

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.5.79>

МРТ плода – эффективное дополнение к ультразвуковому исследованию анатомии плода

А.Н. Чуканов

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №5. – С. 79-85.

Fetus MRI as an effective complement to the fetal anatomy ultrasound

A.N. Chukanov

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VG MU. 2024;23(5):79-85.

Резюме.

Врожденные пороки развития плода представляют собой важную медико-социальную проблему, так как они являются второй по распространенности причиной младенческой смертности во всем мире. Диагностика врожденных аномалий во время беременности – это непростая задача, которая до настоящего времени в большей степени решается с использованием методов ультразвуковой визуализации.

Результаты. При анализе результатов обследования 30 беременных женщин с врожденными пороками развития плода, за исключением группы пороков развития головного мозга и позвоночного столба, диагностическая точность изолированного применения метода ультразвуковой визуализации при указанных аномалиях составила 78% при чувствительности 76%. Диагностическая точность изолированного использования МРТ составила 97% при чувствительности примерно 96%. При этом диагностическая точность при использовании комбинации УЗИ и МРТ составила 100%, чувствительность на этапе валидации 98%.

Заключение. Использование МРТ плода повышает диагностические возможности при оценке пороков развития, за исключением группы ВПР головного мозга и позвоночного столба. МРТ позволяет получить качественное изображение структур плода в тех случаях, когда при ультразвуковом исследовании такое изображение получить невозможно по причине возникновения артефактов. Метод МРТ характеризуется сравнительным превосходством относительно УЗИ при дифференциальной диагностике ВПР, являясь средством получения дополнительной диагностически значимой информации. Результаты, полученные в ходе применения метода МРТ плода, часто служат основанием для изменения первоначального пренатального диагноза ВПР, установленного сонографически.

Ключевые слова: врожденные пороки развития, МРТ плода, УЗИ плода.

Abstract.

Diagnosis of congenital anomalies during pregnancy is a challenge, which has been solved mainly using ultrasound imaging methods.

Results. While analyzing the examination results of 30 pregnant women with the fetus congenital malformations, with the exception of the group of the brain and spine malformations, the diagnostic accuracy of the isolated use of the ultrasound imaging method for the specified anomalies was 78% with 76% sensitivity. The diagnostic accuracy of the isolated use of MRI was 97% with approximately 96% sensitivity. At the same time, the diagnostic accuracy when using the combination of ultrasound and MRI was 100%, the sensitivity at the validation stage was 98%.

Conclusions. Fetal MRI increases diagnostic options in assessing developmental defects, except for the group of congenital malformations of the brain and spine. MRI allows obtaining a high-quality image of the fetal structures in cases where such an image cannot be obtained during ultrasound examination due to artifacts. The MRI method is characterized by comparative superiority over ultrasound in the differential diagnosis of congenital malformations, being a means of obtaining additional diagnostically significant information. The results obtained during the use of fetal MRI often serve as the basis for changing the initial prenatal diagnosis of congenital malformations detected with ultrasound.

Keywords: Congenital malformations, MRI, fetus ultrasound

Введение

Ультразвуковое исследование (УЗИ) на сегодняшний день является ведущим методом оценки состояния плода, включая его анатомическое строение. В большинстве клинических случаев УЗИ, проводимое опытным врачом-диагностом, позволяет получить достаточную информацию о морфологии плода и его функциональном состоянии. В ряде случаев такие факторы, как «неудобное» для обследования положение плода, многоплодная беременность, маловодие, ожирение матери, возникающие искажающие артефакты оказывают негативное влияние на качество сонограммы [1].

При некоторых пороках развития, характеризующихся малозаметными при УЗИ анатомическими изменениями плода, провести его дифференциальную диагностику ультразвуковым методом не представляется возможным.

Высокая эффективность магнитно-резонансной томографии (МРТ) плода в таких случаях была описана многими исследователями [2].

В последние годы МРТ стала действенным инструментом оценки анатомии плода благодаря своим качествам, обусловленным физикой процесса: выраженной контрастности различных по строению и составу тканей организма, широкому полю зрения, а также сравнительно меньшей оператор-зависимости результата исследования.

Указанные характеристики объясняют более эффективное использование МРТ плода для оценки фетальных нарушений, являясь причиной применения данного визуализирующего метода в качестве дополнительного к пренатальному ультразвуковому исследованию [2].

