

**A háromdimenziós ultrahang-volumetria
alkalmazásának lehetőségei
a szülészet-nőgyógyászatban**

Doktori (PhD) – értekezés

Dr. Bózsá Szabolcs

Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Komoly Sámuel

Programvezető: Prof. Dr. Illés Tamás

Témavezető: Prof. Dr. Gócze Péter Miklós

Pécsi Tudományegyetem

Általános Orvostudományi Kar

Pécs

2011.

Tartalomjegyzék

1.	Rövidítések	5
2.	Bevezetés	6
3.	Irodalmi áttekintés	8
3.1.	Az ultrahang-diagnosztikai eljárások fizikai alapjai	8
3.2.	A háromdimenziós ultrahangtechnika.....	9
3.2.1	A 3D-ultrahangtechnika alkalmazhatósága a szülészetben	12
3.2.2	A 3D-ultrahangtechnika alkalmazhatósága a nőgyógyászatban.....	14
3.3.	Az ultrahang-volumetria rövid története	14
3.4.	VOCAL™ (Virtual Organ Computer-aided AnaLysis).....	16
3.5.	XI VOCAL™ (eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis). 18	
4.	Célkitűzések.....	21
4.1.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen...	21
4.2.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatóságának vizsgálata....	22
4.3.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban.....	22
5.	Anyag és módszer.....	23
5.1.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen...	23
5.2.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatóságának vizsgálata....	26
5.3.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során	29

6.	Vizsgálati eredmények	32
6.1.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria vizsgálata in vitro ballon modellen ..	32
6.1.1	Fantomok valós térfogatának meghatározása	32
6.1.2	Eltérés a valós térfogattól.....	33
6.1.3	A mért adatok elemzése	35
6.1.4	Inter- és intraobserver megbízhatóság	35
6.1.5	A mérési idők elemzése	37
6.2.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatósága	38
6.2.1	Inter- és intraobserver megbízhatóság	40
6.2.2	A reprodukálhatóság vizsgálata	43
6.2.3	A vizsgálati idő meghatározása.....	44
6.3.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során	45
7.	Megbeszélés.....	52
7.1.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen... ..	53
7.2.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatósága	56
7.3.	Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során	59
8.	Következtetések.....	64
9.	Köszönetnyilvánítás.....	66
10.	Irodalomjegyzék	67
11.	Publikációs jegyzék	73

11.1.	Témakörben megjelent közlemények jegyzéke	73
11.2.	Témakörben elhangzott előadások jegyzéke.....	74
11.3.	Nem a témakörben megjelent közlemények jegyzéke	78
11.4.	Nem a témakörben elhangzott előadások jegyzéke.....	79

1. Rövidítések

2D	=	Kétdimenziós
3D	=	Háromdimenziós
3DXI TM	=	Three-dimensional extended imaging
AC	=	Auto Contrast
ANOVA	=	Analysis of variance
CI	=	Contrast Imaging
CI	=	Konfidencia intervallum
CV	=	Variation coefficient
DMR	=	Dynamic MR
ICC	=	Intraclass correlation coefficient
IUGR	=	Intrauterine growth restriction
KK	=	Klinikai Központ
PCOS	=	Polycystás ovarium szindróma
PTE	=	Pécsi Tudományegyetem
ROI	=	Region of interest
SPSS	=	Statistical Package for Social Sciences
VOCAL TM	=	Virtual Organ Computer-aided AnaLysis
XI VOCAL TM	=	eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis

2. Bevezetés

Az ultrahang-diagnosztika sikere négy évtized alatt csaknem minden klinikai szakmát elért és jelentősen megváltoztatta az orvoslást hazánkban. Napjainkban is az egyik legdinamikusabban fejlődő képalkotó eljárás. Számos előnye mellett kiemelendő relatíve olcsó volta, vizsgálati gyorsasága, és hogy ionizáló sugárzás nélkül ad lehetőséget a vizsgálónak az anatómiai viszonyok felmérésére. Forradalmasította a szülészet-nőgyógyászati vizsgálatokat és természetes „in vivo”, „in utero” környezetben teszi lehetővé a női kismedence és a magzat állapotának megfigyelését. Az ultrahang-diagnosztika által nyújtott információk átalakították a szülészeti ellátásban folytatott gyakorlatunkat, napjainkban a technika a szülészet nélkülözhetetlen eszközévé vált.

A magzati fejlődési rendellenességek 1960-as években történt első ultrahangleírása óta számos, egyre tökéletesebb diagnózis született kétdimenziós (2D) ultrahangvizsgálattal. Ahogy a képi minőség javulása fejlesztette a kifinomult diagnosztikai lehetőségeket, a 2D ultrahang korlátai egyre világosabbá váltak. A képi információ függ a beállítás szögétől, a megjelenítés pedig az ultrahangvizsgálatot végző gyakorlatától. A 2D ultrahangvizsgálat csupán metszeti síkok ábrázolására képes, a vizsgált terület síkjainak száma behatárolt, „fotorealisztikus felületi, illetve áttetsző” képek megjelenítése nem lehetséges, a térfogatmérés pontatlan, továbbá nehéz a reprodukálhatóság, a dysmorphologiai értékelés korlátozott.

A humán magzat első háromdimenziós (3D) ultrahangképét 1974-ben készítették el 15 db, 1-cm-es közönként készített ultrahangtomogram felhasználásával. Robinson 1975-ben vezette be a petezsák térfogatmérésének új koncepcióját kétdimenzióban, majd később Brinkley és mtsai (1984) rekonstruálták a magzat geometriai modelljét. Az 1980-as évek vége óta a 3D-ultrahangtechnika a kutatás fő területévé vált a medicinában, majd az 1990-es évek második felében a szülészet-nőgyógyászatban is. Jelenleg a 3D-ultrahangtechnika fejlettsége olyan stádiumban van, amely néhány mm-es struktúrák in vivo térbeli megjelenítését teszi lehetővé. A 3D ultrahang forradalmasította a képalkotást, mivel ábrázoló kapacitása korlátlan síkban képes a vizsgált területet megjeleníteni. A magzati anatómia 3D ultrahangvizsgálatának legújabb eredménye a „szoborszerű” kép.

A 3D vizsgálómódszer a diagnosztikus pontosság és gyorsaság jelentős javulását eredményezte. A térhatású kép segítségével az embrió és a magzat anatómiai viszonyai pontosabban elemezhetők, számos fejlődési rendellenesség korábban kerül felismerésre. A 3D ultrahang adta lehetőségek már a terhesség kezdeti heteiben jelentősek. A magzati szerv-volumetria kiegészítve a 3D áramlásvizsgálatokkal normális és kóros szervműködés vizsgálatát teszi lehetővé. A terhesség második és harmadik trimeszterében mód nyílik a rizikóterhesek egy részének kiemelésére. A pontos és korai diagnózis előfeltétele a helyes terápia kiválasztásának nem-invazív gyógyszeres, és invazív méhen belüli kezeléseket esetén egyaránt. Ezen eljárások a koraszülöttek, ezen belül is az igen alacsony súlyú magzatok életkilátásait és életminőségét számottevően növelhetik.

A technika fejlődésével megvalósult a 3D digitális képalkotás és archiválás, mely lehetővé teszi, hogy a beteg jelenléte nélkül tovább vizsgálódjunk. A rögzített képanyag ismételt vizsgálatával pontosíthatjuk a már felismert rendellenességeket, korábban fel nem ismert elváltozásokat szűrhetünk ki, és az ún. telemedicina révén szakmai és interdiszciplináris hazai, vagy akár nemzetközi konzultációs lehetőséget vehetünk igénybe.

A nőgyógyászati diagnosztikában a petefészkek és a méh normális és kóros állapotainak vizsgálatánál a szerv-volumetria kiegészíthető egyedi háromdimenziós, térbeli áramlásvizsgálatokkal: color hisztogram-analízis alkalmazásával kvantitatív szövet- és szervperfúziós vizsgálatok végezhetők. A térfogatmérések klinikai jelentősége igen nagy a nőgyógyászati, ill. nőgyógyászati onkológiai diagnózisok meghozatalában, és jelentős mértékben befolyásolhatják a terápiás döntéseket is. A térfogatváltozás nyomon követése bizonyíthatja a tumor növekedését vagy regresszióját, ill. a terápia eredményességét.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Az ultrahang-diagnosztikai eljárások fizikai alapjai

A hullám térben és időben tovaterjedő rezgésállapot. Megkülönböztettünk longitudinális és transzverzális hullámokat aszerint, hogy a közeg részecskéi a terjedés irányában, vagy arra merőlegesen rezegnek. Amíg szilárd testek esetén mindkét forma létrejöhet, folyadékokban és gázokban a nyírófeszültség hiánya miatt csak longitudinális hullámok alakulhatnak ki. A longitudinális (hosszanti) hullámok a különböző közegekben mint ritkulások és sűrűsödések lépnek fel. A lágyszövetekben kialakuló nyírófeszültségek elhanyagolhatók, ezért - a hangterjedés szempontjából - a lágyszövetek folyadéknak tekinthetők. A hanghullám terjedési sebessége csak a közvetítő közeg tulajdonságaitól függ. A hallható hang és az ultrahang fizikailag azonos típusú hullámjelenségek, mindössze frekvenciában különböznek egymástól. Az emberi hallástartomány 20-20.000 Hz közé esik, míg az ultrahangtartomány 20.000 Hz fölötti frekvenciaértékeket jelent. A hang terjedési sebessége a közegek sűrűségétől és összenyomhatóságától függ. Minél könnyebben összenyomható egy közeg, annál kisebb sebesség lép fel. Az ultrahangban terjedő energia a súrlódás, hőfejlődés miatt a terjedés közben veszteséget szenved, a sugárzás intenzitása csökken. A közeg energiafelvételét összefoglaló néven abszorpciónak nevezzük. Az ultrahang-diagnosztikai frekvenciatartományban az abszorpció együttható közel arányos a frekvenciával.

Az ultrahang előállítására általában piezo-elektromos kristályt vagy hasonló módon viselkedő kerámiakorongot (pl. ólom-cirkonát-titanát) alkalmaznak. A piezoelektromos jelenség során a kristály vagy kerámialapka alkalmas felületein töltésszétválás tapasztalható mechanikai deformáció következtében, emiatt az ott elhelyezett elektródok között feszültség mérhető. Rákapcsolt feszültség hatására elektromos térben a lapka vastagsága megváltozik: inverz piezo-hatás játszódik le. Amennyiben az elektródrétegekkel ellátott lapkára váltakozó feszültséget kapcsolunk, a vastagságváltozás periodikusan követi a feszültség változását, ugyanolyan frekvenciával, mint amilyen a feszültség változik. Az ultrahang frekvenciatartományába eső frekvencia esetén tehát a kristálylapka ultrahangot bocsát ki a vele érintkező közegbe.

Az ultrahangforrások általában egymástól egyforma távolságban elhelyezkedő kisméretű elemekből felépülő egységekként képzelhetők el. Egy ultrahangforrás egy ultrahang-frekvenciájú váltakozó feszültségforrásból (szinuszoszcillátor) és egy elektromechanikus rezgésátalakítóból (transzducerből) áll. Az ultrahangsugárzásnak a forrásból a testszövetbe, illetve a reflektált jelnek a testszövetből a detektorba való eljuttatásának feltétele, hogy a forrás és a test között csatolóközeg helyezkedjék el.

Az ultrahang-diagnosztika a hullámok visszaverődésén alapul. Az impulzus-echo módszerekkel nyert diagnosztikai felvételeken csak olyan részletek jelennek meg, amelyek határfelületén az ultrahang visszaverődik: ez a reflexió jelensége. A megjelenítés szürkeárnyalatos technikák, gamma függvény segítségével lehetséges.

Az A-módú megjelenítés csak azokat a visszaverődéseket (echókat) mutatja, amelyek az álló transzducer tengelyének vonalába esnek. B-módú megjelenítés során minden egyes echót fénypont jelez keletkezése mélységének megfelelő helyen, majd az ultrahangnyaláb továbbhalad. A letapogatás befejeztével bistabil, kétdimenziós kép formájában rekonstruálja az átpáasztázott keresztmetszetet.

3.2. A háromdimenziós ultrahangtechnika

A hagyományos 2D-technika a vizsgált objektum egyetlen metszetét, egy kétdimenziós sík képét jeleníti meg; a metszeti képek csak a vizsgáló fejében állnak össze a feltételezett térbeli kiterjedésről. A 3D-ultrahangtechnika ezzel szemben összegzi a test teljes terjedelméből származó echókat, segítségével a térbeli kép néhány percen belül elkészíthetővé válik. A vizsgálat előnyeihez tartozik gyorsaságán kívül kompaktsága, kedvező ára, és hogy elektronikus tárolás révén bármikor újra felhasználható és elemezhető.

A számítógépes megjelenítésre többféle technikai megoldás létezik, melyeket összefoglaló néven „volume visualisation”-nek hívunk.

1. Indirekt térfogatábrázolás: Leginkább a felszíni rekonstrukciónál használatos módszer, melynek során a testhez leginkább hasonlító geometriai forma segítségével történik a megjelenítés.

2. Direkt térfogatábrázolás: Köztes forma nélkül, közvetlenül ábrázolja az adatokat, melyek segítségével mind a felszíni rekonstrukció, mind a röntgenképhez hasonló transzlucens megjelenítésre is lehetőséget ad.
3. Metszeti rekonstrukció: A vizsgált objektum tetszőleges síkjaiban, egymásra merőleges metszésekkel jelenít meg, így egyszerre vizsgálhatóvá válik a felszín és test belsejében fekvő régió.

A számítógépes képszerkesztés során az objektum leképezése után az adatok tárolása és szerkesztése következik, végül pedig a 2D képernyőn történő megjelenítés, melyre több lehetőség is adott. A leképezés meghatározott számú metszeti kép, vagyis tomogram készítését jelenti, ami a vizsgálófej elektronikus mozgatásával történik.

1. A vizsgálandó terület feletti pásztázó ultrahangnyaláb segítségével 3D adatbázis létrehozása

Ez két munkafázis kombinációjából jön létre:

- az ultrahangnyaláb tengely körüli rotációjából, és
- a távolsági /mélységi/ információvá lefordított hullám visszaverődési időből, ami az adott közegben való hullám terjedési sebességétől függ.

Míg a 2D kép apró képpontokra, ún. pixelekre bontható, a 3D kép alapegysége a voxel, amely mindhárom tengely mentén kiterjedéssel bír. A voxelizáció folyamata során mélységet adnak a már meglévő kétdimenziós képnek. Egy ún. mediánszűrő szükséges ahhoz, hogy a pixelekből alkotott voxelek értékeit összedolgozza, ezáltal sima felszínű kép alakuljon ki.

A leképezett zónában fontos még a terület szűkítése az általunk vizsgált objektumra, vagyis a vizsgálati zóna, *region of interest* (ROI) meghatározása. Ezt általában a vizsgáló állítja be a felesleges, ill. zavaró tényezők törlésével. A könnyebb értékelést segíti a vizsgálati objektum elkülönítése az azt határoló struktúráktól (*regionalis extractio*). Leggyakoribb mód a voxelek fényesség különbségén alapuló eljárás, ahol két pont eltérő fényerejének alsó és felső küszöbértékét jelölik ki, így a küszöbérték alatti voxelek a képről eltűnnek.

2. Geometriai adatábrázolás és adattárolás

A regionális extractió után az adatok köztes geometriai értékekké alakulnak át. Ezek megjelenítése voxel forma, vagy mozgó kocka eljárás segítségével történhet.

A 3D készülékek esetében az adattárolás a gép memóriájába történő rögzítést jelenti, ami típusoktól és hardvertől függően, akár több órányi vizsgálati adat is lehet. A keletkezett adatmennyiséget a számítógép bináris adatként kezeli, ezáltal nyílik lehetőség a tárolásra, továbbításra, ill. az ismételt megjelenítésre.

3. A szerkesztett 3D kép projekciója 2D képernyőre

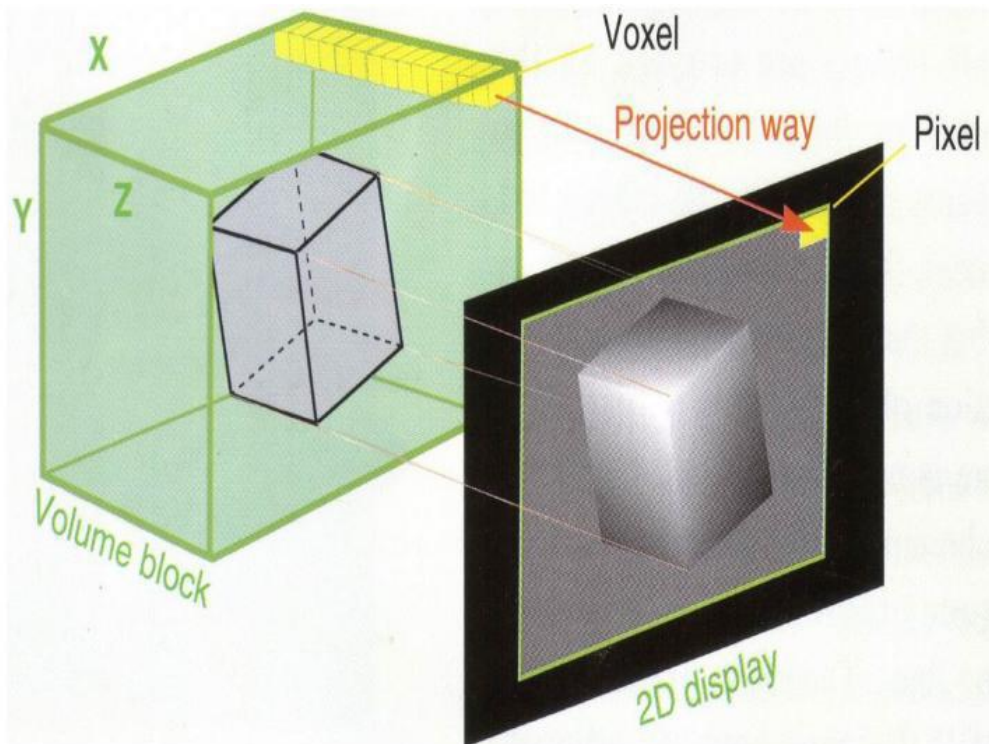
A hasi vizsgálófej frekvenciája 3,5-10 MHz között változtatható a vizsgált test függvényében. A vizsgálófejjel néhány másodperc alatt egy kb. 2500 cm³ térfogatú csonka gúla alakú volument lehet leképezni, melynek csúcsát maga a vizsgálófej adja. Eközben a készülék 256 metszetet készít a hasábon belül. A frontalis és sagittalis kép automatikusan megjelenik a képernyőn, míg a coronalis sík csupán rekonstrukcióval állítható elő. Hasonlóan működik a készülék hüvelyi vizsgálófej használatakor, viszont ott a leképezés hatszög alapú csonka gúla segítségével történik (1. ábra).

A legegyszerűbb képalkotási módszer a **metszeti rekonstrukció** módja, amikor a 3D adatok elforgatásával bármilyen metszeti sík vizsgálható, melyek hagyományos 2D technikával nem állíthatók elő.

A **felszíni rekonstrukció** esetén nagy jelentőséggel bír a felület tisztázása, vagyis a ROI kijelölése és a felszíni extractió elvégzése. A 3D effektust az árnyékolás (*mélységi végszabályozás*) teszi lehetővé, mely eltünteti a kép finom szabálytalanságait. Alkalmas az alacsony echogenitású környezetből kiemelkedő részek (pl. magzati arc), ill. a folyadéktartalmú üregek (pl. gyomor) vizsgálatára is.

Térfogatábrázolás (*volumen sugárrajzolat*) alkalmazása esetén köztes feldolgozás nélkül kerülnek a 3D adatok a képernyőre. A kapott kép nem 3D hatású, inkább röntgenfelvételre hasonlít, azonban forgatásával elemezhető a térbeli forma. Alkalmas a magzati csontvázrendszer és a szervek belső szerkezetének vizsgálatára, ált. a felszíni rekonstrukcióval társítva.

A rekonstrukciós idő kiküszöbölésére fejlesztették ki a **real-time**, vagy 4D módszert. A vizsgálófejbe épített 3D scanner folyamatosan pásztázza a vizsgált objektumot, és a megjelenítés ezzel egyidőben, előre beállított metszeti értékekkel, 3D-ben történik.



1. ábra: A 3D kép keletkezése

3.2.1 A 3D-ultrahangtechnika alkalmazhatósága a szülészetben

A 3D ultrahang adta lehetőségek a szülészetben a terhesség kezdeti heteiben jelentősek. Az embrionális periódus, amely a fogamzástól a 9. hétig tart különösen fontos. Az anatómiai képletek és szervrendszerek fejlődése ezen időszakban zajlik, a legtöbb fejlődési rendellenesség ekkor alakul ki. Manapság a direkt méhen belül végzett embrioscopia és fetoscopia alkalmas az ébrényi és magzati fejlődés korai vizsgálatára, de ezen invazív vizsgáló eljárások számos szövődmény lehetőségét hordozzák. A 3D-ultrahangtechnika hasznos non-invazív eszközévé vált a korai

embrionális és magzati fejlődés tanulmányozásának, amely helyettesítheti ezen invazív vizsgáló eljárásokat (Merz és mtsai 1995, Levailant és mtsai 1995).

A fejlődő embrió vizsgálata már az 5. héttől rutinszerűen alkalmazható. Mérhető a petezsák átmérője, a szikhólyag, az embrió mérete. Kurjak és Kupesic úgy találták, hogy a terhesség kimenetele szempontjából prediktív értékkel bír a szikhólyag 3D ultrahanggal történő térfogatmérése, valamint erezettségének megítélése (Kurjak és mtsai 1999, Kupesic és mtsai 1999). A 2-3 mm hosszú embrió a szikhólyag megjelenése után 24-48 órával válik láthatóvá, kb. 33 nappal az utolsó menstruációt követően. A 6-8. héten láthatóvá válnak a végtagbimbók, az agyi képletek, majd a 9-10. héten kialakul az arc, zárul a hasfal és a korai gerinc teljes hosszában vizsgálható két echogen párhuzamos vonalként. Liang és mtsai (1997) a 10. héten ectopia cordis diagnosztizáltak 3D ultrahangvizsgálattal. A 11. héttől részletesen tanulmányozható az arc, elkülönül az orr, az állcsontok és a szemüregek. 3D áramlási vizsgálatokkal elemezhető az agyi keringés. Nyomon követhető az uropoetikus szervrendszer fejlődése is. Az embrionális mellkas, gerinc, és végtagok részletes analízise lehetséges. A csigolyák, bordák, porckorongok 3D elemzése a vázrendszeri rendellenességek diagnózisa szempontjából nem várt lehetőségeket rejt magában. Természetesen vizsgálható a magzat neme, és kiszűrhetők nemhez kötött betegségek, genitális elváltozások, pl. az interszexualitás bizonyos jelei.

Az 1990-es években az embrionális tarkóredő mérése látványosan növelte a számbeli kromoszóma rendellenességek felismerési arányát (Szabó és Gellén 1990, Nicolaidis és mtsai 1992). Mérési hibát okozhat a nuchalis régió és az amnion-membrán együttes leképezése. A multiplanáris 3D ultrahangvizsgálat során a medián-sagittális metszet pontosan beállítható (Kurjak és mtsai 1992.).

A magzati tumorok a morfológiai rendellenességek egy ritka csoportját képezik, a helyes diagnózis mindig nagy kihívást jelent. A két leggyakoribb fetális tumor a cystikus hygroma és a sacro-coccygealis teratoma. A vizsgáló 3D felületi rekonstrukciós üzemmódban pontosan tájékozódhat a defektus alakjáról, nagyságáról, elhelyezkedéséről, és a környező szervekhez való viszonyáról.

A szülészetben további lehetőséget jelent a fenyegető koraszülés diagnózisa mellett a cervix volumetria meghatározása ezzel a módszerrel.

