

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ АНОМАЛИЙ РАЗВИТИЯ ПЛОДА

А.Е.Солопова¹, В.Е.Синицын¹, Т. Хуисман²

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета ММА имени И.М. Сеченова¹.
Детская клиника Цюрихского университета, Швейцария²

Цель исследования – изучение возможностей магнитно-резонансной томографии (МРТ) в уточняющей диагностике врожденных пороков развития (ВПР) плода. Исследование основано на анализе результатов МРТ 65 плодов с признаками ВПР по результатам ультразвукового исследования (УЗИ). МРТ проводили на 1,5 Т томографе GE Signa Execute II («General Electric Healthcare», Milwaukee, США). Окончательный диагноз был установлен по данным аутопсии / «золотого стандарта» оценки патологии новорожденного постнатально.

Чувствительность МРТ в диагностике ВПР плода – 96,7%, специфичность – 100%, диагностическая точность – 96,9%, предсказательная положительных результатов – 100%, отрицательных – 71,4%. В 46,2% случаев показатели МРТ полностью соответствовали данным УЗИ. Результаты МРТ внесли дополнительную информацию к данным УЗИ в 16,2%, что в 10,8% случаев повлекло изменение дальнейшей тактики ведения беременности. В 23,1% по результатам МРТ диагноз УЗИ был изменен на принципиально иной. Таким образом, МРТ – высокоинформативный метод диагностики нарушений внутриутробного развития плода, позволяющий уточнить и дополнить результаты УЗИ. Применение МРТ существенно улучшает качество антенатальной диагностики, позволяет снизить количество инвазивных диагностических исследований, а также планировать адекватную тактику ведения беременности и последующего лечения новорожденного.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, пренатальная диагностика, аномалии развития плода, врожденные пороки развития.

Введение

Врожденные пороки развития (ВПР) плода занимают одно из ведущих мест в структуре перинатальной смертности в России, составляя по различным данным от 5 до 11%. Кроме того, доля ВПР в структуре младенческой смер-

ности достигает 35–40% [1]. Точная и своевременная диагностика ВПР определяет выбор тактики ведения беременности, необходимость ее прерывания, помогает уточнению сроков и способа родоразрешения, а также

послеродовых диагностических и лечебных мероприятий [2, 3].

На сегодняшний день «золотой стандарт» инструментальной диагностики в акушерстве – ультразвуковое исследование (УЗИ), сочетающее относительно высокую диагностическую точность с широкой доступностью, отсутствием противопоказаний, неинвазивностью, возможностью проведения динамического мониторинга состояния плода. Несмотря на это существует ряд четко сформулированных ограничений метода (выраженное ожирение беременной, наличие рубцовых изменений передней брюшной стенки, маловодие, «неудобное» положение плода во время исследования, редкая патология плода и др.), что определяет необходимость поиска высокоинформативных направлений уточняющей диагностики [4–6].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – один из современных перспективных методов лучевой диагностики, обеспечивающий высокий относительный мягкотканый контраст, возможность мультипланарных реконструкций и как следствие – высокую точность диагностики заболеваний внутренних органов. Кроме того, важнейшее преимущество МРТ – отсутствие ионизирующего излучения и связанных с ним эффектов канцеро- и мутагенеза, что определяет безопасность применения методики у беременных [7–8].

До последнего времени применение МРТ в акушерстве ограничивалось длительностью получения изображений, сопровождавшейся появлением выраженных артефактов от движения плода, существенно усложнявших интерпретацию данных [8].

С появлением «быстрых» импульсных последовательностей (HASTE, SSFSE, FACE, FIESTA, true FISP и др.) МРТ приобретает все большее значение в диагностике аномалий развития плода [2, 6]. Вместе с тем опыт применения МРТ у беременных в России весьма ограничен. Значительную часть опубликованных работ составляют магнитно-резонансные пельвиометрические исследования.

Цель данной работы – изучение методологических особенностей и возможностей МРТ в уточняющей диагностике аномалий развития плода.