Внутриутробная хирургическая коррекция порока, выполненная по результатам МР-томографии плода, позволяющей более точно определить характер поражения при определенных врожденных аномалиях, улучшает показатели выживаемости и функциональные возможности у новорожденного при врожденной диафрагмальной грыже, менингомиелоцеле, обструктивных поражениях мочевыводящих путей [3].

Целью нашего исследования было изучение возможностей МРТ как дополнительного метода для оценки врожденных аномалий плода, а также анализ того, становились ли результаты МРТ плода причиной для изменения предварительного пренатального диагноза, установленный при помощи ультразвукового метода.

Материал и методы

Материалом для научного проспективного исследования послужили плоды 30 беременных пациенток из 1570 беременных женщин, направленных в течение 2018 - 2022 гг. женскими консультациями г.Минска для проведения ультразвукового обследования плода в «Межрайонный ресурсный центр пренатальной диагностики» учреждения здравоохранения «1-я городская клиническая больница» г.Минска, с установленным ультразвуковым методом предварительным диагнозом врожденных пороков развития различных систем плода и затем направленных в отделение МРТ для дальнейшего подтверждения диагноза.

Проведение описываемого научного исследования было одобрено комитетом по этике ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования». От всех участвовавших женщин было получено добровольное информированное согласие.

Ультразвуковое исследование плода проводилось по протоколу обследования, утвержденному приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.01.2012 №83 «О совершенствовании организации проведения пренатальных ультразвуковых исследований по выявлению пороков развития и хромосомной патологии у плода в Республике Беларусь».

Ультразвуковое исследование анатомических особенностей плода осуществлялось с использованием систем ультразвуковой визуализации экспертного класса модели «Voluson 730 Expert» (производитель GE Healthcare Systems, США), модели «Accuvix V20» (производитель Samsung Medison, Южная Корея) с программным пакетом трехмерной визуализации (3D/4D), расчета объема виртуального органа (VOCAL), оснащенных датчиками конвексного и линейного типов, в том числе специализированным датчиком для 3D/4D-сканирования.

Ультразвуковой диагноз учитывался в момент его первоначального установления.

Ультразвуковое обследование плода проводилось при нахождении беременной в положении лежа на спине.

При имевшемся у беременной многоводии обследование проводилось по разработанной новой методике получения изображения, заключающейся в установке датчика конвексного типа на переднюю брюшную стенку беременной, находящейся в коленно-локтевом положении [4, 5].

Ультразвуковое исследование выполняли два опытных врача ультразвуковой диагностики, специализирующихся на проведении исследования анатомии плода со стажем работы соответственно 22 года и 7 лет: после проведения основного ультразвукового исследования и установления диагноза врожденного порока развития первым врачом осуществлялось повторное исследование вторым врачом. Результаты первого исследования второму врачу не сообщались, при этом в каждом случае обоими врачами установлен одинаковый диагноз.

МР-томографическое исследование проводилось в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.09.2011 № 902 «Об утверждении показаний к рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии», определяющим правила проведения и показания к нему со стороны плода.

МРТ плода выполнялась на аппарате модели «Ingénia» (производитель «Philips Healthcare», Нидерланды) с величиной напряженности магнитного поля 1,5Т в положении беременной лежа на спине, оптимальные импульсные последовательности – Т2-ВИ в трансверсальной и коронарной плоскостях.

МРТ проводилась во II - III триместре гестации (18-36 недель). В эти сроки имеет место высокая относительная подвижность плода, делающая невозможной получение четких изображений органов для диагностирования ВПР из-за двигательных артефактов. С целью минимизации их для проведения МРТ плода нами выбирались утренние часы, когда двигательная активность плода минимальна. При этом в течение всего времени сканирования пациентка сохраняла неподвижность.

Межнаблюдательная согласованность, предусмотренная индексом Каппа Коэна (Коэн, 1960; Сааведра и др., 2018), составила 0,87 (95% ДИ 0,60-0,99).

Полученные данные обработаны статистически с использованием программного пакета «Статистика». Качественные параметры представляли число и проценты. При проведении сравнительного анализа количественные данные с параметрическим распределением представлялись средним значением, стандартным отклонением (SD) и диапазонами, а количественные данные с непараметрическим распределением – медианой с межквартильным интервалом (IQR).

Возраст пациенток группы исследования составил 26-33 года (средний возраст – 29 лет) и не

имел статистически значимых различий между подгруппами. При анализе антропометрических показателей (роста, массы до беременности, индекса массы тела) статистически значимых отличий между подгруппами группы исследования выявлено не было ($p > 0,05$).

Группа исследования была сформирована по результатам проведенного УЗИ, в ходе которого был установлен предварительный диагноз наличия врожденного порока развития различных структур у плода.

