ért el, azonban egy új 3D módszer ismertetését is indokoltnak látjuk (7,8).

## Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Combison 530 (Kretztechnik) ultrahang-készülékkel a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Radiológiai Klinikáján végeztük. A géphez direkt szemészeti célra gyártott 3D transducer még nem készült, ezért a vizsgálatokat az 1-10 MHz között változtatható frekvenciájú kézfajéjjal végeztük, melyet a magasabb felbontás elérése érdekében, minden esetben 10 MHz-re állítottunk be. A zárt szemhéjra steril gél közbeiktatásával helyeztük az eszközt.

A Combison 530 készülékkel hagyományos B-kép (gray-scale), áramlás (pulsus Doppler, color flow mapping) és újszerű 3D vizsgálatokra van lehetőség. Jelen munkánkban csak az utóbbival szerzett tapasztalatainkról számolunk be.

A vizsgálatot hagyományos üzemmódban kezdtük, majd 3D módban folytattuk. A 3D ultrahangkép jelrögzítése speciális vizsgálófejjel történik. A transducer burkolatán belül a felvételt végző, az 1.A ábrán látható séma szerint automatikusan mozgatott, piezo-elektromos annual-array kristály található. A 3D fej a vizsgált szervből egy csonka gúlának megfelelő térben található képletek adatait veszi fel (1.B,C,D. ábra). A kérdéses tér végigpásztázása a kiválasztott programtól függően 3-6 másodpercig tart. Betegeink vizsgálatához minden esetben a legnagyobb térbeli felbontást adó, viszont lassú fejmozgatással társuló programot választottuk. A B-scan képeken megszabtuk a leképezésre kerülő volumen határait

(a bulbust és a közvetlen környezetében lévő orbitális szöveteket), így a rendelkezésre álló számoló kapacitást teljes mértékben az általunk érdekesnek ítélt terület mérésére aknázhattuk ki és elkerülhettük a felesleges adatok rögzítését.

Amennyiben a jelrögzítéshez szükséges néhány másodperces mozdulatlanságot mind a beteg, mind az orvos részéről sikerül biztosítani, a további kiértékeléshez a beteg jelenléte már nem szükséges. Az adatokat (az egyes gray-scale képeket vagy akár a teljes térfogatot reprezentáló nyers mérési adathalmazt) digitális formában hagyományos 3,5 inches floppyra, merevlemezre vagy egyéb, a szabványos számítógépes kimenetre csatlakoztatható adattároló eszközre rögzíthetjük és utólag feldolgozhatjuk. Sajnos ez nem vonatkozik az áramlási paraméterekre, így utólagos pulzus Doppler mérések természetesen nem végezhetők. Általánosságban igaz, hogy a rekonstrukcióval ábrázolható információt tartalmaznia kell az elsődleges háromdimenziós vizsgálatnak.

A vizsgált térből - a pásztázást követően azonnal - tetszőleges síkú két dimenziós ábrákat készíthetünk. Különös jelentősége van a hanghullám terjedési irányára merőleges coronális-síkú metszeteknek, amelyek hagyományos UH vizsgálattal nem jeleníthetők meg. A térhatású képsorozat előállításához a beépített komputer bonyolult számításokat végez, ami jelenleg még időigényes művelet.

Az ultrahangkészülék 88 MB kapacitású külső merevlemezére kb. 250 képet vagy mérettől függően meghatározott számú (2-40 db) 3D térbeli vizsgálatot lehetett digitálisan, a későbbi feldolgozás számára hozzáférhető formában tárolni. A képfeldolgozó modul 8 bit mélységű, azaz 256 szürkeségi lépcsőfok megkülönböztetésére alkalmas képeket tárol. Az emberi szem azonban egyszerre 32 szürke skála lépcsőfoknál nem tud többet differenciálni. A fent említett 256 lépcsőt a CT és MR készülékekhez hasonló ablakozási technikával tudjuk végig pásztázni, külön-külön lágyrészre, üvegtestre, retinára optimalizálva a képkontrasztot. A kép 720x512 pontból épül fel, így az apró részletek is jól láthatók. A monitor képfrissítési frekvenciája, mely a villódzás kiküszöböléséért felel, 40 kép/sec.

