

Оригінальна стаття

УДК 616-053.2.31-073.756.8-073.8:616.8-007

Чувашова О.Ю.

Отдел нейрорадиологии и радионейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины, Киев, Украина

Роль магниторезонансной томографии в пренатальной диагностике врожденных пороков развития центральной нервной системы

Представлены возможности, безопасность и роль магниторезонансной томографии в диагностике врожденных пороков развития (ВПР) центральной нервной системы (ЦНС) на основе анализа данных литературы и результатов собственных наблюдений. Показана необходимость включения МРТ в протокол/алгоритм обследования беременных в Украине при обнаружении каких-либо изменений по данным ультразвукового исследования (УЗИ) для планирования постнатального, в том числе нейрохирургического, лечения.

Материалы и методы. Описаны особенности проведения, программы, сроки МРТ исследования плода на основе данных литературы и результатов собственных исследований.

Результаты и их обсуждение. Описаны приемы изучения ЦНС плода при МРТ исследовании, в частности, биометрия мозга, изучение состояния желудочков головного мозга (ГМ), анализ развития извилин и борозд, миграции нейронов, формирования белого и серого вещества ГМ, позвоночного столба.

По данным собственных исследований показана возможность расхождения диагноза по результатам УЗИ и МРТ, при наиболее четких иных данных МРТ.

Более чем 25-летний мировой опыт применения МРТ в пренатальной диагностике при предположении по данным УЗИ ВПР, особенно ЦНС, и результаты собственных исследований, подтверждают высокую информативность и безопасность метода, высокую специфичность характеристики патологических изменений, что свидетельствует о необходимости введения МРТ в диагностический алгоритм обследования беременных в Украине.

Ключевые слова: беременность, плод, пороки развития ЦНС, МРТ.

Укр. нейрохірург. журн. — 2014. — №4. — С. 37-45.

Поступила в редакцию 16.07.14. Принята к публикации 19.09.14.

Адрес для переписки: Чувашова Ольга Юрьевна, Отдел нейрорадиологии и радионейрохирургии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, ул. Платона Майбороды, 32, Киев, Украина, 04050, e-mail: cho72@ukr.net

Вступление. В настоящее время, несмотря на организацию четкой и отлаженной системы наблюдения за беременными с использованием УЗИ, отмечена высокая частота рождения детей с ВПР, особенно ЦНС.

ВПР являются одной из основных причин высокой перинатальной смертности и инвалидности с детства, наряду с незрелостью плода и асфиксией [1, 2]. Общая частота всех ВПР составляет 5,5%, из них около 25% — пороки развития ЦНС [3]. Из аномалий развития 33% составляют аномалии ЦНС, которые обнаруживают у 75% погибших плодов.

Частота аномалий ЦНС составляет 1 на 100 живых новорожденных. Около 10% аномалий ГМ обусловлены хромосомными aberrациями, 20% — генетически факторами, 10% — неблагоприятными последствиями поражения матки, например, при инфекции, 60% — невыясненной этиологии [4].

Среди пороков развития ГМ выявляют аномалии срединных структур, в частности, агенезию (полную или частичную) мозолистого тела — в 0,3–0,7% наблюдений, в 2–3% — аномалии развития, а также вентрикуломегалию плода, которая в 7,6% наблюдений обусловлена агенезией мозолистого тела, в 2,1% — септальной агенезией, в 1,8% — септальной деструкцией [5–8]. Мальформация Arnold – Chiari II выявляют у 0,1% детей при гидроцефалии, мальформация Dandy – Walker у 65% детей сочетается с други-

ми пороками развития ЦНС, у 6,4% — с окклюзионной гидроцефалией, голопроэнцефалию обнаруживают у 0,9% детей при гидроцефалии [8].

УЗИ, которое в большинстве стран мира применяют в качестве основного скринингового метода лучевой диагностики и наблюдения за течением беременности, позволяет выявить у беременных патологию плода, сформировать группы риска. На основании более чем 50-летнего опыта применения УЗИ установлены необходимые и оптимальные сроки проведения исследования для получения наиболее подробной информации об анатомии, развитии плода, материнских структур, родовых путей: скрининг включает три обязательных исследования в сроки 10–14, 20–24 и 32–34 нед беременности.

Использование доплерографии, цветового доплеровского картирования дает дополнительную возможность оценить васкуляризацию структур ГМ, 3D-режима — получить объемное изображение. Такая схема обследования общепринята как в Украине, так и странах постсоветского пространства.

По данным зарубежных исследований, выявляемость аномалий до родов составляет в среднем 45%, в России — 55% [9]. Авторы отмечают, что чувствительность УЗИ в обнаружении ВПР в разных клиниках составляет от 20 до 97% [10]. Низкие показатели выявляемости и большое расхождение показателей

чувствительности УЗИ обусловлены ожирением, многоводием, рубцовыми изменениями передней брюшной стенки у матери; «неудобным» положением плода во время исследования, когда возможности УЗИ ограничены недоступностью визуализации отдельных структур; помехами костной тени при исследовании ГМ; качеством аппаратуры и опытом врача.

В современных условиях повышаются требования к качеству пренатальной диагностики для предупреждения рождения ребенка с патологией или оптимизации акушерской тактики и постнатального лечения. Наряду с акушерами и гинекологами, эта проблема актуальна и для нейрохирургов, поскольку оперативные вмешательства теперь выполняют, начиная с первых дней жизни ребенка, а в некоторых странах мира по поводу патологии плода их осуществляют внутриутробно. Это обусловило необходимость поиска более информативных дополнительных методов исследования, в частности, изучения возможностей применения метода МРТ в акушерской практике. Первые сообщения об использовании МРТ у беременных появились в 80-е годы прошлого столетия, F.W. Smith и соавторы (1983) и D. Thickman и соавторы (1984) впервые описали пренатальную МРТ диагностику [11, 12].

Более чем 25-летний опыт использования МРТ в акушерстве и пренатальной диагностике, преимущественно за рубежом, доказал ее необходимость и очевидную целесообразность [13–16]. МРТ плода в России находится в стадии внедрения в клиническую практику, оптимизации методики и накопления опыта [17, 18]. Применение МРТ в акушерско-гинекологической практике и пренатологии в Украине начато в 2000-е годы, но, к сожалению, ее используют ограниченно, о чем свидетельствует небольшое число обследованных беременных и публикаций [19–26].