3.2.2 A 3D-ultrahangtechnika alkalmazhatósága a nőgyógyászatban

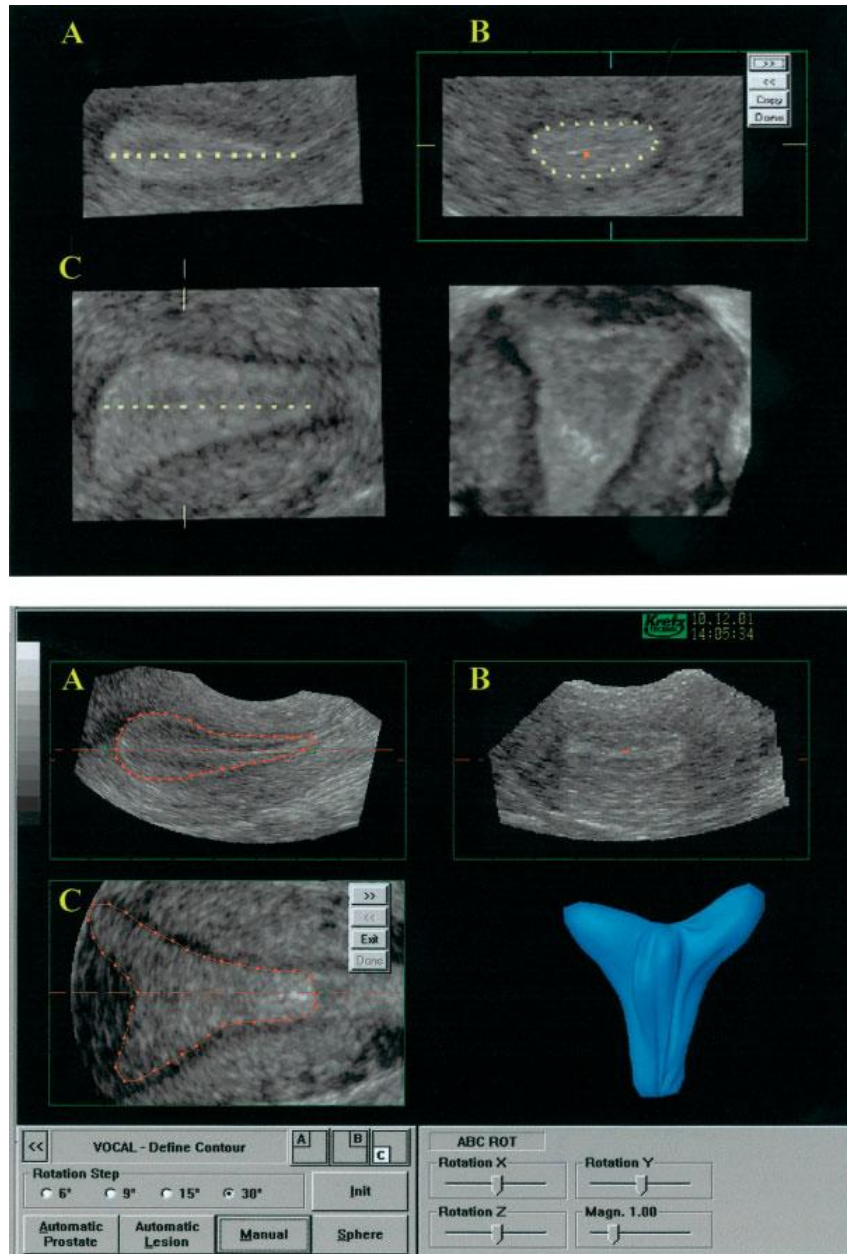
A nőgyógyászati diagnosztikában a petefészek és a méh normális és kóros állapotainak vizsgálatánál a szerv-volumetria kiegészíthető egyedi háromdimenziós, térbeli áramlásvizsgálatokkal: color hisztogram-analízis alkalmazásával kvantitatív szövet- és szervperfúziós vizsgálatok végezhetők. 3D vizsgálattal pontosan megállapítható többek között az uterus fejlődési rendellenessége (pl. uterus bicornis), míg az endometrium ábrázolásakor a térfogat-meghatározás szerepe kiemelkedő. Elemezhetők a myomák, az egyes kismencedei gyulladások, a hydrosalpinx, a pyosalpinx. Az ovarium esetében a 3D módszerrel lehetőség van a cystikus képletek mind külső, felszíni, mind belső rekonstruálására. Polycystás ovarium szindrómában (PCOS) az elektronikus tárolás és a pontos térfogatomérés ad lehetőséget a kezelés eredményességének nyomon követésére. Az egyik legjelentősebb felhasználási terület pedig a nőgyógyászati onkológia, ahol a tumorvolumen progresszió és regresszió, és a parametrium tumoros infiltráltságának volumetriás meghatározása válik lehetővé.

3.3. Az ultrahang-volumetria rövid története

A szervtérfogat ultrahangos meghatározása egyre nagyobb szerepet kapott a magzati ultrahang vizsgálatok során a 3D ultrahangkészülékek 90-es évekbeli megjelenését követően, mivel számítógépes program segítségével automatikus térfogat-kalkuláció vált lehetővé. A 3D ultrahang technológia megjelenéséig térfogat meghatározásra csak a 2D ultrahang képen volt lehetőség bizonyos formák (ellipszis, trapéz) segítségével (Pavlik és mtsai 2000, Wu és mtsai 1998). A 3D ultrahangtechnika révén a térfogat-meghatározás rutinszerű, mert a coronalis sík megjelenítésével lehetőség nyílik a felületi eltérés korrekciójára (Lev-Toaff és mtsai 2001, King és mtsai 1990, Linney és Deng 1999). Jelenleg számos technikai lehetőség és algoritmus használható a háromdimenziós ultrahang térfogat-meghatározásra.

A céltérfogat becslése az ultrahangkészülékbe, vagy egy attól független asztali számítógépbe installált szoftver segítségével történhet. A legegyszerűbb, „hagyományos” térfogatbecslési technika során a multiplanáris kép egyik síkjában a céltérfogatot manuálisan lépésről-lépésre különböző síkokban körberajzoljuk. Ez a módszer lehetőséget

ad a vizsgálónak, hogy annyi sorozat metszetet hozzon létre amennyit szükségesnek ítél nagyobb méretű, de kevésbé szabályos alakú testek esetén (2. ábra).



2. ábra: A 3D térfogat-meghatározás. A felső ábra a hagyományos térfogatbecslési technikát, az alsó a rotációs térfogatbecslési technikát (VOCALTM) ábrázolja

Az évezred kezdetén megismerhettünk egy új 3D ultrahang térfogat-meghatározási módszert, melyet VOCALTM (Virtual Organ Computer-aided AnaLysis) módszernek

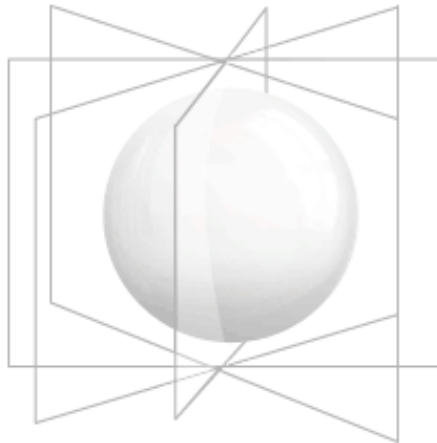
neveznek (2. ábra). Ez a módszer a 3D ViewTM program (General Electric Kretz, Zipf, Austria) továbbfejlesztésének eredménye. In vitro és in vivo kísérletek bizonyították a multiplanáris térfogatbecslési technikával szembeni előnyeit (Raine-Fenning és mtsai 2003, Ruano és mtsai 2005). Az új technológia segítségével az elmúlt évtizedben számos szerző publikált a különböző magzati szervek térfogatának meghatározásával kapcsolatos eredményeket. Az embrionális és magzati szervek, mint tüdő, szív, máj, kisagy, vese, és végtagok térfogat-meghatározása csak néhány példa, amelyeket a kutatók vizsgáltak különféle rendellenességek kapcsán. A 3D-volumetria segítségével különféle magzati rendellenességekben - aneuploidia, α -thalassemia, tüdő- és kisagy hypoplasia, méhen belüli növekedés-visszamaradás (*intrauterine growth restriction* - IUGR) - tudták megállapítani a rizikótényezőket (Metzenbauer és mtsai 2002, Ruano és mtsai 2004).

2005-ben egy új programot, a „Three-dimensional extended imaging” (3DXITM) ismerhettünk meg, amely az Accuvix XQ (Medison Co. Ltd., Seoul, Korea) prémium kategóriájú ultrahangkészülékben vált először elérhetővé. Ez a szoftver az alábbi programokat tartalmazza: Multi-Slice View, Volume CT View, Oblique View és az XI VOCALTM (eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis) program.

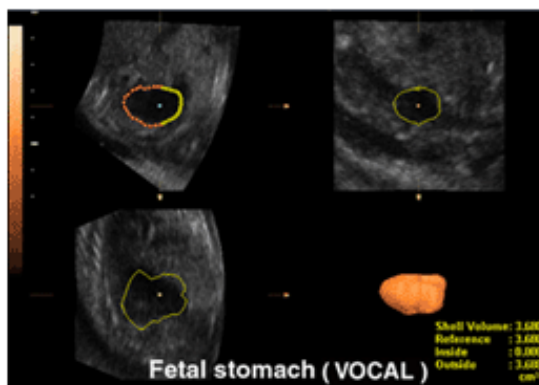
3.4. VOCALTM (Virtual Organ Computer-aided AnaLysis)

A 3D ultrahangtechnika fejlődésével az elmúlt évtized elején megismertük a térfogat meghatározására alkalmas „Virtual Organ Computer-aided AnaLysis” (VOCALTM) szoftvert. A program a 3D ViewTM szoftver (General Electric Kretz, Zipf, Austria) fejlesztése. A módszer a vizsgálati régió (ROI) 3D leképezését követően, a céltérfogat sarokpontjait jelöli ki, majd különböző kontúr üzemmódok (manualis, sphericus) és rotációs lépések kiválasztásával, több elforgatott metszeti síkban a tomografikus kontúrok megrajzolása révén, egy virtuális célszerv térbeli képét jeleníti meg. A célszerv volumenének meghatározása milliliter mértékegységben ezred pontossággal kifejezve történik (Raine-Fenning és mtsai 2003, Ruano és mtsai 2005). Három felajánlott rotációs lépést választhatunk: 12°, 18° és 30°, amelyek szerint a célszerv forgása következtében 15, 10 és 6 egymást követő metszeti sík biztosítja a tomografikus kontúrok megrajzolását. A célszerv a rotációval 180°-os forgást végez.

A VOCAL módszer egyszerűbb technikai megértéséhez „egy torta saját forgástengelye körüli felszeletelése” során kapott szeletek kontúrjai határozzák meg a célszerv virtuális kérgét (3. ábra).



Symmetric organ (e.g. Simple cyst, normal prostate)

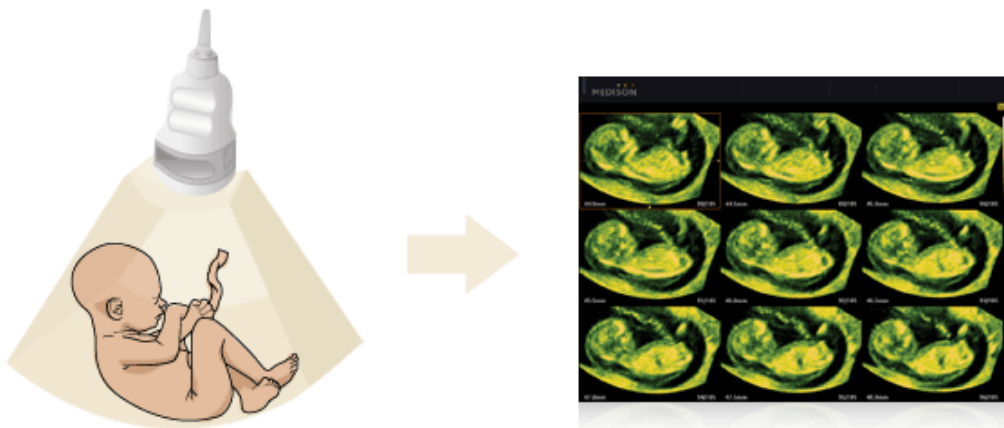


3. ábra: A VOCAL 3D volumetria szabályos alakú céltérfigaton szemléltetve

3.5. XI VOCAL™ (eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis)

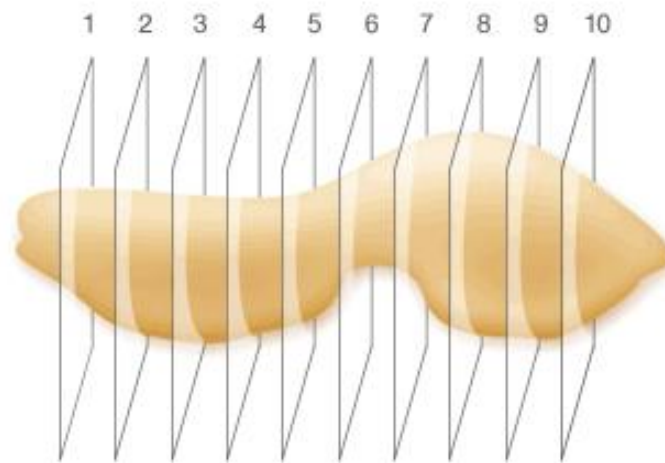
Egy új 3D ultrahang-volumetria módszert ismerhettünk meg 2005-ben, melyet eXtended Imaging VOCAL (XI VOCAL™) módszernek hívnak, és a 3DXI™ szoftver része. A kifejlesztő cég (Medison Co. Ltd., Seoul, Korea) koncepciója szerint a VOCAL módszer a térfogat-meghatározásban igen hatékony, de a szabálytalan alakú célszervek vizsgálata során egyes esetekben a térfogat meghatározása pontatlan (Hy-Sung és mtsai 2006). Ezen kívül a VOCAL módszer esetében komplex gyakorlat és tudás szükséges a használathoz. Előzetes kísérleti vizsgálatok eredményei alapján a szabálytalan alakú testek térfogatának meghatározása során az XI VOCAL módszer pontosabb a VOCAL módszerhez viszonyítva. Klinikai vizsgálatok szignifikáns térfogatbeli eltérést találtak a két módszer eredményei között. Emellett bizonyították, hogy az XI VOCAL módszer használata egyszerűbb a VOCAL módszerhez képest valamint pontosabban képzi le és határozza meg a valódi szervek térfogatát (Hy-Sung és mtsai 2006).

A „Multi-Slice View” mód egyidejűleg ábrázolja a céltérfogat referencia metszeti síkjából (longitudinalis, sagittalis és coronalis metszet) eredő párhuzamos szeletek sorozatát. A referencia metszeti képnek megfelelően az ultrahang készülék képernyőjén megjelenő multi-slice metszetek száma beállítható (1x1, 2x1, 3x2, 4x3, vagy 6x4). A módszer lehetőséget nyújt a célszerv nagyítására, tengely körüli rotációjára a tér három irányának megfelelően, és a párhuzamos szeletek vastagsága is beállítható (0,5 – 5,0 mm) (Leung és mtsai 2005) (4. ábra).



4. ábra: A 3DXI™ szoftver Multi-Slice View programjának bemutatása

Az XI VOCAL módszer általi térfogat-meghatározás a Multi-Slice View mód használatával történik. A vizsgált régió (ROI) 3D leképezése 1-2 másodperc pásztázási időt vesz igénybe és a későbbi elemzés érdekében a 3D volumen lementhető az ultrahangkészülék merevlemezére. A XI VOCAL módszer a vizsgálati régió (ROI) 3D leképezését követően a célszerv térfogatának virtuális számítógépes térbeli rekonstrukciójakor, a „start- és end-plane” kijelölése után meghatározott számú, egymással párhuzamos metszetet jelenít meg. A térfogat meghatározása metszeti kontúrok megrajzolása után jön létre, milliliter mértékegységben, ezred pontossággal kifejezve. Négy felajánlott metszeti szám közül választhatunk; 5, 10, 15 és 20 metszeti sík biztosítja a tomografikus kontúrok megrajzolását.



Asymmetric organ



5. ábra: A XI VOCAL 3D volumetria szabálytalan alakú céltérfogaton szemléltetve

Az XI VOCAL módszer egyszerűbb megértéséhez „egy toast-kenyér párhuzamos felszeletelése” során kapott szeletek kontúrjai révén lehet meghatározni a célszerv virtuális felületi képét (5. ábra).

4. Célkitűzések

A 3D ultrahang vizsgálati módszerek alapvetően meghatározzák a szülészeti és nőgyógyászati diagnosztikát. A 3D ultrahang-volumetriás becslésre korábban a VOCAL módszer volt használható, az utóbbi időben ezt kiegészítve az XI VOCAL módszer is hozzáférhetővé vált. Szabálytalan alakú testeknél az ultrahang-volumetriás módszerek esetében az XI VOCAL alkalmazásával a hagyományos VOCAL módszernél pontosabb volumenbecslés lehetséges. Korábbi vizsgálataink szerint az XI VOCAL módszer a célszerv térbeli formáját a hagyományos VOCAL módszernél valósabban ábrázolja, rotációs lépésekre nincs szükség.

A vizsgálatok megkezdésekor a 3D ultrahangtechnika térfogat-meghatározásában az XI VOCAL módszer szülészeti-nőgyógyászati alkalmazhatóságának elemzését tűztem ki célul, melyet három témakörhöz kapcsolódóan kívántam bemutatni. A 3D ultrahang-volumetria alkalmazásának általános célja, hogy megbízható, nem invazív, reprodukálható, gyors, olcsó és széles körben elérhető diagnosztikai módszer legyen. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria módszert a nemzetközi irodalomnak megfelelően az alkalmazási helyszíne szerint, a Pécsi Tudományegyetem (PTE) Klinikai Központ (KK) Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika Ultrahang Laboratóriumában elemeztük.

4.1. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen

Vizsgálatunk célja az XI VOCAL módszer pontosságának, inter- és intraobserver megbízhatóságának elemzése egy in vitro valós térfogattal bíró ballon modellen, valamint a vizsgálathoz szükséges idő analizálása.

4.2. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatóságának vizsgálata

Vizsgáljuk az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria inter-, és intraobserver megbízhatóságát, valamint reprodukálhatóságát prospektíve elemezzük szabálytalan formák/testek vizsgálata során, a mozgási műtermék kiküszöbölése mellett, és meghatározzuk a becslési módszerek vizsgálati idejét. Vizsgálatunkhoz egy magzati ultrahang-fantom szabálytalan formáit választottuk.

4.3. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban

A 3D ultrahang-volumetriát egy klinikai protokollban szereplő invazív vizsgálat kiváltására tervezett in vivo klinikai modellben mutatjuk be. A nőgyógyászati műtétet követő vizeletürítési zavar esetén a húgyhólyag reziduális vizelet tartalmát a 3D ultrahang-technika kétféle volumetriás módszerével, valamint katéteres volumenméréssel határozzuk meg. Vizsgálatunk célja, hogy prospektíve összehasonlítsuk a kétféle 3D volumetriás módszer (VOCAL, XI VOCAL) alkalmasságát, pontosságát és szenzitivitását, specificitását, továbbá a pozitív, és negatív teszteredmény prediktív értékét egy in vivo szervtérfogó vizsgálat során, melynek céltérfogata a húgyhólyag posztoperatív vizeletretenciója.

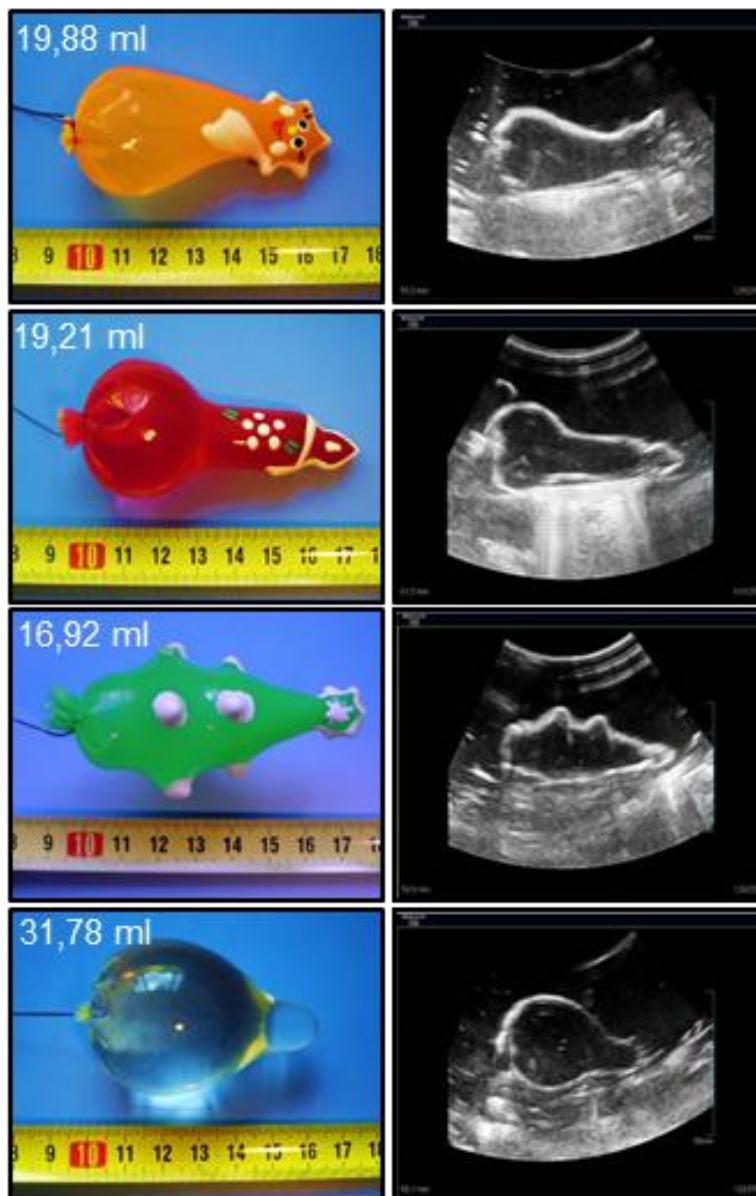
5. Anyag és módszer

5.1. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen

A PTE KK, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Ultrahang Laboratóriumában az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria módszer in vitro ballon modellen történő prospektív vizsgálatban négy különböző, szabálytalan alakú, folyadékkal töltött testet helyeztünk egyenként egy folyadékot tartalmazó, ultrahang vizsgálatra alkalmas, 1000 ml-es üveg lombikedénybe. A lombik folyadéktartalmát a nemzetközi irodalomban leírt szöveti sűrűséghez hasonló folyadékeleggyel töltöttük fel (desztillált víz – glicerin keverék, grafit részecskékkel) (Raine-Fenning és mtsai 2003). A négy folyadéktartalmú testet négy szabálytalan alakú gumióvszer jelentette (1. fantom: macska, 2. fantom: gyertya, 3. fantom: fenyőfa, 4. fantom: normál condom) (6. ábra). A vizsgálatban szereplő fantomokat glicerinnel töltöttük meg, hogy a lombikba elhelyezett desztillált víz – glicerin keverékben lassan elmerüljön. A fantomok szivárgásmentes lezárhatóságát vékony fonállal biztosítottuk, majd a fonál felett kb. 3-4 mm-el a maradék gumióvszert levágtuk. A négy fantom elkészítésekor törekedtünk arra, hogy mindegyik esetben eltérő mennyiségű folyadékkal töltsük fel azokat. A kísérletben nem standardizált fantomokat használtunk, mert nem az abszolút pontosságát kívántuk meghatározni az XI VOCAL módszernek, hanem össze kívántuk hasonlítani a különböző ultrahangos vizsgálók eltérő céltérfogatok mérése során kapott eredményeinek pontosságát, valamint a vizsgálati időt.

Az elkészített ballon fantomok háromdimenziós ultrahang térfogat-meghatározása Accuvix XQ (Medison Co., Seoul, Dél Korea) „real-time 3D scannerrel”, 4-7 MHz-es convex transabdominalis volumen-transzducerrel történt. A vizsgálat során az ultrahangkészülék identikus, előretárolt beállításait alkalmaztuk. A fantomokat egymást követően az ultrahangos lombik folyadéktartályba helyezve, a fantomok kétdimenziós B-képen való megjelenítését követően az ultrahangkészülék 3D volumen-üzemmódját aktiváltuk, annak mobilis szektorát úgy mozgattuk, hogy fedje a vizsgálati régiót (ROI). Standardizált beállítás, és 65°-ra állított volumen szektor szög és lassú volumen-leképezés mellett egy független ultrahangos vizsgáló (V.M.) 5 alkalommal képezte le a vizsgált régiót minden fantom esetében. Így összesen a 4 db fantomnak megfelelően 20 db 3D

fantom-volument nyertünk, amelyeket azonnal archiváltuk az ultrahangkészülék memóriájába. A 20 db 3D fantom-volument digitális adathordozón személyi számítógépre helyeztük át a további XI VOCAL volumetria adatbázisaként.



6. ábra: A „fantomok”. A négy különböző szabálytalan alakú ballon modell látható együtt a 3DXI™ szoftver Multi-Slice View 1x1-es képen való megjelenéssel és az átlagolt valós térfogatukkal együtt

Valamennyi tárolt 3D fantom-volument két ultrahang-volumetriában jártas vizsgáló analizálta a „3D extended imaging” (3DXI) (Medison Co., Seoul, Dél Korea) program

felhasználásával. Mind a 20 db 3D fantom-volumenben a fantom céltérfogatokat egy haladó (B.Sz.) és egy kezdő (M.G.) ultrahangos orvos becsülte meg az XI VOCAL program segítségével. Az XI VOCAL program kontúr üzemmódját kézi vezérlésre állítottuk, referencia metszeti képnek a transzverzális képet használtuk („B-plane”), és az ún. „Multi-Slice View” segítségével a volumen széli síkjait („start-, end-plane”) kijelölve 5, 10, 15 és 20 párhuzamos metszet ábrázolását választottuk. Mind az 5, 10, 15 és 20 metszeti ábrázolás esetében öt alkalommal ismételtünk térfogatbecslést és másodpercben regisztráltuk a vizsgálati időt. A négy fantom-volumen esetében vizsgálónként 400 térfogat- és vizsgálati idő meghatározás során 5.000 db metszeti kontúr került megrajzolásra. Valamennyi metszeti síkban megrajzolt kontúrokat követően a vizsgált fantom modell becsült térfogata megjelent a képernyőn milliliter egységben, ezred pontossággal.

