

Ultrahangvizsgálatok gyermekkorban: lehetőségek, új utak

Kis Éva dr.

Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, I. Gyermekgyógyászati Klinika, Budapest

Az ultrahangvizsgálat jelentősége és fontossága a modern képalkotó vizsgálatok (CT, MR, izotóp, PET/CT) elterjedésével csökkent, nem ritkán csak mint első tájékoztató vizsgálat jelenik meg. A legújabb sokszeletes spirál-CT-kkel a képalkotás másodpercek alatt elvégezhető, ami a jelentős sugárterheléssel járó vizsgálatok számának drámai növekedéséhez vezetett, gyermekkorban is. Ugyanakkor nem feledkezhetünk meg arról, hogy az elmúlt években jelentős fejlődés történt az ultrahang-technológiában, a képminőség egyre jobb. A gyermekek ideális alanyai a vizsgálatnak, miután az esetek nagy részében testtömegük kisebb, kevesebb zsírt tartalmaz, így könnyen vizsgálhatók magas frekvenciájú transzducerrel, aminek következtében sokkal részletgazdagabb, jobb felbontású képek nyerhetők, mint általában felnőtteknél. Megfelelő készülék és gyakorlott, gyermekradiológiában tapasztalt vizsgáló esetében csaknem valamennyi testtájék vizsgálható, mindenképpen első választandó módszer, amely legtöbbször elegendő (esetleg röntgenvizsgálattal kiegészítve) a megfelelő diagnózis felállítására. A közlemény azokkal a lehetőségekkel foglalkozik, ahol a modern ultrahangkészülékek birtokában az ultrahangvizsgálat elegendő a pontos diagnózishoz. *Orv. Hetil., 2014, 155(4), 132–140.*

Kulcsszavak: ultrahangvizsgálat, szonocisztográfia, nekrotizáló enterocolitis

Ultrasound examination in childhood: opportunities and new ways

Everyday use of the modern imaging techniques such as CT, MRI, isotope, PET/CT decreased the reputation and importance of ultrasound. In some cases, ultrasound is only the first exploratory imaging method. Using the latest multi-slice CT, imaging can be performed in seconds, which led to a dramatic increase in the number of CT exams. However, this also means a significant radiation exposure to children, while US still harmless in this regard. In addition, significant progress has been made in ultrasound technology in recent years, which led an improvement in image quality. Children are ideal subjects for US examination as they usually have smaller weight with less body fat. Thus, ultrasound examination is easy to perform with a high frequency transducer resulting in much more detailed and higher resolution than in adults. With adequate equipment and experienced examiner in pediatric radiology, almost all parts of the body can be examined, making this technique as the first (sometimes together with X-ray) and, in most cases, the ultimate imaging exam for the diagnosis. This article will discuss the possibilities where ultrasound performed with a modern device is sufficient for an accurate diagnosis.

Keywords: ultrasound, urosonography, necrotising enterocolitis

Kis, É. [Ultrasound examination in childhood: opportunities and new ways]. Orv. Hetil., 2014, 155(4), 132–140.

(Beérkezett: 2013. november 21.; elfogadva: 2013. december 12.)

A szerkesztőség felkérésére készült közlemény.

Rövidítések

CCAM = congenitalis cysticus adenomatoid malformatio; CPAM = congenitalis pulmonalis légúti malformatio; HIE = hypoxiás-ischaemiás encephalopathia; MCU = mictiós cisztourethrográfia; MSC = mictiós szonocisztográfia; NEC = nekrotizáló enterocolitis; UH = ultrahang; UV = ureterovesicalis

A modern képalkotó vizsgálatok (CT, MR, izotóp, PET/CT) elterjedésével az ultrahang nem ritkán csak első tájékoztató vizsgálat, amit majd egy „komolyabb” vizsgálat követ. A legújabb sokszeletes spirál-CT-k megjelenésével a vizsgálat másodpercek alatt elvégezhető, ami a jelentős sugárterheléssel járó vizsgálatok számának drámai növekedéséhez vezetett, gyermekkorban is.

Milyen módszert válasszunk? Mi a helyes döntés? Az elmúlt években a CT/MR áll a kutatások és a klinikai alkalmazás középpontjában, nem ok nélkül. Mindkét modalitás pontos anatómiai képalkotást, valamint funkcionális információt is nyújt. A CT/MR vizsgálat objektívebb, mint a mégoly kiváló ultrahangvizsgálat (bár sok függ a készüléktől, operátortól, vizsgálatot vezető orvostól), reprodukálható, ellenőrizhető, kevesebb a tévedési lehetőség.

Míg a CT-vizsgálatok gyorsasága könnyű kivitelezhetőséget jelent, ezáltal az indikációs területek bővítése irányában hatna, komoly korlátozó tényezőt jelent a röntgensugár-expozíció.

A gyermekek fokozottan érzékenyek az ionizáló sugárzásra. Az éretlen szövet nagyon sugárérzékeny, nem ismert az a dózis, amely biztosan nem okoz károsodást. A növekedésben lévő szövetek és a csontvelő nagy részét kitevő vörös csontvelő fokozottan sugárérzékeny. A kis méretek miatt a gonádok a vizsgált szervhez közel vannak. Gyermekekben a hosszabb várható élettartam miatt a kumulálódó természetes és mesterséges sugárzás magasabb kockázatot jelent malignus betegségek kialakulására.

Bár az MR-vizsgálat sugárterheléssel nem jár, de tekinthető-e noninvazív módszernek, ha altatást igényel? Nem feledkezhetünk meg a finansiális oldalról sem.

Az elmúlt években jelentős fejlődés történt az ultrahang-technológiában, a képminőség egyre jobb. A gyermekek ideális alanyai a vizsgálatnak, miután az esetek nagy részében testtömegük kisebb, kevesebb zsírt tartalmaz, így könnyen vizsgálhatók magas frekvenciájú transzducerrel, aminek következtében sokkal részletgazdagabb, jobb felbontású képek nyerhetők, mint általában felnőtteknél. Az ultrahangvizsgálat gyermekkorban megfelelő készülék és gyakorlott, gyermekradiológiában tapasztalt vizsgáló esetében mindenképpen első és legtöbbször elegendő módszer (esetleg röntgenvizsgálattal kiegészítve) a megfelelő diagnózis felállítására. A gyermek számára nem megterhelő, így mellett is elvégezhető, gyakran ismételt, és így invazív, sugárterheléssel járó vizsgálatok elkerülhetők. Természetesen, ha ultrahangvizsgálattal nem lehetséges korrekt diagnózist felállítani és egyéb képalkotó vizsgálatoktól ez várható, invazívabb, de eredményesebb módszert kell választani.