Цель работы — представить возможности, безопасность и роль МРТ в диагностике ВПР ЦНС на основе анализа данных литературы и результатов собственных наблюдений, показать необходимость включения МРТ в протокол/алгоритм обследования беременных в Украине при обнаружении каких-либо изменений по данным УЗИ для планирования постнатального, в том числе нейрохирургического, лечения новорожденных.

Материалы и методы исследования. Опыт применения МРТ в пренатальной диагностике за период с 1983 по 2010 гг. отражен более чем в 3000 статьях [27]. До 2000 г. получение качественных МРТ-изображений плода было ограничено и затруднено из-за артефактов вследствие его движения. В связи с этим некоторые радиологи внутривенно вводили беременной седативные препараты, в частности, 1 мг флуниразапама (из группы производных бензодиазепина) за 20 мин до исследования [28]. Предпринимались также попытки проведения МРТ с введением плоду миорелаксантов под контролем УЗИ непосредственно в кровоток или внутримышечно [29, 30]. Использование сверхбыстрых импульсных последовательностей до 400 мс на срез позволило уменьшить время получения МР-томограммы до нескольких секунд.

Сверхбыстрые импульсные последовательности в настоящее время применяются в большинстве центров мира. Исследования проводят без седации матери, рекомендуют воздержаться от приема пищи за 4 ч до МРТ для уменьшения артефактов от перистальтики кишечника. Внутривенное контрастирование не используют, поскольку хелаты гадолиния проникают через плаценту, накапливаются в амниотической жидкости и в последующем могут быть проглочены плодом. Воздействие на плод парамагнитного агента не изучено. Некоторые авторы указывают на потенциально возможный риск нефротоксичности, в частности, нефрогенный системный фиброз [31, 32].

В большинстве наблюдений для пренатальной диагностики используют МР-сканеры с высокой индукцией магнитного поля — 1,5 Тл, применяя при этом разные катушки, в том числе гибкую катушку Sense – Body (для тела) в томографах фирмы Philips (Нидерланды), 8-канальную кардиологическую катушку или грудную катушку с фазированной решеткой. При этом выбирают положение пациентки в магните желательно лежа на спине, ногами вперед для уменьшения возможной клаустрофобии, применяют подставку под колени, специализированные наушники, реже — в положении лежа на левом боку. Выбор последовательностей зависит от фирмы производителя. Предполагают преимущественно T2 взвешенные изображения (ВИ) и T1 ВИ (**таблица**) [33].

Последовательности и их параметры при МРТ плода (привед. по: S.N. Saleem [33])

Последовательность у фирм Philips, GE, Siemens	TR, мс	TE, мс	FA, степень	NSA	Matrix	FOV, мм	Thk/gap, мм	Slices number	Time, с
T1 – 2D GRE	120	4	70	1	166/256	300	5/0,5	15	15
T2 – SSH – TSE/T2 – SSFSE/HASTE	15,000	120	90	1	169/256	200–300	3–4/-0,5	22	25
B – FFE/FIESTA/True – F ISP	3,5	1,7	80	2	256×256	300–400	4–6/0	25	25
Ultrafast GRE: TFE/FMPSPGR/turbo-FLASH	7	3	20	3	200×256	300	5/0,5	14	14
DWI (b: 0 and 700 s/mm ²)	1470	125	90	1	108×256	240	5/0,1	16	19

Примечание. B-FFE — balanced fast field echo; DWI — diffusion weighted images; FIESTA — fast imaging employing steady-state acquisition; FLASH — fast gradient echo sequences with low flip angle shot; FMPSPGR — fast multiplanar spoiled gradient-recalled acquisition in the steady state; FOV — field-of-view; GE — General Electric, Medical Systems Milwaukee, WI; GRE — gradient echo; HASTE — half Fourier acquired single shot turbo spin echo; NSA — number of excitations; Philips — Philips Medical Systems, Best, Netherlands; Siemens — Siemens, Erlangen, Germany; SSFP — steady state free precession; SSFSE — single shot fast spin-echo; SSH-TSE — 0.5 signal acquired single-shot half spin-echo; T1-2D GRE — T1 two dimensional gradient echo; TE — echo time ; FFE — turbo field Echo; Thk — thickness; TR — repetition time; True-FISP — fast imaging with steady precession; turbo-FLASH — fast gradient echo sequences with low flip angle shot. Modifications of the parameters may be required for different MRI systems.

T2 ВІ со сверхбыстрыми последовательностями типа HASTE, SSh-T2-TSE, sSSH-HR-T2, SSFSE T2 и сбалансированные последовательности FIESTA применяют для исследования анатомии (особенно ГМ) плода, его положения, визуализации жидкостных структур, оценки количества амниотической жидкости. Для исследования ГМ плода желателен использовать срезы толщиной 3 мм, но в некоторых ситуациях возможно применение срезов толщиной 4–5 мм для оптимизации соотношения сигнал – шум. T1 ВІ (dual echo gradient или fast spoiled gradient echo, T1-sense – FGE) делятся несколько дольше, чем T2 ВІ. Этот прием позволяет идентифицировать кровоизлияние, обызвествление, жир, меконий в пузыре, подтвердить информацию о миелинизации. T1 ВІ рекомендуют в корональной/фронтальной и аксиальной проекциях. Последовательность FLAIR можно использовать для подавления «яркого» сигнала от спинномозговой жидкости. Для получения киноизображений, отображающих ликвородинамику на уровне срединных структур, применяют последовательность Дун – В – FFE (Dynamic Balanced Fast Field Echo) в сагиттальной плоскости, толщина среза 10–15 мм. Такую же последовательность используют для получения киноизображений движения плода, глотания. Для диагностики кровоизлияния в ГМ плода также возможно использование EPI последовательности. Технику диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) обычно применяют для идентификации обширного ишемического поражения ГМ, дифференциальной диагностики арахноидальных и эпидермоидных кист [13, 34–36].

При исследовании позвоночного столба плода рекомендуют аксиальную, фронтальную и сагиттальные проекции в T2 ВІ, толщина среза 2–3 мм; возможно применять FLAIR или fast spoiled gradient echo последовательности. К.Ф. Юсупов и соавторы [10] также для визуализации аномалий плода, определения олигогидрамниона, ликворных цистерн, в частности, выявления расширения или асимметрии желудочков и субарахноидальных пространств ГМ, кист и других гидрофильных зон использовали режим МР-гидрограммы (МРГ), предложенный J. Hennig (1986).

