

A mágneses rezonanciavizsgálat jelentősége a magzati központi idegrendszeri malformációk praenatalis diagnosztikájában

JOÓ JÓZSEF GÁBOR DR. ■ RIGÓ JÁNOS JR. DR.

Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, I. Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Budapest

Az MR-vizsgálat mint képalkotó eljárás egyre elterjedtebb a praenatalis diagnosztikában is. A módszert előnyei elsősorban a központi idegrendszeri fejlődési rendellenességek kórismézésében teszik egyre inkább nélkülözhetetlenné. Megbízhatósága – akárcsak az ultrahang-diagnosztikában – jelentősen függ a vizsgáló személy felkészültségétől, amely a központi idegrendszeri anatómia ismeretén túl multidiszciplináris szemléletmódot is igényel. Azon malformációk esetén, amelyekben a kora terhességi diagnózishoz ismételt vizsgálatok szükségesek (például velőcső-záródási rendellenességek), az ultrahang előnyösebb az MR-technikánál. Az intrauterin fertőzések, illetve a fossa posterior fejlődési rendellenességei esetén ugyanakkor a két képalkotó eljárás kitűnően egészíti ki egymást. Ugyancsak jelentős az MR-módszer a magzati ventriculomegalia prognózisának felállításában, valamint a magzati idegrendszer ischaemiás állapotainak rövid távú felismerésében. Az ultrahangfelvétel értékelhetőségét nehezítő tényezők (anyai obesitas, oligohydramnion) esetén az MR-technika szerepe jelentősen felértékelődhet a végső kórisme felállításában. Hátránya (egyelőre) nehezebb hozzáférhetősége, az ultrahangnál kisebb költséghatékonyasága, valamint a megfelelő felkészültségű szakemberek korlátozott száma.

Kulcsszavak: mágneses rezonanciavizsgálat, MRI, ultrahang-diagnosztika, központi idegrendszeri rendellenességek, méhen belüli fertőzések, magzati ventriculomegalia

Importance of magnetic resonance investigations in the prenatal diagnostics of malformations of the fetal central nervous system

MRI investigation, as an imaging technique, has been gaining more and more importance in prenatal diagnostics. It has become essential due to its advantages in diagnosing the malformations of the central nervous system. Similarly to ultrasonography, its reliability is greatly dependent on the knowledge of the person performing the investigation. In addition to the knowledge of the exact anatomy of central nervous system, the researcher should have a multidisciplinary approach. In the case of malformations where repeated investigations are needed to provide a diagnosis in early pregnancy (e.g. neural tube defects), ultrasonography is more effective than MRI. In case of intrauterine infections and malformations of the posterior fossa, however, the two imaging techniques are excellent supplements to each other. MRI also plays an important role in making the prognosis for fetal ventriculomegaly, as well as in the short term diagnosis of ischaemias affecting the fetal nervous system. Difficulties in evaluating ultrasonographic images (owing to maternal obesity, oligohydramnion) render MRI an important technique in making the final diagnosis. Currently, the drawbacks of MRI include reduced accessibility, poor cost-effectiveness and shortage of skilled experts in this technique.

Keywords: magnetic resonance investigation, MRI, ultrasound diagnostics, malformations of the central nervous system, intrauterine infections, fetal ventriculomegaly

(Beérkezett: 2009. április 1.; elfogadva: 2009. május 6.)

Az MR-vizsgálat mint képalkotó eljárás egyre elterjedtebb a praenatalis diagnosztikában is. A több ábrázolható sík, valamint a nagyobb ábrázolt terület elsősorban a központi idegrendszer fejlődési rendellenességeinek vizualizálásában teszi mindinkább nélkülözhetetlen képalkotó eljárássá a módszert [1, 2, 3].