Az ultrahang mechanikus rezgés, amely az ultrahangos vizsgálófejben (transzducer) lévő piezoelektromos kristályokban keletkezik elektromos impulzusok hatására. A visszaverődő ultrahangot szintén ezek alakítják vissza elektromos jellé, képpé. A kibocsájtott hang frekvenciája (körülbelül 1–30 MHz) a füllel nem hallható tartományba esik. A mechanikus rezgés nem jár sugárterheléssel, káros hatását eddig nem mutatták ki. A frekvencia meghatározza, hogy az adott vizsgálófejjel milyen mélységig látunk: minél alacsonyabb, annál mélyebben fekvő képleteket vizsgálhatunk, míg magasabb frekvenciájú fejjel a felszínebb képleteket ábrázolhat-

juk nagy felbontásban. A transzducer a kibocsájtott UH-nyaláb térbeli elrendezése szerint lehet konvex, lineáris vagy úgynevezett phased array (egy pontból sugaras elrendezésű).

A B-mód (brightness) a hagyományos kétdimenziós (2D), egy síkban történő leképezés, leggyakrabban ezt használjuk. Az M-mód (motion) elsősorban a kardiológiában használatos, egyetlen UH-nyaláb visszaverődését alakítja képpé az idő függvényében.

Manapság egyre inkább tért hódít a 3D-leképezés, elsősorban a magzati diagnosztikában. Lehetőség van már real time 3D-képzésre is, amikor a térbeli kép mozog.

Az erekben, szövetekben, körülírt képletekben lévő keringést Doppler-vizsgálattal tudjuk megítélni. A Doppler-vizsgálat alapelve a Doppler-effektus: ha az UH-nyaláb a transzducertől távolodó vagy ahhoz közeledő, mozgó felületről verődik vissza, megváltozik annak frekvenciája. Ebből számítja ki az UH-készülék a hagyományos (pulzált, PW) Doppler-vizsgálat esetén a keringés számos paraméterét (áramlás iránya, sebessége stb.), sebesség-idő görbeként ábrázolva azt. A színes Doppler-vizsgálat (color Doppler) az áramlás irányát és sebességét színekben kódolja. A hagyományos és színekódolt Doppler-vizsgálat együtt az úgynevezett duplex Doppler-vizsgálat. A power Doppler a keringés meglétét, sebességét ábrázolja, irányától függetlenül.

A gyermekkori ultrahangvizsgálatok a felnőttvizsgálatokhoz képest más technikát és felszereltséget követelnek. Fontos, hogy csecsemők vizsgálatát csak kisméretű, magas frekvenciájú vizsgálófejjel végezzük. A lágy részek, here, nyak, csípő, belek vizsgálatához minimum 7,5 MHz-es lineáris transzducert használunk.

Új ultrahangtechnikák

Az első nagy jelentőségű változás, ami a gyermekgyógyászati ultrahangvizsgálatok területén megjelent, a *Doppler-vizsgálatok* fejlődése volt. Jobb felbontás, magasabb szenzitivitás könnyebbé és értékelhetőbbé tette a vizsgálatokat gyors légzésszámú és szívfrekvenciájú koraszülötteknél, újszülötteknél, síró, mozgó csecsemőknél. Definitív diagnózisra van lehetőség sok kórképben, ahol nincs szükség további képalkotó diagnosztikára, például akut pyelonephritis, vesevéna-thrombosis, akut veseelégtelenség, vena portae és aortathrombosis, here-torzió.

További jelentős lépés a *kontrasztanyagok ultrahangvizsgálatok* megjelenése, amelyek lehetővé teszik a perfúziós változások megjelenítését.

Az ultrahang-kontrasztanyagok a rövid ideig az erekben keringő 2–3 mikron átmérőjű mikrobuborékok révén hozzák létre a kontrasztthatást a hasi parenchymás szövetekben és egyes érterületeken. A vizsgálatához megfelelő ultrahangkészülékre és speciális szoftverre van szükség.

A buborékok mérete alatta marad a vörösvértestekének, a kontrasztanyag intravasculáris, nem jut az interstitialis térbe, az érpályában marad, eltérően a CT-vagy MR-vizsgálatoknál használt kontrasztanyagoktól. A beadás után néhány perccel a tüdőn keresztül ürül ki, nem választódik ki a vesében [1, 2, 3, 4].

Értékes információk nyerhetők a különböző parenchymás szervek focalis laesióiról, elsősorban a májban. Több tanulmány számol be, elsősorban felnőtteknél, hogy a kontrasztanyag ultrahangvizsgálat összehasonlítható a CT-vel a focalis laesiók detektálásában és karakterizálásában [1, 2, 5, 6].

Sajnálatos módon az intravénás ultrahangos kontrasztanyag jelenleg a gyermekgyógyászatban indikáción túli alkalmazásnak számít, bár számos országban, így az Európai Unió országaiban is terjed [7].

Az egyetlen terület, ahol ennek ellenére egyre inkább használatos, a vesicoureteralis reflux diagnosztikája. Alkalmazására számos területen lenne szükség gyermekkorban, hiszen drága, sok esetben altatással járó vizsgálatok kiválthatóak általa, például májtranszplantált gyermekeknél jelentősen megkönnyíti az arteria hepatica ábrázolását, amely Doppler-vizsgálattal az esetek egy részében nem valósítható meg. Vesetranszplantált betegeknél a perfúzió ábrázolása segítséget jelent a rejectio korai észlelésében [8, 9, 10, 11, 12].

Tompa hasi trauma (máj, lép, pancreas, vese) eseteiben könnyíti a diagnózist, a követést [13, 14, 15].

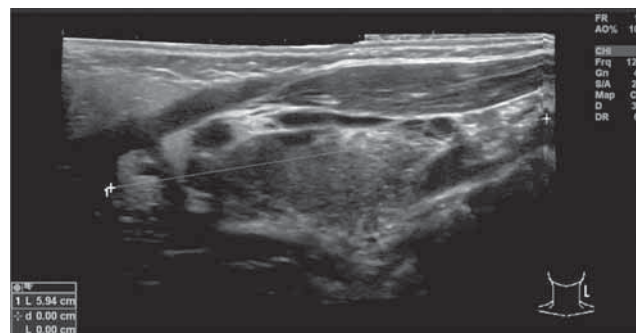
Az úgynevezett *Sono-CT*, magas felbontású és frekvenciájú, UH-technika szubmilliméteres részecskéket tesz láthatóvá. A speciális transzducerek tovább növelik a felbontást. A felharmonikus képalkotás a szöveti határok elkülönítését javítja.

Nagy kiterjedésű elváltozások ábrázolására nyújt lehetőséget a *panorámatechnika*, ahol a képek folyamatos egymás mellé helyezésével lehetőség van a nagy struktúrák egy képen való leképezésére, mérések végzésére (1. ábra).