A 3D kép objektivitásának megítélésére a vizsgálatokat olyan szemeken végeztük, amelyeken lehetőségünk nyílt az anatómiai viszonyok más módszerrel történő tisztázására is. Az esetek egy részében a törőközegek tisztasága a szemfenék vizsgálatát lehetővé tette, más esetekben pedig az intraoperatív vitrectomiás lelet volt segítségünkre.

A hagyományos kétdimenziós szemészeti ultrahang vizsgálatokat összehasonlítottuk a 3D UH képpel. Összesen 18 szemet tanulmányoztunk. Az esetek megoszlását táblázatban foglaljuk össze (I-es táblázat).

A törőközegek tisztasága 10 esetben tette lehetővé az üvegtesti tér és a szemfenék vizsgálatát. A következő eszközöket vettük igénybe: réslámpa, hármastükör, Volk (78D és quadrasphericus, 20D, 30D, 2.2 panretinalis) lencsék, indirect és direct ophthalmoscop, Canon fundus camera. Borús optikai közegek miatt 8 esetben csak az elülső segment elemzését tudtuk elvégezni, ebből 7 szemben a későbbiekben vitrectomia történt, így az ultrahang leletet az intraoperatív

képpel összehasonlíthattuk. Egy esetben műtétre nem került sor, ezért a fent említett vizuális kontrollt nem tudtuk elvégezni. Ép szemeket az esetlegesen jelentkező speciális műtermékek felismerése érdekében vizsgáltunk.

## Eredmények

A kipróbált UH készülék segítségével - a tárolt adatok utólagos számítógépes rekonstrukciója révén - egyrészt a szem tetszőleges síkú metszeteit, másrészt pedig térhatás élményét nyújtó 3D képeket jeleníthetünk meg.

Az egyes betegek és egészséges egyének vizsgálata során az alábbi tapasztalatokat szereztük.

Az ultrahang kép és az egyéb vizsgálatokkal kapott eredmények azonosíthatóak, az UH képeken az elváltozások jól felismerhetőek voltak. Az egészséges szemeken a vizsgálat értékelhetőségét rontó műtermékekkel nem találkoztunk.

A *levált retina* minden esetben jól látható volt mind a B-scan, mind a 3D üzemmódokban. Az ideghártya helyzete a különböző átmetszeti síkok folyamatos elmozdításával egyszerűen nyomomonkövethető, feltérképezhető. A fentieket egy eset kapcsán készült képeken mutatjuk be (2-5 ábrák, részletes magyarázat az ábra aláírásokban található). A térbeli képeken a levált retináról nem átmetszeti ábrákat kapunk, hanem az üvegtesti térben lebegő ideghártyafelszínre tekinthetünk rá. A 3D képeken a levált retina elsősorban a hátsó pólus és az optikai tengely közelében látható (6 ábra), mert a bulbus falán - később részletezett technikai okok miatt - kimetszett képzeletbeli ablakok készítésekor az anatómiai közelségből adódóan a retina perifériás területéből is kénytelenek vagyunk levágni. Ezt a hátrányt úgy tudtuk kiküszöbölni, hogy az optikai tengely mentén a szemet két félre metszettük, és mindkét bulbusfélről külön készítettünk 3D képsorokat. Így a retina két fele külön-külön tekinthető meg. A mechanikus annual array fej felbontása nem tette lehetővé minden esetben a vékony membránok ábrázolását.

*Terson syndroma* körülírt intragél üvegtesti vérzése esetében az UH a haemorrhagia centrális elhelyezkedését jól jelezte. A coronális-síkokon különösen jól látszott, hogy a vérzés a hátsó pólus közelében élesen határolt, mintha "tok" venné körül. A fent említett képek elemzésekor már feltűnt, hogy a tokszerű képlet a retinával gyűrű alakú területen szoros kapcsolatban van. Az elvégzett vitrectomia során igazolódott, hogy a vérzést membrán határolta, amely a retinán a temporális érárkádok mentén gyűrű alakban tapadt. A közel fél évig fennálló trakció következtében a retinán redő alakult ki, amely még hónapokkal a műtét után is jól látható maradt.

A *proliferatív diabeteses retinopathia* kapcsán kialakult üvegtesti vérzés ultrahanggal könnyen kimutatható, elhelyezkedése pontosan megítélhető. Két esetben papillából kiinduló proliferációt, 3 esetben pedig nem papilla eredetű proliferatív köteget is találtunk, parciális trakciós retina leválást 2 esetben észleltünk. A vitrectomia az UH-gal kimutatott elváltozásokat igazolta, a műtét során azonban olyan finom epiretinális membránokat is eltávolítottunk, amelyek az UH vizsgálat során nem ábrázolódtak. Egy esetben a meglévő, kis területre lokalizált lapos trakciós ideghártya leválást sem mutatta ki az UH.