Napjaink szülészeti gyakorlatában a magzati anatómia megítélésének első számú eszköze az ultrahang-diagnosztika. Így van ez a magzat központi idegrendszerének vizsgálatánál is, noha a korlátozott felbontóképeség – különösen az ultrahang vizsgálófejének közvetlen közelében levő szövetek, illetve a csontos koponya által

részben „árnyékolt” fossa posterior vonatkozásában – némileg behatárolja az eljárás értékelhetőségét [4, 5]. A magzati MR-diagnosztika a fejlődő agy parenchymájának pontosabb ábrázolása mellett a kóros és normális szövetek differenciálásában is igen megbízható módszer. Jelenleg az MR-technika fő alkalmazási területe az ultrahangvizsgálattal észlelt rendellenességek jelenlétének megerősítése, esetleg társuló – szonográfiailag nem ábrázolódó – malformatiók vizualizálása [4, 5]. Minthogy napjainkban az in utero sebészeti eljárások [6, 7, 8, 9] is egyre szélesebb körben alkalmazottak, a magzati MR-módszer ezek előkészítésében, megtervezésében is jelentős szerepet kap(hat); elég példaként a II. típusú Chiari-malformatio [10], vagy éppen a meningomyelocele magzati korban végzett sebészi kezelését említeni, amely beavatkozások preoperatív tervezésében az MR-vizsgálat nélkülözhetetlennek tekinthető. Mai tudásunk szerint az MR-technika veszélyt, kockázatot a magzatra nézve nem jelent. Amennyiben a módszer korlátait, hiányosságait tekintjük, elsősorban a magzat vizsgálat közbeni mozgásait kell említsük. Noha az MR-vizsgálat során a képképzés nagy sebességű, mégis az „exponálás” alatti magzati mozgás – különösen az első, illetve második trimeszterben – számottevően ronthatja a nyert kép minőségét. Esetenként ugyancsak nehézséget jelenthet a magzati agy kis mérete, amely némileg behatárolhatja a módszer értékelhetőségét [2, 11].

MR-technikák

A magzati MR-vizsgálatokat többnyire 1,5 teszlás szkennereken végzik. A speciális eljárások közül említésre érdemes az úgynevezett DWI-módszer (diffusion-weighted imaging), amelynek lényege, hogy az agyszövetben található vízmolekulák Brown-mozgásának kimutatása révén az agyszövet elváltozásainak egészen korai ábrázolása lehetővé tehető [11, 12, 13]. A DTI-technika (diffusion tensor imaging) a fehérállományban található idegpályákról nyújthat információt. Noha mindkét eljárás igen értékes, klinikai alkalmazhatóságukat behatárolja a viszonylag hosszabb „exponálási idő”, illetve az anyai és magzati mozgásokkal szembeni érzékenység [11, 12, 13]. Az ¹H-MRS-módszer (¹H-magnetic resonance spectroscopy) az agyszövet anyagcseréjének vizsgálatára alkalmas; hátrányát a körülbelül 30 perces vizsgálati idő, valamint az anyai és magzati mozgásokkal szembeni érzékenység jelenti. Napjainkban fő felhasználási területe elsősorban a központi idegrendszer kísérletes vizsgálatai [11, 12, 14, 15]. Az úgynevezett fMR-vizsgálat (functional magnetic resonance imaging) főleg az agyszövetnek a véroxigén-szint változásaira adott válaszában vizsgálatában használható [11, 12, 14, 15]. E módszer is egyelőre inkább a kutatás területén kerül alkalmazásra. Noha a speciális MR-technikák a praenatalis diagnosztikában sokat ígérőek, ám napjainkban érdemi klinikai jelentőséggel egyelőre csupán a konvencionális magzati MR-vizsgálat rendelkezik.

A normális fejlődést mutató magzati agy ábrázolása mágneses rezonancia technikával

Az MR-felvételek megfelelő értékelése magas szintű fejlődéstani ismereteket igényel. A magzati agy fejlődése során az idegsejtek migrációja, majd a gyratio, illetve myelinisatio folyamata figyelhető meg. A germinális mátrixból kiinduló idegsejt-migráció a 7–8. terhességi héten megy végbe. Az ebben az időszakban végzett MR-vizsgálat a T1-síkban a germinális mátrixot hiperintenzíven, míg a T2-síkban hipointenzíven ábrázolja. A 20. terhességi héten kialakul a corticalis lemez [16, 17, 18]. Ez a T1-síkú képeken erős jellel, míg a T2-síkú felvételeken gyenge jellel ábrázolódik. Az úgynevezett corticalis „aljlemez” (subplate), amely a fejlődő agy átmeneti struktúrája, a 22. terhességi héten ábrázolódik legkifejezettebben, s nagyjából a 30. hétre eltűnik. A corticalis „aljlemez” főleg a T2-síkú felvételeken jelenik meg intenzíven [19, 20].