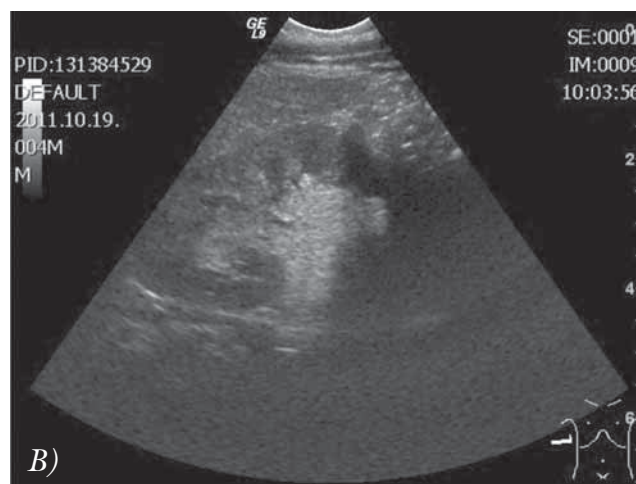
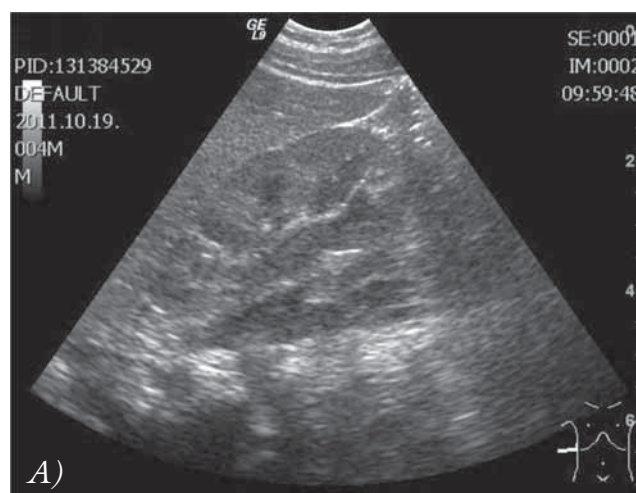
A továbbiakban azokat a lehetőségeket ismertetjük, ahol a modern ultrahangkészülékek birtokában elegendő az ultrahangvizsgálat, amely noninvazív, altatást nem igénylő, relatíve olcsó, így mellett végezhető módszer [16, 17].

Urogenitalis megbetegedések

A gyermekkori vesebetegségek diagnosztikájában az első és egyik legfontosabb az ultrahangvizsgálat. Természetesen sokszor szükség van további, elsősorban funkcionális vizsgálatokra, mint az izotópos módszerek vagy az MR-urográfia, amely mind a morfológia, mind a funkció tekintetében kiváló. Újdonság, hogy az ultrahangvizsgálat, ultrahangos kontrasztanyaggal kiegészítve, alkalmas az eddig „gold standard”-nak számító, pontos, de magas sugárterheléssel járó mictióis ciszturográfia (MCU) kiváltására.



1. ábra | UH-vizsgálat, panorámafelvétel: 6 cm átmérőjű lymphangioma a nyaki régióban – szolid és cystás területekkel



2. ábra | A) Szonocisztográfia: a kontrasztanyag alkalmazása előtt – ép vese
B) Az echódús kontrasztanyag kitölti a feltáguló üregrendszert. VUR grade 3

A modern készülékek érzékeny Doppler-üzemmódja lényegesen jobb érábrázolást tesz lehetővé, kevesebb a mozgási műtermék. Focalis perfúziós zavarok, mint focalis pyelonephritis, tályog, trauma, vesebiopszia utáni infarktusz eseteiben, vesetranszplantáltak perfúziós zavaraiiban jelent segítséget. Intravénás ultrahang-kontraszt-

anyag alkalmazása további pontosítást tesz lehetővé [18, 19].

A *vesicoureteralis reflux* a vizelet visszaáramlása a hólyagból az ureterbe és a vese üregrendszerébe az ureterovesicalis (UV) átmenet normális billentyűfunkciójának hiánya következtében, amely a vizeletelvezető rendszer átmeneti vagy krónikus tágulatához vezet. Az UV-átmenet helyzete, az intravesicalis szegmentum hossza egyaránt befolyással bír a reflux kialakulására. A primer reflux elsősorban újszülöttekben, csecsemőkben fordul elő, fiúknál gyakrabban, mint lányoknál. A szekunder reflux oka lehet bármely eredetű hólyagürülési probléma vagy neurogén hólyag.

Ultrahangvizsgálattal csak a reflux gyanújelei észlelhetők, a vizsgálat során változó üregrendszeri és uretertágulat, vastag pyelonfal, kis vese, a kéreg- és velőállomány elmosódott, keskeny, a parenchyma egyenetlen, a hólyagfal vastag.

Az MCU gold standard vizsgálat a reflux kimutatására, a hólyag és az urethra anatómiai részleteinek ábrázolására, ez azonban jelentős sugárterheléssel járó módszer.

A reflux ultrahang-diagnosztikájában nagy áttörést jelentett az 1990-es évek közepén a stabil mikrobuborékokat tartalmazó ultrahang-kontrasztanyag, a Levovist megjelenése, amelynek intravesicalis alkalmazásával lehetővé vált a mictió szonocisztográfia (MSC).

Európában jelenleg a hasi szervek vizsgálatára kizárólag a második generációs intravenás kontrasztanyag, a SonoVue (Bracco, Olaszország) használható, amelynek intravesicalis alkalmazásáról az elmúlt években több tanulmány jelent meg [20, 21, 22].

A SonoVue kén-hexafluorid gázból (SF₆) és foszfolipoidburokból áll, stabilabb, kisebb mennyiség szükséges a kiváló képalkotáshoz, mint az első generációs kontrasztanyagból, így alkalmazása lényegesen olcsóbb.

A szöveti harmonikus képalkotás és a kontraszt üzemmód alkalmazása növeli a kontrasztot, csökkenti a műtermékeket és így több refluxepizód detektálható [23].

A nagyszámú összehasonlító vizsgálat szerint az MSC igen érzékeny módszernek bizonyult mind a reflux detektálásában, mind a reflux fokozatának meghatározásában.

Az MCU és MSC megegyezik a reflux kizárásában és észlelésében, de az MSC érzékenyebb, és ez utóbbival több és sok esetben magasabb fokozatú reflux látható, mint MCU-val [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30].

Saját gyakorlatunkban, megelőző összehasonlító vizsgálatok után, egy-egy kivételtől eltekintve csak MSC-t végzünk [22] (2. A és B ábra).