Проведение МРТ (по данным большинства исследователей) целесообразно в период от 20 до 38 нед беременности. Такие сроки обусловлены лимитированной информативностью вследствие малых размеров плода и его подвижностью. При выявлении выраженных изменений по данным УЗИ МРТ проводят на 16–19-й неделе с последующими исследованиями по мере созревания плода. Еще в 1994–1995 гг. the United Kingdom National Radiological Protection Board подчеркивал нецелесообразность проведения МРТ в первые 3 мес беременности во избежание артефактов от движения при малых размерах плода и потенциальной возможности повреждения его слуха низкочастотными звуками, генерируемыми катушкой МР-сканера [37]. В настоящее время эти требования изменились, исследования проводят, начиная с 15-й недели беременности.

В наших исследованиях мы использовали МР-томограф «Intera 1,5 Тл» (Philips, Нидерланды) с гибкой катушкой Sense – Body, технологией параллельного сканирования.

Использовали технику быстрого спин-эхо (single short fast spine echo – SSFP), при которой продолжительность шлейфа эхо и фактор ускорения приблизительно равны ее продолжительности в обычной последовательности. Параметры последовательности: TR – 16985 мс, TE – 100 мс, толщина среза – 3–4 мм, матрица – 272×219, поле зрения – 250, количество накоплений – 1, число срезов в среднем 25–30, угол поворота 90°, время сканирования 8–17 с, в 3 ортогональных плоскостях сканирования и поворота ориентации срезов относительно положения и анатомии плода.

Общая продолжительность МРТ исследования, по данным литературы, различна: 30–45 мин [16], от 45 мин до 1 ч [10], 45 мин [38]. Необходимо подчеркнуть, что общая продолжительность исследования или пребывания в МР-томографе не является временем воздействия радиочастотных импульсов при сканировании, которое составляет несколько секунд. Безопасность МРТ исследования плода подтверждают большинство авторов, в том числе, по данным ACR – SPR Practice guideline for the safe and optimal performance of fetal magnetic resonance imaging (MRI) издание American College of Radiology (2010), включающей более 30 000 радиологов, онкологов-радиологов США.

Результаты и их обсуждение. МРТ плода проводили при предположении о наличии аномалии развития, в частности ЦНС (в 77–79% наблюдений), в том числе аномалии срединных структур ГМ – в 31%, органов грудной полости – в 8%, позвоночника плода – в 6%, ложноположительных результатов УЗИ – в 38%. Такие же показатели приведены в обзоре Children’s University Hospital (Dublin) и ретроспективном анализе 78 плодов, исследованных в Международном томографическом центре (МТЦ) СО РАН (Новосибирск) [16, 39].

При анализе МР-томограмм ГМ плода учитывали, что гестационный возраст является важным фактором, влияющим на оценку анатомии плода и требующим системно-ориентированного подхода. Такой подход мы применяли и в наших исследованиях.

Биометрию ГМ плода проводили путем определения лобно-затылочного диаметра (fronto-occipital – FOD), бипариетального диаметра (cerebral biparietal diameter – BPD), костного бипариетального диаметра (bone biparietal diameter – BPD), длины мозолистого тела (corpus callosum length – CCL), передне-заднего диаметра червя мозжечка (anteroposterior diameter of the vermis), его высоты (height of the vermis), поперечного диаметра мозжечка (transverse cerebellar diameter – TCD) [40, 41].

Состояние желудочков ГМ плода изучали во всех проекциях. Боковые желудочки по мере роста плода увеличиваются физиологически диспропорционально – задние рога относительно передних, что продолжается до 23-й недели, после чего желудочки уменьшаются. Поэтому поперечный размер измеряют в аксиальной и фронтальной проекциях [42]. Диагноз вентрикуломегалии правомочен, если ширина боковых желудочков превышает 10 мм [43]. Вентрикуломегалию классифицируют как: легкую – при ширине желудочков 10–12 мм, умеренную – 12–15 мм, выраженную – более 15 мм. По данным исследований, в 70–85% наблюдений вентрикуломегалия сочетается с такими дефектами развития

невральной трубки, как: агенезия или дисгенезия мозолистого тела, мальформация или комплекс Dandy – Walker, лиссэнцефалия, полимикрогирия, голопроэнцефалия, субэпендимарная гетеротопия, внутрижелудочковые и паренхиматозные кровоизлияния, порэнцефалия, перивентрикулярная лейкомаляция, спинномозговая грыжа.

Приводим собственные наблюдения неполного совпадения диагноза по данным УЗИ и МРТ плода при спинномозговой грыже.

1. Беременная Т., 23 лет, беременность 26 нед. По данным УЗИ выявлены расщепление позвонков в пояснично-крестцовом отделе с грыжевым выпячиванием диаметром 20 мм, дилатация внутрибрюшного отдела пупочной вены в месте впадения в пупочное кольцо до 0,8 см, вентрикулодилатация. В сроке 27–28 нед по данным вентрикулометрии ширина боковых желудочков до 0,8 см, срединные структуры, структуры ГМ, область шеи — без патологических изменений. Спинномозговая грыжа пояснично-крестцового отдела диаметром до 1,8 см (рис. 1).

МРТ проведена в срок 28 нед, после выполнения УЗИ, по направлению гинеколога по поводу аномалии

развития плода. На момент исследования отмечено ягодичное предлежание, плод повернут лицом к правому бедру матери и несколько кзади. При визуализации головы плода обнаружено расширение субарахноидальных пространств в супратенториальных отделах. Задние отделы тела и валик мозолистого тела уменьшены, вследствие чего незначительно расширены теменно-затылочные отделы межполушарной щели (рис. 2). Задняя черепная ямка и ее структуры не изменены. Структуры лицевого черепа без видимых особенностей. Ширина передних рогов боковых желудочков: левого — до 0,34 см, правого — до 0,36 см; задние рога — до 0,96 см, правый, левый — до 1 см. Ширина III желудочка до 0,24 см, IV желудочек без особенностей.

Визуализированные шейный и грудной отделы позвоночника без спинномозговых грыж. Обнаружено обвитие пуповины вокруг шеи плода (рис. 3). В пояснично-крестцовом отделе позвоночника определяется спинномозговая грыжа (по-видимому, менингоцеле) размерами: вертикальный — 2,33 см, ширина — 2,17 см, передне-задний — 1,63 см, высота грыжевых ворот — 0,8 см, ширина — 0,74 см (рис. 4).



Рис. 1. УЗИ. А — головной мозг и желудочки, беременность 26 нед; Б — пояснично-крестцовый отдел, спинномозговая грыжа (стрелка), беременность 26 нед; В — пояснично-крестцовый отдел, спинномозговая грыжа, беременность 27–28 нед.