A magzati agy MR-technikával történő ábrázolása során a 20–35. terhességi hét között drámai változások figyelhetők meg. E közel 4 hónapos időszakban az agyriás szerkezetű agyszövet felszínén a barázdák kialakulása révén végbemegy a gyratio folyamata. Az elsődleges barázdák nagyjából a 20–24. terhességi hét között, a másodlagos barázdák a 24. hét körül, míg a harmadlagos barázdák a 28–35. hét között alakulnak ki. A barázdák MR-technikával történő ábrázolása szinte megfelel a fetopatológiai vizsgálat pontosságának [19, 20, 21, 22].

A myelinisatio folyamata körülbelül a 20. terhességi héten kezdődik és egészen a postnatalis 3. életévig tart. A folyamat a központi idegrendszer minden területén caudalis irányból rostralis irányba halad. Az agykéregben a folyamat koncentrikus terjedést mutat. A myelinisatio ábrázolására elsősorban a T1-síkú felvételek alkalmasak [20, 21].

A mágneses rezonancia technika klinikai alkalmazása a magzat központi idegrendszeri rendellenességeinek ábrázolásában

Velőcső-záródási rendellenességek

Az anencephalia praenatalis diagnosztikájában az ultrahangtechnika igen megbízható; e rendellenesség kapcsán az MR-vizsgálat klinikai jelentősége csekély [23]. Encephalokele esetén az MR-vizsgálat elsősorban az esetlegesen társuló malformatiók (például Joubert-szindrómában a fossa posterior malformatiói) [24] felismerésében bírhat jelentőséggel. Spina bifida kapcsán a mágneses rezonancia technika inkább – főleg a laesio lokalizációját illetően – megerősítő információkkal szolgálhat [25, 26].

Ventriculomegalia

A ventriculomegalia sokkal inkább tünet, mint malformatio. E tünet szonográfiai diagnózisát az oldalkamra axiális síkú vizsgálata biztosítja a kamrai atriumnak megfelelő területen. Amennyiben az MR-technika által nyervehető esetleges többletinformációkat kívánjuk áttekinteni, elsősorban a prognosztika [27, 28], illetve a ventriculomegaliához társuló malformatiók, közülük is a lissencephalia, meningokele, holoprosencephalia, valamint az intraventricularis vérzés kell, hogy hangsúlyt kapjanak [29, 30]. Ezzel együtt az irodalom erősen megosztott abban a tekintetben, hogy az MR-technika valóban értékes kiegészítést nyújt-e az ultrahang-diagnosztika mellett [27, 28, 29, 30].

Dandy–Walker-szindróma

A magzati központi idegrendszer MR-vizsgálata lehetővé teszi a vermis morfológiájának és méretének megítélését, segítve ezzel a Dandy–Walker-szindróma differenciáldiagnózisát. Ezen túlmenően a sagittális és axiális síkokban a tentorium cerebelli, valamint a fossa posterior és a IV. agykamra egymáshoz való viszonya is nagyon pontosan megítélhető. További jelentősége az MR-technikának e malformatio kórismézésében, hogy jelentősen segíti az esetlegesen társuló rendellenességeket (például corpus callosum dysgenesis, polymicrogyria, hydrocephalus) felismerését [13, 31, 32].

Holoprosencephalia

Holoprosencephalia esetén az MR-technika elsősorban a szonográfiai diagnózis megerősítésére használható. Abban az esetben, ha a vastag anyai hasfal a falx cerebri, illetve más középvonali struktúrák vizsgálatát megnehezíti, MR-vizsgálattal mód van ezek informatívabb ábrázolására. [13, 33]. Minden szempontot mérlegelve az ultrahang-diagnosztika megbízhatósága, pontossága nem igényli feltétlenül egy drágább és – adott esetben – nehezebben hozzáférhető módszer megerősítését [34, 35].