Hosszú ideig az MSC legnagyobb hiányosságának az urethra nem kielégítő ábrázolását tekintették. Az elmúlt években több tanulmány foglalkozott az urethra MSC-vel történő vizsgálatával, amelyek során subvesicalis obstrukcióban szenvedő fiúkban megfelelően találták az urethra transperinealis ábrázolását. Saját gyakorla-



3. ábra | Szonocisztográfia, mictio: a kontrasztanyag az ép urethrában látható

tunkban fiúgyermeknél a mictio során minden esetben ábrázolni tudjuk az urethrát [31, 32, 33] (3. ábra).

A reflux fokozatának megállapítása lényeges, hiszen ettől függ a terápiás döntés. A beosztás az ureter és üregrendszer tágulatának súlyosságától függ.

Az MSC során észlelt refluxot az MCU nemzetközi beosztása szerinti öt fokozatba soroljuk [34].

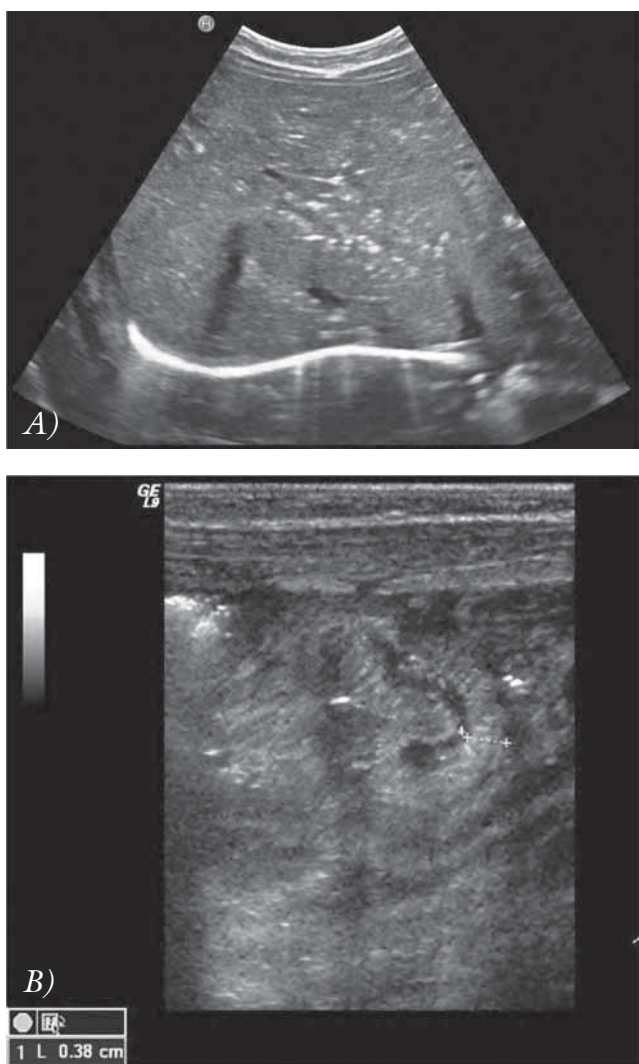
A szonocisztográfiát szülői beleegyezéssel számos európai országban alkalmazzák, kézikönyvekben szerepel, az Európai Gyermekradiológus Társaság által ajánlott vizsgálati protokoll része [35].

Emésztőrendszeri betegségek

A *nekrotizáló enterocolitis* (NEC) gyakori, főleg koraszülötteket sújtó, életveszélyes gastrointestinalis betegség, mortalitása igen magas, különösen, ha olyan súlyos, hogy bélperforációhoz vezet. A súlyos bélnekrózis az esetek többségében az első 10 nap során keletkezik, de a születés után hónapokkal is megjelenhet. Az elváltozás lehet superficialis vagy transmuralis, leginkább a terminális ileumot vagy a proximális colont érinti.

A szülészet és a neonatológia fejlődése következtében megnőtt a kis, éretlen újszülöttek túlélési aránya, és így a NEC által veszélyeztetett populáció egyre nagyobb. A betegség kórisméje a klinikai tüneteken kívül a radiológiai jeleken alapul. A korai diagnózis létfontosságú az adekvát terápia mielőbbi megválasztása érdekében. A képalkotó vizsgálatoknak tehát kiemelt szerepük van a mortalitás csökkentésében. A rutin vizsgáló-követő módszer a natív hasi röntgenvizsgálat.

Az ultrahang a kórkép diagnosztikájában nem általánosan elterjedt, pedig nagyon informatív és érzékeny információt szolgáltat a legtöbb, röntgennel leírt paraméterről, és a körültekintő vizsgálat alkalmas a pneumatosis, a portalis levegő, esetenként még a pneumoperitoneum igazolására is. A röntgennel ellentétben ultrahanggal mérhető a bél fal vastagsága, megítélhető



4. ábra A) UH-vizsgálat, harántmetszet: a májban számtalan apró echódús képlet – portális levegő. NEC
B) UH-vizsgálat a belekről: vastag falú bél, a bélfalban echódús levegő – „zebrajel”. Koraszülött, NEC

echogenitása, valamint detektálhatók a szabad és letokolt folyadékgyülemek, sőt karakterük is leírható (4. A és B ábra).

Különösen nagy a jelentősége a súlyos, nekrozissal, perforációval járó esetekben. Vizsgálataink szerint sok esetben érzékenyebben jelzi a bélperforációt, mint a röntgenfelvétel. Az ultrahangvizsgálat során sűrű belső echókkal teli szabad hasi folyadék ábrázolódik, de a röntgenfelvételen – különösen letokolt perforáció esetében – néha még nem látható szabad levegő [36, 37, 38, 39].

Az *anusatresia* az anus és a rectum fejlődési zavara, amely gyakran fistulával társul. A fistula lehet rectocutan vagy vezethet az urogenitalis rendszerhez. A rectum vak végének meghatározása mind prognosztikai, mind terápiás szempontból lényeges.

Ultrahangvizsgálattal a röntgenfelvételnél pontosabban és korábban határozható meg az atresia magassága, a bőrfelszíntől való távolsága, a sphincter hiánya vagy

megléte. Sok esetben kimutatható az esetleges fistula. Magas frekvenciájú lineáris transzducerrel, perinealis helyzetben végzett vizsgálat során részletesen ábrázolható a medencebemenet, az analis sphincter, az urethra.

A *gyulladásos bélbetegségek* legfőképpen a Crohn-betegséget és colitis ulcerosát jelentik, amelyek egyre gyakrabban jelennek meg gyermekkorban. Elkülönítésük gyakran nagyon nehéz, sokszor nem lehetséges.

A radiológus feladata a morfológiai diagnózis, a betegség lokalizációjának, kiterjedésének, súlyosságának megállapítása, a betegség követése, aktivitásának megítélése és a szövődmények kimutatása.