Материалы и методы

С ноября 2006-го по май 2007 года 62 беременным от 19 до 38 лет (средний возраст –

26,3 года) с признаками патологии развития плода по данным пренатального ультразвукового исследования (УЗИ) была проведена МРТ. Срок гестации – 18–40 недель (средний – 23,4±5,4 недели).

МРТ проводили на магнитно-резонансном томографе GE Signa Execute II с напряженностью магнитного поля 1,5 Т («General Electric Healthcare», Milwaukee, США) с использованием 8-канальной фазированной поверхностной катушки. Интервал между УЗИ и МРТ – 2–13 дней (средний – 6 дней).

МРТ выполняли без анестезиологического пособия в максимально комфортном положении пациентки лежа на спине или на боку с целью профилактики синдрома нижней полой вены [6, 9]. Все беременные были информированы об основных характеристиках и деталях проведения МРТ, что способствовало снижению стрессорной реакции перед и во время исследования, выполняемого в соответствии с утвержденным протоколом пренатального исследования плода.

В качестве «анатомического локализера», на основе которого последующие срезы адаптировали к позиции и анатомии плода, использовали последовательности FIESTA в трех взаимоперпендикулярных проекциях. Для получения T2-взвешенных изображений в аксиальной, сагиттальной и коронарной плоскостях применяли быстрые спин-эхо последовательности SSFSE (Single Short Fast Spin Echo). T1-взвешенные изображения получали с использованием градиентных эхо последовательностей. В дополнение к основному протоколу исследования 21 пациентке была проведена MR-Fetography с применением усиленных T2-взвешенных изображений (SSFSE последовательности с увеличенным фактором ускорения – ETL) с различной толщиной срезов (табл. 1) (рис. 1).

Статистическую обработку полученных данных проводили с применением коммерческого пакета SPSS 10,0 (the Statistical Package for Social Science, Чикаго, США).

Результаты

С помощью МРТ были обследованы 65 плодов (62 пациентки, 3 двуплодные беременности). Наибольшую группу составили аномалии центральной нервной системы (ЦНС) (53,8%), включая пороки вентрикулярного комплекса (51,4%), врожденные пороки конечного мозга (20%), дефекты нервной трубки (14,3%), кистоз-

Таблица 1.

Показатели магнитно-резонансных последовательностей

Магнитно-резонансная последовательность	TR (ms)	TE (ms)	FOV (mm)	Матрица	Толщина среза (mm)
HASTE	4200–4600	60–64	240	192×256	3–5
T1-FGRE	126–174	4	250	96–128×256	4–6
MR-Fetography	8000	400–800	350×350	256×256	50–110/20–30

Примечания: TR – время повторения; TE – время эхо; FOV – поле зрения.



Рис. 1. Возможности MR-Fetography изображения внутриутробного плода:

а – четко визуализируется замкнутый позвоночный канал;

б – ретроцеребеллярная арахноидальная киста в задней черепной ямке, интактный спинномозговой канал (треугольник), нормальных размеров наполненные жидкостью желудок (стрелка) и мочевого пузыря (звездочка);

в – больших размеров преимущественно солидная крестцово-копчиковая тератома с инфратазовым компонентом (стрелки), интактный мочевой пузырь нормальных размеров (звездочка)

ные поражения (2,9%), множественные пороки (11,4%). Распределение выявленных патологий органов и систем представлено в табл. 2. Среди аномалий ЦНС наиболее часто встречались гидроцефалические изменения (27,7%). Основная диагностическая цель проведения МРТ – исключение вторичной природы гидроцефалии (аномалии развития конечного мозга, сочетанные патологии), оценка толщины и структуры коры головного мозга. Пороки конечного мозга диагностированы у 9 (13,9%) плодов, в том числе синдром Денди – Уокера – у 4 пациенток, изолированная гипо- / агенезия мозолистого тела – в 4 случаях, голопрозэнцефалия – в одном (рис. 2). Дефекты нервной трубки выявлены у 5 (7,7%) плодов. Существенное преимущество МРТ –

возможность оценки состояния полушарий головного мозга, желудочкового комплекса, шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника, ширины позвоночного канала, состояния спинного мозга. Диафрагмальные грыжи, выявленные у 4 (6,5%) плодов, составили наибольшую группу аномалий развития грудной клетки. Во всех случаях при проведении МРТ удалось определить локализацию печени, тонкого и толстого кишечника, селезенки, органов средостения (рис. 3). Волнообразное исследование в сочетании с оценкой интенсивности сигнала легких позволило уточнить степень их гипоплазии. Аномалии брюшной полости были выявлены в 2 (3,1%) случаях, в том числе омфалоцеле (рис. 4) и мезентериальная лимфангиома плода.