Az *intraocularis tumor* hólyagból származó metasztázis volt. A daganat pontos térfogatát a 3D módban rögzített elváltozás síkonként történő körberajzolásával határoztuk meg (1113 mm<sup>3</sup>). Eneclatiot metasztázis esetében nem végeztünk, így a számítás helyességét nem igazolhattuk.

A 3D UH-gal a 2x1x0.5 mm-es *fémidegentestet* a bulbus falában lokalizáltuk a szemtükri képnek megfelelően. Az *intraocularis fémidegentest* kimutatását és helyzetének meghatározását megkönnyítette hogy a tárolt adatok számítógépes feldolgozásával a szem metszetei szisztematikusan végignézhetők, így kisebb a valószínűsége, hogy rosszul kooperáló beteg esetében az idegentest elkerüli a vizsgáló figyelmét

## Megbeszélés

A szemészeti UH diagnosztikában évtizedek óta meglévő igény a 3D képalkotás megvalósítása. Baum és Coleman (1, 3) több mint 3 évtizede szerkesztett olyan kézzel mozgatható transducert, amellyel a szemről, illetve az orbitáról sorozat felvétel készíthető. Ez az ötlet a 3D képalkotás őseinek tekinthető. Az utóbbi időben a szemészeti UH diagnosztikában a 3D képet elsősorban az *intraocularis tumor* volumen meghatározásra használták. A daganat pontos térfogatának ismerete a progresszió, illetve a terápia hatékonyságának megítélése, valamint a túlélési idő becslése szempontjából is jelentőséggel bír (4, 5). A 3D kép jelfelvétele a kétdimenziós B-scan kézfű egy harmadik dimenzióban történő elmozdításával (rotatorikus, pásztázó), vagy az egydimenziós A-scan kézfű két újabb kiterjesztésben történő mozgatásával (lépcsőzetes, spirális) végezhető (2). Az utóbbi évek komputer fejlesztései tették lehetővé a felvett UH jelek digitális tárolását, feldolgozását és megfelelő műveletek elvégzése után a képek megjelenítését (6).

Jelen munkánkban lépcsőzetes mozgatású 3D transducerrel végeztük a vizsgálatokat. A felvett nyers jelek digitális feldolgozásával

1. átmetszeti ("B-képeket") és
2. térhatású (3D) képeket készítettünk a vizsgált szemről.

1. A szem tetszőleges síkú metszeteit jeleníthetjük meg. Nem egyetlen képet vizsgálhatunk, hanem a monitoron egyidejűleg láthatjuk a szem 3 egymásra merőleges metszetét. Sagittális (vertikális) (1.B és 4 ábra) és axiális (horizontális) (1.C és 3 ábra) síkú képek hagyományos készülékkel is megjeleníthetők, de a szem optikai tengelyére merőleges coronális (frontális) (1.D és 5 ábra) síkú metszetek a hátsó pólusról csak nehezen - esetleg a beteg erős oldalra nézetésekor - készíthetők. A 3D UH-gal az utóbbi képek is egyszerűen előállíthatók mert az UH nyaláb terjedésének irányára merőleges sík is ábrázolható.

A számítógépes rekonstrukciónak köszönhetően a bulbus metszetei az egyes síkokban lépésről lépésre haladva végigpásztázhatóak. A leginformatívabb képek utólag a beteg jelenléte nélkül is megjeleníthetők, dokumentálhatók. Egyszerre egy kiválasztott sík mentén elemezhetjük a szem képleteit. A kiválasztott sík aktuális elhelyezkedését a másik két átmetszeti képen megjelenő vonalak is jelzik. A képernyő alsó jobb sarkában egy stilizált térbeli ábrán megjelenik az éppen vizsgált sík helyzetének megértését tovább segítő rajz (3-5 ábra). Az egyes képek a monitoron önmagukban is megtekinthetők, kinagyíthatók, kontrasztjuk, gamma-korrektíós görbéjük utólag is változtatható, azaz a CT és az NMR esetében megszokott minden utóművelet és képmanipuláció velük elvégezhető.