Az ultrahangvizsgálat szerepe a primer diagnosztikában is jelentős, de elsősorban a követésben legtöbbször önmagában elegendő képalkotó módszer. A gyakori relapsusok, szövődmények kiemelten fontossá teszik a noninvazív vizsgálmódszer alkalmazását. Magas frekvenciájú lineáris transzducerrel ábrázolódik a megvastagodott bélfal (3 mm felett kóros). Color Doppler-vizsgálattal a bélfalban fokozott áramlás látható. A stenosis a proximális bélkacsok tágulatához vezethet. Extraintestinalis elváltozások, mesenteriummegvastagodás, megnagyobbodott regionális nyirokcsomók is láthatók, eléggé érzékeny módszer a fistula, abscessus ábrázolására. Már kis mennyiségű szabad hasi folyadék is kimutatható [40, 41].

Musculoskeletalis rendszer

A magas felbontású ultrahang kiválóan alkalmas a musculoskeletalis rendszer ábrázolására. Míg korábbiakban ezek a vizsgálatok a csípő megbetegedéseire korlátozódtak, manapság kiterjedten alkalmazható az ínak, izmok, ízületek, ligamentumok, idegek, valamint az éretlen csont és porc vizsgálatára. Alkalmas az éretlen csont porcos szerkezetének megítélésére, elsősorban az epiphysis megjelenítésére, amelynek szerkezete attól függ, a csontosodás mely szakaszában van [42, 43, 44].

Fejlődési rendellenességek

A lányoknál gyakrabban előforduló *congenitalis csípő-dysplasia* multifaktoriális okokra visszavezethető fejlődési rendellenesség, amelynek következtében a femurfej diszlokálódhat. Az ultrahangvizsgálat alkalmas a csecsemőkorai csípődysplasia diagnosztizálására. A csontosodási mag megjelenése előtt ábrázolható a femurfej helyzete.

Akut osteomyelitisben ultrahangvizsgálattal korán, a radiológiai tünetek megjelenése előtt látható lágyszövet-oedema, periostealis reakció, subperiostealis folyadékgyülem. Ultrahangvezérelt punctio is végezhető bakteriológiai vizsgálatra. Doppler-vizsgálattal a periosteum körül fokozott áramlás látható. Bár az MR igen érzékeny és korán jelzi a csont és környezete változásait, csecsemőknél az ultrahang alkalmas a korai elváltozások detektálására és a követésére.

A csípőízület *szeptikus arthritisében* a megkésztet diagnózis maradandó elváltozásokhoz, avascularis nekrozishoz, ankylosishoz vezethet. Ultrahangvizsgálattal jól ábrázolódnak a korai ízületi elváltozások, az intraarticularis folyadék sokszor belső echókkal, de szeptikus vagy aszeptikus folyadékgyülem egymástól nem differenciálható. A synovia jelentős megvastagodása szeptikus arthritisre utal. A folyadék punctiója ultrahangvezérelve elvégezhető. Látható a mély lágyrész-duzzanat, periostealis folyadék.

A *törések* ábrázolása továbbra is kétirányú röntgenfelvétellel történik. Ennek ellenére lehetnek az éretlen csonton olyan törések, amelyek a röntgenfelvételen rejtve maradnak, különösen az epiphysisrégióban. Míg röntgenfelvételen az éretlen csont epiphysistörése diszlokált ízületként ábrázolódhat, ultrahangvizsgálattal láthatók a porc- és epiphysistörések, valamint a körülötte kialakuló haematoma, ízületi folyadékgyülem.

Mellkasi megbetegedések

A mellkasi megbetegedések diagnosztikájában első helyen változatlanul a röntgenfelvétel áll. A mellkasi ultrahangvizsgálat egyetlen technikai akadály a légtartó tüdő. Kóros esetben azonban a betegség elfoglalja a levegőt tartalmazó tüdő helyét, lehetővé téve a vizsgálatot. Látjuk a rekesz mozgását, valamint minden, mellkasfalhoz, rekeszhez közeli elváltozást.

A mellkas vizsgálható supraclavicularis, suprasternalis, parasternalis, intercostalis subxyphoideal és transdiaphragmalis betekintésből, a beteg helyzete változtatható, ami tovább javítja a lehetőségeket [45, 46, 47, 48, 49].

A *mellkasfal elváltozásai* közül az elülső mellkasfal fájdalommentes teriméje leggyakrabban bordadeformitás következménye. A porcos bordadeformitás jól ábrázolható ultrahanggal, röntgenfelvételen nem látható.

Bár a bordatörés elsődleges diagnosztikája a röntgenfelvétel, sok esetben röntgenen nem, de UH-val jól látható a törés vagy a periosteummegvastagodás, subperiostealis haematoma.

A lágyrész-elváltozások közül a leggyakoribb a haemangioma, amely jól körülhatárolt, homogén, szolid terime, gazdagon erezett. A lymphangioma cysticus terime, septált, áramlást nem mutat (1. ábra).

A *pleuralis űr* kiválóan vizsgálható. Már igen minimális, 3–5 ml mennyiségű pleuralis folyadékgyülem detektálható ultrahanggal. Az egyszerű folyadék echómentes, amely légzéssel helyzetét változtatja. A folyadékgyülem lehet sűrű, törmelék, septumokat tartalmazhat. Szerkezetének ismerete lényeges a terápia megválasztása szempontjából. A folyadék követése ultrahanggal számos röntgenvizsgálattól kíméli meg a beteget.

A *tüdő* csak kóros esetben vizsgálható. Ultrahangvizsgálattal atelectasia és pneumonia között nem tudunk különbséget tenni. Mindkettő májhoz hasonló szerkezetű, amelyben többszörös lineáris, echódús, levegővel

telt bronchusok láthatók. Mellkasfalhoz, rekeszhez közeli abscessusok jól láthatók, UH-vezérléssel drén helyezhető be.

A *congenitalis cysticus adenomatoid malformatio (CCAM)*, *avagy congenitalis pulmonalis légúti malformatio (CPAM = congenital pulmonary airway malformation)* a tüdő rendezetlen tüdőszövetből álló hamartómája, amely a bronchusfal ritkán közlekedik. Ultrahangvizsgálattal sokszor már intrauterin felállítható a diagnózis. Körülírt, cystosus, gyakran vegyes szerkezetű terime van a tüdőben, amelyet, ha tünetet nem okoz, elégséges a spontán regresszióig ultrahanggal kontrollálni.

