

SPECULUM

Geburtshilfe / Frauen-Heilkunde / Strahlen-Heilkunde / Forschung / Konsequenzen

Prayer D, Brugger PC

Pränatale Magnetresonanztomographie

*Speculum - Zeitschrift für Gynäkologie und Geburtshilfe 2005; 23 (2)
(Ausgabe für Schweiz), 13-13*

*Speculum - Zeitschrift für Gynäkologie und Geburtshilfe 2005; 23 (2)
(Ausgabe für Österreich), 13-19*

Homepage:

www.kup.at/speculum

**Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche**

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031112 M, Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

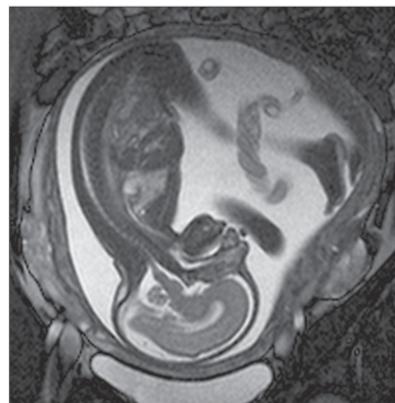
Dann sind Sie hier richtig



Pränatale Magnetresonanztomographie

D. Prayer, P. C. Brugger

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist eine Schnittbildmethode, welche ohne Verwendung von Röntgenstrahlen Bilder aus dem Körperinneren liefert. Die Bildentstehung beruht dabei auf der Anwendung von Magnetfeldern. Bisher ist kein schädigender Einfluß dieser Methode auf Feten bekannt [1]. Auch auf die Embryonalentwicklung gibt es bei Feldstärken bis zu 4T keinen nachweisbaren schädigenden Einfluß [2]. Als Vorsichtsmaßnahme wird die fetale MR-Untersuchung jedoch an den meisten Zentren erst nach der vollendeten 17. SSW durchgeführt, weil dann die wesentlichsten Schritte der Organogenese sicher abgeschlossen sind. Bereits 1995 wurde vom American College of Obstetricians and Gynecologists die Anwendung der MRT nach dem 1. Trimenon in Fällen empfohlen, bei denen ungünstige Bedingungen für die Ultraschalluntersuchung vorlagen [3]. Seitdem wurde die Methode der ultraschnellen Bildgebung insofern weiterentwickelt, als nun mittels unterschiedlicher Parameter in der MRT verschiedene Gewebeeigenschaften (Abb. 1, 2, 3) und Funktionszustände dargestellt werden können, deren Erfassung dem Ultraschall aus methodischen Gründen nicht möglich ist [4, 5]. Außerdem ist es gelungen, die Akquisitionsdauer für eine Bilderserie auf rund 20–30 Sekunden zu verkürzen. Das erlaubt eine Wiederholung einer solchen Serie im Fall einer Beeinträchtigung der Bildqualität durch fetale Bewegungen. Diese Wiederholungen sind in der durchschnittlichen Gesamtuntersuchungszeit von etwa 30 Minuten eingeplant. Tabelle 1 enthält die wesentlichsten Informationen für Zuweiser und schwangere Frauen über den Untersuchungsablauf, Tabelle 2 faßt die allgemeinen und speziellen MR-Indikationen zusammen.



1: Sagittale Schichtführung durch einen Fetus in der 27. SSW. Durch das große „Field of View“ kann der ganze Fetus abgebildet werden. Das Profil, einschließlich des harten und weichen Gaumens, ist beurteilbar. Intrazerebral erkennt man kortikal den Beginn der Formation der Zentralregion, Hirnstamm und Kleinhirn. Die räumliche Auflösung ist groß genug, um kleine Strukturen wie das Chiasma opticum darzustellen. Intrauterin zeigt sich darüber hinaus eine regelrechte Nabelschnur, die – im Querschnitt getroffen – 3 Gefäße aufweist.

Tabelle 1: MRT-Informationen für Zuweiser und Schwangere: Was müssen Zuweiser und Patientin vor einer MR-Untersuchung berücksichtigen?