Таблица 2.
Структура аномалий развития, выявленных у обследованных плодов

Аномалии развития ЦНС	Число плодов
Гидроцефалия / стеноз сильвиева водопровода	18
Миеломенингоцеле (ММС)	3
Аномалии задней черепной ямки	
синдром Денди – Уокера	4
мальформация Арнольда – Киари II типа (+ ММС)	2
Голопрозэнцефалия	1
Арахноидальная киста	1
Затылочное энцефалоцеле	1
Анэнцефалия	1
Аномалии грудной клетки	
диафрагмальная грыжа	4
секвестрация легких	1
кистозно-аденоматозная дисплазия легких	1
Аномалии брюшной полости	
мезентериальная лимфангиома	1
омфалоцеле	1
Аномалии урогенитального тракта	
поликистоз почек	1
двусторонняя агенезия почек	1
Аномалии опорно-двигательного аппарата	
несовершенный остеогенез II типа	1
артрогрипоз мультиплекса	1
Опухоли	
лимфангиома шеи	1
сакрококцигеальная тератома	3
Множественные пороки	7
Сиамские близнецы	2
Норма	5
Итого	65

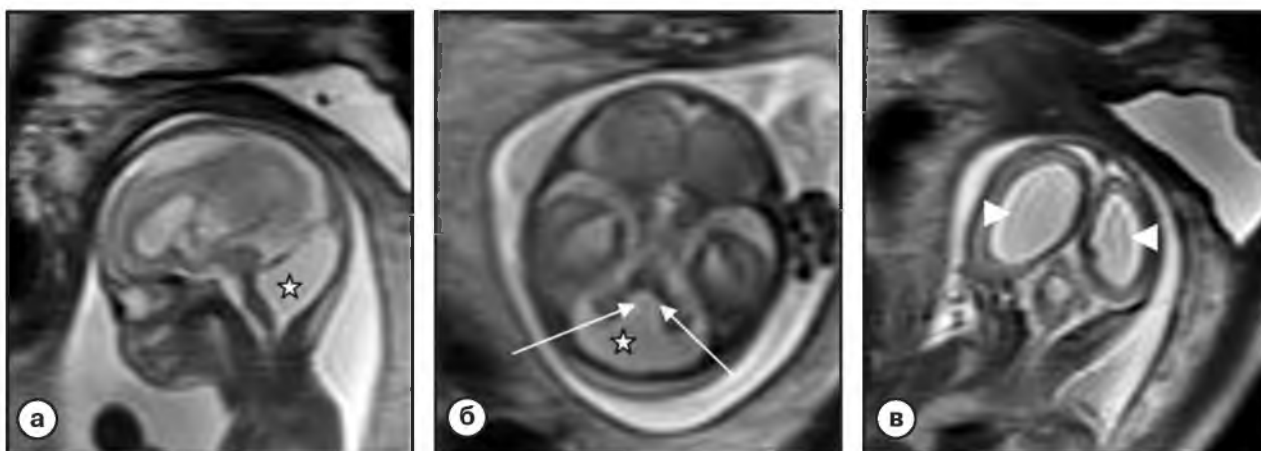


Рис. 2. T2-взвешенные изображения внутриутробного плода на 22-й неделе гестации. Четко визуализируются характерные особенности мальформации Денди – Уокера: гипоплазия червя мозжечка (стрелки), киста задней черепной ямки (звездочка), гидроцефалия (треугольники)
а – сагиттальный скан; б – аксиальный скан; в – коронарный скан