A négy fantom-modell valós térfogatának meghatározásához módosított Archimedes technikát alkalmaztunk (van Hamersvelt és mtsai 1996). A ballon-fantomokat egyesével egy desztillált vízzel teljesen megtöltött 600 ml-es üveg lombik edénybe engedtünk, majd a fantom által a lombikból kiszorított vizet petricsészével felfogtuk és automata pipettával mértük tized pontossággal, milliliter mértékegységben. Egy-egy valós térfogatmérést követően a lombikot ismételten teljesen megtöltöttük vízzel. Mindegyik fantom térfogatát az ultrahangos vizsgálóktól függetlenül, közvetlenül az ultrahang vizsgálat előtt és után 5-5 alkalommal mértük, és az átlagértéket vettük az illető fantom valós térfogatának.

Az adatokat Microsoft ExcelTM software felhasználásával dolgoztuk fel. A statisztikai elemzések az SPSS 15.0 programmal készültek (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) az alábbi tesztek alkalmazásával. A térfogatadatok elemzésére kétmintás t-próbát, varianciaanalízist alkalmaztunk. Az interobserver megbízhatóság meghatározására a korrelációs koefficiens, az intraobserver megbízhatóság mérésére a Bland-Altman plot-ot és az intraclass korrelációs koefficiens (ICC) használtunk. A vizsgálati idő elemzése ANOVA segítségével történt. Minden analízis esetében a $p < 0,05$ értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak.

5.2. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatóságának vizsgálata

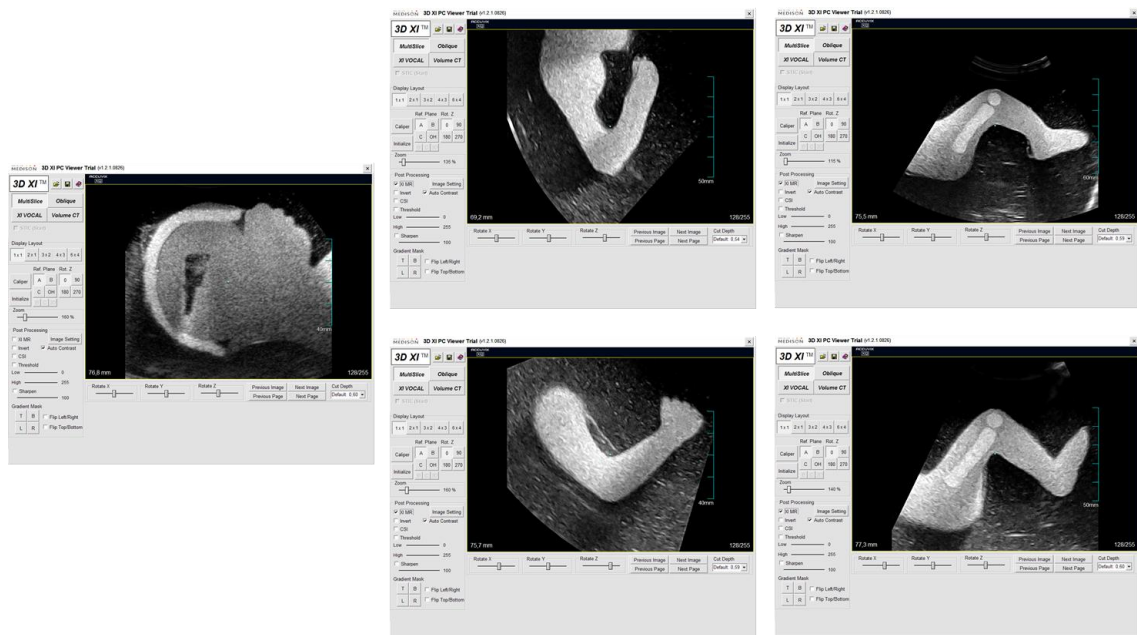
A 3D XI VOCAL ultrahang-volumetria ismeretlen térfogatú testen történő in vitro prospektív vizsgálatát a PTE KK, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Ultrahang Laboratóriumában egy 21 hetes magzati ultrahangfantom öt testrészének (magzati fej, és a négy végtag), mint szabálytalan formának az elemzésével végeztük. A 21 hetes magzati ultrahangfantomot az 7. ábra mutatja be.



7. ábra: A 21 hetes magzati ultrahangfantom

Az öt fantom próbatest az alábbiak szerint alakult: 1. fej, 2. jobb alkar + kéz, 3. jobb lábszár + láb, 4. bal alkar + kéz és 5. bal lábszár + láb. Az öt magzati testrész háromdimenziós ultrahang-térfogat meghatározása Accuvix XQ (Medison Co., Seoul, Dél Korea) „real-time 3D scannerrel”, 4-7 MHz-es convex transabdominalis volumen-transzducerrel történt, az ultrahangkészülék identikus, előretárolt beállításai mellett. A magzati testrészek kétdimenziós B-képen való megjelenítését követően az ultrahangkészülék 3D volumen-üzemmódját aktiváltuk, annak mobilis szektorát úgy mozgattuk, hogy fedje a vizsgálati régiót (ROI). Standardizált beállítás és 65°-ra állított volumen szektor szög és lassú volumen-leképezés mellett, egy ultrahangos vizsgáló

(B.Sz.) egy alkalommal képezte le a vizsgált célrégiót, és az 5 db magzati testrészt 3D volumenét azonnal archiváltuk az ultrahangkészülék memóriájába. A 3D test-volumen digitális adathordozón személyi számítógépre helyeztük át a további off-line XI VOCAL volumetria analíziséhez.

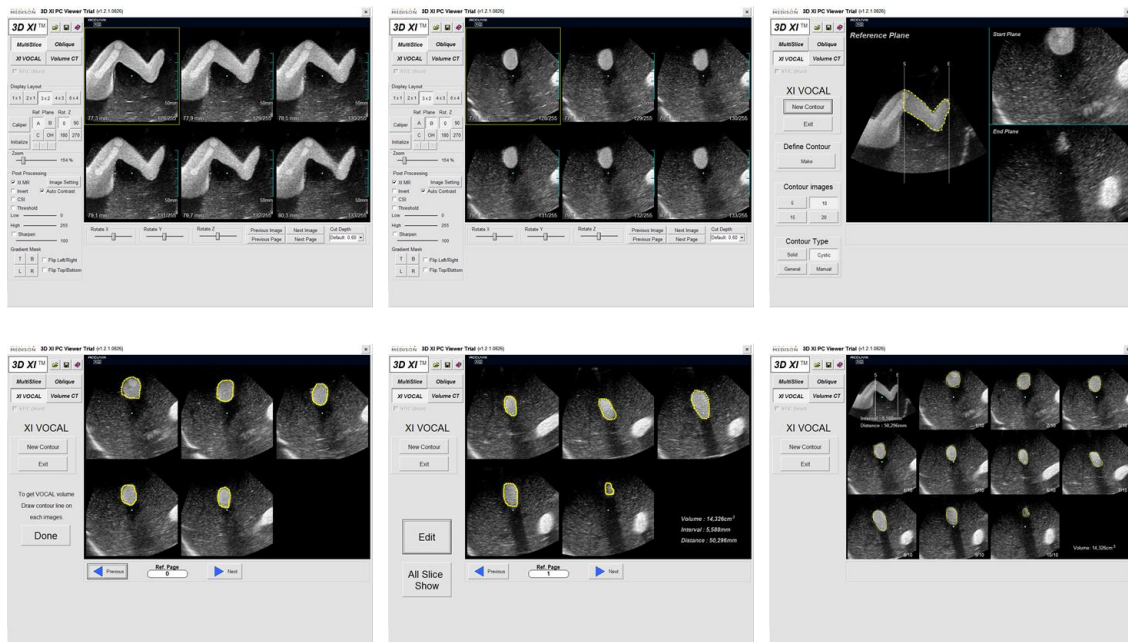


8. ábra: Próbatestek a 3DXI™ szoftver felhasználásával, PC-backup

Az off-line volumetriás meghatározást két ultrahang-volumetriaiban jártas, haladó vizsgáló analizálta (V.M. és B.Sz.) a 3DXI™ szoftver XI VOCAL programjával (8. ábra). A 3D volumenekben standardizált beállítás mellett végeztük el az XI VOCAL térfogatbecslést. A standardizált beállítás a 3D volumenek a tér három irányának megfelelő forgatásával történt, úgy hogy az XI VOCAL céltérfogat kijelölésekor a „start-plane”, a magzati végtagok esetén a könyök- és térdhajlat legmélyebb pontja, a könyök és a patella legprominensebb pontjával essen egybe, a magzati fejen az „end-plane” a mandibula bázisának vonalával legyen párhuzamos.

Az XI VOCAL program kontúr üzemmódját kézi vezérlésre állítottuk, referencia metszeti képnek a transzverzális képet használtuk („B-plane”), és az ún. „Multi-Slice-View” segítségével a volumen széli síkjait („start-, end-plane”) kijelölve 5, 10, 15 és 20 párhuzamos metszet ábrázolását választottuk. Mind az 5, 10, 15 és 20 metszeti ábrázolás

esetében hét alkalommal ismételtünk térfogatbecslést és másodpercben regisztráltuk a vizsgálati időt. Az öt fantomvolumen esetében vizsgálónként 140 térfogat- és vizsgálati idő meghatározás során 1.750 db metszeti kontúr került megrajzolásra. Valamennyi metszeti síkban megrajzolt kontúrokat követően a vizsgált fantom modell becslült térfogata megjelent a képernyőn milliliter egységben, ezred pontossággal (9. ábra).



9. ábra: Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria folyamatábrája (10-réteg)

Az adatokat Microsoft ExcelTM software felhasználásával dolgoztuk fel. A statisztikai elemzések az SPSS 15.0 programmal készültek (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) az alábbi tesztek alkalmazásával. Az intraobserver megbízhatóság mérésére az intraclass korrelációs koefficiens (ICC) és a variációs koefficiens (CV) átlagát alkalmaztuk. Az interobserver megbízhatóság meghatározására a korrelációs koefficiens, a reprodukálhatóság elemzésére a Bland-Altman plot módszert használtuk. A vizsgálati idő elemzése ANOVA segítségével történt. Minden analízis esetében a $p < 0,05$ értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak

5.3. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során

A PTE KK, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján 2007. 10. 01. és 2008. 03. 31. között, a rosszindulatú méhnyak daganatok esetében elvégzett radikális hasi méheltávolítást követően, transabdominalis 3D ultrahangvizsgálattal prospektíve mértük a húgyhólyag reziduális vizelettartalmát. A vizsgálati csoportba 17 beteg került. A kiterjesztett hasi méheltávolítást minden esetben Wertheim-Meigs szerint (Piver III.) végeztük el. A betegek klinikai adatait az 1. táblázat tartalmazza. A legfiatalabb beteg 29, míg a legidősebb 79 éves volt, átlagéletkoruk a műtét idején 45,4 év (SD: $\pm 13,7$). A betegek átlagos testtömeg indexe $25,2 \text{ kg/m}^2$ (SD: $\pm 5,9$) volt. A vizsgálatról minden beteg részletes felvilágosítást kapott és a tanulmányba beleegyezett.

1. táblázat: Wertheim műtéten átesett betegek klinikai adatai (n=17)

Klinikai adatok	n=17
Életkor (év)	
Átlag \pm SD	45,4 \pm 13,7
Range	29,2–79,4
Testmagasság (m)	
Átlag \pm SD	1,62 \pm 0,06
Range	1,5–1,7
Testsúly (kg)	
Átlag \pm SD	67,0 \pm 17,0
Range	32,0–96,0
Body mass index (kg/m^2)	
Átlag \pm SD	25,2 \pm 5,9
Range	14,2–33,7
Paritás	
Átlag \pm SD	2,5 \pm 1,5
Range	1–6
Megelőző hasi műtétek	
Appendectomia	2 (11,8%)
Sectio cesarea	2 (11,8%)
Laparoscopos/hasi nőgyógyászati műtét	0 (0,0%)
Egyéb	2 (11,8%)
Diagnózis - Carcinoma cervicis uteri in stadio	
1a2	1 (5,9%)
1b1	3 (17,6%)
1b1 post irradiat. praeop. HDR-AL	2 (11,8%)
1b2	2 (11,8%)
1b2 post irradiat. praeop. HDR-AL	1 (5,9%)
2a	1 (5,9%)
2a post irradiat. praeop. HDR-AL	2 (11,8%)
2a post radiochemoth.	1 (5,9%)
2b	1 (5,9%)
2b post irradiat. praeop. HDR-AL	3 (17,6%)
Klinikai ápolási idő (nap)	
Átlag \pm SD	7,9 \pm 3,5
Range	4,0–20,0

A radikális hasi méheltávolítás során állandó hólyagkatétert helyeztünk fel. Minden beteg esetében a műtétet követően 72 óra múlva az állandó hólyagkatétert eltávolítottuk. A klinikai protokoll alapján a posztoperatív időszakban eltávolított katétert követően, - amennyiben spontán vizeletürítést követően a húgyhólyag reziduális vizelettartalma ≥ 100 ml- ismételt katéterezés szükséges. A katéter eltávolítása után az első spontán vizeletürítést követően, a posztoperatív negyedik napon, valamint egy betegnél a posztoperatív ötödik napon ultrahangvizsgálatot végeztünk klinikánk ultrahang laborjában. A 3D ultrahang-volumetria során nyert 3D húgyhólyag-volument azonnal archiváltuk az ultrahangkészülék memóriájába, további off-line analízis elvégzése céljából. A 3D ultrahang-volumetriás méréseinket követő 5 percen belül a reziduális vizelet kiürítését a húgyhólyag steril katéterezésével végeztük el. A katéteres vizelet mennyiségének mérését minden esetben olyan szakszemélyzet végezte, aki nem volt jelen az ultrahang-térfogatbecslés alatt. A húgyhólyag kiürülését követően enyhe, suprapubicus nyomást alkalmaztunk, hogy ezzel biztosítsuk a hólyag teljes vizeletmennyiségének kiürülését (Maymon és mtsai 1991). A reziduális vizelet mennyiségét mérőhengerben milliliter pontossággal mértük, és rögzítettük. Egy betegnél alakult ki teljes vizeletürítési elégtelenség, mely miatt további egy napra állandó katéter felhelyezésére kényszerültünk, valamint folytattuk az ultrahang-ellenőrzést.

A vizsgálati periódusban 35 esetben történt 3D ultrahang-volumetriás térfogatbecslés és katéteres mérés. A húgyhólyag vizelet retenciójának vizsgálata Accuvix XQ (Medison Co., Seoul, Dél Korea) „real-time 3D scannerrel”, 4-7 MHz-es convex transabdominalis volumen-transzducerral történt. Valamennyi betegnél az ultrahangkészülék identikus, előretárolt beállításait alkalmaztuk. A húgyhólyag suprapubicus, kétdimenziós B-képen való megjelenítését követően az ultrahangkészülék 3D volumen-üzemmódját aktiváltuk, annak mobilis szektorát úgy mozgattuk, hogy fedje a vizsgálati régiót (ROI). Standardizált beállítás mellett a vizsgált régiót leképeztük, és a nyert 3D húgyhólyag-volument azonnal archiváltuk az ultrahangkészülék memóriájába. A volumen szektor szögét 65° -ra állítottuk, és a gyors volumen-leképezési beállítást választottuk a mozgási műtermékek kiküszöbölése érdekében. Amennyiben a leképezés során a húgyhólyagban nagyobb mennyiségű reziduális vizeletet becsültünk, a transzducer volumen szektor szögét a maximális 75° -ra növeltük. Valamennyi tárolt húgyhólyag-volument az Accuvix XQ ultrahangkészülék szoftverébe integrált „VOCALTM imaging program” (Virtual Organ

Computer-aided AnaLysis) és a „3DXI™ program” (3D eXtended Imaging) felhasználásával analizáltuk.

A VOCAL program kontúr üzemmódját kézi vezérlésre állítottuk. Referencia metszeti képnek a longitudinális nézetet használtuk („A-plane”), és a rotációs lépéseket 30°-onként választottuk meg, melynek eredményeképpen minden húgyhólyag-volumen esetében 6 metszeti kontúr került megrajzolásra. Valamennyi metszeti síkban megrajzolt kontúr után, a húgyhólyag volumene térbeli kép formájában megjelent a képernyőn a becsült térfogattal együtt. A 3DXI™ program felhasználásával, a képminőség javítása után - DMR (Dynamic MR), CI (Contrast Imaging), és AC (Auto Contrast) posztprocessziós eljárásokkal - ismételten mértük az archivált 3D húgyhólyag-volumen XI VOCAL metodikával. Az XI VOCAL kontúr üzemmódját kézi vezérlésre állítottuk. Referencia metszeti képnek a transzverzális nézetet használtuk („B-plane”), és az ún. Multi-Slice View segítségével a volumen széli síkjait („start-, end-plane”) kijelölve 10 párhuzamos metszet ábrázolását választottuk, melynek eredményeképpen minden húgyhólyag-volumen esetében 10 metszeti kontúr került megrajzolásra. Valamennyi metszeti síkban megrajzolt kontúrt követően a húgyhólyag becsült térfogata megjelent a képernyőn. A 17 beteg esetében a 3D húgyhólyag-volumen archiválását követően azonnal elvégeztük a mérést mindkét ultrahang-volumetriás módszerrel, 2-2 alkalommal, majd azok átlagértékét számítottuk és rögzítettük.

Az adatokat Microsoft Excel™ software felhasználásával dolgoztuk fel. A statisztikai elemzések az SPSS 15.0 programmal készültek (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) az alábbi tesztek alkalmazásával: a normálistól való eltérést Kolmogorov-Smirnov teszt, a több csoport adatait összevető Friedman- próba és a két adatsort összevető Wilcoxon próba (továbbá a normális eloszlásnál alkalmazható t-próba), a szórások összevetésére az F próba, lineáris regresszió és korreláció, és az adatleíró adatjellemzők vizsgálata. Minden analízis esetében a $p < 0,05$ értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak.

6. Vizsgálati eredmények

6.1. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria vizsgálata in vitro ballon modellen

6.1.1 Fantomok valós térfogatának meghatározása

A vizsgálatban alkalmazott 4 fantom átlagos valós térfogatai az alábbiak szerint alakultak: 1. fantom (macska): 19,88 ml (SD \pm 0,91; range: 18,4-21,2 ml), 2. fantom (gyertya): 19,21 ml (SD: \pm 1,16; range: 17,6-21,1 ml), 3. fantom (fenyőfa): 16,92 ml (SD: \pm 1,32 ml; range: 15,0-19,3 ml) és 4. fantom (normál condom): 31,78 ml (SD: \pm 1,26 ml; range: 29,8-33,4 ml) (2. táblázat). Az eredmények alapján látható, hogy a mérések közti eltérések (min – max értékek) relatíve nagyok, a szórás eléri, illetve meghaladja az 1,0 ml-t. A várható értékre vonatkozó konfidencia intervallum szélessége 1,5-2,0 ml, a valós térfogatértékek még a kerek ml-értékben is elég bizonytalanok. A relatív hiba legalább 5-10%-os.

2. táblázat: A négy fantom 10-10 mérésének adatleírása

Fantom	n (db)	Átlag (ml)	Szórás (ml)	Standard hiba	Átlag 95% konfidencia intervalluma		Min (ml)	Max (ml)
1	10	19,880	0,913	0,289	19,227	20,533	18,40	21,20
2	10	19,210	1,155	0,365	18,384	20,036	17,60	21,10
3	10	16,920	1,319	0,417	15,977	17,864	15,00	19,30
4	10	31,780	1,262	0,399	30,877	32,683	29,80	33,40

A fantomok valós térfogatának meghatározásához alkalmazott módosított Archimedes technika során, az ultrahang-volumetriát közvetlen követő, 5 alkalommal történt valós térfogatmérés eredményei mind a 4 fantom esetében kisebb értékeket adtak, mint az ultrahang-volumetriát megelőző 5 mérés alatt. A részletes eredmények mellőzésével a 4-es testnél ez az eltérés szignifikáns, a 3-as testnél közel szignifikáns, az 1-es és 2-es testnél nem szignifikáns.

Ugyancsak fontos, hogy az 1-es és 2-es test valós térfogata a fenti 10-10 mérés alapján statisztikailag nem különíthető el egymástól. Az átlagok kb. 0,6 ml-es eltérése statisztikailag nem szignifikáns eltérés.

6.1.2 *Eltérés a valós térfogattól*

Az XI VOCAL ultrahang-volumetria módszerrel mindkét vizsgáló, mind a négy fantom esetében alábecsülte a valós térfogatot. A fantomonkénti és vizsgálónkénti 25 XI VOCAL térfogatmérés átlagát a fantomonkénti 10 kalibráló térfogatmérés átlageredményéhez viszonyítottuk. Az átlagos kerekített eltérések az 1. vizsgáló esetében az 5, 10, 15 és 20 szeletes térfogatbecslés során: -20%, -10%, -10%, -10%, míg a 2. vizsgáló esetében: -20%, -20%, -20%, -20% (3. táblázat).

3. táblázat: *Eltérés a valós térfogattól*

Réteg	Vizsgáló	Összes mérés *			Egyedi mérés **		Fantom ***			
		Átlag (%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	1	2	3	4
5	1	-19,6	-15,1	-29,1	-41	+2	0,001	0,001	0,001	0,001
	2	-21,1	-12,2	-29,0	-53	+20	0,001	0,001	0,001	0,001
10	1	-11,1	-5,1	-24,9	-39	+10	0,001	0,05	0,1	0,001
	2	-20,9	-15,7	-32,5	-55	+2	0,001	0,001	0,001	0,001
15	1	-10,1	-3,5	-24,1	-31	+8	0,001	0,05	n.s.	0,001
	2	-20,6	-11,6	-30,9	-55	+12	0,001	0,001	0,001	0,001
20	1	-9,9	-2,8	-24,2	-28	+4	0,001	0,01	n.s.	0,001
	2	-19,2	-9,2	-30,9	-60	+11	0,001	0,001	0,05	0,001

* az összes XI VOCAL térfogatmérés átlagának eltérése a 10 kalibráló mérés átlagától – továbbá testenként a legkisebb és legnagyobb eltérés (testenként 25 mérés átlaga – 5 UH leképezés × 5 XI VOCAL térfogatbecslés)

** A legkisebb és legnagyobb egyedi mérési adat eltérése a kalibráló mérések átlagától

*** A négy test összes (25) mérési átlagának eltérése a kalibráló mérések (10) átlagától – a kétmintás t-próba p értéke mely szokásos szinthez képest szignifikáns.

n.s. Nem szignifikáns

A négy fantom esetében az XI VOCAL volumetria által meghatározott térfogatátlagok eltérése a tényleges térfogattól, a két mérési adatsor (testenként 25 mérés) kétmintás t-próbával történt statisztikai összevetésének eredménye alapján a

következő: a 32 összevetésből 29-nél szignifikáns az eltérés, 1 esetben közel szignifikáns, s csak 2 esetben (egyaránt a 1-es vizsgálónál és a 3-as testnél) nem szignifikáns (3. táblázat).

Ez eddigi statisztikai számok átlagokra vonatkoztak, az orvosi gyakorlatban viszont az egyedi mérésnek is jelentősége van, ennek ismeretében az egyedi mérések adatait a 3. táblázatban feltüntettük. Az eredmények alapján a rétegszámtól és vizsgálótól független legnagyobb előfordult mérési hiba -30 - -60%.

A fantomok valódi térfogatának kalibráló mérési eredményeinek átlagától a legkisebb és legnagyobb egyedi mérési adat eltérése az 1. vizsgálónál az 5, 10, 15 és 20 szeletes térfogatbecslés alkalmával -41% - +2%, -39% - +10%, -31% - +8%, és -28% - +4%, míg a 2. vizsgálónál -53% - +20%, -55% - +2%, -55% - +12%, és -60% - +11% (3. táblázat).

A térfogatbecslés során azt feltételezve, hogy az egyedi térfogatadatok eltérésekor a mérési hibák véletlenszerűek, sok kis hatás által befolyásoltak, feltételezhető a statisztikai normál eloszlásuk, vagyis az egyedi adatok 95%-a a térfogat átlag $\pm 2 \times$ szórás tartományon belül várható (4. táblázat). Az eredmények alapján látható, hogy a korlátok feltűnően egybevágnak a 3. táblázat legnagyobb egyedi eltéréseivel, ami jól igazolja, hogy a normalitásról tett feltevés helytálló lehet.