1. Die MRT ist keine Screeningmethode; ein aktueller Ultraschallbefund sowie alle relevanten anamnestischen Informationen sollten daher vorliegen.
2. Die zukünftigen Eltern müssen über die eventuellen Konsequenzen der Ergebnisse der MRT informiert sein und ihr schriftliches Einverständnis mit der Untersuchung geben.
3. Bei bekannter Klaustrophobie sollte, falls die MRT als absolut notwendig betrachtet wird, eine Sedierung in Betracht gezogen werden.
4. Die Untersuchung kann in Rücken- oder Seitenlage der Schwangeren durchgeführt werden.
5. Die Anwesenheit einer Begleitperson im Untersuchungsraum ist möglich und erwünscht.
6. Die Dauer der Untersuchung beträgt rund 30 Minuten. Während dieser 30 Minuten werden immer wieder jeweils ca. 20 Sekunden dauernde sogenannte „Sequenzen“ durchgeführt. Während dieser Sequenzen werden die Bilder akquiriert, dazwischen werden aufgrund der fetalen Bewegungen die exakten Schichtebenen neu angepaßt bzw. die Parameter geändert. Manche Sequenzen erzeugen Lärm in Form eines lauten Klopfens. Die Schwangere und die Begleitperson erhalten daher einen Gehörschutz. Der Fetus hört diese Geräusche [6], jedoch sehr abgeschwächt, da sie durch die Bauchwand der Mutter gedämpft werden [7].
7. Ein bis zwei mal werden während der Untersuchung Atemkommandos erteilt, wobei ein Atemanhalten von maximal 15 Sekunden notwendig ist. Das dient dazu, eine bestimmte Sequenz durchzuführen, deren Qualität durch mütterliche Atembewegungen beeinträchtigt werden könnte.
8. Die Schwangere sollte eine halbe Stunde vor der Untersuchung nichts essen oder trinken, da Kindesbewegungen 30 Minuten nach der Nahrungsaufnahme am stärksten sind [8]. Eine Ausnahme bilden Indikationen, bei denen die Beurteilung der fetalen Bewegungen im Vordergrund stehen.

Die häufigsten Indikationen zur fetalen MRT

Nachdem die fetale MRT anfangs überwiegend zur Abklärung von Fehlbildungen des zentralen Nervensystems (ZNS) verwendet wurde, gibt es auf diesem Gebiet die meisten Erfahrungen [9–12].

In den letzten Jahren wurde die fetale MRT auch zunehmend zur Beantwortung von Extra-ZNS-Fragestellungen eingesetzt [13–16], die jüngste Indikationsgruppe betrifft erworbene Störungen [17].

ZNS

Fehlbildungen

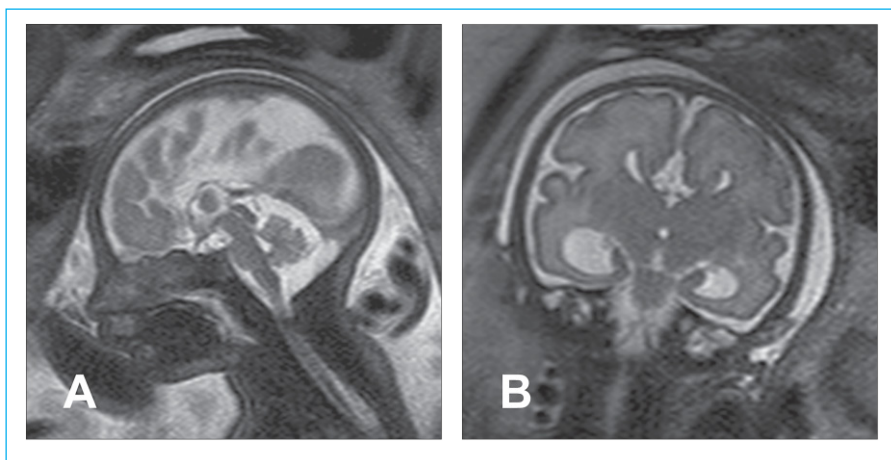
Bei Fehlbildungen des ZNS hängt die Prognose meist nicht von einer großen malformativen Veränderung ab, sondern von assoziierten Störungen, deren Darstellung dem Ultraschall eventuell nicht möglich

ist. Bei der Balkenagenesie (Abb. 2) tragen beispielsweise assoziierte Störungen der kortikalen Entwicklung (Polymikrogyrie, schizenzephalische Spalten), Fehlstellung der Hippocampi und Fehlbildungen entlang der Hypothalamus-Hypophysen-Achse mehr zur klinischen Präsentation bei als der fehlende Balken selbst [18].

Gerade bei Fehlbildungen der hinteren Schädelgrube hat sich gezeigt, daß die Entscheidung zum Schwangerschaftsabbruch häufig in Anbetracht mangelnder Information über die vorliegende Pathologie und ihre Prognose fällt [19, 20]. Eine zu große hintere Schädelgrube kann sowohl als Normvariante (Abb. 3) als auch im Rahmen einer zystischen Fehlbildung vorkommen [21]. Beim Formenkreis der Dandy-Walker-Malformationen ist es möglich, anhand der Segmentierung des Wurmes prognostische Aussagen über die intellektuelle Entwicklung zu treffen [22].