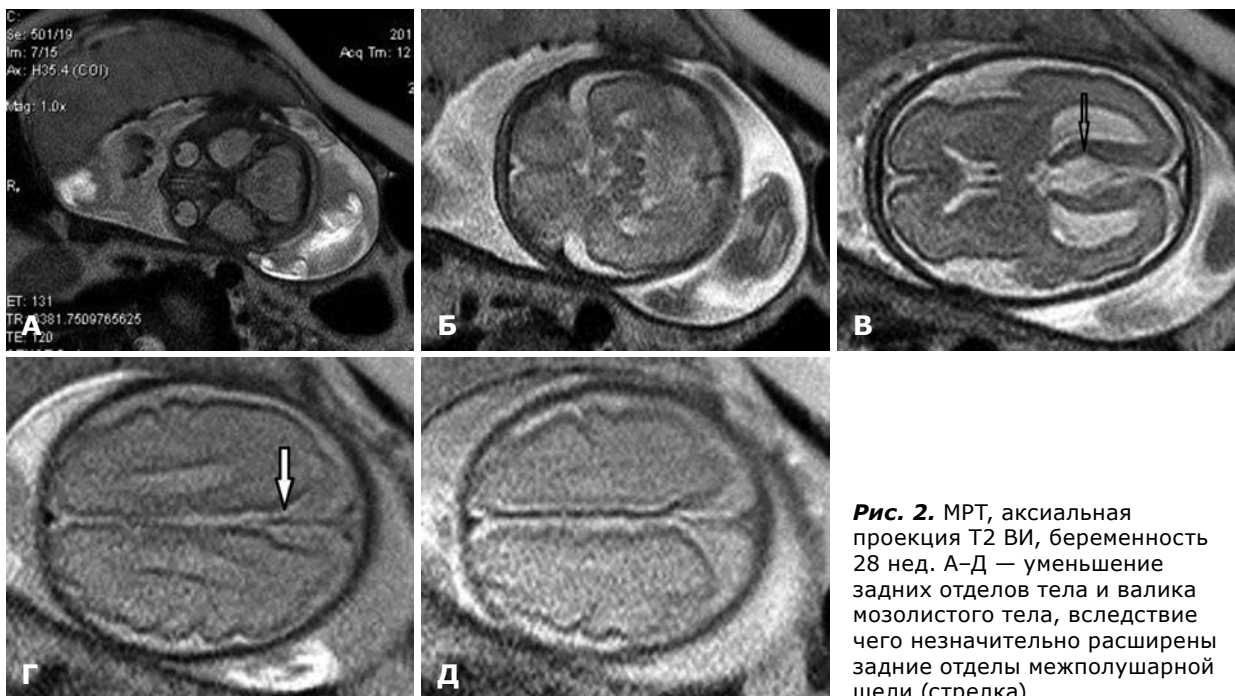


Рис. 2. МРТ, аксиальная проекция T2 ВИ, беременность 28 нед. А–Д — уменьшение задних отделов тела и валика мозолистого тела, вследствие чего незначительно расширены задние отделы межполушарной щели (стрелка).



Рис. 3. МРТ, фронтальная (А-В) и сагиттальная (Г) проекции Т2 ВИ, беременность 28 нед. А-Г — обвитие пуповины вокруг шеи плода (стрелка).

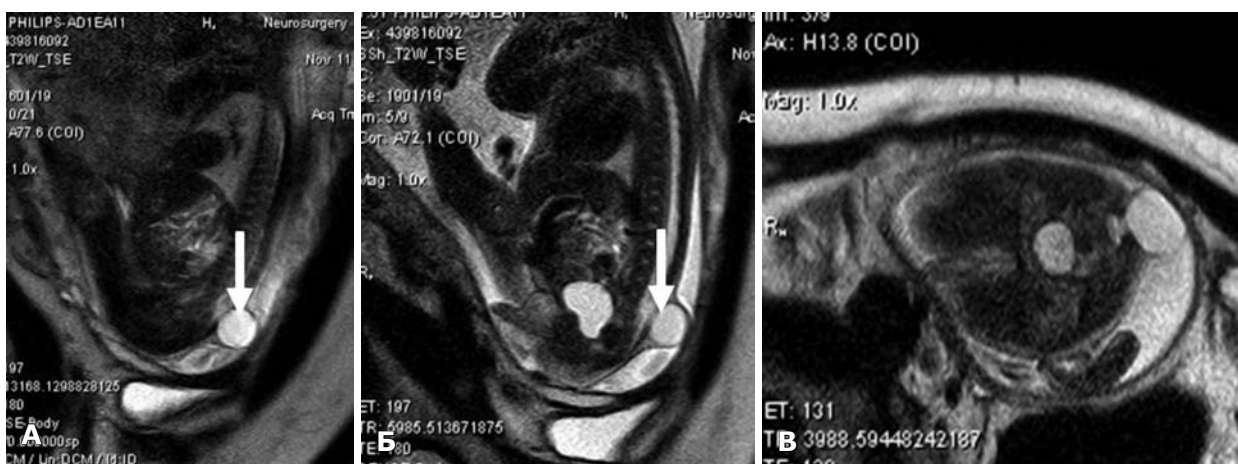


Рис. 4. МРТ, сагиттальная (А, Б) и аксиальная (В) проекции Т2 ВИ, беременность 28 нед. А-В — спинномозговая грыжа (стрелка).

По результатам МРТ исключен диагноз вентрикуломегалии, установленный по данным УЗИ, описаны изменения ГМ, спинномозговая грыжа, выявлено обвитие пуповины вокруг шеи плода.

Во втором наблюдении приводим расхождение диагноза у плода: по данным УЗИ — киста ГМ, МРТ — иной диагноз в ГМ и объемное образование в брюшной полости.

2. Беременная Н., 20 лет, беременность 28–29 нед. По данным УЗИ выявлена киста в области заднего отдела межполушарной щели (**рис. 5**), нечеткие изменения в брюшной полости.



Рис. 5. УЗИ. Беременность 28–29 нед. Киста заднего отдела межполушарной щели.