Среди пациенток группы в зависимости от выявленного порока у плода были выделены подгруппы беременных с диагностированными атрезиями различных отделов пищеварительного тракта и кистами брюшной полости плода (подгруппа 1, $n=11$), пороками мочевыделительной системы, в частности почек (подгруппа 2, $n=8$), пороками развития грудной клетки у плода (подгруппа 3, $n=5$). Беременные с другими пороками пищеварительного тракта плода составили подгруппу 4 ($n=14$).

Критериями исключения явились малый срок беременности (I триместр), врожденные пороки сердца, врожденные пороки магистральных сосудов (коарктация аорты, правосторонняя дуга аорты, транспозиция магистральных сосудов, стенозы выносящих трактов желудочков), противопоказания к МРТ-исследованию, в соответствии с выше обозначенным приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.09.2011 № 902.

Окончательная верификация врожденного порока развития у плода проводилась на основании сведений об указанных плодах/детях в «Белорусском регистре врожденных пороков развития».

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного исследования все выявленные врожденные пороки развития у плода были разделены на четыре основные подгруппы (рис. 1):

1. ВПР пищеварительной системы;
2. ВПР мочевыделительной системы (почек);
3. ВПР органов грудной клетки;
4. ВПР лицевой области и шеи.

Также были выявлены 2 случая множественных ВПР, включенных в дополнительную подгруппу, не представляющих отдельного интереса и потому не анализировавшихся нами отдельным образом.

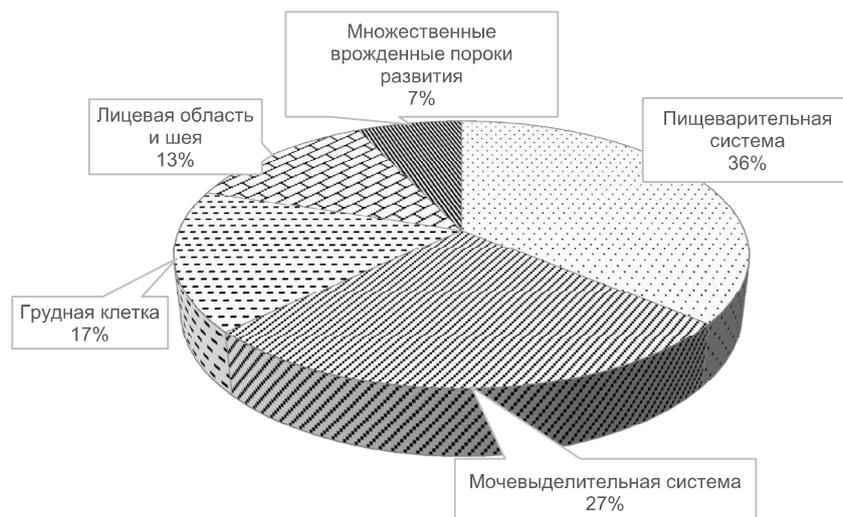


Рисунок 1 – Диаграмма процентного соотношения подгрупп выявленных врожденных пороков развития плода

Подгруппа врожденных пороков пищеварительной системы

Два случая кисты в печени, выявленные изначально сонографически, были подтверждены посредством МРТ с более информативным отображением именно внутрипеченочной топографии.

Три случая атрезии двенадцатиперстной кишки были диагностированы в ходе ультразвукового исследования, и на МРТ первоначальный диагноз так же был подтвержден.

Один случай атрезии пищевода был заподозрен при ультразвуковом исследовании по причине резко уменьшенного размера желудка, площадь поперечного сечения которого составляла значительно меньше 1/16 площади поперечного сечения брюшной полости. При проведении МРТ было выявлено изменение топографии самого пищевода с его прерывистым ходом, типичным для крайне редкого типа атрезии с проксимальным свищом.

Два случая диафрагмальной грыжи, заподозренные в ходе проведения УЗИ, были однозначно подтверждены при МРТ. При этом результаты магнитно-резонансной томографии в одном случае диафрагмальной грыжи, сопровождавшейся выходом в грудную клетку печеночной паренхимы, как правило, никогда не дифференцируемой при сонографии, были сразу стопроцентно информативны и показательны (рис. 2), что является доказательством преимущества МРТ для диагностики описанной патологии.

Три случая подозрения на атрезию желчных протоков, первоначально диагностированные при УЗИ на основании критерия «невизуализируемый желчный пузырь», по результатам МРТ не наш-

ли своего подтверждения, так как МРТ-картина кишечника плода соответствовала нормальному строению желчевыводящих протоков (рис. 3) [6].