Tabelle 2: Allgemeine und spezielle Indikationen zur fetalen MRT

Allgemeine Indikationen	MRT
Mütterliche Fettleibigkeit, Oligohydramnion, für US ungünstige Lage des Feten	Keine Einschränkung der Beurteilbarkeit
Informationen, die methodische Möglichkeiten des US überschreiten	Auch in späteren Schwangerschaftswochen noch Darstellung des gesamten Inhaltes des Uterus auf einem Bild möglich. Nachweis kleiner Strukturen (z. B. Hirnnerven) oder differenzierter Gewebesignale (graue/weiße Hirnsubstanz, Darminhalt) siehe auch Tab 3. Keine Behinderung durch Schallschatten
Spezielle Indikationen	
Intrauterine Wachstumsrestriktion (IUGR)	Differentialdiagnose zwischen fetalen und extrafetalen Ursachen (Plazenta!)
Anamnestisch Kinder mit Fehlbildungen, unklare Aborte oder Totgeburten	Identifikation von Syndromen, bzw. maternalen Faktoren (Plazenta-insuffizienz)
Mütterliche Erkrankungen mit möglicher Auswirkung auf den Fetus (virale Infektionen, Lupus erythematodes ...)	Darstellung pathologischer Veränderungen in fetalen Organen bzw. in der Plazenta
Polyhydramnion	Darstellung von Ösophagus, Schluck- und Atembewegungen, bei Nieren auch Aussagen über Funktion möglich
Lungenreife bei drohender Frühgeburt, Oligohydramnion, Lungenhypoplasie, IUGR	Volumetrie und Messung der Signalintensität der fetalen Lungen
(Verdacht auf) Fehlbildung	Erfassung des ganzen Ausmaßes von ZNS- oder Extra-ZNS-Fehlbildungen – dadurch meist Syndromzuordnung möglich – Hinweis auf Prognose, ev. genetischen Hintergrund
Verdacht auf fetale Hypoxämie oder Infektion (maternale Hypoxämie, Eklampsie, Infektion, prämaturner Blasensprung, schwerer Diabetes mellitus)	Frühe Erfassung ischämischer Veränderungen des fetalen Hirns bzw. von Plazentaläsionen
Fetale Tumoren	Abgrenzung, Darstellung der Binnenstruktur, Durchblutung, Invasivität, Steal-Phänomene
Verdacht auf postnatale Instabilität bei Vorliegen einer unmittelbar postnatal oder intrapartum einer chirurgischen Therapie bedürftigen Pathologie	Informationen, die prätherapeutisch notwendig sind (z. B. Lage der Trachea bei Halstumor)
Zwillinge oder Mehrlinge mit feto-fetalem Transfusionsyndrom	Darstellung des Ausmaßes der Organmitbeteiligung der Feten bzw. der Plazenta
Uteruspathologien, die Einfluß auf die fetale Entwicklung nehmen könnten	Plazenta percreta, accreta, große Myome, Plazentatumoren
Abbruch geplant	Bestätigung/ Widerlegung der zu dieser Maßnahme führenden Bedingungen
Verdacht auf intrauterine Blutung	Umschriebene Blutungen und Blutdurchmischung der Amnionflüssigkeit sind im MRT gut zu erkennen.



2: SSW 30, Fetus mit Balkenagenesie, **A.** Medianes Schnittbild: Fehlender Balken, radiäre Gyrierung an der Medialfläche der Hemisphäre. Der Aquädukt und die Vierhügelplatte unauffällig. Der Hirnstamm zeigt dorsal dunklere Signale als ventral, was der normalen, dort bereits in dieser SSW vorhandenen Myelinisierung entspricht. Im Profil geringe Retrognathie. **B.** Frontales Schnittbild. Typische Konfiguration der Seitenventrikel, die auf Grund der medial der Vorderhörner erkennbaren Probst'sche Bündel weit auseinander stehen. In den erweiterten Temporalhörnern erkennt man eine nahezu senkrecht stehende Hippocampusformation, was einer Malrotation entspricht. Die Gyrierung ist symmetrisch, eine pathologische Konfiguration des frontalen Anteils des Gyrus cinguli, wie sie im Rahmen der Balkenagenesie zu erwarten ist, besteht. Intrazerebral ist die zell dichtere und daher dunklere Stammganglienregion von der helleren weißen Substanz, die ebenfalls in entwicklungsbedingt unterschiedliche Graustufen gegliedert ist, abgrenzbar.

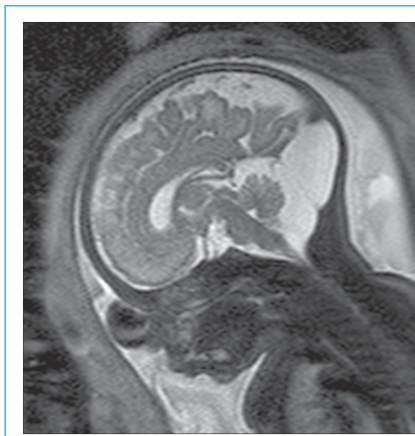
Eine Erweiterung der Seitenventrikel kann unterschiedliche Ursachen haben, die mit verschiedenen Prognosen vergesellschaftet sind [23]. Die MRT kann Fehlbildungen von erworbenen Ursachen wie posthämorrhagischem Hydrozephalus unterscheiden. Außerdem hat sich gezeigt, daß eine milde Ventrikulomegalie bei fehlendem Nachweis assoziierter Störungen in der MRT eine günstige Prognose besitzt [24].