4. táblázat: Egyedi adatok eltérésére

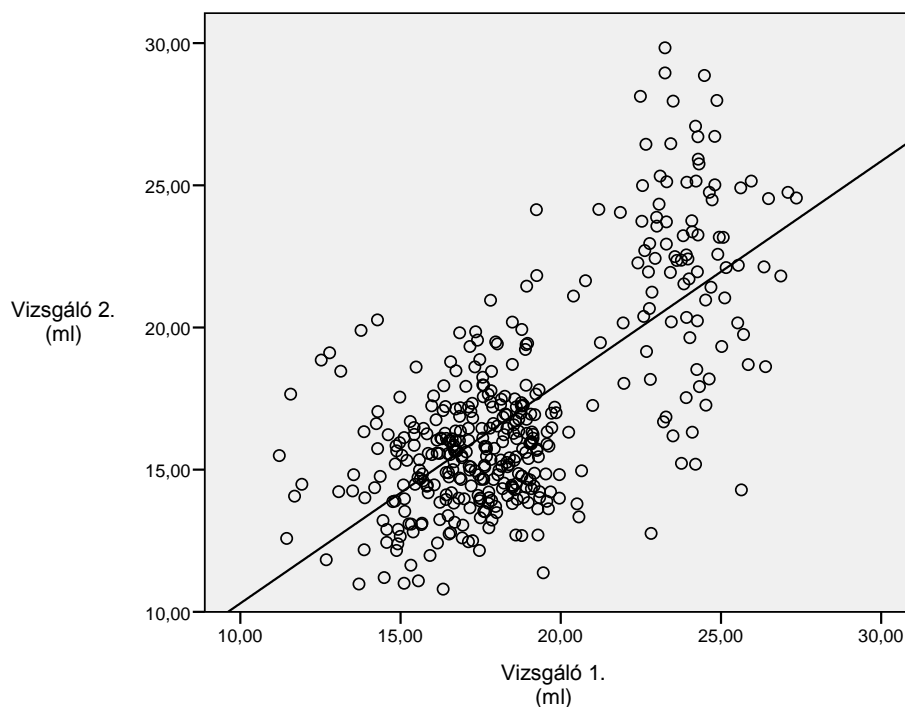
Réteg	Vizsgáló	átlag $\pm 2 \times$ szórás	
		Min (%)	Max (%)
5	1	-41	+2
	2	-51	+15
10	1	-37	+11
	2	-51	+5
15	1	-31	+8
	2	-57	+5
20	1	-31	+7
	2	-54	+17

6.1.3 A mért adatok elemzése

Az XI VOCAL ultrahang-volumetria eredményei alapján további varianciaanalízis segítségével kívántuk megállapítani, hogy mely tényezők befolyásolják a térfogatbecslést. A statisztikai feldolgozás alapján a térfogat-meghatározás a vizsgálótól ($p < 0,001$), a test alakjától ($p < 0,001$), a rétegszámtól ($p < 0,001$), valamint 3D fantom-volumen leképezéstől ($p < 0,05$) függ. A térfogatbecslés során a vizsgáló és a rétegszám kölcsönhatását ($p < 0,001$), a vizsgáló és a test alakjának kölcsönhatását ($p < 0,01$), a 3D UH leképezés és a test alakjának kölcsönhatását ($p < 0,01$), valamint három tényező összefüggésében a vizsgáló, a 3D UH leképezés és a test alakjának kölcsönhatását ($p < 0,05$) találtuk.

6.1.4 Inter- és intraobserver megbízhatóság

Az interobserver megbízhatóság kifejezése érdekében a 2-es vizsgáló által mért fantomtérfogot eredményeket a 1-es vizsgáló adatainak függvényében a 10. ábrán ábrázoljuk.



10. ábra: 2-es vizsgáló által mért fantom térfogat eredményeket a 1-es vizsgáló adatainak függvényében, (a grafikon egyenlete: $M2=2,528 +0,777*M1$ és az r^2 értéke: 0,485)

Az intraobserver megbízhatóság jellemzésére a négy test valós térfogateredményeitől való eltérések szórásának négyszeresét a rétegszám és a vizsgálók szerint elrendezve tüntettük fel. Ez a jellemzés a Bland-Altman plot ± 2 szórás – együtt 4 szórásnyi – sáv szélessége (5. táblázat).

5. táblázat: A valós térfogatok sávszélessége a valós térfogat %-ban

Vizsgáló	Réteg	Fantom			
		1	2	3	4
1	5	36,8	34,1	35,2	24,4
	10	23,0	30,2	31,8	24,3
	15	14,8	22,8	23,1	14,7
	20	17,9	18,9	20,4	13,0
2	5	28,8	34,1	55,1	43,7
	10	31,8	29,5	41,6	37,3
	15	36,0	49,3	30,2	51,5
	20	43,1	36,4	51,4	46,9

Az 5. táblázatban a vizsgálók szerinti bontásban, a négy fantomnak és a rétegszámnak megfelelő felosztásban, az adatok százalékban a valós térfogatok sávszélességét jelentik. Jól látható, hogy a 1-es megfigyelőnél határozott javulás van a 10-15-20 rétegű mérések során, ezzel szemben a 2-es megfigyelő térfogatmérései inkább némileg még romlanak is a rétegszám növelésével. Így a 20 réteges mérésnél már elég jelentős különbség van a két megfigyelő közt.

Az adatok alapján látható, hogy a rétegszám növelése a vizsgálatban nem javít a módszer pontosságán, valamint, hogy a 2-es megfigyelő pontossága elmarad az 1-es vizsgáló eredményeitől.

Az intraobserver megbízhatóság további kifejezhetőségére az intraclass korrelációs koefficiens (ICC) mutatót határoztuk meg, melyet a 6. táblázatban tüntettünk fel.

6. táblázat: Intraclass korrelációs koefficiens (ICC) mutatói

Réteg		ICC *	95% konfidencia intervalluma	
5	Egyedi	0,695 **	0,578	0,784
	Átlag	0,820 ***	0,733	0,879
10	Egyedi	0,778 **	0,687	0,845
	Átlag	0,875 ***	0,815	0,916
15	Egyedi	0,660 **	0,534	0,758
	Átlag	0,795 ***	0,696	0,862
20	Egyedi	0,707 **	0,594	0,793
	Átlag	0,828 ***	0,745	0,885

Kétutas kevert modell, melyben az emberi tényezők véletlen hatások, a mérhető hatások rögzítettek

* Intraclass korrelációs koefficiens

** A vizsgáló azonos, az interakciós hatás jelen van, vagy nincs

*** Automatizált becslés, feltételezve, hogy az interakciós hatás hiányzik, mert nem becsülhető

A statisztikai elemzésből látható, hogy magas a hibaszázalék és szűk az alkalmazott négy fantom térfogattartománya, emiatt az ICC értékek a szokásosnál távolabb vannak az 1-től. Az eredményekből ismételten megállapítható, hogy a rétegszám növelése nem javít az értékeken.

- Az egyedi mérések esetén az ICC adatok nagyjából a 0,66-0,78 tartományban vannak (rétegszámtól függően) – a 95% CI nagyjából $\pm 0,1$.
- Az átlagokra az ICC nagyjából a 0,8-0,88 tartományban van (rétegszámtól függően) – a 95% CI nagyjából $\pm 0,05-0,08$.

6.1.5 A mérési idők elemzése

A vizsgálati idő elemzése alapján megállapítható, hogy a vizsgálati idő a rétegszámmal szinte lineárisan nő. A két vizsgáló közt határozott különbség van, de ez nem jelentkezett az XI VOCAL 5 rétegű térfogatbecslés esetében (7. táblázat).

7. táblázat: A vizsgálati idő, vizsgáló és rétegszám függvényében

Vizsgáló	Réteg	Átlag (sec)	Szórás (sec)	n (db)
1	5	49,440	8,592	100
	10	79,450	13,726	100
	15	109,280	20,229	100
	20	137,240	25,254	100
	Total	93,853	37,452	400
2	5	51,650	8,894	100
	10	93,730	14,862	100
	15	129,240	22,307	100
	20	168,850	14,025	100
	Total	110,868	46,113	400

Amennyiben a vizsgálati időket az 5 szeletes módszerhez viszonyítjuk megállapítható, hogy a 10, 15 és 20 szeletes módszerek során +60-80 %, +120-160 % és +280-340 % vizsgálati idő szükséges, miközben, ahogy láttuk, a pontosság az első megfigyelőnél (átlagosan) változatlan, a másodiknál a 10-15-20 szeletnél változatlan, de az 5 szelethez képest valamivel jobb.

6.2. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatósága

A 21 hetes magzati ultrahang-fantom vizsgálata során az öt céltest becült térfogatadataira vonatkozó átlagot, szórást, variációs koefficiens (CV) és átlagot a 8. táblázatban tüntettük fel.

8. táblázat: 5 célszerv adathalmaza

Test	Vizsgáló	Réteg	7 db XI VOCAL volumetria			
			Átlag (ml)	Szórás (ml)	CV%	Átlag CV%
1	1	5	177,51	9,62	5,42	5,20
		10	163,42	12,68	7,76	
		15	148,68	3,19	2,15	
		20	155,84	8,52	5,46	
	2	5	186,13	2,24	1,21	1,17
		10	190,79	2,65	1,39	
		15	189,41	2,24	1,18	
		20	178,01	1,64	0,92	
2	1	5	6,38	0,87	13,63	8,50
		10	7,69	0,58	7,52	
		15	7,59	0,50	6,62	
		20	6,97	0,43	6,22	
	2	5	7,98	0,55	6,91	4,64
		10	8,51	0,47	5,52	
		15	8,49	0,28	3,29	
		20	7,14	0,20	2,85	
3	1	5	11,02	0,93	8,40	6,23
		10	12,35	0,91	7,35	
		15	13,27	0,42	3,19	
		20	12,40	0,74	5,98	
	2	5	13,28	0,22	1,67	3,39
		10	13,25	0,48	3,62	
		15	13,44	0,78	5,82	
		20	12,55	0,31	2,46	
4	1	5	7,94	0,51	6,47	3,72
		10	7,61	0,31	4,12	
		15	7,34	0,17	2,32	
		20	6,84	0,13	1,96	
	2	5	7,65	0,33	4,38	2,86
		10	7,61	0,10	1,29	
		15	6,95	0,26	3,77	
		20	6,74	0,13	1,99	
5	1	5	13,83	0,92	6,66	4,84
		10	13,90	0,54	3,90	
		15	13,85	0,51	3,69	
		20	13,67	0,70	5,10	
	2	5	14,53	0,73	5,03	4,07
		10	13,22	0,59	4,48	
		15	13,38	0,55	4,09	
		20	12,98	0,35	2,68	

A becsült térfogatadatokat varianciaanalízis segítségével vizsgálva megállapíthatjuk, hogy különbség van a megfigyelők közt ($p < 0,001$), az 1-es vizsgáló kisebb térfogatokat becsült, mint a 2-es vizsgáló. Szignifikáns különbség adódik a szabálytalan alakú testek térfogata közt ($p < 0,001$). Az XI VOCAL különböző rétegszámú térfogatbecslési adatok között szignifikáns különbség van ($p < 0,001$), például a 20 réteges mérés tipikusan kisebb térfogatot mutat. Amennyiben két változó összehasonlítását végezzük, szignifikáns különbség van a test \times vizsgáló viszonyban ($p < 0,001$), melyet a vizsgálók az 1-es és 2-es testnél másként mértek, míg a 4-es és 5-ös testnél gyakorlatilag egyformán. Szignifikáns különbség van a test \times réteg viszonyban ($p < 0,001$), ahol valószínűleg a rétegszámtól való függés egyúttal alakfüggő is. Szignifikáns a különbség a réteg \times vizsgáló viszonyban ($p < 0,001$), mely azt jelenti, hogy a rétegek közt talált különbségen túl van egy vizsgálótól való függés is. Az XI VOCAL volumetria a vizsgálat során három változó együttes hatásától is függ, szignifikáns különbség van a test \times réteg \times vizsgáló viszonyban ($p < 0,001$).

6.2.1 Inter- és intraobserver megbízhatóság

Az öt standardizált célszerv térfogat-meghatározásának eredményeiben az intraobserver megbízhatóság mérésére a variációs koefficiens (CV) átlagát alkalmaztuk. A variációs koefficiens a szórás, az átlag százalékában kifejezve (CV%). A CV az 1. vizsgálónál konzekvensen nagyobb, mint a 2-esnél. Ezen mérési eredményeknek a fő oka, hogy 1-1 mérése néha jelentősen eltért a többitől. A CV értékekben az 1-es, 2-es és 3-as testnél ez a különbség a két megfigyelő között jelentős (1. test: 5,20 – 1,17, 2. test: 8,50 – 4,64, 3. test: 6,23 – 3,39), az eltérés a 4-es és 5-ös testnél is jelentkezik (4. test: 3,72 – 2,86, 5. test: 4,84 – 4,07), de kisebb mértékben. Az 1. vizsgáló átlag CV-eredménye 5,7%, míg a 2. vizsgálóé 3,9% volt.

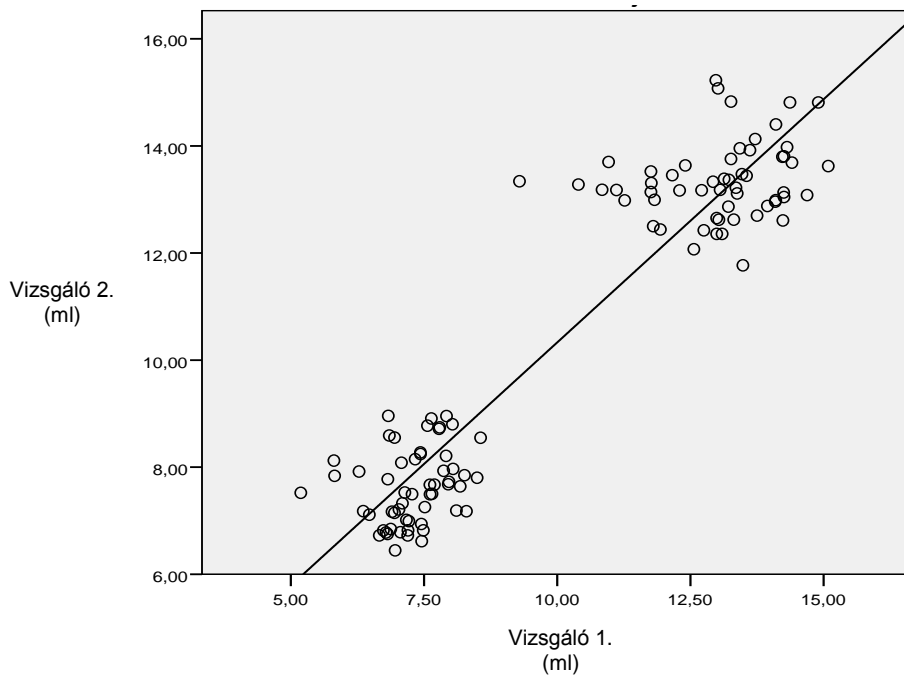
Az eredmények alapján az 1-es megfigyelő becsült térfogatadatai kisebbek a 2-vizsgálóéhoz képest. Az 1. test esetén a 4 \times 7, tehát 28 térfogatmérés átlaga 15%-kal (mintegy 25 ml-rel) tér el a két vizsgálónál. A két vizsgáló térfogatadatainak az eltérése a 2-es testnél kisebb, de a 28-28 mérés átlaga 12%-kal eltér. A 3-as testnél a 28-28 mérés átlaga 7%-kal tér el, melyben változatlanul az 1-es megfigyelő mérte a kisebb térfogatokat. A 4-es és 5-ös test során a 28-28 mérés átlagában az 1-es vizsgáló mérte a

nagyobb térfogatot, de az eltérés a két megfigyelő közt mindössze 2-3%. A 4-es és 5-ös testnél a két megfigyelő adatai kevésbé különbözőek, mint az 1-es, 2-es és 3-as test során.

Az XI VOCAL volumetriában alkalmazott 5, 10, 15 és 20 szeletes térfogat-meghatározás során a becsült térfogateredményeket a rétegszámok függvényében elemezve megállapítható, hogy az 1-es testnél a térfogatadatokban nagy különbségek vannak, különösen az 1-es megfigyelőnél. Az 1. vizsgáló 5 és 15 réteges adatai közt az térfogatátlagoknál is van 20%-nyi különbség, míg a 2-es vizsgálónál mindössze 7%. Hasonló eltérés tapasztalható a két vizsgáló között mind a 2-es, 3-as, 4-es és 5-ös test esetében is. Mind az 5 vizsgált test esetében a 20 szeletes mérés adta a legkisebb becsült térfogatot.

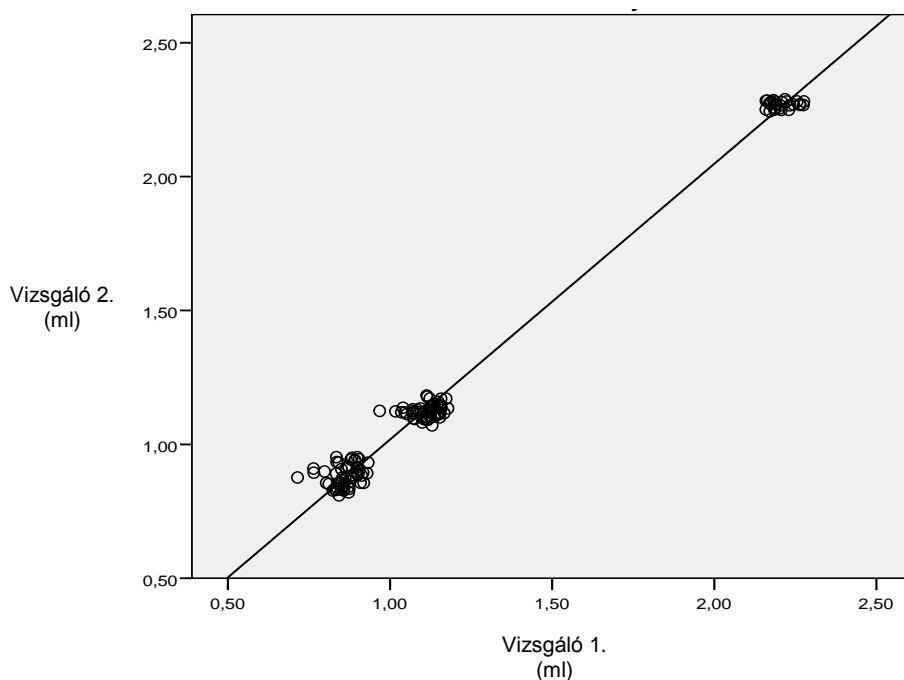
Az intraobserver megbízhatóság további mérésére az intraclass korrelációs koefficiens (ICC) alkalmaztunk az 5 célszerv 28 térfogatadatával számolva, mely összesen 140 adatot jelent az 1-es és 2-es vizsgáló adatai szerint párba állítva. Az ICC értéke az egyedi mérési pontokra 0,984 (95% CI: 0,978-0,989). Amennyiben az ICC-t mind az 5 vizsgált test esetében a különböző rétegenként szerint elemezzük (rétegenként 35 mérési párral): 5 réteg: 0,997 (95% CI: 0,995-0,999), 10 réteg: 0,984 (95% CI: 0,968-0,992), 15 réteg: 0,967 (95% CI: 0,936-0,983) és 20 réteg: 0,988 (95% CI: 0,977-0,994).

Az interobserver megbízhatóság meghatározására a korrelációs koefficiens számítását alkalmazva, az egyenesillesztéses grafikonon a 4 közeli térfogatú test becsült térfogatait a két vizsgáló függvényében ábrázolva láthatók az egyes mérési eredmények (11. ábra). A módszer pontosságát a 4 kis térfogatú test adatai alapján 87,7 %-osnak vehetjük.



11. ábra: Egyenesillesztéses grafikon a négy alacsony térfogatú test adatai alapján (egyenes egyenlete $y=0,908x+1,249$; $r=0,937$, $r^2=0,877$)

Az 5 test együttes egyenesillesztéses grafikonon való ábrázolása során a log transzformációt alkalmaztuk (12. táblázat). Az 5 test térfogatadatainak együttes megjelenítésével az XI VOCAL módszer pontossága 98,9 %-os.



12. ábra: 5 test együttes egyenesillesztéses grafikonon való ábrázolása során a log transzformációt alkalmazásával (egyenes egyenlete $y=1,15x-0,845$; $r=0,994$, $r^2=0,989$)

6.2.2 A reprodukálhatóság vizsgálata

Az XI VOCAL 3D volumetria reprodukálhatóságának kifejezésére a Bland-Altman plot statisztikai elemzést végeztük el. Az elemzés azt fejezi ki, hogy az adott testnél és az adott rétegszámnál, a két vizsgáló 7-7, összesen 14 térfogatadatából származtatott átlagtól az egyes mérések mennyire térnek el. A 14 eltérésből számított szórásérték meghatározása után, az átlagtól a ± 2 szórásstartományt határozzuk meg, mely a Bland-Altman plot sáv szélességét (limits of agreement) fejezi ki. A módszer reprodukálhatóságát a sáv szélesség mutatja meg, minél szűkebb a sávhatár, annál jobban megegyeznek az adatok (reprodukálhatóság).

Az 1-es és 5-ös testnél nem látható a rétegszám növekedésében javulás, tehát a térfogatadatok nem függenek a rétegszámtól. A 2-es, a 3-as és a 4-es testnél azonban, ha az 5 rétegnél kapott „pontosságot” (hibatartományt) 100%-nak tekintjük, akkor a 10 és 15 rétegnél egyaránt kb. 60-70%-os eredmény-javulás (javul a pontosság), a 20 rétegnél pedig kb. 30-40%-os eredmény-javulás látható (tovább javul a pontosság).

A sáv abszolút szélessége az 1-es test esetében $\pm 20-40$ ml, függetlenül a rétegszámtól, mely érték a térfogat $\pm 12-23\%$ -a. Az 5-ös test esetén rétegszámtól függetlenül a sáv szélesség $\pm 1,2-1,7$ ml, mely a térfogat $\pm 9-13\%$ -a. A 2-es, 3-as és 4-es test esetén a sáv szélesség rétegszámtól való függését a 9. táblázatban részleteztük.

9. táblázat: A 2-es, 3-as és 4-es test Bland-Altman plot szerinti sáv szélessége

Test	Térfogatok (ml)			Térfogatok (%)		
	5-réteg	10 és 15-réteg	20-réteg	5-réteg	10 és 15-réteg	20-réteg
2	$\pm 2,1$	$\pm 1,3$	$\pm 0,7$	± 27	± 17	± 9
3	$\pm 2,7$	$\pm 1,2-1,7$	$\pm 1,1$	± 21	$\pm 9-13$	± 9
4	$\pm 0,9$	$\pm 0,5-0,6$	$\pm 0,3$	± 7	± 4	± 2

A 2-es és 3-as testnél a rétegszám növelése a térfogatbecslési „hibát” 20%-ról 10%-ra csökkentette, a 4-es testnél pedig 10% alattiról 5% alá. De az eredmények értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a tényleges „hibahatár” itt 2 ml-ről csökken 0,5 ml-re vagy akár még alá is. Ez a „hibahatár” az a korlát, aminél 20-ból 1 mérés fog

várhatóan ténylegesen realizálódni, tehát 20-ból 19 mérés ennél a korlátnál kevésbé tér el a tényleges térfogattól.

Az eredmények birtokában megállapítható, hogy az 1-es és 5-ös testnél, ha nem is volt a rétegszám növekedésével térfogat-meghatározási javulás, bár valószínűleg a szabálytalan alakú próbatestek esetén a rétegszám növekedése pontosabb eredményt adhat, de ez a javulás orvosi szempontból a klinikumban nem biztos, hogy jelentős.

6.2.3 A vizsgálati idő meghatározása

Az 5 próbatest esetén másodpercben regisztráltuk az XI VOCAL volumetria vizsgálati idejét, melyeket a 10. táblázatban tüntettük fel.

10. táblázat: A vizsgálati idő az 5 próbatest XI VOCAL volumetriában

Próbatest	5-réteg		10-réteg		15-réteg		20-réteg	
	(sec)	(±SD)	(sec)	(±SD)	(sec)	(±SD)	(sec)	(±SD)
1	116,34	(7,83)	181,60	(13,36)	283,48	(15,50)	358,14	(16,71)
	152,83	(33,06)	257,83	(15,07)	294,41	(37,23)	409,00	(20,01)
2	70,87	(6,08)	109,48	(6,22)	136,34	(6,08)	186,60	(7,68)
	79,37	(10,74)	117,94	(5,25)	150,08	(16,71)	174,82	(4,14)
3	75,75	(8,45)	108,55	(7,16)	141,11	(3,15)	185,46	(5,78)
	73,41	(6,43)	106,92	(10,66)	132,96	(10,60)	187,15	(17,44)
4	77,44	(8,18)	111,70	(8,69)	150,51	(4,88)	192,00	(9,06)
	77,81	(6,11)	121,33	(8,01)	163,13	(12,43)	213,90	(16,23)
5	58,73	(6,30)	94,27	(4,61)	122,51	(6,64)	157,35	(6,27)
	62,06	(4,26)	86,14	(6,01)	120,17	(17,16)	137,10	(13,17)

A vizsgálati időt variancia analízissel vizsgálva szignifikáns különbséget találtunk:

- a megfigyelők közt ($p < 0,001$), 1-es vizsgáló időátlaga 146 sec, a 2-es vizsgálóé 156 sec.
- a testek közt ($p < 0,001$), az 1-es test átlagos térfogatbecslési ideje 257 sec, a legkisebb térfogatú 5-ös testé 105 sec.