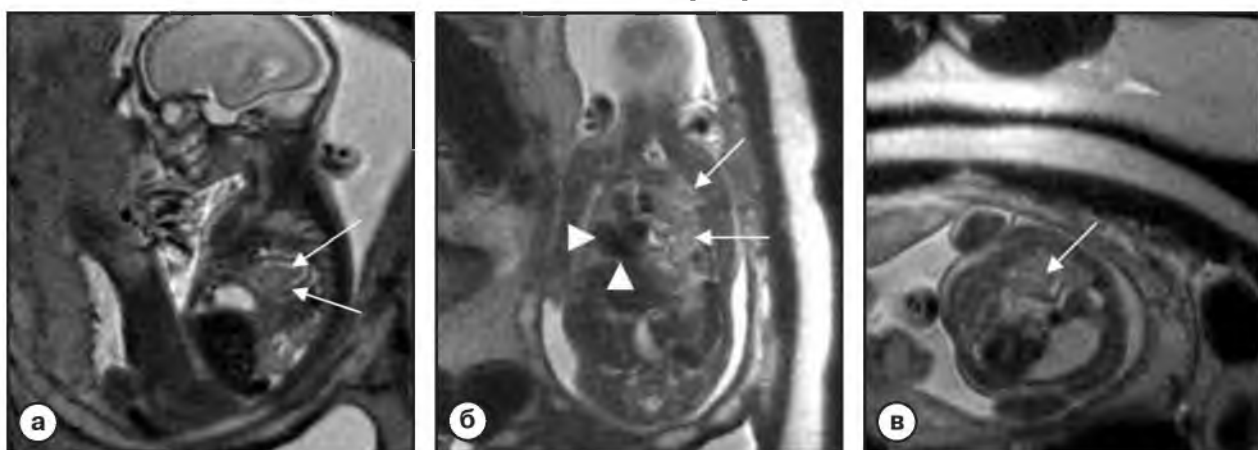


Рис. 3. T2-взвешенные магнитно-резонансные изображения плода на 25-й неделе гестации. Определяется левосторонняя диафрагмальная грыжа, сопровождающаяся выходом петель тонкого кишечника в грудную клетку (стрелки), смещением органов средостения (треугольники), выраженная гипоплазия легких
а – сагиттальный скан; б – коронарный скан; в – аксиальный скан

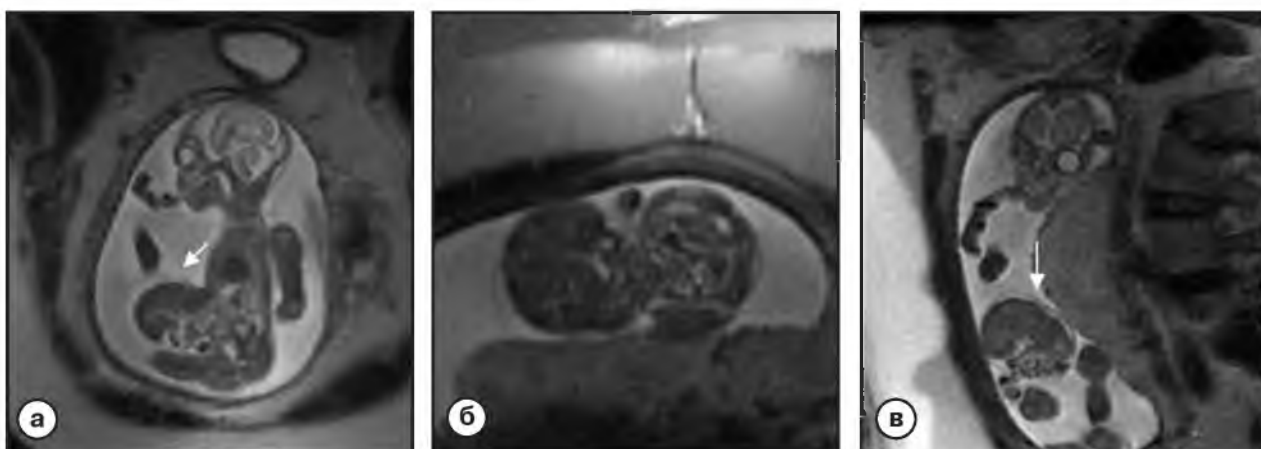


Рис. 4. T2-взвешенные МР-изображения плода на 23-й неделе гестации. Визуализируется омфалоцеле, эквисцерированные органы отделены от амниотической жидкости мембраной (стрелки)
а – сагиттальный скан; б – аксиальный скан; в – коронарный скан