МРТ проведена по направлению гинеколога, нейрохирурга для уточнения диагноза. На момент проведения исследования — головное предлежание плода, плод повернут лицом к передней брюшной стенке матери и ее левому бедру. Определяется расширение субарахноидальных пространств в суб-супратенториальных отделах. Визуализируются: полушария мозжечка (несколько уменьшены в объеме), ствол мозга, червь мозжечка; височные доли несколько уменьшены в объеме, гипоплазированы затылочные доли, задние отделы тела и валик мозолистого тела, вследствие чего расширены задние отделы межполушарной щели и области тенториальной вырезки (**рис. 6**). Прозрачная перегородка более отчетливо визуализируется в средних и задних ее отделах, полость ее расширена до 0,9 см. Ширина передних рогов боковых желудочков: левого — до 0,42 см, правого — до 0,16 см. Ширина III желудочка — до 0,2 см, IV желудочек без особенностей. Структуры лицевого черепа без видимых изменений.

По результатам МРТ органов брюшной полости плода выявлено: в брюшной полости, преимущественно в ее левой половине, обнаружено кистозное образование размерами 7,22×8,84×9,0 см (**рис. 7**). Правая почка, печень, селезенка без видимых особенностей. Заключение: МР-признаки аномалии развития ЦНС: несоответствие гестационному возрасту МР-картины ГМ плода, гипоплазия мозжечка,

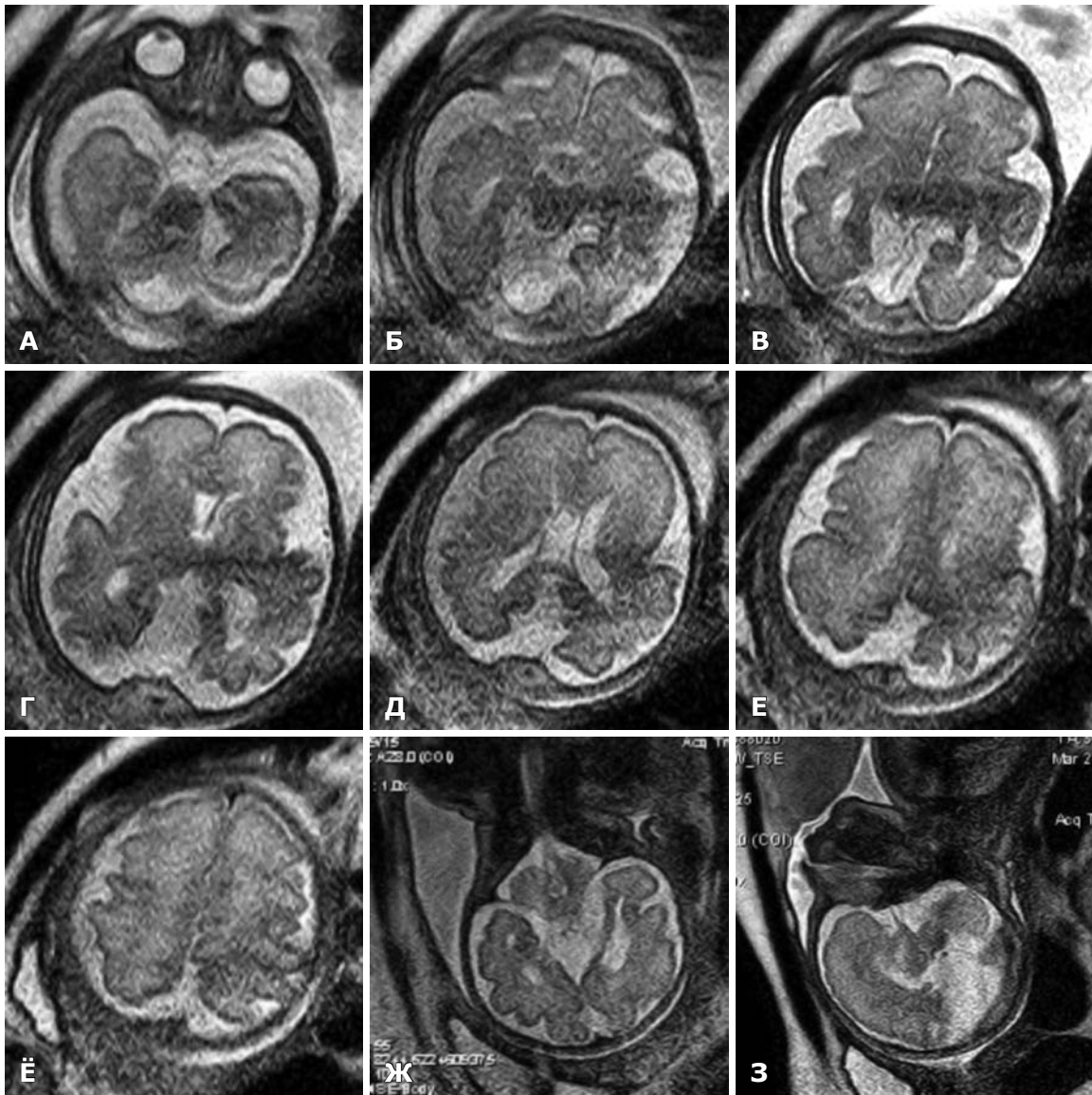


Рис. 6. МРТ, аксиальная (А–Е), фронтальная (Ж) и сагиттальная (З) томограммы T2 ВИ, беременность 29–30 нед. Расширение задних отделов межполушарной щели и области тенториальной вырезки.

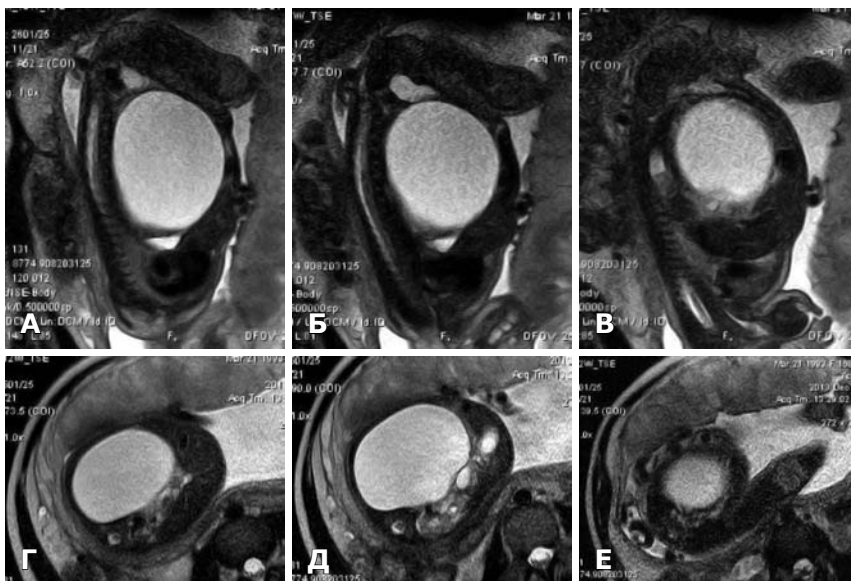


Рис. 7. МРТ, сагиттальная (А–В) и аксиальная (Г–Е) томограммы T2 ВИ, беременность 29–30 нед. Кистозное образование в левой половине брюшной полости.