Microcephalia

A microcephalia ultrahangdiagnózisa jól definiált módon a fejkörfogatnak a medián értéknél 3 SD-vel kisebb nagysága esetén állítható fel. Abban az esetben, ha e diagnosztikai kritérium nem teljesül, a homloklebény relatív méretének, illetve az agy vérellátásának szonográfiai vizsgálata segítséget nyújthat a kórismézésben. A microcephalia súlyos eseteiben, főleg, ha a kutacsok kis mérete szűk „akusztikus ablakot” nyújt az ultrahangvizsgálathoz, a mágneses rezonancia technika nagy segítséget jelenthet. A magzati MR-vizsgálat ugyanis – a kórosan rövid frontooccipitalis, illetve biparietalis átmérők pontos ábrázolásán túl – lehetővé teszi a gyér gyralis raj-

zolat vizualizálását is [3, 13, 16, 17, 36]. Akármelyik képalkotó eljárás mellett döntünk is, szem előtt kell tartani, hogy a microcephalia egy tünet, amely feltétlenül szükségessé teszi a háttérben álló ok azonosítását [16, 17, 36].

Corpus callosum dysgenesis

Ellentétben az ultrahangtechnikával, amely a corpus callosumot időnként csak korlátozottan képes ábrázolni, az MR-vizsgálat a terhesség utolsó heteiben a képlet nagyon pontos megjelenítésére, illetve az esetleges patológiás elváltozások ábrázolására is kiválóan alkalmas [13, 16, 17, 37]. A rendellenesség diagnosztikájában a 21–35. terhességi hét között az ultrahang-diagnosztika hatékonysága meghaladja az MR-technikáét; a terhesség utolsó néhány hetében azonban már az utóbbi módszer is igen megbízhatónak tekinthető [17, 37].

A kisagy és a fossa posterior malformatiói

Az e csoportba tartozó rendellenességek kiválóan kórismézhetők az MR-technika révén. Egyes tanulmányok [38, 39] a fossa posterior szonográfiai vizsgálata kapcsán 50% körülire becsülik a téves kórismék arányát, figyelembe véve a postnatalis, illetve a patológiai vizsgálatok eredményeit. Olyan rendellenesség-csoportról van tehát szó, amelynek praenatalis követését, a terhesség lezárásának módját és időpontjának megválasztását, illetve a postnatalis kezelést érdemben befolyásolhatja az ultrahangvizsgálat által nyert információkhoz képest az MR-vizsgálat révén rendelkezésre álló többletismeret [13, 26, 38].

Lissencephalia

Az I. típusú lissencephaliában (megvastagodott cortex, széles, lapos gyrusok, megkevesbedett fehérállomány) az MR-technika elsősorban a társuló rendellenességek (agytörzs, kisagy, corpus callosum eltérései) ábrázolására alkalmas. A II. típusú lissencephaliával járó bizonyos körképek, mint a Walker–Warburg-szindróma diagnosztizálásában az MR-technikát viszonylag gyakran használják, mivel alkalmas a fossa posterior, az agykamratágulat, valamint az esetleges szemrendellenességek pontos ábrázolására [13, 16, 19, 40].

Polymicrogyria

Az idegrendszeri myelinisatio döntően a szülést követően zajlik le, de már a terhesség utolsó trimeszterében is vizualizálható; kimutatására elsősorban az MR-technika alkalmas. A corticalis struktúra fejlődését illetően a *polymicrogyria* méhen belüli diagnosztizálásában az MR-vizsgálat lényegesen megbízhatóbb, mint a szonográfia [13, 16, 19, 41].

Schizencephalia

Az MR-technika elsősorban a rendellenesség porencephaliától, illetve az arachnoidealis cystától való differenciáldiagnózisában bír jelentőséggel [13, 16].