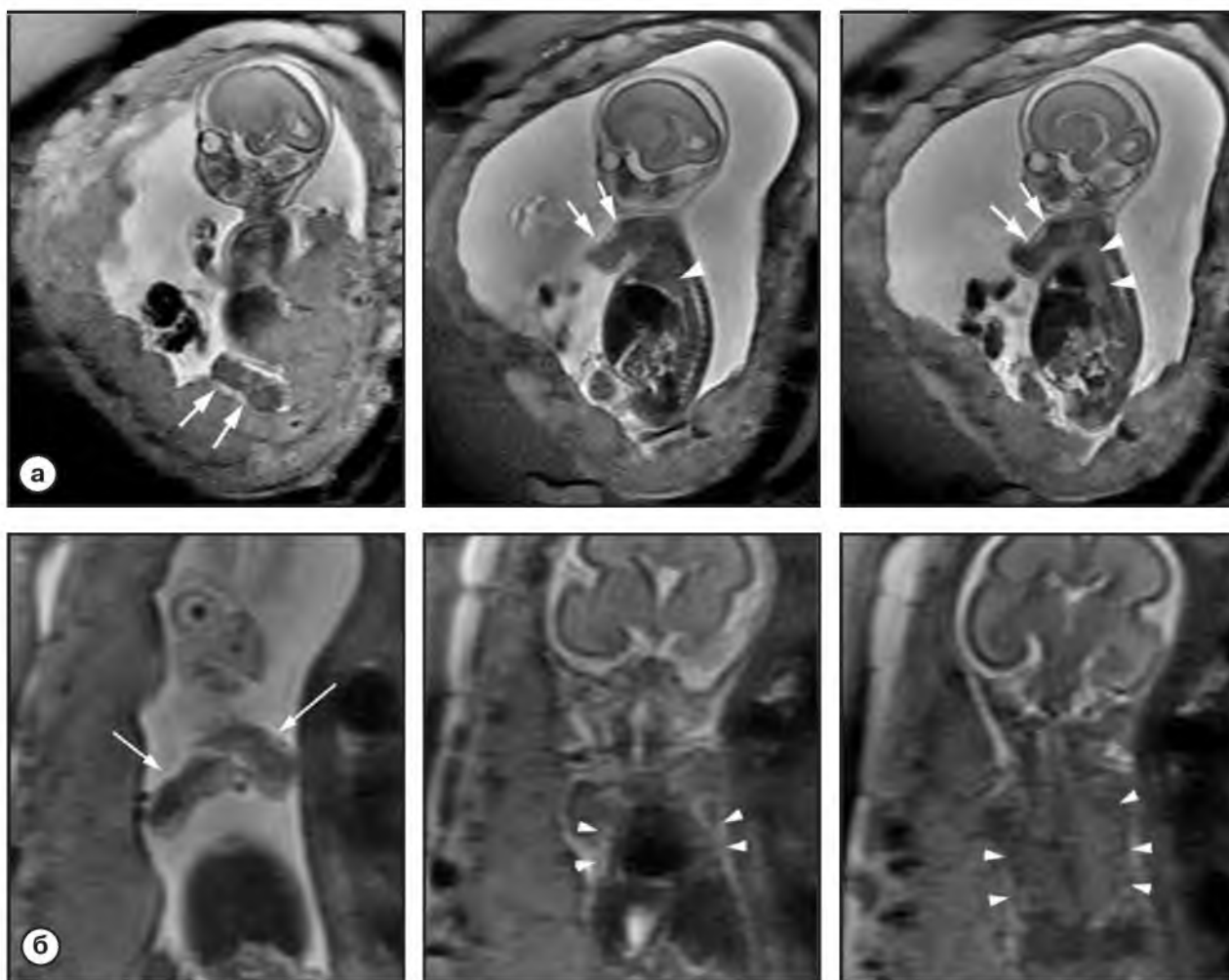


Рис. 5. T2-взвешенные магнитно-резонансные изображения плода на 24-й неделе беременности. Несовершенный остеогенез II типа. Четко визуализируются укороченные, с множественными переломами конечности (стрелки), уменьшенная в размерах бочкообразная грудная клетка, выраженная гипоплазия легких (треугольники)