A *tüdősequestratio* bronchopulmonalis előbél-malformatio, a kóros tüdőrészt a bronchusfal nem közlekedik, vérellátását a szisztémás keringésből kapja (aorta), vénás elvezetése a venae pulmonales felé (intralobaris forma) vagy a szisztémás vénák (vena azygos, vena cava inferior) felé (extralobaris forma) történik. Az extralobaris formának saját pleuraboritása van. Ultrahangvizsgálattal legtöbbször már intrauterin jól körülírt, szolid terime látható a mellkasban a rekesz felett, amelyben vaskos érkepletek figyelhetők meg. Doppler-vizsgálattal az erekben artériás keringés detektálható. Gyakran kimutatható az artériák aortából (mellkasi vagy hasi) való eredése.

A *rekesz* elsősorban csecsemőknél jól vizsgálható, látható a rekesz mozgása, összehasonlítható a két oldal. A leggyakoribb kérdés, hogy rekeszrelaxáció vagy -bénulás okozza-e a kóros rekeszállást.

A rekeszsérv diagnózisa praenatalisan és újszülöttkorban egyaránt jól felállítható ultrahanggal. Hiatushernia folyadékkal telt gyomor eseteiben általában látható, de kis, intermittáló herniák sokszor nem diagnosztizálhatók.

Az *ép thymus* röntgenvizsgálattal igen nagy méretbeli és formabeli variációt mutat. Mellkasfelvételen általában 3–4 éves korig jól látható, mint a mediastinumot egyik vagy mindkét oldalon kiszélesítő (kontúralkotó), relatíve sugáráteresztő lágyrész-képlet. Jellegzetes vitorlaszerű alakja, hullámos kontúrja. A thymus a környező szerveken kompressziót nem okoz.

Ultrahangvizsgálattal jugularis betekintésből tisztázható a mellkasfelvételen látható, kétséges eredetű terime. A thymus homogén szerkezetű, a pajzsmirigynél valamivel echószegényebb szolid képlet, amely később a zsíros involutio következtében magasabb echogenitású lesz, kezdetben csak kis, echódús pöttyök formájában, majd pedig az egész szervet érintően.

Központi idegrendszer

A beteg koraszülöttek *agyállományának* ábrázolására kiváló, érzékeny módszer a koponya-ultrahangvizsgálat, noha ma már tudjuk, vannak korlátai. Fokozottan vonatkozik ez az érett újszülöttekre, ahol több területen az MR alkalmasabb az elváltozás detektálására.

Az ultrahangvizsgálat változatlanul az első választandó módszer, óriási előnye, hogy ágy mellett végezhető, ismételhető, a sokszor instabil, kritikus állapotban lévő koraszülött-újszülött szállítást, mozgatót nem igényel.

A nagykutatáson keresztül, magas felbontású, kisméretű transzducerrel végzett vizsgálaton kívül akusztikus ablakként használható a kiskutacs, a temporalis régió és mastoidealis régió. A közeltér vizsgálatára (subduralis tér, sinusok) nagy felbontású lineáris transzducerre van szükség. Doppler-vizsgálattal ábrázolhatók az arteria cerebri anteriorok, az arteria pericallosa, a Willis-kör, a thalamostriatalis erek, valamint a sinusok és a nagyobb vénák.

A vizsgálat fő indikációja a vérzés, hydrocephalus, tumor, sinusthrombosis (szepszis, véralvadási zavar stb.), fejlődési rendellenességek [50, 51, 52, 53].

Számos korlátot ismerünk: perifériás, corticalis és epiduralis/subduralis/subarachnoideal is laesiók, fehérállományi laesio ábrázolása, anyagcsere-betegségek, kisebb állományi vérzések, tumor, corticalis fejlődési rendellenességek.

A koraszülöttekre jellemző *germinalismátrix*-vérzés jól ábrázolható, követhető, de különösen a kisebb állományi vérzések esetében az MR érzékenyebb.

Igen jó módszer a *hydrocephalus* ábrázolásában, követésében, söntbehelyezés utáni állapotokban.

A *periventricularis leukomalacia* a koraszülöttek második leggyakoribb betegsége. A korai fehérállományi laesiót nem látjuk ultrahanggal, csak amikor már megjelennek a porencephaliás cysták.

Az érett újszülöttek leggyakoribb, legnagyobb mortalitással járó idegrendszeri betegsége a *hypoxiás-ischaemiás encephalopathia* (HIE), az asphyxia. Ultrahangvizsgálattal diffúz, homogén vagy heterogén fokozott állományi echogenitás látható, a fehér- és szürkeállomány közti differencia eltűnik, sokszor a basalis ganglionok és a thalamus fokozott reflektivitású. A Dopplervizsgálat emelkedett agyi áramlási értéket mutathat [51].

A *gerinc* az első két hónapban, a csigolyávek záródásáig nagyon jól vizsgálható ultrahanggal. Látható a myelon, a körülötte lévő subarachnoideal is tér, a filum terminale, meghatározható a conus helyzete. Diagnosztizálható a kipányvázott gerinc, spinalis lipoma, vérzés [54].

Ultrahangvezérelt intervenció

Ultrahangvezérléssel többfajta intervencióra van lehetőség. Számos előnye van, hiszen akár ágy mellett is végezhető, altatást sem feltétlenül igényel. Ugyanakkor a látómező korlátozott a CT/MR vezérelt intervenciókhoz viszonyítva. Ultrahangvezérléssel kis elváltozások is megszűrhetők, szövettani minta nyerhető a parenchymás szervekből, felületes lágyrés- és izomterimekből, pajzsmirigyből, nyirokcsomókból, emlőből, ízületi és mellkasi folyadékgyülemekből. Segítségével drenálás végezhető

tályogból, percutan drén vezethető be a tág veseüregrendszerbe [55].

Az invaginatio azonnali diagnózist és terápiát – desinvaginációt – igénylő akut betegség. Ultrahanggal felállítható a diagnózis, amelynek terápiája a hydrostaticus desinvaginatio vagy a levegőbefúvás. A hydrostaticus desinvaginatio történhet képerősítő mellett vagy ultrahangvezérléssel.

Következtetések

Az új ultrahang-technikai lehetőségek megnövelték az ultrahangvizsgálat diagnosztikus jelentőségét. Ideális első vizsgálat újszülöttek, csecsemők és gyermekek esetében, gyakran önmagában alkalmas a pontos diagnosztikára. Relatív olcsó, ágy mellett is végezhető, a gyermek számára nem megterhelő, s alkalmazásával drága, invazív vizsgálatok elkerülhetők. Nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy ezek a lehetőségek csak a legmodernebb készülékekkel, gyermekek vizsgálatára alkalmas vizsgálófejekkel, gyakorlott vizsgáló kezében működnek.