Hemimegalencephalia

A 20. terhességi hét körül az agyféltekék eltérő mérete *hemimegalencephalia* lehetőségét veti fel. E malformatio esetén az MR-technika a 3. trimeszterben a társuló rendellenességként előforduló fokozott myelinisatio felismerése révén nyújthat többletinformációt [42]. Értékes megfigyelés, hogy míg magzati korban az ultrahangvizsgálat csupán az esetek 1%-ában igazol aszimmetrikus ventriculomegaliát, addig a neonatológiai vizsgálat részeként történő koponya-ultrahangvizsgálat ezt az arányt 20–40% közöttinek határozza meg [43]. Amennyiben az oldalkamrai átmérő prae-natalis meghatározására MR-vizsgálat segítségével kerül sor, az aszimmetrikus ventriculomegaliás esetek aránya jóval meghaladja az 1%-ot, vagyis nagyobb pontossággal esik egybe a postnatalis vizsgálatok során nyert adatokkal [13, 16, 43].

Intracranialis daganatok

E malformatiók kórismézése szempontjából fontos, hogy a Doppler-ultrahangtechnika a körülbelül 35. terhességi héttől képes a daganat megnövekedett vérátáramlásának kimutatására. Az MR-technika alkalmas arra, hogy elkülönítse a tumorokat a haematomától, azonosítsa a necroticus területeket, valamint – intracranialis lipoma esetén – megerősítse zsírszövet jelenlétét a daganatban. Sclerosis tuberosában – elsősorban a 21–32. terhességi hét között, illetve a postnatalis időszakban – az MR-vizsgálat diagnosztikus hatékonysága felülmúlja az ultrahangtechnikáét [2, 3, 5, 44, 45].

Intracranialis vérzés, fertőzések

A magzati korban bekövetkező vascularis eredetű agyi történések korai felismerésében az MR-technika rendkívül hatékony, míg a hosszabb távú központi idegrendszeri következmények kimutatásában a szonográfia kiváló kiegészítést jelent [28, 30, 36, 46, 47]. Az intracranialis vérzés a mágneses rezonanciavizsgálat T1-síkú ábrázolásán hiperintenzív, míg a T2-síkú felvételein hipointenzív területek képében jelenik meg, de a jelintenzitás erőssége minden esetben összefügg a vérzéses esemény stádiumával [12, 13, 16, 46, 47].

Congenitalis vírusfertőzések gyanúja gyakran képezi magzati MR-vizsgálat javallatát. A leggyakoribb szóba jövő fertőző ágens a cytomegalovírus. A központi idegrendszeri parenchyma fokális vagy diffúz krónikus károsodása nagyszerűen ábrázolódik a T2-síkú képeken.

Ezzel összefüggésben a vírusfertőzés szövődményeként általában kialakuló agykamratágulat, microcephalia, porencephalia, valamint az idegszövet megkevesbedése is kiválóan mutatkozik az MR-felvételeken [13, 48, 49].

Congenitalis herpeszvírus-fertőzés esetén az idegrendszeri érintettség következtében kialakuló súlyos agyszöveti parenchymakárosodás felismerésében az MR-vizsgálat egyes irodalmi adatok alapján hatékonyabb, mint a szonográfia [50].

Következtetés

A központi idegrendszeri rendellenességek méhen belüli vizsgálatában az ultrahang-diagnosztika, valamint az MR-vizsgálat együttes alkalmazása időnként túlzó és felesleges, ám bizonyos esetekben, egymást kiegészítő előnyeik okán, jelentősen növelheti a diagnosztika hatékonyságát. Mindkét módszer megbízhatósága jelentősen függ a vizsgáló felkészültségétől, amely a normális és kóros központi idegrendszeri anatómia részletes és alapos ismeretén túl multidiszciplináris szemléletmódot is igényel.

Azon rendellenességek esetén, amelyekben a kora terhességi kórismézéshez ismételt vizsgálatok szükségesek (például velőcső-záródási rendellenességek), a szonográfia nyilvánvalóan előnyösebb az MR-technikánál. Ugyancsak az ultrahangmódszer választandó inkább esetleges corpus callosum dysgenesis igazolására is.

Az intrauterin cytomegalovírus-fertőzés, illetve a fossa posterior fejlődési rendellenességei esetén a két képalkotó eljárás szinergikus hatása kitűnően használható.

Az MR-technika szintén igen értékes információt adhat a magzati ventriculomegalia prognózisának felállításában.