- a rétegek közt ($p < 0,001$), az 5-10-15 és 20 szeletes térfogatbecslés átlagos időigénye: 84-130-169-220 sec. (Ez kb. +50-100-160%-os többlet az 5 réteges mérés idejéhez képest.)
- a test×vizsgáló viszonyra ($p < 0,001$), a vizsgálók közti különbség attól függött, melyik test esetében vizsgáltunk – az 1-es, 2-es és 4-es testnél az 1-es vizsgáló volt a gyorsabb, míg a 3-as és 5-ös testnél a 2-es vizsgáló.
- a test×réteg viszonyra ($p < 0,001$), a rétegszám szerinti időfüggés nagyon domináns, a rétegek közti időkülönbség mértéke függ a testtől. Az 1-es testnél az 5 és 20 réteges mérés átlagos idejei 135 és 384 sec (közel 3-szoros az arány), a többinél ez csak kb. 2,5-szeres, az 5-ösnél pedig még valamivel ez alatti is (60 és 147 sec).
- közel szignifikáns különbséget találtunk a réteg×vizsgáló viszonyra ($p = 0,058$), a rétegek közti vizsgálati idő-eltérések függenek a vizsgálótól.
- szignifikáns különbség van a test×réteg×vizsgáló kölcsönhatásában ($p < 0,001$), a rétegek közti vizsgálati idő-eltérések nemcsak a vizsgálótól, hanem a testtől is függenek (vagy a test-rétegszám kapcsolat a vizsgálótól). Például az 1-es testnél a mintegy 3-szoros arány az 5 és 20 réteges vizsgálati idő között, az 1-es vizsgálónál több mint 3-szoros, a 2-es vizsgálónál csak kb. 2,5-szeres.

6.3. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során

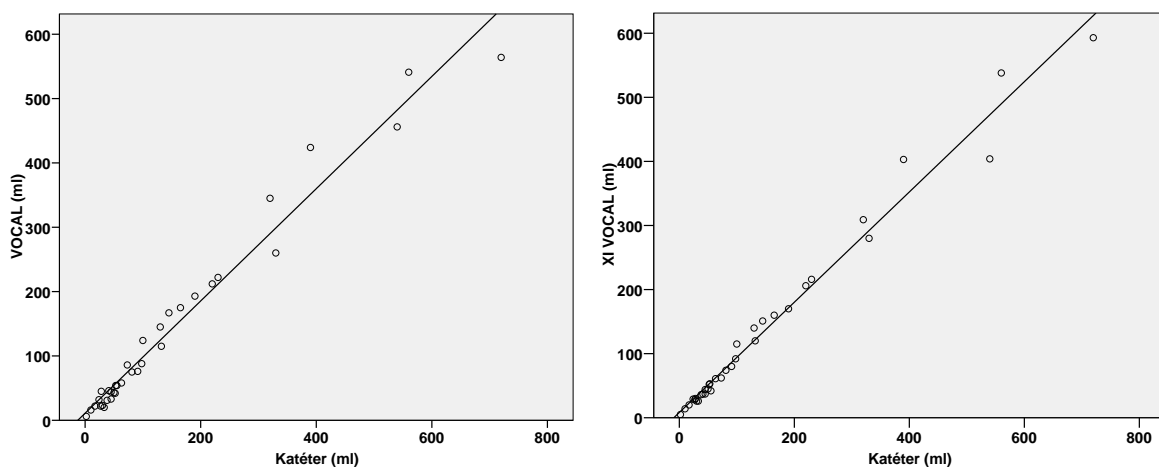
Ureter- és/vagy vesemedence tágulat nem fordult elő. A VOCAL volumetriás módszer során becsült térfogatok átlagértéke 138,8 ml volt (SD: $\pm 153,5$; range: 6-564 ml), az XI VOCAL módszerrel 134,2 ml (SD: $\pm 150,6$; range: 5-593 ml). A katéteres tényleges reziduális vizelettérfogat átlagos mennyisége 146,5 ml volt (SD: $\pm 173,4$; range: 2-720 ml) (11. táblázat).

11. táblázat: A VOCAL, az XI VOCAL és a katéteres volumetria adatsorai

	n (db)	Átlag (ml)	Szórás (ml)	Min (ml)	Max (ml)	Kvartilisek		
						25	50 (Median)	75
VOCAL	35	138,8	153,5	6	564	33,0	75,0	193,0
XI VOCAL	35	134,2	150,6	5	593	36,0	62,0	170,0
Katéter	35	146,5	173,4	2	720	38,0	73,0	190,0
VOCAL*	35	-7,7	34,2	-156	34	-10,0	-5,0	8,0
XI VOCAL*	35	-12,3	31,9	-136	15	-12,0	-5,0	2,0

* A VOCAL, az XI VOCAL és a katéteres volumetria adatai közti eltérés

Mindkét volumetriás módszer kismértékben alábecsüli a húgyhólyag aktuális térfogatát, az átlagos eltérés a VOCAL és XI VOCAL módszernél -7,7 ml és -12,3 ml. A szórások közötti különbség statisztikailag nem szignifikáns. A 3D volumetriás módszerek becsült térfogateredményei, valamint a katéteres térfogatmérés eredményeinek eltérése nem szignifikáns. A kétféle volumetriás módszer egymáshoz képest szintén nem tér el szignifikánsan (11. táblázat). Mindkét volumetriás módszer eredménye az aktuális katéteres vizelet mennyiségével összehasonlítva magas korrelációt mutat. Egyenesillesztéses grafikonokon az ultrahanggal megbecsült húgyhólyag-volumen a függőleges, a katéteres referencia-volumen a vízszintes tengelyen helyezkednek el (13, 14. ábrák). A VOCAL módszer esetében a korrelációs koefficiens 0,985 ($p < 0,001$), az XI VOCAL esetében 0,990 ($p < 0,001$). A két volumetriás módszer pontossága 97% versus 98% ($r^2 = 0,970$ vs. $0,980$) (13. ábra).



13. ábra: Egyenesillesztéses grafikonok a VOCAL és az XI VOCAL volumetria becsült, valamint az aktuális katéteres vizelet mennyiségének összefüggésére, (n=35). (korrelációs koefficiens: 0,985 vs. 0,990; $r^2 = 0,970$ vs. $0,980$)

Az eredmények elemzése során megállapítható, hogy egy bizonyos katéteres térfogatmennyiség alatt a becsült térfogateredmények szórása alacsony, felette jelentős. A vizsgálatnak nem célja a térfogathatár pontos megállapítása, mivel ebben a térfogattartományban kevés adat áll rendelkezésünkre. A térfogatadatok analízise során megállapítható, hogy 300 ml körül lényegesen megnő a 3D-volumetria hibája.

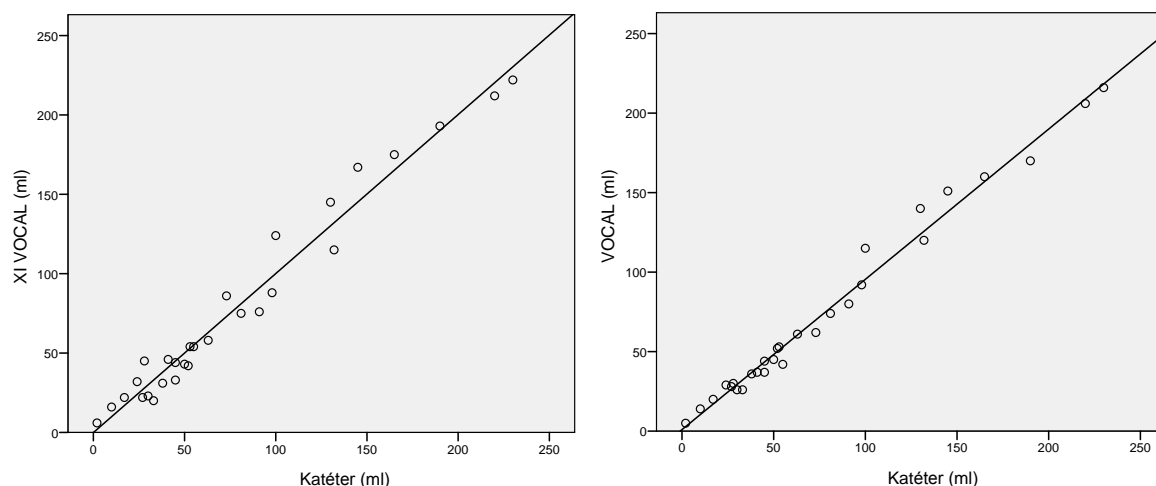
A 300 ml-nél kisebb katéteres térfogatok (n=29) további elemzésével javul a korreláció, az eltérések átlaga a VOCAL módszernél közelebb esnek a tényleges adatok átlagához. Ezen eltérések átlaga a VOCAL módszernél 0,03 ml (p=0,987), szemben az XI VOCAL módszernél -3,34 ml (p=0,030). A 300 ml-nél nagyobb katéteres térfogatok (n=6) esetén az VOCAL és XI VOCAL eltérésének átlaga a valós térfogat eredményektől -45,0 (p=0,189) és -55,5 ml (p=0,081) (12. táblázat).

12. táblázat: A VOCAL, az XI VOCAL és a katéteres volumetria adatsorai 300 ml alatt és felett

		n (db)	Átlag (ml)	Szórás (ml)	Min (ml)	Max (ml)	Kvartilisek		
							25	50 (Median)	75
Katéter < 300 ml	VOCAL*	29	0,03	11,034	-17	24	-8,00	-1,00	7,00
	XI VOCAL*	29	-3,34	7,875	-20	15	-9,50	-4,00	2,50
Katéter ≥ 300 ml	VOCAL*	6	-45,00	72,504	-156	34	-102,00	-44,50	27,25
	XI VOCAL*	6	-55,50	62,318	-136	13	-129,25	-36,00	-5,00

* A VOCAL, az XI VOCAL és a katéteres volumetria adatai közti eltérés

A 300 ml aktuális vizeletmennyiség alatt a VOCAL módszer esetében a korrelációs koefficiens 0,985 (p<0,001), az XI VOCAL esetében 0,993 (p<0,001). A kisebb térfogatok esetén a két módszer pontossága 97% versus 98,6% ($r^2=0,970$ vs. $0,986$) (14. ábra). A két volumetriás módszer, valamint a katéteres mérés eredményeinek egymástól való eltérése nem szignifikáns.



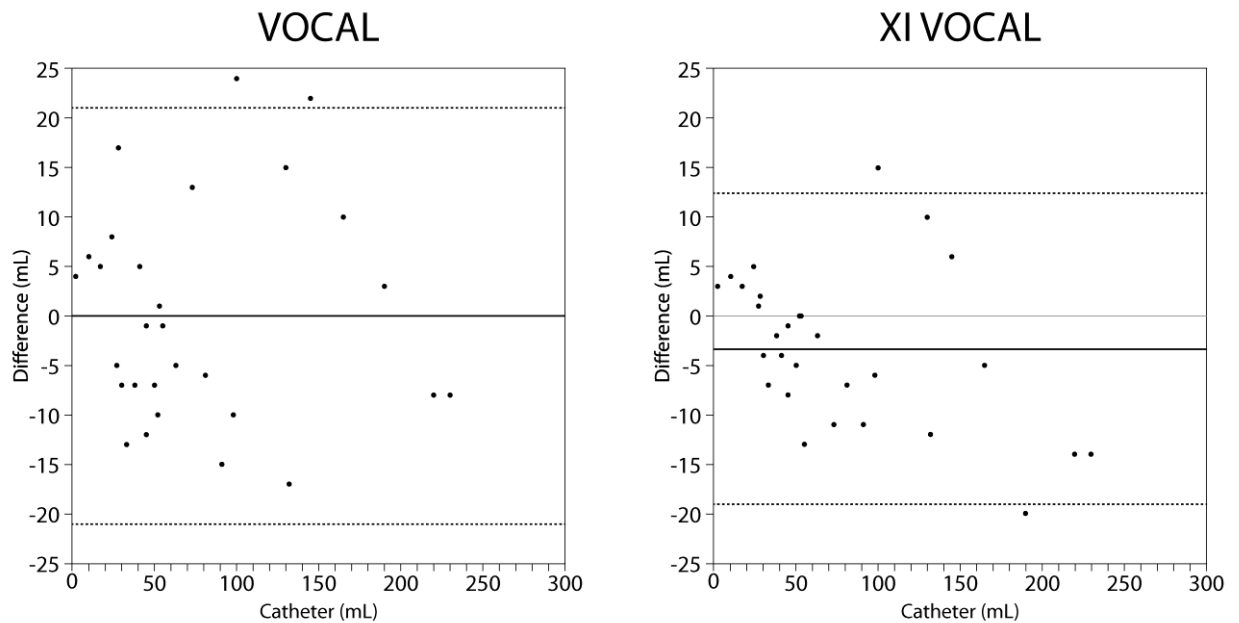
14. ábra: Egyenesillesztéses grafikonok a VOCAL és az XI VOCAL volumetria becslt, valamint az aktuális katéteres vizelet mennyiségének összefüggésére 300 ml aktuális vizeletmennyiség alatt, (n=29). (korrelációs koefficiens: 0,985 vs. 0,993; $r^2=0,970$ vs. 0,986)

A normálistól való eltérés kifejezésére Kolmogorov-Smirnov tesztet alkalmazva nem találtunk szignifikáns különbséget a VOCAL és az XI VOCAL módszernél, sem a 300 ml-es határ alatt ($p=0,459$ vs. $0,996$) sem felett ($p=0,996$ vs. $0,958$).

Az eredmények F-próbával történt további elemzésével a becslt, valamint az aktuális katéteres vizelet mennyiség közötti eltérések szórása a VOCAL vs. XI VOCAL módszernél <300 ml $11,0$ vs. $7,9$ ($p=0,0449$) és ≥ 300 ml $72,5$ ml vs. $62,3$ ml ($p=0,682$) (12. táblázat).

A Bland-Altman plot grafikai ábrázolással jeleníti meg a 3D volumetria becslt térfogatértékeit az aktuális katéteres vizelet mennyiségének függvényében, a becslt és a mért vizelet mennyiség közötti eltérések szórásának felhasználásával. A Bland-Altman plot aktuális sávszélessége a becslt térfogat és a katéteres vizelet mennyiség eltérésének átlagától számított ± 2 szórástartomány. A képszerű megjelenítéssel a sávszélesség kiterjedése határozza meg a módszer pontosságát (minél szűkebb a sávhatár, annál jobban megegyeznek az adatok).

A 300 ml-nél kisebb katéteres térfogatok esetén a Bland-Altman plot sávszélessége a VOCAL módszernél nagyobb ($-22,06$ és $+22,06$ ml), ezzel szemben az XI VOCAL módszernél kisebb ($-19,05$ és $+12,45$ ml), mely alapján az eredmény pontosabb (15. ábra).

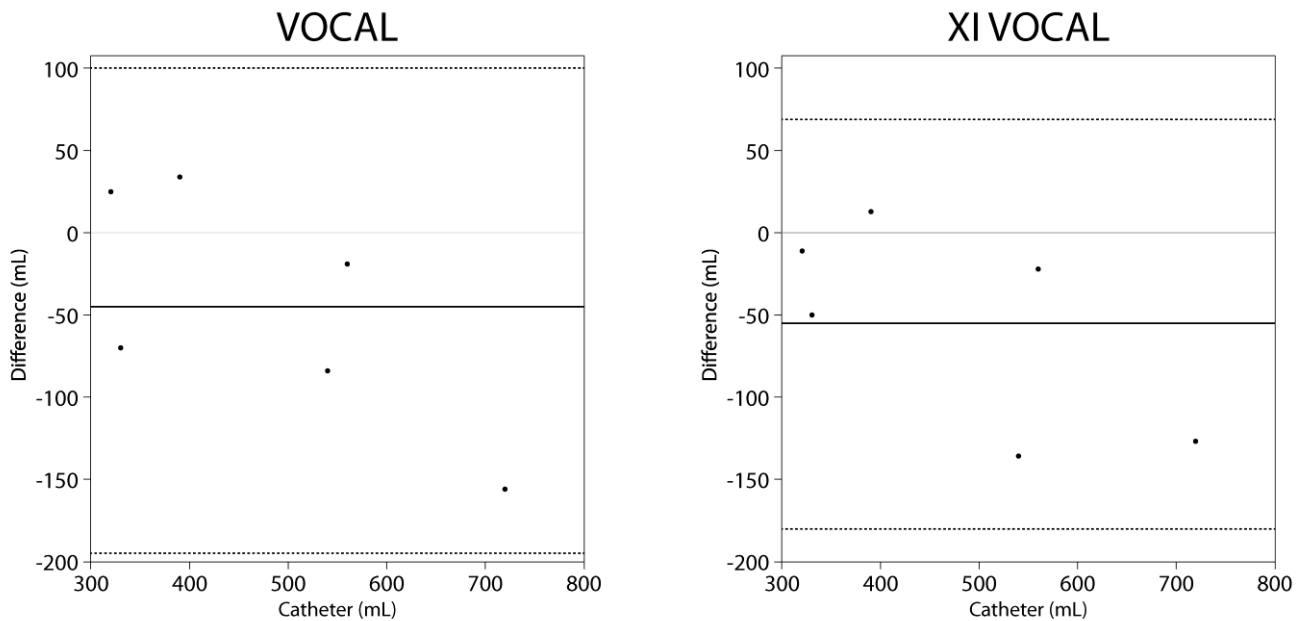


15. ábra: Bland-Altman plot sávszélessége a VOCAL és az XI VOCAL volumetria becslést, valamint az aktuális katéteres vizelet mennyiségének összefüggésére 300 ml aktuális vizeletmennyiség alatt, (n=29). (VOCAL: $0 \pm 2 \times 11,03 = -22,06, +22,06$; XI VOCAL: $-3,3 \pm 2 \times 7,875 = -19,05, +12,45$)

A 300 ml-nél nagyobb katéteres térfogatok esetén a Bland-Altman plot sávszélessége szintén nagyobb a VOCAL módszernél az XI VOCAL módszerrel szemben (-190,0 és +100,0 ml vs. -180,14 és +69,14 ml) (16. ábra).

Amennyiben a katéteres vizelet mennyiség nagy (≥ 300 ml), mindkét 3D ultrahang-volumetria módszer pontatlansága növekszik. Mindezek mellett az XI VOCAL módszer sokkal pontosabb, mint a VOCAL módszer a 300 ml-es katéteres vizeletmennyiség alatt és felett is.

A VOCAL és az XI VOCAL módszerek egymáshoz viszonyított eltéréseinek kifejezésére páros t-próbát alkalmazva, az átlagok összevetése során a 300 ml-es határ alatt az eltérés még éppen nem szignifikáns ($p=0,057$), felette nem szignifikáns ($p=0,454$).



16. ábra: Bland-Altman plot sávszélessége a VOCAL és az XI VOCAL volumetria becslt, valamint az aktuális katéteres vizelet mennyiségének összefüggésére 300 ml aktuális vizeletmennyiség felett, (n=6). (VOCAL: $-45,0 \pm 2 \times 72,5 = -190,0, +100,0$; XI VOCAL: $-55,5 \pm 2 \times 62,32 = -180,14, +69,14$)

Meghatároztuk mind a VOCAL, mind az XI VOCAL módszer szenzitivitását, specificitását, továbbá a pozitív, és negatív teszteredmény prediktív értékét. Az ultrahang-volumetria által becslt 100 ml-es reziduális vizeletmennyiséget tekintve határértéknek, a becslt mérési eredmények alapján két csoportot képeztünk (<100 ml, n=21; illetve ≥ 100 ml, n=14). A két csoportban az ultrahang-volumetriával becslt értékek a katéteres aktuális mérések eredményeivel egybehangzóan a 100 ml alatti vagy feletti csoportba estek. Tehát, ez esetben mindkét módszerrel 100%-os szenzitivitással, és 100%-os specificitással kaptuk meg a határérték alatti vagy feletti információt (13. táblázat). Amennyiben 100 ml feletti becslt vizelet-reziduumérték esetén tartjuk szükségesnek a húgyhólyag katéterezését, akkor mindkét módszernél a predikciós értékek is 100%-osak.

13. táblázat: A VOCAL és az XI VOCAL volumetria módszerének statisztikai mutatói 100 ml-es becsült reziduum-határérték esetén (n=35)

		Katéteres adat		Összesen	
		<100 ml	≥100 ml		
VOCAL vagy XI VOCAL	<100 ml	eset (n)	21	0	21
		%	100,0%	0%	60,0%
	≥100 ml	eset (n)	0	14	14
		%	0%	100,0%	40,0%
Összesen		eset (n)	21	14	35
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Ha az ultrahang-volumetria által becsült 150 ml-es reziduális vizeletmennyiséget tekintjük határértéknek, úgy a VOCAL és XI VOCAL módszerek szenzitivitása egyaránt 100%-os, specificitásuk 96%-os, pozitív prediktív értékük 91%-os, negatív prediktív értékük 100%-os (14. táblázat).

14. táblázat: A VOCAL és az XI VOCAL volumetria módszerének statisztikai mutatói 150 ml-es becsült reziduum-határérték esetén (n=35)

		Katéteres adat		Összesen	
		<150 ml	≥150 ml		
VOCAL vagy XI VOCAL	<150 ml	eset (n)	24	0	24
		%	96,0%	0%	68,6%
	≥150 ml	eset (n)	1	10	11
		%	4,0%	100,0%	31,4%
Összesen		eset (n)	25	10	35
		%	100,0%	100,0%	100,0%

7. *Megbeszélés*

A 3D-ultrahangtechnika fejlődésével bevezetésre került új VOCAL volumetriás módszer lényege: a ROI 3D-leképezését követően, különböző kontúr üzemmód (manualis, sphericus) és rotációs lépések (12°, 18° és 30°) kiválasztásával, 15, 10 és 6 ROI-metszeti síkban tomografikus kontúrok megrajzolása révén, egy virtuális célszerv számítógépes térbeli megjelenítése, illetve a célszerv volumenének meghatározása („egy torta saját forgástengelye körüli felszeletelése”). Az irodalmi adatok között fellelhető a VOCAL szoftver validálása: in vitro kísérletes tanulmányok azt mutatták, hogy az új módszer szabálytalan alakú testeknél érzékenyebb és pontosabb, mint a multiplanáris metodika (Raine-Fenning és mtsai 2003, Martins és mtsai 2007).

Néhány éve a 3DXI™ szoftver részeként új 3D-volumetriás programot ismerhettünk meg, melyet XI VOCAL („eXtended Imaging”) névre kereszteltek megalkotói. Az új volumetriás program az Accuvix XQ „real-time” 3D ultrahangkészülék (Medison Co., Seoul, Dél Korea) software-be integrált, olyan további programok mellett, mint a: „Multi-Slice View”, „Volume CT View”, és az „Oblique View™”. Guimarães Filho és mtsai (2006) közleményükben az új 3D-volumen mérési módszerről, az XI VOCAL-ról számoltak be. Bár a hagyományos VOCAL módszer az esetek többségében megbízható volumetriás metodika, szabálytalan alakú testeknél néha pontatlan. Az előzetes kísérletes vizsgálatok eredményei azt sugallták, hogy szabálytalan alakú testeknél az XI VOCAL alkalmazásával a hagyományos VOCAL módszernél pontosabb volumenbecslés lehetséges (Hy-Sung és mtsai 2006). Barreto és mtsai (2010b) szabálytalan alakú testek hagyományos, VOCAL és XI VOCAL módszerekkel történt vizsgálatok az eredményeket mindhárom módszernél megbízhatónak és validnak találták, bár az XI VOCAL módszer pontosabb volt. Az XI VOCAL módszer a célszerv valódi térbeli formáját pontosabban ábrázolja, és ellentétben a hagyományos VOCAL módszerrel rotációs lépésekre nincs szükség. A célszerv virtuális számítógépes térbeli ábrázolása és ROI-volumene meghatározott számú (5-20), egymással párhuzamos metszet megjelenítése, és ezek metszeti kontúrjának manuális megrajzolása után jön létre („egy toast kenyér párhuzamos felszeletelése”).

A nemzetközi irodalomban a 3D-ultrahangtechnikák között több közlemény olvasható a „3DXI™ software” felhasználásáról, a VOCAL és az XI VOCAL volumetria módszerek összehasonlításáról, és az XI VOCAL módszer in vitro, vagy in vivo volumen-validálásáról,

illetve reprodukálhatóságáról. Cheong és mtsai (2009) szerint a magzat volumenének meghatározásakor az XI VOCAL módszer felcserélhető a hagyományos és a VOCAL módszerrel. Ezzel szemben ugyanezen szerző az XI VOCAL módszernél nem talált további előnyt a VOCAL és a hagyományos volumetriával szemben a 11-14 terhességi héten történő placenta-volumen meghatározásakor (Cheong és mtsai 2010). Araujo Júnior és mtsai (2010) az 7-10 hetes terhességekben a szikhólyag-volumen XI VOCAL módszerrel történt mérésekor összefüggést találtak a terhességi héttel és az embrió ülőmagasságával (crown-rump length). Barreto és mtsai (2010a) a 19-34 terhességi héten a magzati szív térfogatának XI VOCAL módszerrel történt meghatározásával kiválóan reprodukálható eredményeket kapott.