а – сагиттальные сканы; б – коронарные сканы

Летальная форма несовершенного остеогенеза (II типа) была диагностирована в одном случае, оценка прогноза проведена с учетом данных МРТ о тяжелой степени гипоплазии легких, степени деформации скелета (рис. 5).

Согласно результатам, полученным в исследовании, чувствительность МРТ в диагностике патологий развития плода составила 96,7%, специфичность – 100%, диагностическая точность метода – 96,9%, предсказательная положительная результатов – 100%, отрицательных – 71,4%.

Сравнительная оценка показателей МРТ и УЗИ: в 46,2% (n = 30) результаты МРТ полностью соответствовали данным УЗИ; показатели МРТ внесли дополнительную информацию к

данным УЗИ в 16,2% (n = 17) случаев, в 10,8% (n = 7) повлекли перестройку дальнейшей тактики ведения беременности; у 23,1% (n = 15) беременных по результатам МРТ диагноз по данным УЗИ был изменен на принципиально иной.

Обсуждение

С развитием методов лечения, в частности, с внедрением антенатальной хирургии появляется потребность в более детальной внутриутробной диагностике аномалий развития плода. Использование МРТ позволяет уточнить диагноз, поставленный при помощи УЗИ, и выявить сочетанные патологии, что в ряде случаев определяет прогноз и тактику ведения беремен-

ности [10]. Кроме того, данные МРТ более доступны для анализа другими специалистами по сравнению с сонографическими [2, 5].

Трехмерная реконструкция изображений дает возможность проводить более детальную оценку состояния плода, помогает планированию внутриутробных хирургических вмешательств и выбору метода родоразрешения и тактики послеродового лечения.

Несмотря на то, что первые сообщения о применении МРТ в акушерстве относятся к началу 80-х годов XX века (Smith F.W. et al., 1983; Thickman D. et al., 1984 [5]), активное применение в неинвазивной диагностике патологий плода эта методика получила лишь в последнее десятилетие благодаря развитию «быстрых» и «сверхбыстрых» последовательностей для получения изображений, что позволило достичь эффекта «заморозки» плода и устранения артефактов от его движений [3, 9, 10].

В данном исследовании наиболее частое показание для проведения МРТ плода – трудности визуализации ЦНС (нарушений кортикального развития, структур задней черепной ямки, мальформаций головного мозга, спинномозговых грыж). Полученные данные согласуются с литературными, свидетельствующими об ограничении возможности ультразвука преимущественно в визуализации субарахноидального пространства, кортикальной сулькации, ствола мозга [9, 11, 12].

Кроме того, вентрикуломегалия, диагностируемая при помощи пренатального УЗИ, зачастую носит вторичный характер, представляя собой лишь «вершину айсберга» комплексной патологии, сочетающейся с кортикальными дисплазиями и гетеротопиями.

По данным различных авторов прогноз нормального развития головного мозга при диагностированной пренатально изолированной вентрикуломегалии – 80–90%, в то время как при вторичной и асимметричной формах – не более 50–60% [5–11].

МРТ позволяет с высокой точностью визуализировать возможные причины вентрикуломегалии (мальформация Арнольда – Киари, синдром Денди – Уокера, агенезия мозолистого тела, голопрозенцефалия, кортикальная дисплазия; деструктивные изменения – инфаркты, инфекционные изменения), провести детальную топическую диагностику, уточнить степень распространения процесса, выявить сопутствующие патологии, определить прогноз развития плода и тактику дальнейшего ведения беременности.