Irodalom

- [1] Claudon, M., Dietrich, C. F., Choi, B. I., et al.: Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver – Update 2012: a WFUMB-EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. *Ultraschall Med.*, 2013, 34, 11–29.
- [2] Trillaud, H., Bruel, J. M., Valette, P. J., et al.: Characterization of focal liver lesions with SonoVue®-enhanced sonography: International multicenter-study in comparison to CT and MRI. *World J. Gastroenterol.*, 2009, 15, 3748–3756.
- [3] Harkányi, Z.: Role of contrast-enhanced ultrasound in clinical practice. [A kontrasztanyag ultrahangvizsgálatok szerepe a klinikai gyakorlatban.] *Magyar Radiológia*, 2008, 82, 262–272. [Hungarian]
- [4] Járny, Á., Gyab, O., Miklós, K., et al.: Technical prerequisites and methodology of contrast-enhanced ultrasound examinations. [A kontrasztanyag ultrahangvizsgálatok technikai feltételei és vizsgálati módszerei.] *Magyar Radiológia*, 2012, 86, 74–82. [Hungarian]
- [5] Járny, Á., Tóth, P., Gyab, O., et al.: Differentiation of benign liver lesions and hepatic metastases with contrast-enhanced ultrasound: a practical approach. [A gyakoribb benignus májgócok elkülönítése hepaticus metastasisoktól kontrasztanyag ultrahangvizsgálattal – Metodikai megfontolások.] *Magyar Radiológia Online*, 2013, 4, 9. [Hungarian]
- [6] Seitz, K., Bernatik, T., Strobel, D., et al.: Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) for the characterization of focal liver lesions in clinical practice (DEGUM multicenter trial): CEUS vs. MRI – a prospective comparison in 269 patients. *Ultraschall Med.*, 2010, 31, 492–499.
- [7] Riccabona, M., Arni, F. E., Damasio, M., et al.: ESPR Uroradiology Task Force and ESUR Paediatric Working Group – Imaging recommendations in paediatric uroradiology, Part V: Childhood cystic kidney disease, childhood renal transplantation and contrast-enhanced ultrasonography in children. *Pediatr. Radiol.*, 2012, 42, 1275–1283.
- [8] McCarville, M. B.: Contrast-enhanced sonography in pediatrics. *Pediatr. Radiol.*, 2011, 41(Suppl. 1), S238–S242.