7.1. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vitro ballon modellen

Az XI VOCAL volumetria in vitro vizsgálatában a pontosság meghatározásához nem volt lehetőségünk validált térfogatú ultrahang fantomok használatára, ezért a nemzetközi irodalom áttanulmányozását követően terveztük meg a modellvizsgálatunkat. A korábbi tanulmányok alapján az XI VOCAL volumetria szabálytalan alakú testek térfogatát pontosabban becsüli meg a VOCAL programhoz viszonyítva.

Raine-Fenning és mtsai (2003) egy in vitro, ismert térfogattal rendelkező ballon modellen végzett vizsgálat során mind a multiplanáris, mind a VOCAL módszernél magas megbízhatóságot igazoltak (ICC: 0,9962-0,9997) és a valós térfogathoz viszonyítva 4%-on belüli becsült térfogateredményeket kaptak.

Martins és mtsai (2007) egy in vitro szerves anyagból elkészített endometrium modell segítségével elemezték a VOCAL módszer 15°-os rotációval becsült térfogateredményeit. Megállapításaik alapján a VOCAL módszer mindkét vizsgálójánál magas megbízhatóságot igazolt (intraobserver ICC: 0,998 – Vizsgáló 1. és 0,997 – Vizsgáló 2.; interobserver ICC: 0,997).

Vizsgálatunkban a négy kialakított ballon-fantom valós térfogatának meghatározására egy, az Archimedes törvényre alapuló módszert alkalmaztunk. A fantomok desztillált vízzel színültig töltött lombikba helyezésekor a felületi feszültség miatt a lombikból kiszorított víz mennyisége eltérő lehetett, illetve a lombikok újratöltésekor a „csordulásig

töltés” mértéke eltérő lehetett, ami ismételt hibát eredményezhetett. A felületi feszültség a folyadékok alapvető tulajdonsága, ami miatt a folyadékok a lehető legkisebb fajlagos felületű alakzatot igyekeznek felvenni, ha külső erőtér nem hat rájuk. A felületi jelenségek okozzák egyébként, hogy a pohárban lévő víz felülete nem merőleges az üvegfalra, hanem kissé felhajlik, csordulásig töltéskor kissé lehajlik. Oka az, hogy a vízmolekulák és az üvegmolekulák között erősebb a kölcsönhatás, mint a víz és a vízmolekulák között. A folyadék felületnedvesítő képessége miatt a fantomok által kiszorított víz petricsészében történő felfogásakor, és annak automata pipettával történő mérésekor ismét hibalehetőség állt fenn. A fantomok térfogatának 10-10 mérésekor az 1-1-fantomhoz tartozó térfogat értékek szórása eléri, sőt meghaladja az 1 ml-t. A relatív hiba legalább 5-10%-os. A valós térfogatmérés során, az ultrahang-volumetria előtti és utáni mérések mind a 4 testnél kisebb értékeket adtak, mely alapján feltételezhető, hogy a ballon-fantomok zárása elégtelen volt, az ultrahang vizsgálat ideje alatt a belső nyomás miatt szivárogtak, amely ismételt hamis eredményekhez vezethetett. A térfogatcsökkenés a 4-es testnél szignifikáns, a 3-as testnél közel szignifikáns, az 1-es és 2-es testnél nem szignifikáns.

Az ultrahang-térfogatbecslési eredményeink kisebbek a tényleges fantomtérfogatoknál: a valós térfogatot alábecsülték. Ezen eltérések mindkét vizsgálonál mind a négy test esetén átlagosan: -10 - -20%, mely eltérés 32 esetből 29 esetben szignifikáns. A rétegszám növelése nem javított érdemben a pontosságon.

Az XI VOCAL volumetria eredményei alapján látható, hogy -a variancia analízis alapján- a vizsgált fantomok becsült térfogata szignifikánsan függ a rétegszámtól, a vizsgált test térfogatától, alaki szabálytalanságától, valamint a vizsgáló személy gyakorlatától.

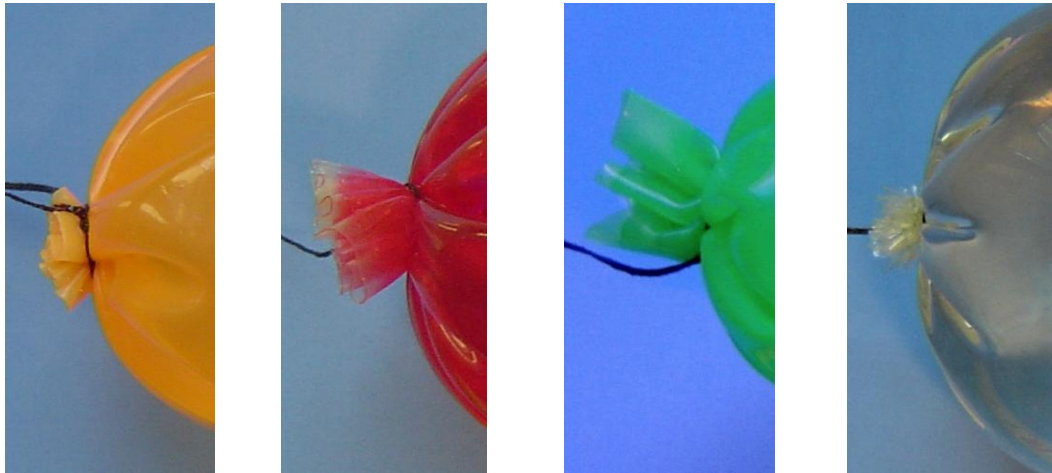
A korábbi vizsgálatokkal egyezően fel kell hívni a figyelmet, hogy elvben egy pontos mérési eljárásnál csak a test tulajdonságai és esetleg a rétegszám befolyásolhatja az eredményt. Az, hogy a vizsgáló önmagában ilyen jelentős hatású, figyelmeztető, de a korábbiak alapján nem meglepő. A vizsgáló hatása nem jósolható meg, mert az egyéb tényezőktől, kölcsönhatásoktól is függ.

A vizsgálati idő a rétegszám növelésével közel lineárisan nőtt, de a két vizsgáló közt határozott különbség van, mely nem jelentkezett az 5 réteg vizsgálatokor. A vizsgálati idő lineáris növekedése mellett a térfogatbecslés adatai az kisebb tapasztalattal rendelkező,

kezdő (2-es) megfigyelőnél átlagosan változatlan, a haladó (1-es) vizsgálónál a 10-15-20 szeletnél változatlan, de az 5 szelethez képest valamivel jobb. Ezen kombinált térfogateredmények birtokában nem tűnik indokoltnak a 10 szeletnél több réteg alkalmazása.

Az interobserver megbízhatóság igazolására egyenesillesztéses grafikont készítettünk, melyen a térfogateredmények szórása jelentős. Az in vitro vizsgálat alatt az alábbi észrevételeket tettük, mely a pontatlan méréseknek a hátterében állhat:

- A kialakított négy fantom térfogata közeli térfogattartományon belül helyezkedett el (15-31 ml), azon belül is 2 test térfogata majdnem azonos volt, így ezen két testet statisztikailag nem lehetett elkülöníteni. Ezek alapján az ultrahang-volumetria módszer nagyon kis térfogattartományon belüli vizsgálatát tudtuk csak megvalósítani.
- A fantomok kialakításakor a condom lezárásánál a végpont nem vált pontszerűvé, így a „start-plane” kijelölése a vizsgálón megítélésén múlik, amely a kis térfogatú fantomok esetén jelentős térfogatbeli szórást eredményezhetett (17. ábra). Cheong és mtsai (2009) közleményükben eredményeinkhez hasonló észrevételezést tettek, hogy az XI VOCAL volumetria pontossága a vizsgáló egyéni megítélésétől függ, hogy a vizsgált test kezdeti- és végpontja hol kezdődik és végződik.
- A fantomok készítése során az ultrahang vizsgálatkor alkalmazott desztillált víz – glicerin keveréket nem tudtuk alkalmazni a fantomok feltöltésénél, mert a folyadékba szorult apró levegőbuborékok zavarták az ultrahangkép minőségét, így a közegben való fantom lebegését nem tudtuk elérni. A fantomokat ezen ismeretek mellett glicerinrel töltöttük meg, mely miatt a közegben a testek süllyedését értük el, és a test alsó falának a lombik falával érintkező pontjainak területén tévedés lehetett a mérésekben.



- 17. ábra: A négy ballon modell lezárása

Az intraobserver megbízhatóság igazolására a Bland-Altman plot eredményeit használtuk fel, mely alapján a haladó tudású (1-es) megfigyelőnél határozott javulás tapasztalható a 10-15-20 rétegű mérések során, ezzel szemben a kezdő (2-es) megfigyelő mérései inkább némileg még romlanak is a rétegszám növelésével. Az mindenesetre világos, hogy a rétegszám növelése nem javít a pontosságon.

Az ICC használata során a nagy hibák és a szűk térfogattartomány miatt az ICC értéke a szokásosnál távolabb esik az 1-től. Az átlagokra az ICC nagyjából a 0,8-0,88 tartományban van, rétegszámtól függően. Egyértelműen kijelenthető, hogy a rétegszám növelése nem javít az értékeken.

7.2. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatósága

A 21 hetes magzati ultrahang-fantom vizsgálatával ismeretlen térfogatú, standardizált beállítás mellett meghatározott, szabálytalan alakú céltérfogatókat választottunk. A magzati fantom használatával egy tervezett klinikai vizsgálat módszerének meghatározását alapoztuk meg, melyben a céltérfogatnak a magzati felkar és comb térfogat-meghatározását tűztük ki célul. Az intrauterin retardáció nagy jelentőséggel bíró kórkép korunk szülészeti gyakorlatában. A magzati szervek 3D ultrahang-volumetriás vizsgálatait fontos szerepet tölthetnek be a magzati jólét és növekedés vizualizálásában. Olyan magzati szerv térfogatát javasolt mérni, amely érzékenyen reagál a kóros méhen

belüli tápanyagellátásra, és korán jelzi a növekedés lassulását. Egyes tanulmányokban a humerus és femur volumenének a meghatározása történt, amely bár jól tükrözi a magzat növekedésének elmaradását a normális fejlettségű magzatokhoz képest, de kissé később jelzi a méhen belüli sorvadást. A subcutan zsírréteg és izomréteg vastagsága jól korrelál a tápláltsági viszonyokkal, ezért a végtag egészének a térfogatmérése pontosabb információt ad az elmaradt növekedésről.

A magzati végtag térfogat-meghatározására a VOCAL rotációs térfogatbecslési technika nem alkalmas, mert a céltérfogat („célhenger”) alapjainak kontúr üzemmódban való ábrázolása nehézségbe ütközik. Az XI VOCAL párhuzamos szeleteket alkalmazva a kontúr üzemmódban a „célhenger” két meghatározott alapja között kerülnek megrajzolásra a metszetek kontúrjai.

Az alábbi in vivo vizsgálatokban történt térfogat-meghatározás során kapott eredmények alkalmasak a tanulmányunkban mért eredményekkel való összehasonlításra, mivel a vizsgált test térfogata ismeretlen. Raine-Fenning és mtsai (2002) egy in vivo endometrium vizsgálat adatai alapján a VOCAL módszert jobban reprodukálhatónak találták a multiplanáris módszerrel szemben. A 30°-nál kisebb rotációs lépéseket alkalmazva 1% alatti variációs koefficienst (VC) és 0,94 feletti intraclass korrelációs koefficienst kaptak.

Endometrium volumen VOCAL módszerrel történt meghatározása során Bordes és mtsai (2002) a intraobserver megbízhatóság igazolásakor a 15°-os rotációs technikával 0,97, a 30°-os rotációs technikával 0,93 és 0,96 ICC értéket kaptak. Interobserver megbízhatóság vizsgálata során a 15° és 30° elemzésével 0,80 és 0,83 ICC értéket mértek. Az eredmények jó reprodukálhatóságot igazoltak, és a volumen meghatározás során a 15°-os rotációs technika használata pontosabb értékeket adott.

Magzati hydronephrotikus vesében a vesemedence tágulat térfogatának VOCAL módszerrel történt térfogatbecslése során, Duin és mtsai (2008) nagyon jó inter- és intraobserver megbízhatóságot igazoltak. Intraobserver megbízhatóságra 0,996 ICC értéket és 10,8% CV értéket mértek. A vizsgálatban az összesített intraobserver megbízhatóságra 0,998 ICC és 15,7% CV értéket kaptak, összesített interobserver megbízhatóságra 0,994 – 0,999 ICC értéket és 19,5% - 7,6% CV értékeket kaptak.

Peixoto-Filho és mtsai (2007) magzati húgyhólyag térfogatának VOCAL módszerrel történő vizsgálatokor kiváló megbízhatóságot igazoltak a 15°-os és 30°-os rotációs lépéssel történő volumetriában, és nem találtak szignifikáns különbséget az eredmények között. A 30°-os rotációs technikával szignifikánsan gyorsabb vizsgálati időt mértek.

Nardozza és mtsai (2011) a 20. és 40. terhességi hét közötti magzatok felkar és a comb 3D ultrahang-volumetria vizsgálatában nem találtak szignifikáns különbséget a hagyományos multiplanáris, és az XI VOCAL módszer becsült térfogatai között. A 15 réteges XI VOCAL volumetria alacsonyabb térfogat eredményeket adott, mint az 5 és 10 réteges becslés.

A jelen vizsgálatban a magzati fantomon kijelölt 5 szabálytalan alakú céltérfogat (próbatest) a magzati fej, és a 4 magzati végtag volt. Az XI VOCAL volumetria segítségével becsültük meg a kijelölt testek térfogatát, vizsgálati idejét, valamint meghatároztuk a volumetria módszer alkalmazhatóságát.

Az XI VOCAL volumetria eredményeinek feldolgozását követően megállapíthatjuk, hogy a variancia analízis alapján a vizsgált célszerv becsült térfogata szignifikánsan függ a rétegszámtól, a vizsgált test térfogatától, alakjának szabálytalanságától, valamint a vizsgáló személy gyakorlottságától ($p < 0,001$).

Az intraobserver megbízhatóság mérésére a variációs koefficiens alkalmaztuk. Az átlag térfogatértékek százalékban történő kifejezésével a két vizsgáló térfogatbecslési eredményeinek szórása hasonlítható össze, mely alapján megállapítható, hogy az 1. vizsgáló átlag CV-eredménye 5,7%, míg a 2. vizsgálóé 3,9% volt. Az 1-es, 2-es és 3-as test esetében az eredmények közti eltérés a két megfigyelő között jelentős, de a 4-es és 5-ös testnél a különbség csökken. Az eredmények alapján látható, hogy az XI VOCAL volumetria alkalmazása során a vizsgálónál egyfajta betanulási-, ill. begyakorlási hatás érvényesül.

Az intraobserver megbízhatóság további elemzéséhez intraclass korrelációs koefficiens (ICC) alkalmaztunk, mely során az 5 célszerv 28 térfogat adatával számolva, az 5-, 10-, 15- és 20-rétegszámú térfogatbecslés során az ICC értékek 0,997; 0,984; 0,967; és 0,988 voltak, melyek a nemzetközi irodalomnak megfelelő adatok.

Az eredmények feldolgozása során megállapítható volt, hogy szinte mindegyik vizsgált test 20 szeletes mérése adta a legkisebb térfogatot. Az XI VOCAL volumetria logikai értelmezése alapján a szabálytalan célszervek esetén a több szeletes volumetria adná a pontosabb eredményt, a kevesebb szelet során a test felületi szabálytalansága részletekbe menően nem leképezhető. A vizsgálatban az ultrahang vizsgálati-fantomon kijelölt célszerv valódi térfogatai ismeretlenek voltak.

A módszer interobserver megbízhatóságának kifejezésére a korrelációs együtthatót alkalmaztuk, mely alapján az interobserver megbízhatóság kiválóan bizonyult ($y=1,15x-0,845$; $r=0,994$; $r^2=0,989$; $p<0,001$). A négy közeli térfogatra $r=0,937$, az összes testre $0,994$, ami 94 és 99%-os pontosságot jelent.

Az variancia analízis eredménye szerint a vizsgálati idő szignifikánsan függ a rétegszámtól, a vizsgált test térfogatától és alakjának szabálytalanságától, valamint a vizsgáló személy gyakorlottságától ($p<0,001$). Az 5-10-15-20 szeletes vizsgálatoknál az idő hozzávetőlegesen lineárisan mintegy háromszorosára nőtt a 20 szeletes alkalmazásnál, az 5 szeletessel szemben. Ugyanakkor nem találtunk bizonyítékot arra, hogy a több szeletes vizsgálatok szignifikánsan pontosabb eredményt adnának. Ezért javasoljuk az 5 (legfeljebb 10) szeletes mérést, ami gyors, mégis megfelelő pontosságú eredményt nyújt.

A Bland-Altman plot eredményei alapján megállapítható, hogy a rétegszám növelésével kismértékű javulás érhető el a térfogatmérések eredményeinek reprodukálhatóságában (egyezőségében). A rétegfüggő térfogatbecslés precíz meghatározásának előnye viszonylag kismértékű, szemben a számottevően megnövekvő mérési idővel, mely alapján legfeljebb az 5-ről 10 rétegre váltás tűnik indokoltnak – és nagyon kritikus mérési feladatoknál javasolt a 15-20 réteges volumetria.

7.3. Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria alkalmazása in vivo vizsgálatban, a radikális méheltávolítást követő vizeletretenció meghatározása során

A cervix carcinoma műtéti terápiája a primer tumor, és az esetleges regionális nyirokcsomóáttétek eltávolítása. Resecabilis daganat esetén a műtét a választandó eljárás.

A cervix carcinoma I/a2, I/b, II/a, és II/b stádiumainak válogatott esetei képezik a Wertheim-Meigs szerinti hasi radikális hysterectomia, és kismedencei lymphadenectomia indikációját. Radikális nőgyógyászati műtétet követően előfordulhat a hólyag autonóm ideghálózatának sérülése, amely 8-80%-ban alsó húgyuti elégtelenséget okoz (Zullo és mtsai 2003).

Az alsó húgyuti diszfunkció korai és késői csoportba osztható. A korai diszfunkciót a csökkent húgyhólyag-kapacitás, a detrusor izom alulműködése, és a hólyag érzékelésének csökkenése okozza, mely vizeletürítési elégtelenséghez vezet. Ezen diszfunkciók általában átmenetiek, az autonóm beidegzés sérülésének nagyságától függenek. A késői alsó húgyuti diszfunkciók, mint a vizelési nehezítettség, csökkent hólyag compliance, a detrusor túlműködése és a vizelet inkontinencia hosszabb ideig jelen lehetnek, de általában 6-12 hónapon belül megoldódnak (Chen és mtsai 2002; Manchana és mtsai 2010).

A korai posztoperatív hólyag diszfunkció során kialakult vizeletürítési elégtelenség esetén szükségessé válhat a hólyag katéterezése. A húgyhólyag reziduális vizelet mennyiségének katéterezéssel történő kiürítése és mérése egy elfogadott, + és általános eljárás a nőgyógyászati beavatkozásokat követően, de ez diszkomfort a beteg számára, növeli az urethra sérülésének esélyét, és az alsó húgyuti iatrogen infekció fokozott veszélyével jár (Meares 1991; Schaeffer 1992; Foxman 2003; Hashmi és mtsai 2003). A fekvőbetegeknél kialakuló alsó húgyuti infekció növeli a kórházi ápolási időt és költséget (Krieger és mtsai 1983). Horowitz és mtsai (2003) és Ghezzi és mtsai (2007) szerint a betegek ismételt katéterezésének indikációja általában 100 illetve 150 ml-nél több reziduális vizelet mennyisége esetén indokolt. A húgyhólyag reziduális volumenének ultrahangtechnikával történő mérése megbízható, költséghatékony, nem invazív, fájdalomtalan, és jól reprodukálható módszer (Poston és mtsai 1983, Beacock és mtsai 1985, Haylen és mtsai 1989).

Korábbi tanulmányok számos módszerről számoltak be a hólyag reziduális vizelet mennyiségének meghatározásáról. A reziduális húgyhólyag-volumen radioizotópos technikával történő meghatározása Groshar és mtsai (1987) szerint jó korrelációt mutat a katéteres méréssel ($r=0,98$), de a módszer drága, speciális felszerelést, és jól képzett szakszemélyzetet igényel. Korábban Haylen és mtsai (1989) transvaginalis ultrahangtechnikát ajánlottak a hólyag volumenének megbecslésére, mert pontosabb

eredményt adott a transabdominalis kétdimenziós ultrahangtechnikához képest. A többször ismételt transvaginalis ultrahangvizsgálat a betegnek diszkomfort érzést okozhat, ezért a húgyhólyag reziduális volumenének megbízható, nem invazív, fájdalomtalan, számos alkalommal ismételhető pontos mérési módszere a 3D transabdominalis ultrahangtechnika lehet. Számos korábbi tanulmány foglalkozik transabdominalis kétdimenziós ultrahangvizsgálat során végzett húgyhólyag reziduális volumenbecsléssel, különböző egyenletek felhasználásával, eltérő korrelációval (Poston és mtsai 1983, Beacock és mtsai 1985). A kétdimenziós ultrahang volumenbecslése szabályos alakú geometriai testek esetében a térfogatot ellipszis-, vagy gömb-térfogategyenletekkel számolja. Szabálytalan alakú testeknél a kétdimenziós térfogatbecslés pontatlan, de különböző mérési technikákkal pontosítható (Knorr és mtsai. 1990, Bis és Slovis 1990). Amole és mtsai (2004) vizsgálataik során pontos korrelációt ($r=0,98$) észleltek a transabdominalis ultrahangtechnikával becsült reziduális húgyhólyag-volumen és az aktuális katéteres vizelet mennyiség között prostata műtétet követően. Lertbunnaphong és mtsai (2006) tanulmányukban kiterjesztett hasi méheltávolítás és transvaginalis hysterectomia után szignifikáns korrelációt találtak a hasi ultrahangvizsgálattal meghatározott reziduális húgyhólyag-volumen és a katéteres volumen között ($r=0,93$, $p<0,001$).

Az állandó katéter eltávolítását követően szükséges a betegek vizeletürítésének szoros nyomonkövetése, mert ha a páciens 6 órán belül nem tud spontán vizeletet üríteni, akkor a húgyhólyag teltsége kapacitásának felső határához ér. Ilyenkor ismételt katéterezés válik szükségessé a hólyag túlfeszülésének megakadályozására (Carlson 1988). A húgyhólyag normális kapacitása 400 és 600 ml között van. Egészséges emberek általában 150 ml-es hólyagtartalom mellett érznek vizelési ingert, 300 ml-nél az inger fokozódik. Horowitz és mtsai (2003) szerint a betegek ismételt katéterezése általában 100 ml-nél több reziduális vizelet mennyisége esetén indokolt. Más szerzők 150 ml feletti reziduális vizelet mennyiség esetén tartják szükségesnek a hólyag katéterezését (Ghezzi és mtsai 2007). Klinikánk gyakorlatában és ápolási protokolljában a katéterezés határértéket 100 ml-es reziduális vizelet mennyiségnek tekintjük, ezen érték felett időszakos katéterezés mérlegelendő. Amennyiben az időszakos katéterezés két, vagy több alkalommal válik szükségessé, és/vagy a reziduális vizelet mennyisége szubjektív panaszokat okoz, illetve az több mint 500-600 ml, akkor állandó katéter ismételt felhelyezése szükséges.

A húgyhólyag reziduális vizelet mennyiségének katéterezéssel történő mérése a betegek legalább 2%-nál fájdalmat és haematuriát okozhat és növeli az alsó húgyuti iatrogen fertőzés kockázatát (Meares 1991). Mivel a kialakuló alsó húgyuti infekció iatrogen természetű, ezért a posztoperatív kórházi kezelés során a katéterezés kiváltására szükséges egy pontos, megbízható, nem invazív alternatív módszer, amellyel a húgyhólyag reziduális vizelet tartalma meghatározható.

Riccabona és mtsai (1996) adatai alapján a hólyag térfogat-meghatározásakor a 3D volumen-becslés pontosabb eredményt adott, mint a kétdimenziós ultrahangvizsgálaton alapuló mérés. Ruano és mtsai (2005) a módszer in vivo reprodukálhatóságát igazolták. Suwanrath és mtsai (2009) a hólyag reziduális vizelet mennyiségének meghatározása során a VOCAL módszer mind a négy rotációs lépésével magas fokú megbízhatóságát, a 30°-os rotációval (6 kontúr) a leggyorsabb vizsgálati időt igazolták.