Erworbene zerebrale Störungen

Was erworbene Störungen betrifft, so steht die Früherfassung zerebrovaskulärer ischämischer und hämorrhagischer Schäden im Vordergrund. Die MRT hat sich bei der Erfassung kleiner Läsionen wesentlich sensitiver erwiesen als die Sonographie [24]. Das Gleiche gilt für die Früherfassung von Ischämien [25, 26]. Bei entzündlichen Erkrankungen ergeben sich oft charakteristische Befundmuster, bei denen sich Ultraschall- und MR-Informationen ergänzen [27].

Extra-ZNS

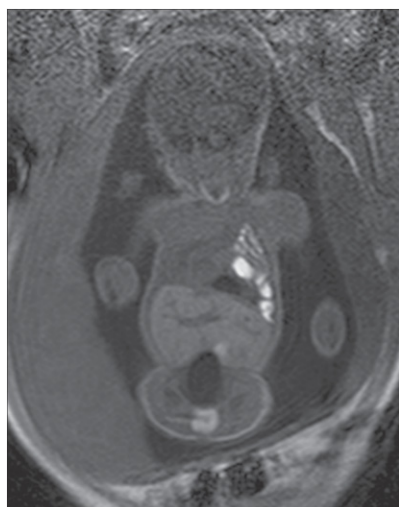
Außerhalb des ZNS liefert die MRT wesentliche Informationen über die Lungentwicklung [14, 28–30]. Bei kongenitalen Zwerchfellhernien kann eine Prognose betreffend das Volumen funktionsfähigen



3: 33 SSW. In dieser sagittalen Schnittführung erkennt man einen hochstehenden Torculus Herophili, eine große hintere Schädelgrube, die von einer zerebellären Falz durchzogen wird, sowie einen sonst unauffälligen Inhalt der hinteren Schädelgrube, wobei insbesondere kein Hinweis auf eine Gewebekompression besteht. Auch supratentoriell regelrechte Verhältnisse. Die Diagnose lautet daher Megacisterna magna. Neurologische Symptome sind hier nicht zu erwarten.

Lungengewebes erstellt werden. MR-tomographisch lassen sich eindeutig die in den Thorax verlagerten Organe (Leber, Magen, Darm) nachweisen (Abb. 4). Anhand der Morphologie und mittels MR erhobener metrischer Parameter kann man frühzeitig jene Feten identifizieren [31], welche von einer intrauterinen Therapie profitieren könnten [32].

Im Rahmen anderer Umstände (z. B. frühzeitiger Blasensprung, Wachstumsrestriktion) kann es ebenfalls zu einer Beeinträchtigung des Lungenwachstums und der Lungenreifung kommen. Auch in solchen Fällen können durch die MRT Aussagen über den Entwicklungsstand der fetalen Lungen getroffen werden, was eine bessere prognostische Einschätzung ermöglicht



4: Fetus in der 32. SSW mit linksseitiger kongenitaler Zwerchfellhernie, koronale Schichtführung. Mit Hilfe der hier verwendeten Kontrastparameter können intrathorakal mit Mekonium gefüllten Darmanteile sehr hell dargestellt werden. Die Leber, die ist etwas weniger hell als Mekonium, liegt intrabdominal. Am Hals ist auch die Glandula thyroidea zu erkennen.

und Einfluß auf das postnatale Management haben kann.

Gewisse fetale Pathologien, wie z. B. Halstumoren mit Kompression der Trachea, kardiale Fehlbildungen oder Fehlbildungen, die die Lungenentwicklung beeinträchtigen, lassen eine postnatale Instabilität des Neugeborenen erwarten. Diese postnatale Instabilität ermöglicht nach der Geburt keine Schnittbilddiagnostik. Informationen, die Voraussetzung für eine chirurgische Therapie sind, müssen daher pränatal erworben werden. Besonders wichtig ist das im Falle einer geplanten EXIT-Prozedur [33, 34].