диагностике аномалий развития грудной клетки. Среди наиболее распространенных пренатальных патологий можно выделить диафрагмальные грыжи, врожденную кистозно-аденоматозную мальформацию (ВКАМ), бронхо-легочную секвестрацию, врожденный гидроторакс, реже – гипо-, аплазию и агенезию легких [106].

Наибольшее значение МРТ при наличии диафрагмальной грыжи имеет возможность четкой визуализации печени, кишечника, желудка, селезенки с целью диагностики наличия и степени их смещения в грудную клетку, сдавления легких и органов средостения [8, 10]. Существенное преимущество МРТ – возможность измерения объема легких, позволяющая определить наличие и уточнить степень их гипоплазии – одного из определяющих факторов прогноза и возможности интра- и постнатальной коррекции порока [13].

Возможности ультразвука в диагностике ВКАМ и секвестрации зависят от гистологических характеристик процесса и могут быть ограничены в связи с трудностями дифференцирования легочных масс и остаточной нормальной легочной ткани.

На МРТ легочные мальформации имеют повышенную интенсивность сигнала (макрокисты) и промежуточную (микрокисты), что дает возможность дифференцировать их от основной легочной ткани. Однако визуализация ВКАМ на поздних сроках гестации затруднена в связи с повышением интенсивности магнитно-резонансного сигнала нормальной легочной ткани [5, 10].

Сонографическая диагностика степени легочной гипоплазии и причин ее возникновения (аномалии развития почек, скелетные дисплазии и др.) может быть затруднена, в особенности при маловодии, ожирении беременной. Магнитно-резонансная волуометрия в сочетании с оценкой интенсивности сигнала (гипоинтенсивный при гипоплазии легких) и магнитно-резонансная спектроскопия определяют возможность правильной оценки прогноза жизнеспособности плода после рождения [13].

Среди аномалий желудочно-кишечного тракта наиболее частая патология – обструктивные поражения пищевода и кишечника, аномалии передней брюшной стенки, сопровождающиеся выпадением органов брюшной полости (петель кишечника, долей печени) наружу.

Дополнительные возможности МРТ по сравнению с УЗИ состоят в более детальной оценке

уровня обструкции благодаря противоположным характеристикам сигнала от мекония (гипоинтенсивный – на T2-взвешенных изображениях, гиперинтенсивный – на T1-взвешенных изображениях) и жидкости в кишечнике [10]. Аномалии урогенитального тракта в ряде случаев сопровождаются развитием маловодия, что ограничивает возможности УЗИ. МРТ высокоинформативна в диагностике анатомии и аномалий мочевого тракта, особенно эффективно использование режима магнитно-резонансной урографии [14, 15]. Кроме того, МРТ позволяет проводить дифференциальную диагностику дополнительных образований малого таза, которые в ряде случаев вызывают вторичную обструкцию мочевых путей.

Заключение

МРТ – это безопасный и высокоинформативный метод диагностики нарушений внутриутробного развития плода, позволяющий уточнить и дополнить результаты УЗИ [3, 15]. Наглядность получаемых данных, возможность мультипланарного исследования анатомии плода, динамического ante- и постнатального мониторинга, отсутствие недоступных зон определяют существенные преимущества МРТ. Ее внедрение в качестве уточняющего метода исследования патологий внутриутробного плода позволяет снизить количество инвазивных диагностических исследований, планировать возможности антенатальной коррекции ВПР плода, адекватную тактику ведения беременности и последующего лечения новорожденного. ■