- [9] *Benozzi, L., Cappelli, G., Granito, M., et al.*: Contrast-enhanced sonography in early kidney graft dysfunction. *Transplant. Proc.*, 2009, *41*, 1214–1215.
- [10] *Piskunowicz, M., Kosiak, W. T., Batko, T.*: Intravenous application of second-generation ultrasound contrast agents in children: A review of the literature. *Ultraschall Med.*, 2012, *33*, 135–140.
- [11] *Zheng, R. Q., Mao, R., Ren, J., et al.*: Contrast-enhanced ultrasound for the evaluation of hepatic artery stenosis after liver transplantation: Potential role in changing the clinical algorithm. *Liver Transpl.*, 2010, *16*, 729–735.
- [12] *Darge, K., Papadopoulou, F., Ntoulia, A., et al.*: Safety of contrast-enhanced ultrasound in children for non-cardiac applications: a review by the Society for Pediatric Radiology (SPR) and the International Contrast Ultrasound Society (ICUS). *Pediatr. Radiol.*, 2013, *43*, 1063–1073.
- [13] *Oldenburg, A., Hohmann, J., Skrok, J., et al.*: Imaging of paediatric splenic injury with contrast-enhanced ultrasonography. *Pediatr. Radiol.*, 2004, *34*, 351–354.
- [14] *Valentino, M., Serra, C., Pavlica, P., et al.*: Blunt abdominal trauma: diagnostic performance of contrast-enhanced US in children – initial experience. *Radiology*, 2008, *246*, 903–909.
- [15] *Valentino, M., Galloni, S. S., Rimondi, M. R., et al.*: Contrast-enhanced ultrasound in non-operative management of pancreatic injury in childhood. *Pediatr. Radiol.*, 2006, *36*, 558–560.
- [16] *Riccabona, M.*: Modern pediatric ultrasound: potential applications and clinical significance. A review. *J. Clin. Imaging*, 2006, *30*, 77–86.
- [17] *Coley, B. D.*: The future of pediatric US. *Pediatr. Radiol.*, 2011, *41*(Suppl 1), S220–S227.
- [18] *Mitterberger, M., Pinggera, G. M., Colleselli, D., et al.*: Acute pyelonephritis: comparison of diagnosis with computed tomography and contrast-enhanced ultrasonography. *BJU Int.*, 2008, *101*, 341–344.
- [19] *Harkányi, Z.*: Opportunities of contrast-enhanced ultrasound in childhood. [A kontrasztanyag ultrahangvizsgálatok lehetőségei gyermekkorban.] *Magyar Radiológia*, 2012, *86*, 69–73. [Hungarian]
- [20] *Ascenti, G., Zimbaro, G., Mazziotti, S., et al.*: Harmonic US imaging of vesicoureteric reflux in children: usefulness of a second generation US contrast agent. *Pediatr. Radiol.*, 2004, *34*, 481–487.
- [21] *Papadopoulou, F., Anthopoulou, A., Siomou, E., et al.*: Harmonic voiding urosonography with a second-generation contrast agent for the diagnosis of vesicoureteral reflux. *Pediatr. Radiol.*, 2009, *39*, 239–244.
- [22] *Kis, E., Nyitrai, A., Várkonyi, I., et al.*: Voiding urosonography with second-generation contrast agent versus voiding cystourethrography. *Pediatr. Nephrol.*, 2010, *25*, 2289–2293.
- [23] *Darge, K., Moeller, R. T., Trusen, A., et al.*: Diagnosis of vesicoureteric reflux with low-dose contrast-enhanced harmonic ultrasound imaging. *Pediatr. Radiol.*, 2005, *35*, 73–78.
- [24] *Darge, K., Troeger, J.*: Vesicoureteral reflux grading in contrast-enhanced voiding urosonography. *Eur. J. Radiol.*, 2002, *43*, 122–128.
- [25] *Zimbaro, G., Ascenti, G., Visalli, C., et al.*: Contrast-enhanced ultrasonography (voiding urosonography) of vesicoureteral reflux: state of the art. *Radiol. Med.*, 2007, *112*, 1211–1224.
- [26] *Darge, K.*: Voiding urosonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. I. Procedure. *Pediatr. Radiol.*, 2008, *38*, 40–53.
- [27] *Darge, K.*: Voiding urosonography with US contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. II. Comparison with radiological examinations. *Pediatr. Radiol.*, 2008, *38*, 54–63.
- [28] *Giordano, M., Marzolla, R., Puteo, F., et al.*: Voiding urosonography as first step in the diagnosis of vesicoureteral reflux in children: a clinical experience. *Pediatr. Radiol.*, 2007, *37*, 674–677.
- [29] *Darge, K.*: Voiding urosonography with US contrast agent for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children: an update. *Pediatr. Radiol.*, 2010, *40*, 956–962.
- [30] *Berrocal, T., Gayá, F., Arjonilla, A., et al.*: Vesicoureteral reflux: diagnosis and grading with echo-enhanced cystosonography versus voiding cystourethrography. *Radiology*, 2001, *221*, 359–365.
- [31] *Berrocal, T., Gayá, F., Arjonilla, A.*: Vesicoureteral reflux: can the urethra be adequately assessed by using contrast-enhanced voiding US of the bladder? *Radiology*, 2005, *234*, 235–241.
- [32] *Duran, C., Valera, A., Alguersuari, A., et al.*: Voiding urosonography: the study of the urethra is no longer a limitation of the technique. *Pediatr. Radiol.*, 2009, *39*, 124–131.
- [33] *Riccabona, M.*: Contrast ultrasound of the urethra in children. *Eur. Radiol.*, 2003, *13*, 1494–1495.
- [34] *Lebowitz, R. L., Olbing, H., Parkkula, K. V., et al.*: International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr. Radiol.*, 1985, *15*, 105–109.
- [35] *Riccabona, M., Ayni, F. E., Blickman, J. G., et al.*: Imaging recommendations in paediatric uro-radiology: minutes of ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography, Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr. Radiol.*, 2008, *38*, 138–145.
- [36] *Faingold, R., Daneman, A., Tomlinson, G., et al.*: Necrotizing enterocolitis: assessment of bowel viability with color Doppler US. *Radiology*, 2005, *235*, 587–594.
- [37] *Epelman, M., Daneman, A., Navarro, O. M., et al.*: Necrotizing enterocolitis: review of state-of-the-art imaging findings with pathologic correlation. *RadioGraphics*, 2007, *27*, 285–305.
- [38] *Jenei, M., Várkonyi, I., Nyitrai, A., et al.*: Necrotizing enterocolitis in neonatology: comparison of the role of ultrasound and X-ray. [Nekrotizáló enterocolitis a neonatológiában: a röntgenés ultrahangvizsgálat szerepének összehasonlítása.] *Magyar Radiológia*, 2010, *84*, 224–232. [Hungarian]
- [39] *Muchantef, K., Epelman, M., Darge, K., et al.*: Sonographic and radiographic imaging features of the neonate with necrotizing enterocolitis: correlating findings with outcomes. *Pediatr. Radiol.*, 2013, *43*, 1444–1452.
- [40] *Alison, M., Kheniche, A., Azoulay, R., et al.*: Ultrasonography of Crohn disease in children. *Pediatr. Radiol.*, 2007, *37*, 1071–1082.
- [41] *Duigenan, S., Gee, M. S.*: Imaging of pediatric patients with inflammatory bowel disease. *Am. J. Roentgenol.*, 2012, *199*, 907–915.
- [42] *Karmazyn, B.*: Ultrasound of pediatric musculoskeletal disease: from head to toe. *Semin. Ultrasound CT MRI*, 2011, *32*, 142–150.
- [43] *Martinoli, C., Valle, M., Malattia, C., et al.*: Paediatric musculoskeletal US beyond the hip joint. *Pediatr. Radiol.*, 2011, *41*(Suppl. 1), S113–S124.
- [44] *Farbaky, Zs.*: Fundamentals of musculoskeletal ultrasonography. 2nd expanded edition. [A mozgásszervi ultrahangvizsgálat alapjai. 2. bővített kiadás.] Budapest, Tordas, 2007. [Hungarian]
- [45] *Coley, B. D.*: Chest sonography in children: current indications, techniques, and imaging findings. *Radiol. Clin. North Am.*, 2011, *49*, 825–846.
- [46] *Mong, A., Epelman, M., Darge, K.*: Ultrasound of the pediatric chest. *Pediatr. Radiol.*, 2012, *42*, 1287–1297.
- [47] *Riccabona, M.*: Ultrasound of the chest in children (mediastinum excluded). *Eur. Radiol.*, 2008, *18*, 390–399.
- [48] *Tomà, P., Owens, C. M.*: Chest ultrasound in children: critical appraisal. *Pediatr. Radiol.*, 2013, *43*, 1427–1434.
- [49] *Barta, M.* (ed.): Atlas for ultrasonographic diagnosis of the chest. [Mellkasi ultrahang-diagnosztika: atlasz.] Meditel Kft., Szombathely, 2008. [Hungarian]
- [50] *Guillerman, R. P.*: Infant craniospinal ultrasonography: beyond hemorrhage and hydrocephalus. *Semin. Ultrasound CT MRI*, 2010, *31*, 71–85.

- [51] *Yikilmaz, A., Taylor, G. A.*: Cranial sonography in term and near-term infants. *Pediatr. Radiol.*, 2008, *38*, 605–616.
- [52] *Veyrac, C., Couture, A., Saguintaab, M., et al.*: Brain ultrasonography in the premature infant. *Pediatr. Radiol.*, 2006, *36*, 626–635.
- [53] *Miller, E., Daneman, A., Doria, A. S., et al.*: Color Doppler US of normal cerebral venous sinuses in neonates: a comparison with MR venography. *Pediatr. Radiol.*, 2012, *42*, 1070–1079.
- [54] *Dick, E. A., de Bruyn, R.*: Ultrasound of the spinal cord in children: its role. *Eur. Radiol.*, 2003, *13*, 552–562.
- [55] *Thapa, M., Vo, J. N., Shiels, W. E. 2nd.*: Ultrasound-guided musculoskeletal procedures in children. *Pediatr. Radiol.*, 2013, *43* (Suppl. 1), S55–S60.

(Kis Éva dr.,
 Budapest, Bókay J. u. 53., 1083
 e-mail: kis.eva@med.semmelweis-univ.hu)

FIZESSEN ELŐ AZ ORVOSI HETILAPRA 2014-BEN IS!



Szeretne hozzájutni a legújabb orvosi ismeretekhez?
 Szeretne hiteles forrásból tájékozódni?
 Elvárja, hogy értéket kapjon a pénzéért?

Fizessen elő az Orvosi Hetilap 2014-es évfolyamára!

Éves előfizetési díjak:

- nyomtatott + online előfizetés: 24 700 Ft/év
- csak online hozzáférés: 15 560 Ft/év

Előfizetési szándékát a journals@akkrt.hu e-mail címen,
 az (1) 464 8200 telefonszámon vagy a www.orvosihetilap.com
 honlapon jelezheti.

HA MÁR ELŐFIZETŐNK, NE FELEDJE EL MEGHOSSZABBÍTANI ELŐFIZETÉSÉT!