При анализе МР-томограмм, полученных в ходе обследования нормальных плодов, экспе-

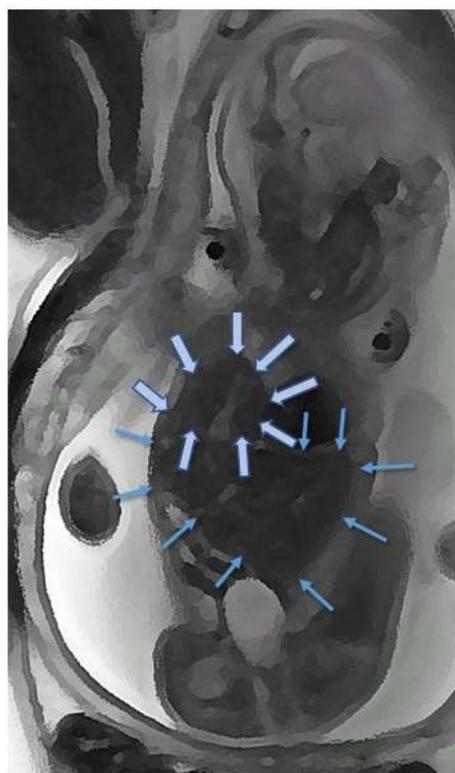


Рисунок 2 – МР-томограмма туловища плода с врожденной диафрагмальной грыжей, представленной частью паренхимы печени, вышедшей в грудную клетку (оконтурена жирными стрелками); находящаяся в брюшной полости плода часть печени оконтурена тонкими стрелками

риментальным путем определено, что в данных случаях на T1-взвешенном изображении сигнал от всего кишечника плода определяется как диффузно гиперинтенсивный. Ввиду малого диаметра кишечной трубки плода отдифференцировать стенку кишечника от заполняющего его содержимого практически не удавалось, поэтому сигнал от всего кишечника, включая его стенки и содержимое, определяется как гиперинтенсивный.

Это объясняется тем, что именно в печени в наибольшей степени концентрируются медь и марганец. Так как основным путем выведения данных элементов является их пассаж через желчные протоки с желчью [7, 8], а парамагнитные минералы оказывают влияние на сигнал МРТ, даже находясь в очень низких концентрациях, то секретирование с желчью ионов этих металлов в кишечник приводит к накоплению их в меконии в количествах, которые могут быть обнаружены с использованием МРТ, вызывая гиперинтенсивность T1-взвешенного сигнала.

Подгруппа врожденных пороков мочевыделительной системы

Один случай кистозного образования левого надпочечника при ультразвуковом исследовании был ошибочно диагностирован при ультразвуковом исследовании как киста верхнего полюса почки. Результаты МРТ, по которым локализация

объемного кистозного образования была определена правильно (левый надпочечник) стали основанием для изменения первоначального диагноза.

Мультикистоз почек (1 случай) по причине сопутствующего выраженного маловодия и задержки внутриутробного развития плода был ошибочно диагностирован при УЗИ как гипоплазия почек. Дополнительной причиной постановки ошибочного ультразвукового диагноза гипоплазии почек стала достаточно четкая доплерографическая визуализация неизмененных почечных сосудов. Только МРТ позволила четко отдифференцировать от окружающих тканей кистозно трансформированную паренхиму почек, что вновь послужило основанием для изменения первоначального диагноза.

В двух случаях агенезии почек, выявленных у беременных во втором триместре (гестационные сроки соответственно 18 недель 3 дня и 20 недель 2 дня), не прошедших по разным причинам ультразвуковой скрининг I триместра, правильный диагноз был заподозрен при УЗИ, и в ходе МРТ он был подтвержден.

Кисты почек в 3 случаях были диагностированы одинаково успешно при ультразвуковом обследовании и последующей МРТ. Еще в одном случае киста, локализованная по передней поверхности правой почки, при ультразвуковом исследовании была схожа с кистой в печени, что не