височных и затылочных долей, частичная агенезия (?) мозолистого тела, расширение прозрачной перегородки, расширение области тенториальной вырезки и задних отделов межполушарной щели. Кистозное образование левой половины брюшной полости (киста левой почки?).

Таким образом, расхождение диагноза по данным УЗИ и МРТ повлияло на дальнейшую тактику ведения беременности, родов и планирование постнатального периода. Обнаружение образования в брюшной полости требовало динамического наблюдения и решения вопроса о хирургической или консервативной тактике лечения в постнатальном периоде.

При изучении МРТ ГМ плода необходимо проведение анализа развития извилин и борозд. Так, к 16-й неделе гестации начинают формироваться латеральные борозды мозга, на 20-й неделе — определяют латеральные борозды и продольную щель большого мозга; на 22–25-й неделе — борозды гиппокампа и шпорная борозда, поясная извилина, теменно-затылочная борозда, к 27-й неделе — должны быть четко представлены и идентифицируемы все борозды, указанные в сроки 20–25 нед. К 28–29-й неделе оформляются краевая, пред- и постцентральная, внутрименная, коллатеральная, верхняя височная и лобная борозды. На 31-й неделе должна определяться нижняя лобная борозда, а на 35-й неделе — височные доли полностью сформированы, видны верхняя, средняя и нижняя височные извилины и соответствующие борозды. Некоторые авторы отмечают, что к 34-й неделе формирование борозд и извилин ГМ полностью заканчивается, МРТ-картина ГМ идентична таковой у взрослого человека [13, 40, 44].

Анализ миграции нейронов и формирования белого и серого вещества ГМ является следующей составляющей при МРТ плода. Формирование вещества ГМ разделяют на 3 стадии: клеточной пролиферации, клеточной миграции и организации коры большого мозга. Миграция нейронов проходит между 3-м и 4-м месяцам беременности и заканчивается к 24-й неделе [27]. На ранних гестационных сроках паренхимы ГМ дифференцируется как три слоя: герминативный матрикс (germinal matrix), кортикальная пластинка (cortical plate) и промежуточный слой (intermediate layer) [14]. Герминативный матрикс располагается рядом с боковыми желудочками, имеет вид «темной» или гипоинтенсивной на T2 ВИ полосы. Кортикальная пластинка определяется как полоса гипоинтенсивного сигнала на T2 ВИ и гиперинтенсивного или «яркого» МР-сигнала — на T1 ВИ. Промежуточный слой характеризуется умеренно повышенным сигналом на T2 ВИ и гипоинтенсивным — на T1 ВИ. Между 24 и 27-й неделей герминативный матрикс исчезает и дифференцируются только два слоя [14, 44]. МР-сигнал от миелина становится различимым на 22–40-й неделе [45].

При исследовании ЦНС плода важное значение имеет идентификация позвоночного столба для выявления: спинномозговых грыж, крестцово-копчиковых тератом (частота 1 на 35 000–40 000 живых новорожденных), агенезии крестца, синингомиелии, аномалий развития позвонков [45, 46].

В заключение следует отметить, что, по данным рентгенологов, совпадение УЗИ и МРТ диагноза на-

блюдают у 30–75,5% обследованных, диагноз УЗИ изменялся на принципиально иной с коррекцией последующей тактики ведения у 6,1–37%, изменялся частично, без изменения тактики — у 8,1%. В 34% наблюдений результаты МРТ не подтверждали ранее установленный диагноз по данным УЗИ, что подтверждено в последующем рождении здоровых детей без каких-либо отклонений в развитии [10, 17, 27, 38, 39].

Более чем 25-летний мировой опыт применения МРТ в пренатальной диагностике при предположении по данным УЗИ ВПР, особенно ЦНС и результаты наших исследований подтверждают высокую информативность и безопасность метода, высокую специфичность характеристики патологических изменений, что свидетельствует о необходимости введения МРТ в диагностический алгоритм обследования беременных в Украине.

Список литературы

1. Барашнев Ю.И. Диагностика и лечение врожденных и наследственных заболеваний у детей / Ю.И. Барашнев, В.А. Бахарев, П.В. Новиков. — М.: Триада-Х, 2004. — 560 с.
2. Медико-социальные факторы риска возникновения пороков развития спинного мозга / В.С. Полуни, Е.И. Нестеренко, В.В. Попов, Д.В. Соломатин // Рос. мед. журн. — 2006. — №1. — С.3–6.
3. Врожденные аномалии (пороки развития) в Российской Федерации / Л.А. Бокерия, И.Н. Ступаков, Н.М. Зайченко, Р.Г. Гудукова // Дет. больница. — 2003. — №1. — С.7–14.
4. Banovic J. The influence of drug abuse on perinatal outcome / J. Banovic, V. Banovic, D. Roje // Proceedings of the 5th World Congress of Perinatal Medicine. — Barcelona, 2001. — P.504–507.
5. Кашина Е.В. Клинико-морфологические особенности врожденных пороков развития центральной нервной системы в онтогенезе у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.00.09 — педиатрия / Е.В. Кашина / Гос. образовательное учреждение высшего проф. образования «Владивостокский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию». — Хабаровск, 2008. — 18 с.
6. Патология мозолистого тела. Трехмерная ультразвуковая диагностика и МР-томография / А.В. Макогон, А.А. Махотин, А.М. Коростышевская, Л.В. Каленицкая // Ультразвук и функц. диагностика. — 2008. — №2. — С.79.
7. Ventriculomegaly diagnosed by prenatal ultrasound and mental development of the children / С. Wilhelm, С. Keck, S. Hess, R. Korinthenberg, M. Breckwoldt // Etal. Diagn. Ther. — 1998. — V.13, N3. — P.162–166.
8. Корниенко В.Н. Диагностическая нейрорадиология / В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин. — М.: ИП «Андреева Т.М.», 2006. — 1327 с.
9. Юдина Е.В. Основы пренатальной диагностики / Е.В. Юдина, М.В. Медведев. — М.: РАВУЗДПАГ, Реальное время, 2002. — 184 с.
10. МРТ в антенатальной диагностике аномалий внутриутробного плода / К.Ф. Юсупов, М.М. Ибатулин, И.М. Михайлов, В.О. Панов // Радиология — Практика. — 2006. — №2. — С.24–42.
11. Smith F.W. NMR imaging in pregnancy / F.W. Smith, A.M. Adam, W.D.P. Phillips // Lancet. — 1983. — N1. — P.61–62.
12. MR-imaging of cerebral abnormalities in utero / D. Thickman, M. Mintz, M. Mennuti, H.Y. Kressey // J. Comput. Assist. Tomogr. — 1984. — N8. — P.1058–1061.
13. Glenn O.A. Magnetic resonance imaging of fetal brain and spine: an increasingly important tool in prenatal diagnosis, part 1 / O.A. Glenn, A.J. Barkovich // Am. J. Neuroradiol. — 2006. — V.27. — P.1604–1611.
14. Glenn O.A. Magnetic resonance imaging of fetal brain and spine: an increasingly important tool in prenatal diagnosis, part 2 / O.A. Glenn, A.J. Barkovich // Am. J. Neuroradiol. — 2006. — V.27. — P.1807–1814.