A magzati idegrendszer ischaemiás állapotainak (például anyai trauma, monochorialis ikerpár elhalása után) rövid távú felismerésében az MR-vizsgálat az elsőként választandó képalkotó eljárás.

A szonográfiai kép értékelhetőségét nehezítő tényezők (anyai obesitas, oligohydramnion) esetén az MR-technika értékes segítséget nyújthat a vizsgált rendellenesség kórisméjének felállításában.

Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az MR-technika egyelőre nehezebben hozzáférhető, mint az ultrahang-diagnosztika, kevésbé költséghatékony, ezenkívül a megfelelő felkészültségű vizsgálószemélyzet is kevésbé elérhető.

Irodalom

- [1] Levine, D., Barnes, P. D., Edelman, R. R.: Obstetric MR imaging. *Radiology*, 1999, 211, 609–617.
- [2] Girard, N., Raybaud, C., Gambarelli, D. és mtsai: Fetal brain MR imaging. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.*, 2001, 9, 19–56.
- [3] Merzoug, V., Ferey, S., Andre, C. és mtsai: Magnetic resonance imaging of the fetal brain. *J. Neuroradiol.*, 2002, 29, 76–90.

- [4] *Barnewolt, C. E., Estroff, J. A.*: Sonography of the fetal central nervous system. *Neuroimaging Clin. N. Am.*, 2004, 14, 255–271.
- [5] *Frates, M. C., Kumar, A. J., Benson, C. B. és mtsai*: Fetal anomalies: comparison of MR imaging and US for diagnosis. *Radiology*, 2004, 232, 398–404.
- [6] *Fichter, M. A., Dornseifer, U., Henke, J. és mtsai*: Fetal spina bifida repair-current trends and prospects of intrauterine neurosurgery. *Fetal Diagn. Ther.*, 2008, 23, 271–286.
- [7] *Eggink, A. J., Roelofs, L. A., Feitz, W. F. és mtsai*: Delayed intrauterine repair of an experimental spina bifida with a collagen biomatrix. *Pediatr. Neurosurg.*, 2008, 44, 29–35.
- [8] *Bruner, J. P.*: Intrauterine surgery in myelomeningocele. *Semin Fetal Neonatal Med.*, 2007, 12, 471–476.
- [9] *Gardiner, H. M.*: In utero intervention for severe congenital heart disease. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.*, 2008, 22, 49–61.
- [10] *Coakley, F. V.*: Role of magnetic resonance imaging in fetal surgery. *Top Magn. Reson. Imaging*, 2001, 12, 39–51.
- [11] *Glenn, O. A., Barkovich, A. J.*: Magnetic resonance imaging of the fetal brain and spine: an increasingly important tool in prenatal diagnosis, part 1. *Am. J. Neuroradiol.*, 2006, 27, 1601–1611.
- [12] *Garel, C.*: New advances in fetal MR neuroimaging. *Pediatr. Radiol.*, 2006, 36, 621–625.
- [13] *Tao, G., Yem, D. T.*: Magnetic resonance imaging of the fetal brain abnormalities. *Neuroembryol., Aging* 2008, 5, 49–55.
- [14] *Brugger, P. C., Stubr, F., Lindner, C. és mtsai*: Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *Eur. J. Radiol.*, 2006, 57, 172–181.
- [15] *Dietrich, R. B., Cohen, I.*: Fetal MR imaging *Magn Reson Imaging Clin. N. Am.*, 2006, 14, 503–522.
- [16] *Salomon, L. J., Garel, C.*: Magnetic resonance imaging examination of the fetal brain ultrasound. *Obstet. Gynecol.*, 2007, 30, 1019–1032.
- [17] *Parazzini, C., Righini, A., Rustico, M. és mtsai*: Prenatal magnetic resonance imaging: brain normal linear biometric values below 24 gestational weeks. *Neuroradiology*, 2008, 50, 877–883.
- [18] *Herman-Sucharska, I., Bekiesinska-Figatowska, M., Urbanik, A.*: Fetal central nervous system malformations on MR images. *Brain & Development*, 2009, 31, 185–199.
- [19] *Prayer, D., Kasprian, G., Krampl, E. és mtsai*: MRI of normal fetal brain development. *Eur. J. Radiol.*, 2006, 57, 199–216.
- [20] *Glenn, O. A.*: Fetal central nervous system MR imaging. *Neuroimaging Clin. N. Am.*, 2006, 16, 1–17.
- [21] *Rados, M., Judas, M., Kostovic, I.*: In vitro MRI of the brain development. *Eur. J. Radiol.*, 2006, 57, 187–198.
- [22] *Abe, S., Takagi, K., Yamamoto, T. és mtsai*: Assessment of cortical gyrus and sulcus formation using magnetic resonance image in small-for-gestational-age fetuses. *Prenat. Diagn.*, 2004, 24, 333–338.
- [23] *Robrbach, M., Chitayat, D., Drake, J. és mtsai*: Prenatal diagnosis of fetal exencephaly associated with amniotic band sequence at 17 weeks of gestation by fetal magnetic resonance imaging. *Fetal Diagn. Ther.*, 2007, 22, 112–115.