Lehetőség van arra is, hogy a szem fent említett *három egymásra merőleges metszetét* egyetlen képben vonjuk össze (7 ábra). A metszéssíkok helyzete ilyenkor is tetszőlegesen (akár ferde irányba is) elmozdítható miközben az egymáshoz való viszonyuk folyamatosan újrarajzolódik, ezzel is segítve a megértést.

2. A *térhatás* élményét nyújtó kép megjelenítése időigényes feladat. A mozgófilm-szerűen levetíthető 3D kép "filmkockáit" egyenként "rajzolja meg" a komputer a tárolt nyers mérési adathalmaz feldolgozásával. A 3D modul a B scan felvételekből állítja elő a projekció sorozatot, az alacsony echójú - azaz szem esetében az üvegtestnek megfelelő - jelkomponensek digitális szubtrakciója után. Az átmetszeti (B scan) képekből távolság kódolt és árnyékolt rekonstrukciós algoritmus szerint jeleníti meg a szemben lévő echogén képletek felszínét. A felszíni rekonstrukciónál manuálisan beállítjuk azt az echodenzitási küszöböt, amely alatt a számítógép a képtartalomból kivonja a képpontokat. Így érhetjük el azt, hogy az üvegtest homogén, kevés belső echót tartalmazó (echómentes) struktúrája teljesen eltüntethető a képtartalomból és az üvegtesti térben lévő kóros echodúsabb elváltozások (pl. vérzés, levált retina), mintegy lebegve látszanak a szemgolyó belsejében.

A 3D UH képek készítésekor a bulbus belsejébe csak akkor tekinthetünk be, ha a szem burkain képzeletbeli ablakot vágunk, mert különben csak a szemgolyó külső falát, pontosabban a vizsgálati mezőbe került szöveteket láthatjuk. Ezért a bulbus falát az equatornak megfelelően, az optikai tengellyel párhuzamosan húzó síkokkal lemetszettük, így a szem belsejébe oldalról tekinthettünk be.

A "móziszerűen" nézhető projekció sorozathoz - ami térhatás élményét nyújtja - legalább 50-100 képkockát kell készíteni. A képkockák számát és a képkockák közötti nézőpont elforgatás fokát az orvos határozza meg. Mi általában

360°-os térbeli projekció sorozatot készítettünk 72 képpel. Egy-egy kép rekonstrukciója csaknem 1 percre tart, így a készülék a fent említett számításokat kb. 1 óra alatt képes elvégezni. Ez idő alatt az UH készülékkel beteget vizsgálni nem lehet. A térhatású képek oktatási, demonstrációs célra kitűnően használhatók, de az előállításuk időigényessége miatt ma még nem tartozhatnak a rutin vizsgálatok közé.

A kockáról-kockára tetszőleges sebességgel levetíthető képek folyamatos mozgás, forgás élményét nyújtják. A forgatás hatására a szemben elhelyezkedő echogén képletek elmozdulnak a háttér előtt és ezáltal formájuk, helyzetük és viszonyuk a környezetükhöz könnyen felismerhető. A 3D képen távolság, terület és volumen mérések végezhetőek. A térbeli látás élménye a monitor kétdimenziós képernyőjén igazán csak forgatás közben teljed ki (10), az egyes álló képeknek nincsen jó térhatásuk (6 ábra). A 3D vizsgálat nyers mérési adatai magában foglalja a rekonstruálható kétdimenziós síkok és a 3D képek információ tartalmát. Ha valamilyen szövetrészt kimarad a jelfelvételből, vagy amennyiben nem megfelelően választjuk meg a paramétereket, akkor a 3D módszerrel sem nyerhetünk képet az elégtelenül rögzített részletekről.

A módszer előnyei közül a következőket emeljük ki:

- tetszőleges síkú - akár az UH hullám terjedési irányára merőleges - átmetszeti (B scan) képek készíthetőek;
- térhatású képek jeleníthetőek meg;
- a digitális adattárolás és számítógépes rekonstrukciós lehetőségek miatt a leletek utólag, a beteg jelenléte nélkül is értékelhetőek, a leginformatívabb képek választhatók ki, az adatok minőségromlás nélkül digitálisan tárolhatók;
- az effektív betegvizsgálat ideje jelentősen lerövidül, ezért az energia terhelés csökken;
- a térhatású ábrázolás lehetősége miatt a pontos anatómiai viszonyok áttekintése egyszerűbb;
- térfogat meghatározására alkalmas;
- demonstrációs, oktatási célokra a módszer jól felhasználható;
- a beteg kifáradásából, rossz kooperációjából származó mozgási élettenség csökkenthető.