Komplexe Fehlbildungen

Fehlbildungen können nur ein Organsystem (z. B. nur das ZNS, den Thorax oder den Gastrointestinaltrakt) oder mehrere Organsysteme (z. B. oro-facio-digitale Syndrome, neuro-okulo-kutane Syndrome) betreffen. Eine möglichst exakte morphologische Darstellung des Ausmaßes der Organbeteiligung ist nicht nur aus prognostischen Gründen wesentlich. Oft wird erst dadurch eine genaue Syndromzuordnung möglich, die Rückschlüsse auf einen genetischen Hintergrund erlaubt. Beispielsweise treten 40 % aller kardialen Rhabdomyome im Rahmen eines Bourneville-Pringle-Syndroms (Tuberöse Sklerose) auf [35] (Abb. 5). Während isolierte kardiale Rhabdomyome mit einer günstigen Prognose assoziiert sind, ist beim Bourneville-Prin-

Tabelle 3: MR-Informationen bei sonographischen Problemen im Kopf/Halsbereich, in Anlehnung an [50]

Sonographische Probleme	MR-Information
Schallschatten durch knöchernen Schädel/Schädelbasis; dadurch eingeschränkte Beurteilbarkeit der hinteren Schädelgrube und des oberen Zervikalmarks	Ungestörte Beurteilbarkeit der angegebenen Strukturen, einschließlich pathologischer Veränderungen wie Blut, Ödem, raumfordernde Prozesse
Kopf im mütterlichen Becken transversal fixiert – sagittale Schichtführung nicht möglich	Jede Schichtführung möglich
Abstand Schallkopf – infratentorielle Strukturen bei Ventrikulomegalie zu groß, um verwertbare Bilder zu erhalten	siehe oben
Hyperechogene intrakranielle Tumore und Blutungen erlauben die Beurteilung der Hirnstruktur hinter der Läsion nicht	Unproblematische Darstellung sämtlicher Hirnregionen
Schallschatten durch Mandibula und knöcherne Schädelbasis behindern Beurteilung der Halsorgane	Knochenstrukturen haben keine Auswirkung auf Bildqualität
Oberflächenstrukturen (Gesicht, Hals ...), die an Uteruswand oder Plazenta anliegen, nicht beurteilbar	Fehlender Fruchtwassersaum ohne Einfluß auf die Beurteilung von Oberflächen
Ösophagus/Trachea: Differenzierung schwierig, da zu wenig Weichteilkontrast	Differenzierung und funktionelle Darstellung (Inhalation/Schlucken von Amnionflüssigkeit) nachweisbar

gle-Syndrom, welches Haut, Nieren und vor allem das ZNS involviert, ein wesentlich ungünstiger Verlauf zu erwarten. Die pränatale MRT trägt hier in erster Linie zum Nachweis der charakteristischen subependymalen Riesenzellastrozytome oder auch kortikalen Dysplasien bei, die im Ultraschall nicht oder nur schwierig zu erfassen sind [36, 37].

Feto-plazentare Einheit

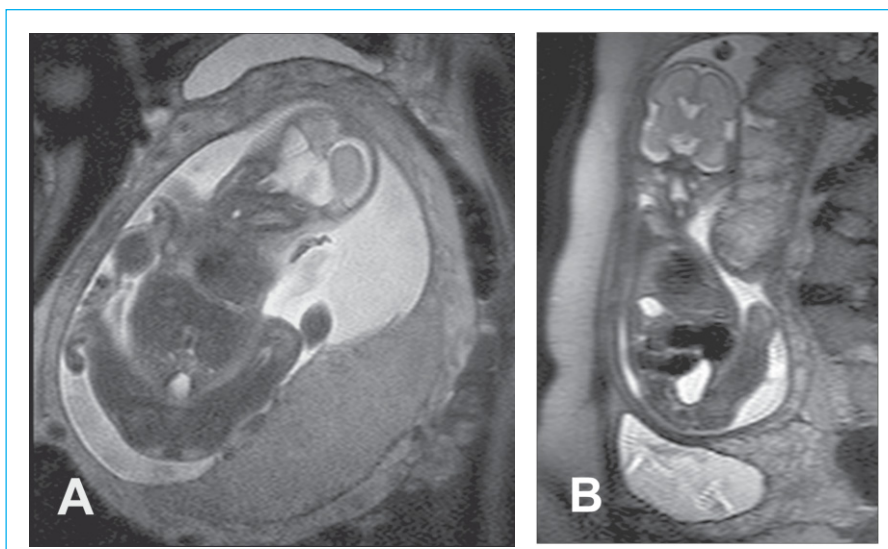
Die intrauterine Wachstumsrestriktion kann unterschiedliche Ursachen haben [38]. Mor-



5: 30. SSW, axiale Schichtführung. Auf der linken Bildseite zeigen sich, am Rand des Seitenventrikels gelegen, zwei dunkle Knötchen, die subependymalen Riesenzellastrozytomen entsprechen, und für das Vorliegen einer tuberösen Sklerose pathognomonisch sind.