Список литературы

1. Демикова В.П., Лапина А.С. Система мониторинга врожденных пороков развития в Российской Федерации. Лекция на II Российском конгрессе «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». М. 2003.
2. Панов В.О. Методические особенности и возможности магнитно-резонансной томографии в антенатальной диагностике нарушений внутриутробного плода. *Радиология-практика*. 2006; 2: 12–23.
3. Levine D. Ultrasound versus magnetic resonance imaging in fetal evaluation. *Top. Magn. Reson. Imaging*. 2001; 12: 25–38.
4. Юсупов К.Ф., Ибатуллин М.М., Михайлов И.М., Панов В.О. МРТ в диагностике аномалий развития внутриутробного плода. *Радиология-практика*. 2006; 2: 24–42.
5. Munoz H., Ortega X., Soto G. et al. OC19: Ultrasound versus magnetic resonance imaging in prenatal diagnosis of fetal malformations. *Ultrasound. Obstet. Gynecol.* 2007; 30: 373.
6. Whitby E.H., Paley M.N., Sprigg A. et al. Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging in 100 singleton pregnancies with suspected brain abnormalities. *Bjog*. 2004; 111: 784–792.
7. Терновой С.К., Волобуев А.И., Куринов С.Б., Панов В.О., Шария М.А. Магнитно-резонансная пельвиометрия. *Медицинская визуализация*. 2001; 4: 6–12.
8. Breysse L., Bosmans H., Dymarkowski S. et al. The value of fast MR imaging as an adjunct to ultrasound in prenatal diagnosis. *Eur. Radiol.* 2003; 13: 1538–1548.
9. Huisman T.A., Martin E., Kubik-Huch R., Marincek B. Fetal magnetic resonance imaging of the brain: technical considerations and normal brain development. *Eur. J. Radiol.* 2002; 12: 1941–1951.
10. Brugger P.C., Prayer D. Fetal abdominal magnetic resonance imaging. *Eur. J. Radiol.* 2006; 57: 278–293.
11. Prayer D., Kasprian G., Krampfl E. et al. MRI of normal fetal brain development. *Eur. J. Radiol.* 2006; 57: 199–216.
12. Wang G.B., Shan R.Q., Ma Y.X. et al. Fetal central nervous system anomalies: comparison of magnetic resonance imaging and ultrasonography for diagnosis. *Engl. Chin. Med. J.* 2006; 119: 1272–1277.
13. Kasprian G., Balassy C., Brugger P.C., Prayer D. MRI of normal and pathological fetal lung development. *Eur. J. Radiol.* 2006; 57: 261–270.
14. Brugger P.C., Stuhr F., Lindner C., Prayer D. Methods of fetal MR: beyond T2-weighted imaging. *Eur. J. Radiol.* 2006; 57: 172–181.
15. Hormann M., Brugger P.C., Balassy C., Witani L., Prayer D. Fetal MRI of the urinary system. *Eur. J. Radiol.* 2006; 57: 303–311.

MRI IN COMPLEX PRENATAL TESTING OF FETAL ABNORMALITIES

A.E. Solopova, V.E. Sinitsyn, T. Huisman

The aim of the study is to evaluate the potentialities of MRI in prenatal differential diagnosis of congenital abnormalities (CA). Results of 65 MRI-studies were analyzed. Ultrasound findings of CA were the indications for MRI. MR-images were obtained on GE Signa Execute II (1,5 T). The final diagnoses were made by postnatal autopsy, which served as a «golden standard» of neonatal CA diagnostics. Sensitivity of the MRI for fetal CA detection was 96,7%, specificity – 100%, diagnostic accuracy – 96,9%. Predicting reliability of the method for positive results was 100%, for negative results – 71,4%. In 46,2% of cases MRI and echo results agreed, in 23,1% MRI findings changed the diagnosis, and in 16,2% MRI provided additional information, which in 10,8% changed the pregnancy management strategy. Thus, MRI is shown to be highly informative in diagnosis of the fetal CA, and be able to refine the ultrasound findings. Using the MRI improves substantially the results of prenatal testing for CA, decreases the need for invasive procedures, and allows adequate planning of antenatal and postnatal management.

Key words: *MRI, magnet resonance imaging, prenatal diagnostics, fetus, congenital abnormalities.*

КАФЕДРА ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ РМАПО
НА БАЗЕ ГУ РОССИЙСКОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАМН

проводит сертификационный цикл

«Интервенционная радиология и ангиография»
(4-недельное тематическое усовершенствование)

с 29.09.2008 по 25.10.2008

Подробная информация и запись на цикл по телефонам:
+7 (495) 324-71-44, 324-63-60