- [24] *Doherty, D., Glass, I. A., Seibert, J. R.*: Prenatal diagnosis in pregnancies at risk for Joubert syndrome by ultrasound and MRI. *Prenat. Diagn.*, 2005, 25, 442–447.
- [25] *Appasamy, M., Roberts, D., Pilling, D. és mtsai*: Antenatal ultrasound and magnetic resonance imaging in localizing the level of lesion in spina bifida and correlation with postnatal outcome. *Ultrasound. Obstet. Gynecol.*, 2006, 27, 530–536.
- [26] *Lee, Y. M., Simpson, L. L.*: Major fetal structural malformations: the role of new imaging modalities. *Am. J. Med. Genet. C. Semin. Med. Genet.*, 2007, 145C, 33–44.
- [27] *Reddy, U. M., Filly, R. A., Copel, J. A.*: Prenatal imaging; ultrasound and magnetic resonance imaging. *Obstet. Gynecol.*, 2008, 112, 145–157.
- [28] *Benacerraf, B., Shipp, T. D., Bromley, B. és mtsai*: What does magnetic resonance imaging add to the prenatal sonographic diagnosis of ventriculomegaly. *J. Ultrasound. Med.*, 2007, 26, 1513–1522.
- [29] *Breysem, L., Bosman, H., Dymarkowski, S.*: The value of fast MR imaging as an adjunct to ultrasound in prenatal diagnosis. *Eur. Radiol.*, 2003, 13, 1538–1548.
- [30] *Valsky, D. V., Ben Sira, I., Porat, S.*: The role of magnetic resonance imaging in the evaluation of isolated mild ventriculomegaly. *J. Ultrasound. Med.*, 2004, 23, 519–523.
- [31] *Calabro, F., Arcuri, T., Jenkins, J. R.*: Blake's pouch cyst: an entity within the Dandy-Walker continuum. *Neuroradiology*, 2000, 42, 290–295.
- [32] *Chen, S. C., Simon, E. M., Haselgrove, J. C. és mtsai*: Fetal posterior fossa volume: assessment with MR imaging. *Radiology*, 2006, 238, 997–1003.
- [33] *Toma, P., Costa, A., Magnano, G. M. és mtsai*: Holoprosencephaly: prenatal diagnosis by sonography and magnetic resonance imaging. *Prenat. Diagn.*, 1990, 10, 429–436.
- [34] *Twickler, D. M., Magee, K. P., Caire, J.*: Second-opinion magnetic resonance imaging for suspected fetal central nervous system abnormalities. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2003, 188, 492–496.
- [35] *Whitby, E. H., Paley, M. N., Sprigg, A.*: Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging in 100 singleton pregnancies with suspected brain abnormalities. *BJOG*, 2004, 111, 784–792.
- [36] *Steinlin, M., Zurrer, M., Martin, E. és mtsai*: Contribution of magnetic resonance imaging in the evaluation of microcephaly. *Neuropediatrics*, 1991, 22, 184–189.
- [37] *Gabrielli, O., Carloni, I., Coppa, G. V.*: MR analysis of the corpus callosum. *AJNR*, 1997, 18, 1793–1794.
- [38] *Wald, M., Lawrenz, K., Deutinger, J.*: Verification of anomalies of the central nervous system detected by prenatal ultrasound. *Ultraschall Med.*, 2004, 25, 214–217.
- [39] *Paladini, D., Volpe, P.*: Posterior fossa and vermian morphometry in the characterization of fetal cerebellar abnormalities: a prospective three-dimensional ultrasound study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2006, 27, 482–489.
- [40] *Ghai, S., Fong, K. W., Toi, A. és mtsai*: Prenatal US and MR imaging findings of lissencephaly: review of fetal sulcal development. *Radiographics*, 2006, 26, 389–405.
- [41] *Barkovich, A. J., Rowley, H., Bollen, A.*: Correlation of prenatal events with the development of polymicrogyria. *AJNR*, 1995, 16, 822–827.
- [42] *Yagishita, A., Arai, N., Tamagawa, K.*: Hemimegalencephaly: signal changes suggesting abnormal myelination on MRI. *Neuroradiology*, 1998, 40, 734–738.
- [43] *Grossman, R., Hoffman, C., Mardor, Y.*: Quantitative measurements of human fetal brain development in utero. *Neuroimage*, 2006, 33, 463–470.
- [44] *Cavalheiro, S., Moron, A. F., Hisaba, W.*: Fetal brain tumors. *Childs Nerv. Syst.*, 2003, 19, 529–536.
- [45] *Pierre-Kahn, A., Sonigo, P.*: Malformative intracranial cysts: diagnosis and outcome. *Childs Nerv. Syst.*, 2003, 19, 477–483.
- [46] *Dicuonzo, F., Palma, M., Fiume, M. és mtsai*: Cerebrovascular disorders in the prenatal period. *J. Child. Neurol.*, 2008, 23, 1260–1266.
- [47] *Gorincour, G., Rypens, F., Lapierre, C.*: Fetal magnetic resonance imaging in prenatal diagnosis of cerebellar haemorrhage. *Ultrasound. Obstet. Gynecol.*, 2006, 27, 78–80.