15. Fetal MRI: a developing technique for the developing patient / F.V. Coakley, O.A. Glenn, A. Qayyum, A.J. Barkovich, R. Goldstein, R.A. Filly // *Am. J. Roentgenol.* — 2004. — V.182, N1. — P.243–252.
16. Robinson I. Fetal magnetic resonance imaging: a valuable diagnostic tool / I. Robinson // *Infant.* — 2009. — V.5, N4. — P.124–126.
17. Коростышевская А.М. Магнитно-резонансная томография в диагностике аномалий срединных структур головного мозга у плода / А.М. Коростышевская // *Мед. визуализация.* — 2010. — №4. — С.112–118.
18. Нужна ли пренатальная магнитно-резонансная томография ? / Т.Н. Трофимова, А.Д. Халиков, Д.В. Воронин, Н.Г. Павлова // *Лучевая диагностика и терапия.* — 2011. — №2. — С.13–21.
19. Rogozhyn V.A. MRI and 1H MRS for early detection of hypoxic injury of the fetal brain / V.A. Rogozhyn, Z. Rozhkova, L. Kirillova // *Eur. J. Neuroradiol.* — 2002. — V.11, N3. — P.352.
20. Early detection of the hypoxic injury of the fetal human brain by using MRI and 1H MRS / V.A. Rogozhyn, Z. Rozhkova, L. Kirillova, E. Lukjanova, A. Perfilov // *Brain and Development.* — 2002. — V.24, N6. — P.589–590.
21. Сучасні діагностичні можливості нейровізуалізації у перинатології / Л.Г. Кирилова, В.О. Рогожин, О.П. Перфілов, З.З. Рожкова, Л.А. Мироняк // *Педіатрія, акушерство та гінекологія.* — 2003. — №2 (додаток). — С.52–53.
22. Діагностична оцінка стану ЦНС плода, новонароджених і дітей раннього віку методами сучасної нейровізуалізації (МРТ і МРС) / Л.Г. Кирилова, В.О. Рогожин, С.П. Писарева, З.З. Рожкова, Л.А. Мироняк, О.В. Рябікін // *Педіатрія, акушерство та гінекологія.* — 2003. — №3 (додаток). — С.3–6.
23. Rogozhyn V. MRI and 1H MRS for monitoring of the fetal brain development / V. Rogozhyn, Z. Rozhkova, L. Kirillova // *Eur. Radiol.* — 2003. — V.13, N1. — P.285.
24. Rogozhyn V. MRI and MRS of the human fetal brain / V. Rogozhyn, Z. Rozhkova // *Radiology.* — 2003. — V.223, N2. — P.396.
25. MRI in detection of fetal brain anomalies / L. Myronyak, V. Rogozhyn, O. Ryabikin, L. Kirillova // *Book of abstracts, 23-rd ICR.* — Montreal, 2004. — P.172.
26. Рогожин В.А. МРТ в гинекологической практике / В.А. Рогожин // *Р.Е.Ж.Р.* — 2012. — Т.2, №3. — P.27–40.
27. Fetal MRI in CNC abnormalities. Relevant issues for obstetricians / M.R. Rodrigues, V.M. de Vega Fernandez, P.M. Ten, J.P. Pedregosa, D.M. Fernandez – Mayoralas, M.J. de la Pena // *R.A.R.* — 2010. — V. 74, N4. — P.1–14.
28. Fetal brain MR-imaging / N. Girard, C. Raybaud, D. Gambarelli, D. Figarella – Branger // *Magn. Res. Imag. Clin. N. Am.* — 2001. — N9. — P.19–56.
29. Human fetal anatomy: MR-imaging / J.C. Weinreb, T. Lowe, J.M. Cohen, M. Kutler // *Radiology.* — 1985. — N157. — P.715–720.
30. Magnetic resonance imaging (MRI) in obstetrics. II. Fetal anatomy / M.C. Powell, B.S. Worthington, J.M. Buckley, E.M. Symonds // *Br. J. Obstet. Gynaecol.* — 1988. — N95. — P.38–46.
31. Placental perfusion MR-imaging with contrast agents in a mouse model / L.J. Saloman, N. Siauve, D. Balvay, C.A. Cuénod, C. Vayssettes, A. Luciani, G. Frija, Y. Ville, O. Clément // *Radiology.* — 2005. — V.235, N1. — P.73–80.
32. Grobner T. Gadolinium and nephrogenic systemic fibrosis / T. Grobner, F.C. Prischl // *Kidney Int.* — 2007. — V.73. — P.260–264.
33. Saleem S.N. Fetal MRI: an approach to practice [Электронный ресурс] / S.N. Saleem // *J. Advanc. Res.* — 2013. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2013.06.001/>
34. Prenatal MR diffusion — weighted imaging in a fetus with hemimegalencephaly / R. Agid, S. Lieberman, M. Nadi, J.M. Gomori // *Pediatr. Radiol.* — 2006. — V.36. — P.138–140.
35. Demonstration of acute ischemic lesions in the fetal brain by diffusion magnetic resonance imaging / C. Baldoli, A. Righini, C. Parazzini, G. Scotti, F. Triulzi // *Ann. Neurol.* — 2002. — V.52. — P.243–246.
36. Methods of fetal MR: Beyond T2-weighted imaging / P.S. Brugger, F. Stuhr, C. Linder, D. Prayer // *Eur. J. Radiol.* — 2006. — V.57. — P.172–181.
37. A three-year follow-up of children imaged in utero with echo-planar magnetic resonance / P. Baker, I. Johnson, R. Harvey, P.A. Gowland, P. Mansfield // *Am. J. Obstet. Gynecol.* — 1994. — V.170, N1. — P.32–33.
38. Orit A. MRI of the fetal central nervous system and body / A. Orit, F.V. Coakley // *Clin. Perinatol.* — 2009. — V.36. — P.273–300.
39. Коростышевская А.М. Роль магнитно-резонансной томографии плода в диагностике врожденных пороков развития / А.М. Коростышевская, А.А. Савелов // *Бюл. Сиб. мед.* — 2012. — №5. — С.128–132.
40. Garell C. The role of MRI in evaluation of the fetal brain with an emphasis on biometry, gyration and parenchyma / C. Garell // *Pediatr. Radiol.* — 2004. — V.39, N9. — P.694–699.
41. The fetal cerebellar vermis: Anatomy and biometric assessment using volume contrast imaging in the C-plane (VCI - C) / F. Vinals, M. Munoz, R. Naveas, J. Shalper, A. Giuliano // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* — 2005. — N26. — P.622–627.
42. Garell C. Coronal measurement of the fetal lateral ventricles: Comparison between ultrasonography and magnetic resonance imaging / C. Garell, C. Alberti // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* — 2006. — N27. — P.23–27.
43. Bowerman R.A. Normal fetal anatomic survey / R.A. Bowerman, D.A. Nyberg // *Diagnostic imaging of fetal anomalies*; eds. D. Nyberg, J. Mc Gahan, D. Pretorius, G. Pilu. — Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. — P.1–30.
44. Supratentorial parenchyma in the developing fetal brain: in vitro MR-study with histologic comparison / H. Brisse, C. Fallet, G. Sebag, C.N. Nessmann, P. Blot, M. Hassan // *Am. J. Neuroradiol.* — 1997. — V.18. — P.1491–1497.
45. Fast MR imaging with true FISP versus HASTE comparative efficacy in the evaluation of normal fetal brain maturation / H.W. Chung, C.Y. Chen, R.A. Zimmerman, K.W. Lee, C.C. Lee, S. Ce. Chin // *Am. J. Roentgenol.* — 2000. — V.275. — P.1375–1380.
46. Prenatal diagnosis and outcome in sacrococcygeal teratoma: a review of cases between 1992 and 1998 / V. Brace, S.R. Garnt, K.J. Brackley, M.D. Kilby, M.J. Whittle // *Prenat. Diagn.* — 2000. — V.20. — P.51–55.