Jelen in vivo klinikai tanulmányunkban a VOCAL és az XI VOCAL, két jól ismert 3D ultrahang-volumetria módszert választottuk az húgyhólyag posztoperatív reziduális vizelet tartalmának meghatározására. A húgyhólyag 2D transabdominalis ultrahanggal történő megjelenítése egyszerű, pontosan körvonalazható és különösebb ultrahangos gyakorlat nélkül is elvégezhető. Másrészt a 3D-ultrahangtechnika egy megbízható, pontos eredményt adó, jól reprodukálható, és nem invazív mérési módszer, bár speciális oktatást és gyakorlati készséget igényel. Meg vagyunk győződve, hogy a 3D-ultrahangtechnika előreláthatólag ki fogja váltani a húgyhólyag posztoperatív katéteres vizsgálatát.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az XI VOCAL módszerrel meghatározott posztoperatív reziduális vizelet tartalom pontosabb korrelációt mutat a katéteres tényleges reziduális vizelettérfogattal, mint a VOCAL módszer ($r = 0,990$ vs. $r = 0,985$). Nagyobb reziduális vizeletmennyiség esetén mindkét volumetriás módszer nagymértékben alábecsül. Ilyenkor a 3D transzducer mobilis ROI-ablaka és volumen szektor szöge maximálisra növelhető. A ROI-ablak és a volumen szektor szög együttes növelése 300 ml feletti húgyhólyagtérfogat bizonyos eseteiben már nem elegendő a teljes célszerv lefedésére, így a térfogatbecslés eredményének várható pontatlansága a katéteres vizeletmennyiséghez viszonyítva növekszik. A módszer felhasználásának gátat szabnak azok az esetek, amikor a húgyhólyag körvonalának meghatározása nagyon kis térfogat miatt vagy a bélkacsok árnyéka miatt akadályba ütközik (Suwanrath és mtsai 2009).

Az eredmények azt mutatják, hogy amennyiben a katéteres vizelet mennyiség ≥ 300 ml, az ultrahang-volumetria által becsült posztoperatív reziduális vizelet tartalom mennyiségének szórása megnő. Ezen eltérések diagnosztikai jelentősége azonban kicsi, mert a betegek ismételt katéterezésének indikációja 100 ml, vagy a feletti reziduális vizelet mennyiség. Ha a 100 ml-es határérték bevezetésével a 3D ultrahang-volumetria magas szenzitivitással és specificitással, valamint predikciós értékekkel bír, akkor klinikai szempontból a 300 ml feletti céltérfogat esetén megnövekvő ultrahang-volumetria diagnosztikus hibái nem befolyásolják a katéterezés szükségességét. Klinikánkon alkalmazott 100 ml-es határérték mellett a 3D ultrahang-volumetria szenzitivitása, specificitása és prediktív értékei kiválóak.

A 300 ml-es katéteres reziduális vizelet határérték alatt és felett is az XI VOCAL ultrahang-volumetria adott pontosabb eredményt a VOCAL módszerrel szemben. Nagyobb katéteres reziduális térfogatértékek esetén mindkét 3D volumetria módszer pontatlansága növekszik. Bár az új XI VOCAL volumetriás módszer eredményei összességében nem térnek el szignifikánsan a hagyományos VOCAL módszerétől. Mivel korábban a nemzetközi irodalomban a VOCAL módszer in vitro és in vivo validálása már megtörtént, így kimondhatjuk, hogy jelen tanulmányunkban az új XI VOCAL volumetriás metodika in vivo klinikai alkalmazhatóságát bizonyítottuk.

8. Következtetések

Az *in vitro* ballon modell elemzése során megállapíthatjuk, hogy a használt fantomok tényleges térfogatának meghatározása pontatlan volt. Az XI VOCAL volumetria által becsült térfogatadatok szórása jelentős, amely az *in vitro* modell tervezése során nem kalkulált hibákból ered. A becsült térfogatadatokból következtethető, hogy az XI VOCAL volumetria szabálytalan testek esetén irregularitás-, rétegszám-, vizsgálati idő, és vizsgáló tapasztalata közötti összefüggést igazoltak. A módszer pontossága azon múlik, hogy a vizsgáló a test melyik pontját tekinti a kezdeti és végpontnak, amelyek a céltérfogat határait jelölik ki. Ez a vizsgáló általi értelmezés lehet az XI VOCAL térfogatbecslési technikának a legnehezebb pontja, és ez tehető felelőssé a térfogatok szignifikáns eltéréseiért.

A mérési eredmények szabálytalan próbatestek esetén irregularitás-, rétegszám-, vizsgálati idő, és vizsgáló tanulási görbe-függő reprodukálhatóságot igazoltak. Vizsgálataink alapján megállapíthatjuk, hogy az ICC értékek figyelembe vételével a módszer intraobserver megbízhatósága jó, független a térfogatbecslés során választott vizsgálati rétegek számától, a vizsgált szabálytalan alakú test formájától és méretétől. Mindkét vizsgáló mérési eredményei alapján egy begyakorlási, tanulási folyamat feltételezhető. A módszer interobserver megbízhatósága kiváló. Az XI VOCAL volumetria reprodukálhatósága a rétegszám növelésével alig javul, ellenben a szükséges vizsgálati idő nő. Csak extrém pontos térfogatbecslés igénye esetén javasolható az ún. „multi-slice” XI VOCAL (több mint 10 réteg/volumen) technikával történő térfogatbecslést.

In vitro vizsgálatainkban rámutattunk a térfogat-meghatározás nehézségeinek egy, a korábbi publikációkban már említett pontjára. A vizsgált test kezdő- és végpontjának kijelölése („start- és end-plane”) a vizsgáló által individuálisan történik, vagyis ezáltal csökkenhet az inter- és intraobserver megbízhatóság, és eltéréseket okozhat a mért adat és a valós térfogat között. Ez a nehézség egyértelműen csökkenthető az ultrahangos vizsgáló gyakorlottságának növelésével.

A mindennapi klinikai gyakorlatban a húgyhólyag katéterezése elfogadott módszer a reziduális vizelettartalom pontos meghatározására, bár fokozott infekciós kockázattal jár. Azon betegeknél, akiknél radikális kismedencei műtét során a húgyhólyag autonóm ideghálózata sérül, az anatómiai struktúra megváltozik, vagy akiknél fokozott esély van a

húgyuti infekcióra, a kockázat sokszorosára növekszik. A húgyuti infekció kórházi fekvőbetegek ápolási idejét és költségét növeli. A katéterezés elkerülése érdekében a húgyhólyag vizelettartalmának 3D ultrahangtechnikával történő pontos meghatározása számos iatrogén húgyuti infekciót előzhet meg, és a kórházi ápolás költségeit is csökkentheti. A 3D volumetriás technikák közül mind a VOCAL-, mind az XI VOCAL módszer alkalmazásával non-invazív módon meghatározott vizeletretenció mennyisége szignifikáns korrelációt mutat a húgyhólyag katéterezése során kiürített vizelet mennyiségével. A posztoperatív reziduális vizelet mennyiségének 3D-ultrahangtechnika VOCAL és XI VOCAL volumetria módszerével történő pontos meghatározása megelőzheti a szükségtelen katéterezéseket, amely a iatrogen alsó húgyuti infekciók számának csökkenéséhez, ezáltal a kórházi költségek mérséklődéséhez vezet. Azon szülészeti és nőgyógyászati betegeknél, akiknél részleges, vagy teljes vizeletürítési zavar alakul ki, a 3D ultrahangvizsgálatokban jártas szülész-nőgyógyász biztonsággal megbecsülheti a húgyhólyag reziduális vizelettartalmát. A vizsgálat gyors, nem invazív, fájdalomtalan, megbízható, költséghatékony, és korlátlanul ismételhető. Eredményeink feldolgozását követően klinikánkon a posztoperatív reziduális vizelet mennyiségének meghatározásában elsődleges helyen használjuk a 3D ultrahang-volumetriát, kiváltva a korábbi invazív katéteres vizsgálatot.

Az XI VOCAL 3D ultrahang-volumetria új, hasznos, jól reprodukálható térfogatbecslési módszer szabálytalan alakú testek vizsgálatára, mely a klinikumban is jól alkalmazható és reprodukálható vizsgálómódszer. További kutatási lehetőségeket jelent az intrauterin retardatio, placenta volumetria és histogram-analysis, koraszülött gyomortelődés, súlyos kismencedencei gyulladásos kórképek, tumor volumetria vizsgálata.

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki **Prof. Dr. Bódis József** rektor úrnak és **Dr. Drozgyik István** egyetemi docens, megbízott klinikaigazgató úrnak, akik a szakmai- és tudományos munkám támogatásában segítségemre voltak.

Munkám teljessé tételében témavezetőmnek, **Prof. Dr. Gőcze Péter Miklósnak** ezúton mondok köszönetet, munkámat mindvégig figyelemmel kísérte, irányított és segített.

Köszönettel tartozom **Prof. Dr. Szabó István** emeritus professzornak, akinek támogatásával kezdhettem el a szülészeti-nőgyógyászat szakterület megismerését.

Köszönetemet fejezem ki **Dr. Vizer Miklós Gábor** adjunktus úrnak, aki tudományos munkám elindításában segítségemre volt, tanácsaival, bírálataival támogatott, és aki a szülészeti és nőgyógyászati ultrahang vizsgálatok elméleti és gyakorlati oktatásában maximálisan részt vett.

Köszönettel tartozom **Dr. Arany Antal** klinikai főorvos úrnak, aki a szülészeti-nőgyógyászati ultrahangvizsgálatokra és műtéttani technikákra megtanított.

Ezúton mondok köszönetet **Dr. Pótó László** egyetemi docens úrnak a vizsgálati eredmények statisztikai feldolgozásában nyújtott segítségéért.

Hálával tartozom szüleimnek, **Bózsza Józsefnek** és **Bózsza Józsefné Csertán Gizellának** és testvéremnek **Bózsza Bernadettnek**, nagyszülőmnek, **Csertán Péternének**, hogy a tanulás, munka, és az élet nehéz pillanataiban mindig mellettem álltak.

Külön szeretném megköszönni páromnak **Dr. Süle Titanillának** szüntelen biztatását, segítő támogatását, megértő türelmét, azt, hogy mindenkor, minden feltételt biztosított számomra disszertációm elkészítéséhez. Nélküle sohasem sikerült volna.

10. Irodalomjegyzék

- Amole AO, Kuranga SA, Oyejola BA. Sonographic assessment of postvoid residual urine volumes in patients with benign prostatic hyperplasia. *J Natl Med Assoc* 2004;96:234-39.
- Araujo Júnior E, Nardoza LM, Rolo LC, Haratz KK, Moron AF. Assessment of yolk sac volume by 3D-sonography using the XI VOCAL method from 7 to 10 + 6 weeks of pregnancy. *Arch Gynecol Obstet.* 2011;283 Suppl 1:1-4.
- Barreto EQ, Milani HF, Araujo Júnior E, Haratz KK, Rolo LC, Nardoza LM, Filho HA, Moron AF. Reproducibility of fetal heart volume by 3D-sonography using the XI VOCAL method. *Cardiovasc Ultrasound.* 2010;8:17.
- Barreto EQ, Milani HJ, Araujo Júnior E, Haratz KK, Rolo LC, Nardoza LM, Moron AF. Reliability and validity of in vitro volume calculations by 3-dimensional ultrasonography using the multiplanar, virtual organ computer-aided analysis (VOCAL), and extended imaging VOCAL methods. *J Ultrasound Med.* 2010;29:767-74.
- Beacock CJ, Roberts EE, Rees RW, Buck AC. Ultrasound assessment of residual urine. A quantitative method. *Br J Urol* 1985;57:410-13.
- Bis KG, Slovis TL. Accuracy of ultrasonic bladder volume measurement in children. *Pediatr Radiol* 1990;20:457-60.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986;1:307-10.
- Bordes A, Bory AM, Benchaïb M, Rudigoz RC, Salle B. Reproducibility of transvaginal three-dimensional endometrial volume measurements with virtual organ computer-aided analysis (VOCAL) during ovarian stimulation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:76-80.
- Brinkley JF, McCallum WD, Muramatsu SK. Fetal weight estimation from length and volumes found by three-dimensional ultrasonic measurements. *J Ultrasound Med,* 1984;3:162-69.

- Carlson JA Jr. Postoperative care of the gynecology patient. *Clin Obstet Gynecol* 1988;31:761-70.
- Chen GD, Lin LY, Wan PH, Lee HS. Urinary tract dysfunction after radical hysterectomy for cervical cancer. *Gynecol Oncol* 2002;85:292–97.
- Cheong KB, Leung KY, Chan HY, Lee YP, Yang F, Tang MH. Comparison of inter- and intraobserver agreement between three types of fetal volume measurement technique (XI VOCAL, VOCAL and multiplanar). *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33:287-94.
- Cheong KB, Leung KY, Li TK, Chan HY, Lee YP, Tang MH. Comparison of inter- and intraobserver agreement and reliability between three different types of placenta volume measurement techniques (XI VOCAL, VOCAL and multiplanar), and the validity in the in vitro setting. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;36:210-17.
- Duin LK, Willekes C, Vossen M, Beckers M, Offermans J, Nijhuis JG. Reproducibility of fetal renal pelvis volume measurement using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008;31:657-61.
- Foxman B. Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity, and economic costs. *Dis Mon*. 2003;49:53-70.
- Ghezzi F, Cromi A, Uccella S, Colombo G, Salvatore S, Tomera S, Bolis P. Immediate Foley removal after laparoscopic and vaginal hysterectomy: determinants of postoperative urinary retention. *J Minim Invasive Gynecol* 2007;14:706-11.
- Groshar D, Embon OM, Sazbon A. Comparison of a radionuclide method and catheterization for the measurement of residual volume of urine in the bladder. *Clin Nucl Med* 1987;12:363-64.
- Guimarães Filho HA, da Costa LL, Araujo Júnior E, Pires CR, Nardoza LM, Mattar R. XI VOCAL (eXtended Imaging VOCAL): a new modality for three-dimensional sonographic volume measurement. *Arch Gynecol Obstet* 2007;276:95-97.
- Hashmi S, Kelly E, Rogers SO, Gates J. Urinary tract infection in surgical patients. *Am J Surg* 2003;186:53-56.

- Haylen BT, Frazer MI, Sutherst JR, West CR. Transvaginal ultrasound in the assessment of bladder volumes in women. Preliminary report. *Br J Urol* 1989;63:149-51.
- Horowitz IR, Basil JB. Postanesthesia and postoperative care. In: Rock JA, Jones HW III, eds. *Te linde's operative gynecology* 9th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. pp. 123-62.
- Hy-Sung Won, Soo-Jung Lee, Sun-Mee Jun. Clinical application and usefulness of XI VOCAL in volume measurement. MEDISON white paper [online] 2006 [4 screens]. Available at: http://www.medison.com/eng/tech/tech_06.asp
- King DL, King DL Jr, Shao MY. Three-dimensional spatial registration and interactive display of position and orientation of real-time ultrasound images. *J Ultrasound Med*. 1990;9:525-32.
- Knorr H, Strauss I, Seichert N. Ultrasound cystometry with reference to urinary bladder form and bladder filling. *Ultraschall Med* 1990;11:150-54.
- Krieger JN, Kaiser DL, Wenzel RP. Nosocomial urinary tract infections: secular trends, treatment and economics in a university hospital. *J Urol* 1983;130:102-6.
- Kupesic S, Kurjak A, Ivancic-Kosuta M. Volume and vascularity of the yolk sac studied by three-dimensional ultrasound and color Doppler. *J Perinat Med*, 1999;27:91-96.
- Kurjak A, Kupesic S, Banovic I, Hafner T, Kos M. The study of morphology and circulation of early embryo by three-dimensional ultrasound and power Doppler. *J Perinat Med*, 1999;27:145-57.
- Kurjak A, Kupesic S, Ivancic-Kosuta M. Three-dimensional transvaginal ultrasound improves measurement of nuchal translucency. *J Perinat Med*, 1990;27:97-102.
- Lertbunnaphong T, Inthasorn P, Boriboonhirunsarn D, Chuchotirot M, Russameecharoen K, Phattanachindakun B. Transabdominal ultrasound in the assessment of postvoid residual urine volume in patients after hysterectomy. *J Med Assoc Thai* 2006;89(Suppl 4):S152-57.

- Leung KY, Ngai CS, Chan BC, Leung WC, Lee CP, Tang MH. Three-dimensional extended imaging: a new display modality for three-dimensional ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;26:244-51.
- Levaillant JM, Benoit B, Bady J, Rotten D. Ecographic tridimensionnelle apport technique et clinique en ecographic obstetricale. *Reprod Hum Horm,* 1995;3:341-47.
- Lev-Toaff AS, Pinheiro LW, Bega G, Kurtz AB, Goldberg BB. Three-dimensional multiplanar sonohysterography: comparison with conventional two-dimensional sonohysterography and X-ray hysterosalpingography. *J Ultrasound Med.* 2001;20:295-306.
- Liang RI, Huang SE, Chang FM. Prenatal diagnosis of ectopia cordis at 10 weeks of gestation using two-dimensional and three-dimensional ultrasonography. *Ultrasound Obstet Gynecol,* 1997;10:137-39.
- Linney AD, Deng J. Three-dimensional morphometry in ultrasound. *Proc Inst Mech Eng H.* 1999;213:235-45.
- Manchana T, Prasartsakulchai C, Santingamkun A. Long-term lower urinary tract dysfunction after radical hysterectomy in patients with early postoperative voiding dysfunction. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2010;21:95-101.
- Martins WP, Ferriani RA, Barra DA, Dos Reis RM, Bortolieiro MA, Nastri CO, Filho FM. Reliability and validity of tissue volume measurement by three-dimensional ultrasound: an experimental model. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;29:210-14.
- Maymon R, Gilboa S, Abramowicz JS, Shulman A, Toar M, Bahary C. Ultrasonic validation of residual bladder volume in postvaginal hysterectomy patients. *Gynecol Obstet Invest* 1991;31:226-30.
- Meares EM Jr. Current patterns in nosocomial urinary tract infections. *Urology* 1991;37(Suppl 3):9-12.
- Merz E, Bahlmann F, Weber G. Volume (3D) scanning in the evaluation of fetal malformations - a new dimension in prenatal diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol,* 1995;5:222-27.

- Metzenbauer M, Hafner E, Schuchter K, Philipp K. First-trimester placental volume as a marker for chromosomal anomalies: preliminary results from an unselected population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:240-2.
- Nardozza LM, Cavalcante RO, Júnior EA, Rolo LC, Moron AF. Fetal thigh and upper arm volumes by 3D-sonography: comparison between multiplanar and XI VOCAL methods. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2011 May 24. [Epub ahead of print]
- Nicolaides KH, Snijders RJ, Gosden CM, Berry C, Campbell S. Ultrasonographically detectable markers of fetal chromosomal abnormalities. *Lancet.* 1992;340:704-7.
- Pavlik EJ, DePriest PD, Gallion HH, Ueland FR, Reedy MB, Kryscio RJ, van Nagell JR Jr. Ovarian volume related to age. *Gynecol Oncol.* 2000;77:410-2.
- Peixoto-Filho FM, Sá RA, Lopes LM, Velarde LG, Marchiori E, Ville Y. Three-dimensional ultrasound fetal urinary bladder volume measurement: reliability of rotational (VOCAL) technique using different steps of rotation. *Arch Gynecol Obstet.* 2007;276:345-9.
- Poston GJ, Joseph AE, Riddle PR. The accuracy of ultrasound in the measurement of changes in bladder volume. *Br J Urol* 1983;55:361-63.
- Raine-Fenning N, Campbell B, Collier J, Brincat M, Johnson I. The reproducibility of endometrial volume acquisition and measurement with the VOCAL-imaging program. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:69-75.
- Raine-Fenning NJ, Clewes JS, Kendall NR, Bunkheila AK, Campbell BK, Johnson IR. The interobserver reliability and validity of volume calculation from three-dimensional ultrasound datasets in the in vitro setting. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;21:283-91.
- Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. In vivo three-dimensional sonographic measurement of organ volume: validation in the urinary bladder. *J Ultrasound Med* 1996;15:627-32.
- Ruano R, Benachi A, Joubin L, Aubry MC, Thalabard JC, Dumez Y, Dommergues M. Three-dimensional ultrasonographic assessment of fetal lung volume as prognostic factor in isolated congenital diaphragmatic hernia. *BJOG.* 2004;111:423-9.

- Ruano R, Martinovic J, Dommergues M, Aubry MC, Dumez Y, Benachi A. Accuracy of fetal lung volume assessed by three-dimensional sonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:725-30.
- Schaeffer AJ. Infections of the urinary tract. In: Walsh PC, Retik AB, Stamey TA, Vauhan ED, eds. *Campbell's Urology* 6th edition. Philadelphia: WB Saunders, 1992. pp. 731-806.
- Suwanrath C, Suntharasaj T, Sirapatanapipat H, Geater A. Three-dimensional ultrasonographic bladder volume measurement: reliability of the Virtual Organ Computer-Aided Analysis technique using different rotation steps. *J Ultrasound Med* 2009;28:847-54.
- Szabó J, Gellén J. Nuchal fluid accumulation in trisomy 21 detected by vaginosonography in first trimester. *Lancet*, 1990;8:1133.
- van Hamersvelt HW, Kloke HJ, de Jong DJ, Koene RA, Huysmans FT. Oedema formation with the vasodilators nifedipine and diazoxide: direct local effect or sodium retention? *J Hypertens*. 1996;14:1041-5.
- Wu MH, Tang HH, Hsu CC, Wang ST, Huang KE. The role of three-dimensional ultrasonographic images in ovarian measurement. *Fertil Steril*. 1998;69:1152-5.
- Zullo MA, Mancini N, Angioli R, Muzii L, Panici PB. Vesical dysfunctions after radical hysterectomy for cervical cancer: a critical review. *Crit Rev Oncol Hematol* 2003;48:287-93.