Korlátai:

- a 3D kép rekonstruálása jelenleg még túlságosan sok időt igényel;
- speciális szemészeti célra kifejlesztett transducer egyelőre nincsen forgalomban;
- a 3D vizsgálattal egyidejűleg, a módszer fizikájából adódóan, nincs lehetőség áramlási paraméterek rögzítésére;
- a készülék meglehetősen drága.



A fenti korlátok ellenére a szem 3D ultrahang vizsgálata olyan új lehetőségeket nyújt, amelyek szemészeti alkalmazását indokoltá teszik.

# Ábraszöveg

**1. ábra.** A 3D transducer vizsgálati tere:

- A. A 3D UH vizsgálófejben lévő kristály pásztázó mozgásának sémája háromdimenziós üzemmódban. A nyilak a kristály elmozdulásának irányát jelzik.
- B. A sagittális (vertikális) vizsgálati sík térbeli helyzete.
- C. Az axiális (horizontális) sík helyzete.
- D. A coronalis (frontális) sík pozíciója. Az ábrázolt síkok álló testhelyzetre vonatkoznak.

**2. ábra.** A levált retina fundus kamerával készített képe:

Az ideghártya felül magas, temporálisan lapos hólyag alakban vált le, nasalisán a retina fekszik.

**3. ábra.** A levált retina UH képe axiális síkban: (A közlemény ábráin látható UH képeken a bulbus helyzete  $90^\circ$ -kal eltér a hagyományos szemészeti UH készülékek esetében megszokottól. Az axiális és a sagittális felvételeken - a felfelé tekintő bulbusnak megfelelően felül az elülső, alul pedig a hátsó szegment ábrázolódik. A coronalis metszeteken a temporális rész került alulra).

A. A levált retina különböző síkú metszeteit mutató ábra 3D sémás rajzán a kijelölt (jobb felső képkocka) axiális síkú UH kép térbeli helyzete látható. A kijelölt képkockán látható nyilak a két további sík metszési vonalát ábrázolják az aktív síkon, a pont a három merőleges sík találkozási pontját jelöli. A kijelölt képen a magas hólyag alakban levált retina papillát eltakaró alsó "kupolájának" körkörös metszete látható.

B. Térbeli ábrába illesztett más helyzetű axiális síkú metszet.

**4. ábra.** A levált retina sagittális síkú UH metszete:

A. A kijelölt (bal felső képkocka) sagittális síkú metszeten a magas hólyag alakban levált retina metszete látható a papillától nasalisán.

B. Az előző szem papillától temporálisan készített sagittális síkú metszetén a laposan levált temporális alsó retina terület képe is kirajzolódik.

**5. ábra.** A hagyományos módon nem előállítható coronalis síkú UH képek.

- A. A kijelölt (bal alsó képkocka) coronális síkban a levált retina papillához közeli metszete látható, amely a fundus fotónak megfelelő, de keresztmetszeti retina képet ábrázol.
- B. Azonos síkú equatorhoz közeli UH metszet. Ebben a magasságban a kijelölt képen csak a felső magas hólyag alakban levált ideghártya átmetszete ábrázolódhat.

**6. ábra.** 3D rekonstrukció az előbbi szemről.

- A. Az ábrán a számítógép monitorán mozgófilmszerűen vetíthető film egyes képkockáinak sorozata látható. A szemgolyót két egymásra merőleges síkkal metszettük el. Ezeknek a képeknek csak mozgás, forgatás közben van térhatásuk. Az egyes képeken a szemgolyón belül látható alsó echodusabb képlet a levált retina, a felső - a lencse reflexiójának felel meg.
- B. A bulbus falát két párhuzamos síkkal metszettük el. A levált retina különböző vetületei láthatók.

**7. ábra.** Összevont síkú kép, amelyen az egymásra merőleges vizsgálati síkok egyszerre jeleníthetők meg.

# Táblázat

I-es táblázat. A 3D vizsgálatok esetek szerinti megoszlása.