- [48] *Picone, O., Simon, I., Benachi, A. és mtsai:* Comparison between ultrasound and magnetic resonance imaging in assessment of fetal cytomegalovirus infection. *Prenat. Diagn.*, 2008, 28, 753–758.
- [49] *Benoist, G., Salomon, L. J., Moblo, M. és mtsai:* Cytomegalovirus-related fetal brain lesions: comparison between targeted ultrasound examination and magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2008, 32, 900–905.
- [50] *Duin, L. K., Willekes, C., Baldewijns, M. M.:* Major brain lesions by intrauterine herpes simplex virus infection: MRI contribution. *Prenat. Diagn.*, 2007, 27, 81–84.

(Joó József Gábor dr.,
Budapest, Baross utca 27., 1088
 e-mail: joogabor@hotmail.com)



Reha-Klinik NATURANA

36364 Bad Salzschlirf, Németország

Orvoscsoapatunk erősítéséhez keresünk **Osztályos orvost (szakvizsga nélkül is)**, valamint **Neurológus szakvizsgával rendelkező orvost (adjunktusi beosztásra)**

140 ágyas klinikánkon neurológiai, ortopédiai, belgyógyászati és baleseti sebészeti osztályokon kezeljük a betegeket.

Klinikánk a legmodernebb diagnosztikai felszereltséggel és terápiás lehetőségekkel rendelkezik.

Ha Ön jól beszél és ír németül, és magas kereseti lehetőségre vágyik, akkor jelentkezzen klinikánkra orvosnak.

Segítségére leszünk a lakáskeresésnél és a munkába való beilleszkedésnél is.

Várjuk jelentkezését az alábbi elérhetőségeken:

Főorvos Dr. Chaker (a budapesti Semmelweis Egyetemen diplomázott)

Reha-Klinik NATURANA

Bonifatiusstraße 7, 36364 Bad Salzschlirf, Németország

Telefon: 00496648-58-905, telefax: 00496648-58-580, e-mail: chaker@naturana.net