11. Publikációs jegyzék

11.1. Témakörben megjelent közlemények jegyzéke

Magyar nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsa Sz**, Busznyák Cs, Bódis J, Halvax L, Koppán M, Arany A, Vizer M: Az "XI VOCAL" (eXtended Imaging VOCAL) háromdimenziós ultrahang-volumetria in vivo validálása radikális méheltávolítást követő vizelet retenció meghatározása során. *Magyar Nőorvosok Lapja*, 2008. (71. évf.) 5. sz. 235-242. **IF: -**

Angol nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsa S**, Pótó L, Farkas B, Mátrai G, Bódis J, Vizer MG: In-vivo validation of the XI VOCAL™ three-dimensional sonographic volumetry with the assessment of urinary retention after radical hysterectomy. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2009. Vol.34, Suppl. 1., 231. **IF₂₀₀₉: 3,154**
2. **Bózsa S**, Pótó L, Mátrai G, Süle T, Bódis J, Vizer MG: The accuracy and validity of the XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetric measurement using an in vitro model. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2010. Vol.36, Suppl. 1., 143. **IF₂₀₁₀: 3,163**
3. **Bózsa S**, Mátrai G, Arany A, Bódis J, Vizer MG: The significance of prenatal detection of fetal growth restriction by the assessment of fetal limb-volume using XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetry. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2010. Vol.36, Suppl. 1., 167. **IF₂₀₁₀: 3,163**
4. **Bózsa S**, Pótó L, Bódis J, Halvax L, Koppán M, Arany A, Csermely T, Vizer M G: Assessment of post-operative postvoid residual bladder volume using three-dimensional ultrasound volumetry. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 2011; 37(4): 522-9. **IF₂₀₁₀: 2,493**

Angol nyelven, társszerzős:

1. Vizer M, Pótó L, Farkas B, Mátrai G, Bódis J, **Bózsza S**: The reproducibility of the XI VOCAL™ three-dimensional sonographic volumetry in the measurement of irregular-shape objects. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2009. Vol.34, Suppl. 1., 111. **IF₂₀₀₉: 3,154**
2. Vizer MG, Pótó L, Mátrai G, Süle T, Bódis J, **Bózsza S**: Duration of time for volume calculation using different slices of the XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetric method in an in vitro setting. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2010. Vol.36, Suppl. 1., 142. **IF₂₀₁₀: 3,163**
3. Vizer MG, Arany A, Molnár G, Veszprémi B, Bódis J, **Bózsza S**: Intrauterine intrafunicular treatment of nonimmune hydrops fetalis caused by fetal cardiomyopathy. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2010. Vol.36, Suppl. 1., 274. **IF₂₀₁₀: 3,163**
4. Vizer MG, Arany A, Bódis J, **Bózsza S**: Successful intrauterine medical treatment of nonimmune hydrops fetalis caused by fetal tachyarrhythmia. (abstract) *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2010. Vol.36, Suppl. 1., 274. **IF₂₀₁₀: 3,163**

11.2. Témakörben elhangzott előadások jegyzéke

Magyar nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsza Sz**, Vizer M, Arany A, Busznyák Cs, Bálint A, Bódis J: Nőgyógyászati műtéteket követő vizeletretenció meghatározása 3D-volumetria alkalmazásával. *Fiatal Nőorvosok III. Kongresszusa, Siófok, 2007. november 08-09.*
2. **Bózsza Sz**, Busznyák Cs, Bódis J, Halvax L, Koppán M, Arany A, Vizer M: Az „XI VOCAL” (eXtended Imaging VOCAL) háromdimenziós ultrahang-volumetria in vivo validálása radikális méheltávolítást követő vizelet retenció meghatározása során, *Burg Ete emlékülés, Baja, 2008. május 30.*

3. **Bózsza Sz**, Arany A, Vizer M: A 3D ultrahang-volumetria és hisztogram-analízis alkalmazása a nőgyógyászatban. Szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika, *Továbbképző tanfolyam szülész-nőgyógyász és radiológus szakorvosok, szonográfusok számára, PTE ÁOK Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Pécs, 2008. november 10-14.*
4. **Bózsza Sz**, Mátrai G, Havasdi J, Bódis J, Vizer M: Az „XI VOCAL” (eXtended Imaging VOCAL) 3D ultrahang-volumetria reprodukálhatósága szabálytalan formák vizsgálata során. *Fiatal Nőorvosok IV. Országos Fóruma, Tapolca, 2008. november 27-29.*
5. **Bózsza Sz**: A 3D ultrahang-volumetria és hisztogram-analízis jelentősége a nőgyógyászatban. *PRO VISIO II. Nemzetközi Gyakorlati 3D/4D Ultrahang Tanfolyam a SON-ART® program keretében, Debrecen, 2009. április 2-4.*
6. **Bózsza Sz**, Póto L, Bódis J, Vizer M: Az XI VOCAL™ háromdimenziós ultrahang-volumetria reprodukálhatósága. *Magyar Szülészeti-Nőgyógyászati Ultrahang Társaság X. Nemzeti Kongresszusa, Nyíregyháza, 2009. szeptember 3-5.*
7. **Bózsza Sz**, Arany A, Vizer M: A 3D ultrahang-volumetria és hisztogram-analízis alkalmazása a nőgyógyászatban. *Szülészeti-nőgyógyászati ultrahang-diagnosztika, Továbbképző tanfolyam szülész-nőgyógyász és radiológus szakorvosok, szonográfusok számára, PTE ÁOK Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Pécs, 2009. november 16-20.*
8. **Bózsza Sz**: 3D-volumetria a nőgyógyászatban. *Továbbképző tanfolyam szülész-nőgyógyász és radiológus szakorvosok, szonográfusok számára, PTE ÁOK Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Pécs, 2010. november 8-12.*
9. **Bózsza Sz**: A 3D-volumetria alkalmazása pre- és postnatalis időszakban prematurus újszülöttekben. *Pécsi Szülészeti és Nőgyógyászati Tudományos „SZALON”, Intrauterin diagnosztika és terápia, Pécs, 2011. április 15.*

Magyar nyelven, társszerzős:

1. Bálint A, Arany A, **Bózsza Sz**, Szabó I: A 3D ultrahang alkalmazása a nőgyógyászati onkológiában. *Fiatal Nőorvosok I. Kongresszusa, Szeged, 2005. október 28-29.*
2. Vizer M, Arany A, Pótó L, **Bózsza Sz**: Az XI VOCAL™ volumetria reprodukálhatóságának in-vitro vizsgálata. *PRO VISIO III. Nemzetközi Gyakorlati 3D/4D Ultrahang Tanfolyam a SON-ART® program keretében, Budapest, 2009. október 29-31.*
3. Mátrai G, **Bózsza Sz**, Farkas B, Bódis J, Pótó L, Vizer M: A 3D ultrahang-volumetria szerepe a méhen belül sorvadt magzatok diagnosztikájában. *Fiatal Nőorvosok V. Országos Fóruma, Balatonfüred, 2009. november 12-14.*
4. Mátrai G, **Bózsza Sz**, Arany A, Vizer M: A méhen belül sorvadt magzatok diagnosztikájának új lehetőségei, *MNT Délkelet-Magyarországi Szekciójának XXXI. Kongresszusa, Baja, 2010. szeptember 10.11.*
5. Mátrai G, **Bózsza Sz**, Arany A, Vizer M: Az intrauterin retardáció diagnosztikájának új lehetőségei. *A Magyar Perinatológiai Társaság IX. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P6, 2010. október 1-2.*

Angol nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsza Sz**, Bódis J, Arany A, Halvax A, Koppán M, Vizer M: The significance of 3D-volumetry in gynecology. *2nd Meeting of the Egon & Ann Diczfalusy Foundation, Prevention in Women's Health, Szeged, Abstract book: P2, 2008. szeptember 30 – október 1.*
2. **Bózsza S**, Pótó L, Farkas B, Mátrai G, Bódis J, Vizer MG: In-vivo validation of the XI VOCAL™ three-dimensional sonographic volumetry with the assessment of urinary retention after radical hysterectomy. *19th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Hamburg, Németország, Abstract book: P13.07, 2009. szeptember 13-17.*

3. **Bózsza S**, Pótó L, Mátrai G, Süle T, Bódis J, Vizer MG: The accuracy and validity of the XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetric measurement using an in vitro model. *20th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Prága, Csehország, Abstract book: OP31.05, 2010. október 10-15.*
4. **Bózsza S**, Mátrai G, Arany A, Bódis J, Vizer MG: The significance of prenatal detection of fetal growth restriction by the assessment of fetal limb-volume using XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetry. *20th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Prága, Csehország, Abstract book: OP39.11, 2010. október 10-15.*

Angol nyelven, társszerzős:

1. Vizer MG, Pótó L, Farkas B, Mátrai G, Bódis J, **Bózsza S**: The reproducibility of the XI VOCAL™ three-dimensional sonographic volumetry in the measurement of irregular-shape objects. *19th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Hamburg, Németország, Abstract book: OP16.02, 2009. szeptember 13-17.*
2. Vizer M, Pótó L, **Bózsza Sz**: The reproducibility of the XI VOCAL™ three-dimensional sonographic volumetry in fetal measurements. *5th Asia-Pacific Congress on Maternal Fetal Medicine. Hong Kong, China, Abstract Book P-74, pp: 54-55, 2009. november 6-8.*
3. Vizer MG, Arany A, Molnár G, Veszprémi B, Bódis J, **Bózsza S**: Intrauterine intrafunicular treatment of nonimmune hydrops fetalis caused by fetal cardiomyopathy. *20th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Prága, Csehország, Abstract Book: P27.07, 2010. október 10-15.*
4. Vizer MG, Arany A, Bódis J, **Bózsza S**: Successful intrauterine medical treatment of nonimmune hydrops fetalis caused by fetal tachyarrhythmia. *20th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Prága, Csehország, Abstract Book: P27.06, 2010. október 10-15.*

5. Vizer MG, Pótó L, Mátrai G, Süle T, Bódis J, **Bózsza S**: Duration of time for volume calculation using different slices of the XI VOCAL™ three-dimensional ultrasound volumetric method in an in vitro setting. *20th World Congress on Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Prága, Csehország, Abstract Book: OP31.01, 2010. október 10-15.*

Német nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsza Sz**, Busznyák Cs, Bódis J, Halvax L, Koppán M, Arany A, Vizer M: In vivo Auswertung der „XI VOCAL” (eXtended Imaging VOCAL) 3D-Ultraschall Volumetrie bei der Bestimmung der Urinretention nach radikaler Hysterektomie. *Deutsch-Ungarische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Hamburg, Németország, 2008. szeptember 17.*

11.3. Nem a témakörben megjelent közlemények jegyzéke

Magyar nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsza Sz**, Szabó I, Busznyák Cs, Kocsis B, Bódis J, Gócze P: Amoxicillin/clavulansav antibiotikum profilaxis hatása a császármetszések bakteriális fertőzéseinek megelőzésében. *Magyar Nőorvosok Lapja, 2009. (72. évf.) 4. sz. 159-166.* **IF: -**

Magyar nyelven, társszerzős:

1. Ifi Zs, Szilágy A, **Bózsza Sz**, Szabó I, Bódis J: A 2-es típusú diabeteses terhesek gondozásában szerzett tapasztalataink. *Magyar Nőorvosok Lapja, 2009. (72. évf.) 1. sz. 8-9.* **IF: -**
2. Busznyák Cs, Várnagy Á, **Bózsza Sz**, Mánfai Z, Szabó I, Bódis J: Hiperstimuláció in vitro fertilizáció során. *Magyar Nőorvosok Lapja, 2009. (72. évf.) 4. sz. 179-183.* **IF: -**

3. Marek E, Gőcze P, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze K: A HPV fertőzéssel és méhnyakrákkal kapcsolatos ismeretek pécsi iskolások és szülők körében. *Magyar Epidemiológia*, 2010. 7 (1) 35-42. **IF: -**
4. Fortuna J, Szabó I, Molnár G, Bay Cs, **Bózsza Sz**, Gőcze P: A myomectomia hatása a terhességek kimenetelére. *Magyar Nőorvosok Lapja*, 2010. (73 évf.) 89-95. **IF: -**

Angol nyelven, társszerzős:

1. Szilágyi A, Kalincsák J, **Bózsza Sz**, Ifi Zs, Bódis J: Polycystic ovary syndrome, menstrual cycle disorders and diabetes complicated pregnancy. (abstract) *Gynecological Endocrinology*, 2008. 24. Suppl. 1.: 269. **IF₂₀₀₈: 1,359**
2. Marek E, Cseh A, Gőcze K, Várszegi D, Benczik M, Gőcze P, **Bózsza Sz**: Evaluation of cervical, pharyngeal and anal HPV status of Female Sex-Workers in Hungary. (abstract) *Biopolymers and cell*, 2010. 26. (N 2 suppl.): 102. **IF: -**
3. Csermely T, Halvax L, Sárkány Á, Jeges S, Vizer M, **Bózsza S**, Farkas B, Bódis J: Sexual function after modified laparoscopic Vecchietti's vaginoplasty. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 2011; 24(3): 147-52. **IF₂₀₁₀: 1,406**

11.4. Nem a témakörben elhangzott előadások jegyzéke

Magyar nyelven, elsőszerzős:

1. **Bózsza Sz**, Gőcze P, Bálint A, Kocsis B, Szabó I: Az amoxicillin/clavulansav profilaxis a császármetszések bakteriális fertőzéseinek megelőzésében. *Magyar Család-barát Társaság VII. Kongresszusa, Zalakaros, 2005. szeptember 18.*
2. **Bózsza Sz**, Gőcze P, Bálint A, Kocsis B, Szabó I: Az amoxicillin/clavulansav profilaxis a császármetszések bakteriális fertőzéseinek megelőzésében. *Fiatál Nőorvosok I. Kongresszusa, Szeged, Absztrakt könyv: , 2005. október 28-29.*

3. **Bózsza Sz**, Gócze P, Busznyák Cs, Kocsis B, Szabó I: Császármetszések postoperatív bakteriális fertőzéseinek megelőzése amoxicillin/clavulansav antibiotikum profilaxis alkalmazásával. *Fiatal Nőorvosok II. Kongresszusa, Zalakaros, 2006. október 26-27.*
4. **Bózsza Sz**: HPV, a méhnyakrák szűrésének fontossága. *XII. Védőnői Továbbképzés, Harkány, 2008. május 23.*
5. **Bózsza Sz**, Koppán M: Részleges méhelőesés ritka esete egy várandó anyában. *Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi és Egészségtudományi Szakosztálya, Tanulságos estek fóruma, 2008. szeptember 29.*
6. **Bózsza Sz**, Cseh A, Gócze K, Gócze P, Benczik M, Bódis J, Marek E: Cervicalis, pharyngealis és anális HPV status felmérése a prostituáltak STD szűrése során. *Fiatal Nőorvosok V. Országos Fóruma, Balatonfüred, 2009. november 12-14.*
7. **Bózsza Sz**: Méhnyakrák megelőzés: 2 vakcina 1 vizsgálatban. „Nők egészsége, családok egészsége...” *Országos Védőnői Konferencia, Pécs, 2010. március 5-6.*
8. **Bózsza Sz**: A humán papillomavírus jelentősége a szülészet-nőgyógyászatban. *Védőnői továbbképzés, Harkány, 2010. március 19.*
9. **Bózsza Sz**, Marek E, Cseh A, Gócze K, Várszegi D, Benczik M, Bódis J, Gócze P: Humán papillomavírus fertőzés gyakorisága a prostituáltak cervicalis, pharyngealis és anális mintáiban a Dél-Dunántúlon, *Magyar Nőorvos Társaság XXIX. Nagygyűlése, Debrecen, 2010. május 20-22.*
10. **Bózsza Sz**, Cseh A, Gócze K, Benczik M, Várszegi D, Gócze P, Marek E: Dél-dunántúli prostituáltak HPV fertőzöttsége, *A Magyar Nőorvos Társaság Dél-nyugat Dunántúli Szekciójának XII. Kongresszusa, Siófok, 2010. szeptember 10-11.*
11. **Bózsza Sz**, Molnár G, Veszprémi B, Vida G, Masszi Gy, Papp Sz, Stefanovits Á, Mátrai G, Bódis J, Vizer MG: Cardiomyopathia okozta nonimmun hydrops fetalis. *A Magyar Perinatológiai Társaság IX. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P44, 2010. október 1-2.*

12. **Bózsza Sz**: Emend-del kapcsolatos tapasztalatok a PTE KK Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikán. *Korszerű antiemetikus terápia 2011. Balatonfüred 2011.február 25-26.*
13. **Bózsza Sz**: A humán papillomavírus jelentősége a szüléset-nőgyógyászatban. *Védőnői továbbképzés, Harkány, 2011. március 18.*

Magyar nyelven, társszerzős:

1. Kovács G, Gőcze P, Bálint A, **Bózsza Sz**, Szabó I: Tumormarkerek alkalmazása nőgyógyászati daganatos betegeknel. *Fiatal Nőorvosok I. Kongresszusa, Szeged, Absztrakt könyv: ,2005. október 28-29.*
2. Busznyák Cs, Arany A, **Bózsza Sz**, Gőcze P, Szabó I: A gestatio trophoblast betegségek kezelésében szerzett tapasztalataink. *Fiatal Nőorvosok II. Kongresszusa, Zalakaros, 2006. október 26-27.*
3. Busznyák Cs, Gőcze P, Mánfai Z, **Bózsza Sz**, Bódis J: A hyperstimulatio az in vitro fertilisatio során. *Fiatal Nőorvosok III. Kongresszusa, Siófok, 2007. november 08-09.*
4. Marek E, Gőcze P, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze K: Ismeretek a Human Papilloma Vírus (HPV) fertőzések következményeiről és a megelőzés lehetőségeiről általános-, középiskolás, egyetemista és szülői populációkban Pécsen. *A Magyar Család- és Nővédelmi Tudományos Társaság XXXIII. Kongresszusa, Gyula, Absztrakt könyv: P10, 2008. november 13-15.*
5. Marek E, Gőcze P, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze K: Ismeretek a Human Papilloma Vírus (HPV) fertőzések következményeiről és a megelőzés lehetőségeiről általános-, középiskolás, egyetemista és szülői populációkban Pécsen. *Magyar STD Társaság XIII. Nagygyűlése – 2. Venerológiai Továbbképző Tanfolyam, Budapest, Absztrakt könyv, 2008. november 20-22.*
6. Marek E, **Bózsza Sz**, Cseh A, Benczik M, Várszegi D, Gőcze K, Gőcze P: Prostitúáltak cervicalis, pharyngealis és analis HPV statusának elemzése. *Magyar STD Társaság XIV. Nagygyűlése – 3. Venerológiai Továbbképző Tanfolyam Budapest, Absztrakt könyv: P-7, 2009. november 26-28.*

7. Marek E, Gőcze P, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Benczik M, Koiss R, Gőcze K: Hazai felmérés a HPV-fertőzésekkel kapcsolatos ismeretekről. *Magyar STD Társaság XIV. Nagygyűlése – 3. Venerológiai Továbbképző Tanfolyam Budapest, Absztrakt könyv: P-8, 2009. november 26-28.*
8. Cseh A, **Bózsza Sz**, Benczik M, Várszegi D, Gőcze K, Gőcze P, Marek E: Dél-dunántúli prostituáltak HPV statusa és HPV oltás iránti affinitása. *Magyar Szexuális Medicina Társaság I. Tudományos ülése - Továbbképző Tanfolyam, Budapest, 2010. május 13-15.*
9. Marek E, Gőcze P, Molnár G, Stefanovits Á, Benczik M, Koiss R, Gőcze K, **Bózsza Sz**: HPV-fertőzésekkel kapcsolatos ismeretek felmérése különböző hazai populációkban. *Magyar Szexuális Medicina Társaság I. Tudományos ülése - Továbbképző Tanfolyam, Budapest, 2010. május 13-15.*
10. Marek E, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Benczik M, Koiss R, Gőcze K, Gőcze P: Ismeretek a Human Papillomavírus fertőzésről Magyarországon, *Magyar Nőorvos Társaság XXIX. Nagygyűlése, Debrecen, Absztrakt könyv: P18, 2010. május 20-22.*
11. Molnár G, Arany A, Vizer M, **Bózsza Sz**, Labossa G, Gomány Zs, Veszprémi B: A várandósok praenatalis genetikai szűrésének gyakorlata a PTE Szülészeti Klinikán, *A Magyar Nőorvos Társaság Dél-nyugat Dunántúli Szekciójának XII. Kongresszusa, Siófok, 2010. szeptember 10-11.*
12. Menyhárt Cs, Bódis J, Hantosi E, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze P: Tapasztalataink az endometrium-rák II. típusának kezelése kapcsán, *A Magyar Nőorvos Társaság Dél-nyugat Dunántúli Szekciójának XII. Kongresszusa, Siófok, 2010. szeptember 10-11.*
13. Papp Sz, Bódis J, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze P: Méhnyakrák terhesség alatti diagnosztikája és kezelése, *A Magyar Nőorvos Társaság Dél-nyugat Dunántúli Szekciójának XII. Kongresszusa, Siófok, 2010. szeptember 10-11.*

14. Marek E, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze K, Benczik M, Koiss R, Gőcze P: A HPV fertőzések és a méhnyakrák megelőzésével kapcsolatos ismeretek Magyarországon 3 évvel a védőoltás bevezetését követően, *A Magyar Nőorvos Társaság Dél-nyugat Dunántúli Szekciójának XII. Kongresszusa, Siófok, Absztrakt könyv: , 2010. szeptember 10-11.*
15. Molnár G, Bódis J, **Bózsza Sz**, Papp Sz, Stefanovits Á, Gőcze P: Várandósság és a méhnyakrák. *A Magyar Perinatológiai Társaság IX. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P8, 2010. október 1-2.*
16. Papp Sz, Bódis J, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze P: Kemoterápiás kezelés a várandósság alatt. *A Magyar Perinatológiai Társaság IX. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P9, 2010. október 1-2.*
17. Stefanovits Á, Halvax L, Veszprémi B, **Bózsza Sz**, Molnár G, Papp Sz, Bódis J: Spontán májruptura a terhesség alatt. *A Magyar Perinatológiai Társaság IX. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P12, 2010. október 1-2.*
18. Papp Sz, Bódis J, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze P: Méhnyakrák terhesség alatti diagnosztikája és kezelése. *Fiatál Nőorvosok VI. Kongresszusa, Várgesztes, 2010. november 4-6.*
19. Menyhárt Cs, Bódis J, Hantosi E, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze P: Tapasztalataink az endometrium-rák II. típusának kezelése kapcsán. *Fiatál Nőorvosok VI. Kongresszusa, Várgesztes, 2010. november 4-6.*
20. Molnár G, Arany A, Vizer M, **Bózsza Sz**, Labossa G, Masszi Gy, Gomány Zs, Veszprémi B: A várandósok praenatalis genetikai szűrésének gyakorlata a PTE KK Női Klinikán, *Magyar Család- és Nővédelmi Tudományos Társaság XXXIV. Kongresszusa, Pécs, 2010. november 19-20.*
21. Marek E, **Bózsza Sz**, Cseh A, Gőcze K, Benczik M, Várszegi D, Gőcze P: Csökkenti-e az óvszerhasználat a HPV fertőzés gyakoriságát? *Magyar Család- és Nővédelmi Tudományos Társaság XXXIV. Kongresszusa, Pécs, Absztrakt könyv: P6, 2010. november 19-20.*

22. Stefanovits Á, Gőcze P, Kovács K, Enyezdí J, Földi A, **Bőzsa Sz**, Marek E: A méhnyak citológiai szűrésének és HPV státuszának korrelációja a konizátumok szövettani leleteivel. *Magyar Nőorvos Társaság Cervixpathológiai Szekció XIX. Tudományos Ülése, Hajdúszoboszló, Absztrakt könyv: , 2011. március 25-26.*
23. Marek E, **Bőzsa Sz**, Cseh A, Stefanovits Á, Gőcze K, Benczik M, Világi Sz, Panka T, Várszegi D, Gőcze P: Promiszkuitás és óvszerhasználat hatása a HPV-fertőzés gyakoriságára. *Magyar Nőorvos Társaság Cervixpathológiai Szekció XIX. Tudományos Ülése, Hajdúszoboszló, Absztrakt könyv: , 2011. március 25-26.*

Angol nyelven, elsőszerzős:

1. **Bőzsa Sz**, Cseh A, Gőcze K, Gőcze P, Várszegi D, Benczik M, Marek E: Prevalence of human papillomavirus infections of cervix, pharynx and anus in female sex workers in Southern Hungary. *3rd Conference of Migrant and Ethnic Minority Health in Europe, Pécs, Abstract book: P-III.1, 2010. május 27-29.*

Angol nyelven, társszerzős:

1. Szilágyi A, Kalincsák J, **Bőzsa Sz**, Ifi Zs, Bódis J: Polycystic ovary syndrome, menstrual cycle disorders and diabetes complicated pregnancy. *13th World Congress of Gynecological Endocrinology. Firenze, Olaszország, Abstract book: P.87, 2008. február 28 – március 2.*
2. Szilágyi A, Ifi Zs, **Bőzsa Sz**, Bódis J: Type 2 diabetes and pregnancy. *International Congress on PCOS, Goa, India, 2008. augusztus 14-17.*
3. Szilágyi A, Ifi Zs, **Bőzsa Sz**, Bódis J: Antenatal care of pregnant women with type 2 diabetes mellitus. *5th International Symposium on Diabetes and Pregnancy, Sorrento, Olaszország, 2009. március 26-28.*
4. Marek E, Gőcze P, **Bőzsa Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Benczik M, Koiss R, Gőcze K: Survey of knowledge about the HPV infection and cervical cancer among students and parents in Hungary. *Bridges in Life Sciences US –CEE Regional Networking Meeting IV. Debrecen, 2009. április 4.*

5. Marek E, Gőcze P, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Koiss R, Benczik M, Gőcze K: Survey of knowledge about HPV infection in Hungary. *The 25th International Papillomavirus Conference. Malmö, Svédország, Abstract book: P.04-28, 2009. május 8-14.*
6. Marek E, Cseh A, Gőcze K, Benczik M, Várszegi D, Gőcze P, **Bózsza Sz**: Prostitutes' cervical, pharyngeal and anal HPV status and attitudes towards HPV vaccination. *Symposium for Graduate Students in Biology, Pécs, 2009. november 12-13.*
7. Marek E, **Bózsza Sz**, Molnár G, Stefanovits Á, Gőcze K, Benczik M, Gőcze P: Knowledge about HPV infection and attitudes toward HPV vaccination in Hungary. *Symposium for Graduate Students in Biology, Pécs, 2009. november 12-13.*
8. Marek E, Gőcze K, Cseh A, **Bózsza Sz**, Várszegi D, Benczik M, Gőcze P: Evaluation of cervical, pharyngeal and anal HPV status of prostitutes. *EUROGIN 2010 Conference, Cervical Cancer Prevention: 20 years of progress and a path to the future, Monte-Carlo, Abstract book: P EP-4, 2010. február 17-20.*
9. Marek E, Cseh A, Gőcze K, Várszegi D, Benczik M, Gőcze P, **Bózsza Sz**: Evaluation of cervical, pharyngeal and anal HPV status of Female Sex-Workers in Hungary. *RECOOP HST Bridges in Life Sciences Annual Scientific Meeting V. Lviv, Ukraine, Abstract book. 2010. április 9-11.*
10. Marek E, Cseh A, Gőcze K, Várszegi D, Benczik M, Gőcze P, **Bózsza Sz**: Female Sex Workers' HPV status and affinity toward HPV vaccination in Southern Hungary. *3rd Conference of Migrant and Ethnic Minority Health in Europe, Pécs, 2010. május 27-29.*
11. Marek E, Dergez T, Gőcze K, **Bózsza Sz**, Kovacs K, Gőcze P: Nationwide survey of adolescents' attitudes towards HPV vaccination in Hungary. *4th Vaccine and ISV Annual Global Congress, Vienna, Ausztria, Abstract book: P2.2.15, 2010. október 3-5.*

12. Marek E, Cseh A, **Bózsa Sz**, Gócze K, Benczik M, Várszegi D, Gócze P: Does condom usage decrease the prevalence of HPV infections? *International Conference of Preventive Medicine and Public Health. Abstract book: , Pécs, 2010. november 19-20.*

Német nyelven társszerzős:

1. Szilágyi A, **Bózsa Sz**, Ifi Zs, Bódis J: Polyzystisches Ovar Syndrom, Diabetes und Schwangerschaft. *Deutsch-Ungarische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Hamburg, Németország, 2008. szeptember 17.*