phologische Störungen der Plazenta sind nach eigenen Erfahrungen gut nachweisbar (Abb. 6). Maternale, plazentare oder fetale Probleme, die mit einer eingeschränkten Sauerstoffversorgung des Fetus einhergehen, können zu einer akuten oder chronischen Schädigung fetaler Organe führen. Besonders gefährdet sind dabei Organe mit hohem Energiebedarf, wie das fetale Hirn [39]. Die Dopplersonographie uteriner und fetaler Gefäße kann dabei indirekte Hinweise auf eine Gefährdung des Fetus liefern [40]. Mittels MRT ist es jedoch möglich, potentiell reversible und irreversible Gewebeveränderungen an der Plazenta und am fetalen Hirn festzustellen [41]. In Zukunft ist zu erwarten, daß die MRT eine drohende Schädigung bei entzündlichen Veränderungen, Präeklampsie und Plazentainsuffizienz erfassen kann. Um die Aussagekraft der MRT bei diesen Fragestellungen zu testen, ist die Durchführung von Studien erforderlich, bei denen die MR-Befunde mit Ultraschall- und Dopplerergebnissen bzw. mit dem Outcome der Schwangerschaft in Beziehung gesetzt werden.

Das Ausmaß der fetalen Organschädigung beim feto-fetalen Transfusionssyndrom wird derzeit durch die Quintero-Klassifikation wiedergegeben [42]. Die MRT kann hier durch sensitivere Gewebedifferenzierung ergänzende Informationen liefern, besonders was beginnende zerebrale Schäden betrifft. Außerdem kann eine Beurteilung der



6: A. Normale, homogene und glatt begrenzte Plazenta in der 26. SSW. B. gleiche SSW, die Plazenta hat jedoch eine pathologisch unruhige Binnenstruktur und eine unregelmäßige Oberfläche. Der Fetus weist eine Wachstumsrestriktion auf.

posttherapeutischen Effekte (nach Lasertherapie) erfolgen [43].

MRT und Ultraschall

Angaben, in welchem Prozentsatz die MRT gegenüber dem Ultraschall Zusatzinformationen bringt, schwanken in der Literatur beträchtlich [14, 44–48]. Eine Ursache dafür ist, daß die Art der Zusatzinformation (Änderung der Diagnose, Prognose, Beratung, des Managements der Schwangerschaft, der Geburt oder des Neugeborenen) in diesen Studien unterschiedlich oder gar nicht definiert ist. Ein weiterer Grund ist in der unterschiedlichen Qualität der MRT und der Ultraschallmethoden zu suchen [27, 49]. Außerdem gibt es gegenwärtig keine Doppelblindstudien [27].

Die Indikation zur fetalen MRT sollte daher individuell und in unklaren Fällen nach Rücksprache mit allen Beteiligten (zukünftige Eltern, Pränataldiagnostikern, Neonatologen, (Neuro-) Chirurgen und Radiologen) gestellt werden.

Zusammenfassung

Die MRT hat an vielen Perinatalzentren bereits einen fixen Stellenwert als Zusatzdiagnostikum zur Ultraschalluntersuchung eingenommen. Die MRT-Informationen erweitern dabei das differentialdiagnostische und prognostische Spektrum. Sie erleichtern die postnatale Therapieplanung und werden in Zukunft besonders zur Früherkennung erworbener Störungen beitragen. In vielen Fällen kann durch die fetale MRT eine postnatale MR-Bildgebung, die mit Sedierung des Neugeborenen verbunden ist, obsolet werden.

LITERATUR:

- Shellock FG, Crues JV. MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 2004; 232: 635–52.
- Gowland PA. Technical considerations. *Europ Radiol* 2005; 15 (Suppl. 1): A-406.
- American College of Obstetricians and Gynecologists, Committee on Obstetric Practice. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. *ACOG Comm Opin* 1995; 158: 1–4.
- Whitby EH, Paley MN, Sprigg A, Rutter S, Davies NP, Wilkinson ID, Griffiths PD. Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging in 100 singleton pregnancies with suspected brain abnormalities. *BJOG* 2004; 111: 784–92.
- Prayer D, Brugger PC, Prayer L. Fetal MRI: techniques and protocols. *Pediatr Radiol* 2004; 34: 685–93.
- Joseph R. Fetal behavior and cognitive development. *Dev Rev* 2000; 20: 81–98.
- Glover P, Hykin J, Gowland P, et al. An assessment of the intrauterine sound intensity level during obstetric echo-planar magnetic resonance imaging. *Br J Radiol* 1995; 68: 1090–4.
- Prechtl HF, Einspieler C. Is neurological assessment of the fetus possible? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1997; 75: 81–4.
- Girard NJ, Raybaud C. In vivo MRI of fetal brain cellular migration. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16: 265–7.
- Yuh WT, Nguyen HD, Fisher DJ, et al. MR of fetal central nervous system abnormalities. *Am J Neuroradiol* 1994; 15: 459–64.
- Garel C, Brisse H, Sebag G, et al. Magnetic resonance imaging of the fetus. *Pediatr Radiol* 1998; 28: 201–11.
- Levine D, Barnes PD, Robertson RR, et al. Fast MR imaging of fetal central nervous system abnormalities. *Radiology* 2003; 229: 51–61.
- Hubbard AM, Adrick NS, Crombleholme TM, Haselgrove JC. Left-sided congenital diaphragmatic hernia: value of prenatal imaging in preparation for fetal surgery. *Radiology* 1997; 203: 636–40.
- Levine D, Barnewolt CE, Mehta TS, Trop I, Estroff J, Wong G. Fetal thoracic abnormalities: MR imaging. *Radiology* 2003; 228: 379–88.
- Martin C, Darnell A, Duran C, Bermudez P, Mellado F, Rigol S. Magnetic resonance imaging of the intrauterine fetal genitourinary tract: normal anatomy and pathology. *Abdom Imaging* 2004; 29: 286–302.
- Shinmoto H, Kashima K, Yuasa Y, et al. MR imaging of non-CNS fetal abnormalities: a pictorial essay. *Radiographics* 2000; 20: 1227–43.
- Girard N, Gire C, Sigaudy S, et al. MR imaging of acquired fetal brain disorders. *Childs Nerv Syst* 2003; 19: 490–500.
- Moutard ML, Kieffer V, Feingold J, Kieffer F, Lewin F, Adamsbaum C, Gelot A, Campistol I, Plana J, van Bogaert P, Andre M, Ponsot G. Agenesis of corpus callosum: prenatal diagnosis and prognosis. *Childs Nerv Syst* 2003; 19: 471–6.
- Parisi MA, Dobyns WB. Human malformations of the midbrain and hindbrain: review and proposed classification scheme. *Mol Genet Metab* 2003; 80: 36–53.
- Nyberg DA, Mahony BS, Hegge FN, Hickok D, Luthy DA, Kapur R. Enlarged cisterna magna and the Dandy-Walker malformation: factors associated with chromosome abnormalities. *Obstet Gynecol* 1991; 436–42.
- Adamsbaum C, Moutard ML, Andre C, Merzoug V, Ferey S, Quere MP, Lewin F, Fallet-Bianco C. MRI of the fetal posterior fossa. *Pediatr Radiol* 2005; 35: 124–40.
- Boddaert N, Klein O, Ferguson N, Sonigo P, Parisot D, Hertz-Pannier L, Baraton J, Emond S, Simon I, Chigot V, Schmit P, Pierre-Kahn A, Brunelle F. Intellectual prognosis of the Dandy-Walker malformation in children: the importance of vermian lobulation. *Neuroradiology* 2003; 45: 320–4.
- Girard N, Ozanne A, Chaumoitre K, Sigaudy S, Gire C, Dubuc M, Porcu G, d'Ercole C, Millet V, Potier A, Figarella-Branger D, Raybaud C. IRM et ventriculomégalie in utero. *J Radiol* 2003; 1933–44.
- Garel C, Delezoide AL, Elmaleh-Berges M, Menez F, Fallet-Bianco C, Vuillard E, Luton D, Oury JF, Sebag G. Contribution of fetal MR imaging in the evaluation of cerebral ischemic lesions. *Am J Neuroradiol* 2004; 25: 1563–8.
- Baldoli C, Righini A, Parazzini C, et al. Demonstration of acute ischemic lesions in the fetal brain by diffusion magnetic resonance imaging. *Ann Neurol* 2002; 52: 243–6.
- Prayer D, Brugger PC, Mittermayer C. Assessment of intrauterine brain maturation using diffusion weighted imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3.
- Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 333–40.
- Williams G, Coakley FV, Qayyum A, Farmer DL, Joe BN, Filly RA. Fetal relative lung volume: quantification by using prenatal MR imaging lung volumetry. *Radiology* 2004; 233: 457–62.