Чувашова О.Ю.

Відділ нейрорадіології та радіонейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Роль магніторезонансної томографії у пренатальній діагностиці вроджених вад розвитку центральної нервової системи

Представлені можливості, безпека і роль магніторезонансної томографії (МРТ) в діагностиці вроджених вад розвитку (ВВР) центральної нервової системи (ЦНС) на основі аналізу даних літератури і результатів власних спостережень. Показано необхідність включення МРТ в протокол/алгоритм обстеження вагітних в Україні при виявленні будь-яких змін за даними ультразвукового дослідження (УЗД) для планування постнатального, в тому числі нейрохірургічного, лікування.

Матеріали і методи дослідження. Наведені особливості проведення, програми, строки МРТ дослідження плоду на підставі аналізу даних літератури та власних досліджень.

Результати та їх обговорення. Описані прийоми вивчення ЦНС плоду при МРТ дослідженні, зокрема, біометрія мозку, вивчення стану шлуночків головного мозку (ГМ), аналіз розвитку звивин і борозен, міграції нейронів і формування білої та сірої речовини ГМ, хребта.

За даними власних спостережень показана можливість розходження діагнозу за результатами УЗД і МРТ за найбільш чітких інших даних МРТ.

Більш ніж 25-річний світовий досвід застосування МРТ у пренатальній діагностиці при припущенні, за даними УЗД ВВР, особливо ЦНС, і результати власних досліджень, підтверджують високу інформативність і безпеку методу, високу специфічність характеристики патологічних змін, що свідчить про необхідність введення МРТ в діагностичний алгоритм обстеження вагітних в Україні.

Ключові слова: вагітність, плід, вади розвитку ЦНС, МРТ.

Укр. нейрохірург. журн. — 2014. — №4. — С. 37-45.

Надійшла до редакції 16.07.14. Прийнята до публікації 19.09.14.

Адреса для листування: Чувашова Ольга Юріївна, Відділ нейрорадіології і радіонейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: cho72@ukr.net

Chuvashova O.Yu.

Department of Neuroradiology and Radioneurosurgery, Institute of Neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov, NAMS of Ukraine, Kiev, Ukraine

Role of magnetic resonance imaging in prenatal diagnostics of congenital malformations of central nervous system

The opportunities, safety and role of magnetic resonance imaging (MRI) in diagnostics of congenital malformations of central nervous system (CNS) are given on the base of the literature analysis and results of own observations, the need of MRI inclusion into protocol/algorithm of inspection of pregnant women in Ukraine is shown at detection of any ultrasound changes for post-natal treatment planning, including neurosurgical interventions.

Materials and method of the study. Features of MRI program, used for fetus examining, time of the procedure are described on the base of literature analysis and own observations.

Results and their discussion. Methods of MRI study of fetal CNS are described: brain biometrics, condition of brain ventricles, analysis of gyrus and sulcus development, migration of neurons and white and gray substance of a brain forming, study of a spine.

According to results of own observations, the possibility of ultrasound and MRI diagnoses divergence was shown, most accurate other data at MRI.

More than 25 years of international experience of MRI in prenatal diagnostics at congenital malformations assumption according to ultrasound data, especially of CNS, and results of own study confirm high informative value and safety of the method, high specificity of characteristics of pathological changes, indicating the need to introduce MRI in the algorithm of examination of pregnant women in Ukraine.

Key words: pregnancy, fetus, CNS pathology, MRI.

Ukr Neyrokhir Zh. 2014; 4: 37-45.

Received, July 16, 2014. Accepted, September 19, 2014.

Address for correspondence: Olga Chuvashova, Department of Neuroradiology and Radioneurosurgery, Institute of Neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov, Platon Mayboroda St., 32, Kiev, Ukraine, 04050, e-mail: cho72@ukr.net