Esetek:		Esetszám:
ideghártya leválás		5
üvegtesti vérzés	diabetes	4
	Terson syndroma	2
intraocularis tumor		1
intraocularis idegentest (fém)		1
negatív kontroll		5
összesen		18

## Irodalom

1. Baum G, Greenwood J: The applications of ultrasonic locating techniques to ophthalmology. Part I. Reflective properties. Am.J.Ophthalmol. 46, 319 (1958)
2. Buschmann W: Sophisticated instrumentation and ophthalmic ultrasonography. Acta Ophthalmol. Suppl. 204 70, 18 (1992)
3. Colemann DJ, Konig UF, Katz L: A hand operated ultrasound scan system for ophthalmic evaluation. Am J Ophthalmol 68, 256 (1969).
4. Coleman DJ, Silverman RH, Rondean MJ, Lizzi FL: New perspectives: 3-D volume rendering of ocular tumors. Acta Ophthalmol. Suppl. 204 70, 22 (1992)
5. Jensen PK: Ultrasonographic three-dimensional scanning for determination of intraocular tumor volume. Acta Ophthalmol. Suppl. 204 70, 23 (1992)
6. Kirbach D, Whittingham TA: 3D-ultrasound-the Kretztechnik Voluson approach. European Journal of Ultrasound 1, 85 (1994)
7. Kolozsvári L: Kandidátusi értekezés.
8. Németh J: Echoophthalmographiai alapismeretek. Tömő utcai füzetek. 3 szám. (1993)
9. Németh J, Seres A: Az ultrahangjel-feldolgozásról. Szemészet 130 163 (1993).
10. Vogt G, Duliskovich T, Jakab Zs: Első tapasztalataink a háromdimenziós ultrahangképképzés szemészeti alkalmazásával. Magyar Szemorvos Társaság Nagygyűlése, Pécs 1994.08.25-26.

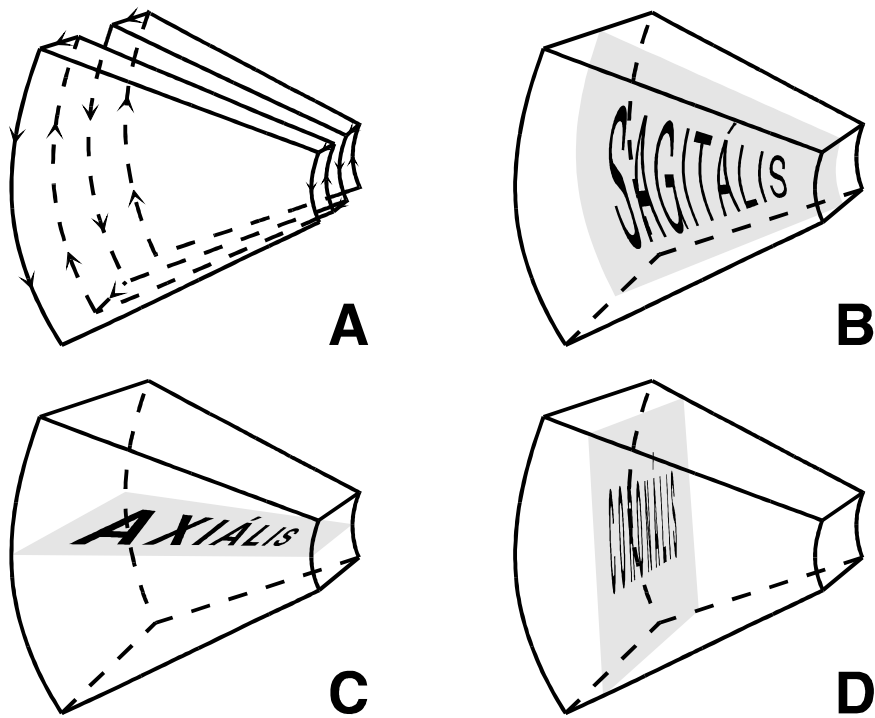
## **Levelezési cím:**

dr. Vogt Gábor.

Haynal Imre egészség tudományi Egyetem Szemészeti Klinika

Bp. XIII Szabolcs u. 35

1389 Pf.: 112



1. ábra. A 3D transducer vizsgálati tere:

- a. A 3D UH vizsgálófejben lévő kristály pásztázó mozgásának sémája háromdimenziós üzemmódban. A nyilak a kristály elmozdulásának irányát jelzik.
- b. A sagittális (vertikális) vizsgálati sík térbeli helyzete.
- c. Az axiális (horizontális) sík helyzete.
- d. A coronalis (frontális) sík pozíciója.