29. Osada H, Kaku K, Masuda K, Iitsuka Y, Seki K, Sekiya S. Quantitative and qualitative evaluations of fetal lung with MR imaging. *Radiology* 2004; 231: 887–92.
30. Keller TM, Rake A, Michel SC, Seifert B, Wisser J, Marincek B, Kubik-Huch RA. MR assessment of fetal lung development using lung volumes and signal intensities. *Eur Radiol* 2004; 14: 984–9.
31. Brugger PC, Kasprian GJ, Rauhofer U, Prayer D. Morphology of congenital diaphragmatic hernias studied with fetal MRI. *Europ. Radiol* 2005; (Suppl): B-889.
32. Deprest J, Gratacos E, Nicolaides KH; FETO Task Group. Fetoscopic tracheal occlusion (FETO) for severe congenital diaphragmatic hernia: evolution of a technique and preliminary results. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 24.
33. Mittermayer C, Brugger PC, Lee A, Horcher E, Hayde M, Bernaschek G, Prayer D. Prenatal magnetic resonance imaging as a useful adjunctive to ultrasound-enhanced diagnosis in case of a giant fetal tumour of the neck. *Ultraschall Med* 2005; 26: 46–50.
34. Peng SS, Hsu WC, Chou HC, Peng SS, Chen LK, Chang YL, Hsieh FJ. Prenatal three-dimensional ultrasound and magnetic resonance imaging evaluation of a fetal oral tumor in preparation for the ex-utero intrapartum treatment (EXIT) procedure. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 76–9.
35. Gamzu R, Achiron R, Hegesh J, Weiner E, Tepper R, Nir A, Rabinowitz R, Auslander R, Yagel S, Zalel Y, Zimmer E. Evaluating the risk of tuberous sclerosis in cases with prenatal diagnosis of cardiac rhabdomyoma. *Prenat Diagn* 2002; 22: 1044–7.
36. Mitchell LA, Simon EM, Filly RA, et al. Antenatal diagnosis of subependymal heterotopia. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 296–300.
37. Levine D, Barnes P, Korf B, et al. Tuberous Sclerosis in the Fetus: Second-Trimester Diagnosis of Subependymal Tubers with Ultrafast MR Imaging. *Am J Roentgenol* 2000; 175: 1067–9.
38. Brodsky D, Christou H. Current concepts in intrauterine growth restriction. *J Intensive Care Med* 2004; 19: 307–19.
39. Gagnon R. Placental insufficiency and its consequences. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2003; 110 (Suppl 1): S99–107.
40. Baschat AA. Doppler application in the delivery timing of the preterm growth-restricted fetus: another step in the right direction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 111–8.
41. Prayer D, Brugger PC, Mittermayer C, Chalubinski K, Kasprian G. Fetal MRI in oligohydramnios. *Eur Radiol* 2004; B-439.
42. Quintero RA, Morales WJ, Allen MH, Bornick PW, Johnson PK, Kruger M. Staging of twin-twin transfusion syndrome. *J Perinatol* 1999; 19: 550–5.
43. Vandecaveye V, Cannie M, De Keyser L, Lewi J, Jami J, Deprest J, Dymarkowski S. Diffusion-weighted MRI in the evaluation of placental changes before and after laser coagulation treatment in twin-to-twin transfusion syndrome: preliminary results. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 24: 318.
44. Coakley FV, Hricak H, Filly RA, et al. Complex fetal disorders: effect of MR imaging on management – preliminary clinical experience. *Radiology* 1999; 213: 691–6.
45. Poutamo J, Vanninen R, Partanen K, Kirkinen P. Diagnosing fetal urinary tract abnormalities: benefits of MRI compared to ultrasonography. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2000; 79: 65–71.
46. Griffiths PD, Paley MN, Whitby EH. MR imaging of the fetal brain and spine: a maturing technology. *Ann Acad Med Singapore* 2003; 32: 483–9.
47. Wagenvoort AM, Bekker MN, Go AT, Vandenbussche FP, van Buchem MA, Valk J, van Vugt JM. Ultrafast scan magnetic resonance in prenatal diagnosis. *Fetal Diagn Ther* 2000; 15.
48. Cassart M, Massez A, Metens T, Rypens F, Lambot MA, Hall M, Avni FE. Complementary role of MRI after sonography in assessing bilateral urinary tract anomalies in the fetus. *Am J Roentgenol* 2004; 182: 689–95.
49. Malingier G, Lev D, Lerman-Sagie T. Is fetal magnetic resonance imaging superior to neurosonography for detection of brain anomalies? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 317–21.
50. Poutamo J, Vanninen R, Partanen K, et al. Magnetic resonance imaging supplements ultrasonographic imaging of the posterior fossa, pharynx and neck in malformed fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 13: 327–34.

Dr. med. Daniela Prayer

Studium in Wien, Promotion 1981. Facharzt für Neurologie und Psychiatrie seit 1991. Facharzt für Radiodiagnostik seit 1996. Venia docendi für Radiodiagnostik 1996. Spezialisierung auf pädiatrische Neuroradiologie seit 1991. 1992/93 Forschungsaufenthalt an der UCSF/San Francisco. Seit 1998 zusätzlicher Schwerpunkt fetale Kernspintomographie.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Daniela Prayer
Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinik für Radiodiagnostik,
A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20; E-mail: daniela.prayer@meduniwien.ac.at



Mitteilungen aus der Redaktion

Abo-Aktion

Wenn Sie Arzt sind, in Ausbildung zu einem ärztlichen Beruf, oder im Gesundheitsbereich tätig, haben Sie die Möglichkeit, die elektronische Ausgabe dieser Zeitschrift kostenlos zu beziehen.

Die Lieferung umfasst 4–6 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Das e-Journal steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) zur Verfügung und ist auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ **Bestellung kostenloses e-Journal-Abo**

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ **Bilddatenbank**

☒ **Artikeldatenbank**

☒ **Fallberichte**

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum

Disclaimers & Copyright

Datenschutzerklärung