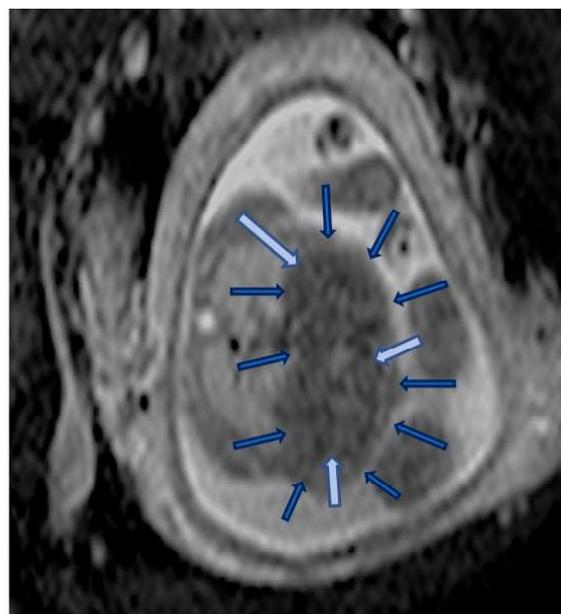
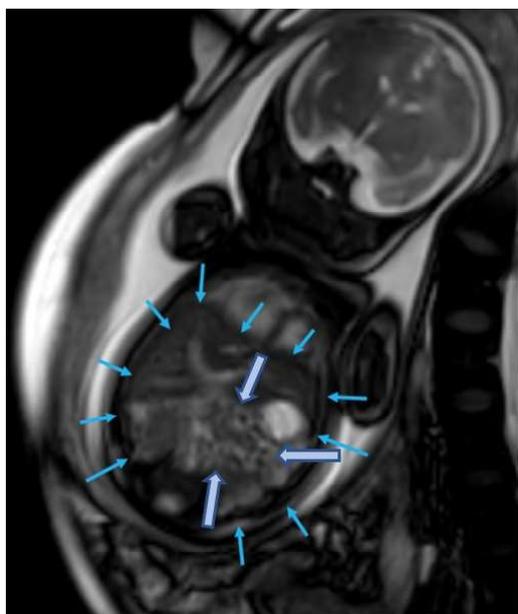


Рис. 3. МР-томограмма исследования кишечника плода во фронтальной (слева) и аксиальной (справа) плоскости в норме: сигнал от петель кишечника (жирные стрелки), находящихся в брюшной полости плода (оконтурена тонкими стрелками), определяется как гиперинтенсивный, что свидетельствует о заполнении кишечника меконием, содержащим ионы меди и марганца

позволило сразу установить точный диагноз. При проведении МРТ в данном случае сразу удалось безошибочно установить именно почечную локализацию кисты.

Подгруппа врожденных пороков развития органов грудной клетки

Три случая кистозно-аденоматозного порока развития легких (КАПРЛ) II и III типов были одинаково эффективно диагностированы как при применении ультразвукового метода, так и с использованием МРТ.

Бронхогенная киста (1 случай) была выявлена при ультразвуковом исследовании и подтверждена МР-томографией.

Диафрагмальная грыжа (1 случай) была ошибочно диагностирована на УЗИ как КАПРЛ I типа, и результат МРТ послужил основанием для изменения первоначального диагноза.

Подгруппа врожденных пороков развития лицевой области и шеи

Из 3 случаев расщелин губы и нёба только в единственном случае изолированной срединной расщелины твердого нёба результаты комбинированного исследования, сочетающего УЗИ и МРТ, оценены как лучшие, нежели использование монометода УЗИ. В остальных случаях эффективность ультразвукового исследования, заключающаяся в большей наглядности, была выраженнее.

Это же касается и случая кистозной гигромы, когда УЗИ, особенно трехмерное, является более информативным по сравнению с МРТ.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что диагностическая точность изолированного применения метода ультразвуковой визуализации при описанных аномалиях составила 78% при чувствительности 76%. Диагностическая точность изолированного использования МРТ составила 97% при чувствительности примерно 96%. При этом диагностическая точность при использовании комбинации УЗИ и МРТ составила 100%, чувствительность на этапе валидации 98%.

В настоящее время для выявления врожденных пороков развития плода МРТ применяется все чаще, превратившись из редко используемого вспомогательного метода в неотъемлемую часть визуализирующего исследования [9].

МРТ плода, как правило, используется для верификации сонографически выявленных пороков развития либо в случаях получения спорных результатов с целью проведения дальнейшей оценки [9].

Исходя из упомянутых выше результатов нашего исследования, чувствительность ультразвукового исследования при выявлении врожденных пороков уступает чувствительности МРТ, что согласуется с данными, полученными другими исследователями [10].

Диагностическая точность МРТ также выше в сравнении с УЗИ плода, что подтверждают и некоторые зарубежные исследователи [11].

Эффективное применение МРТ для оценки развития пищеварительной системы плода, в частности кишечной трубки и желчных протоков, возможно не ранее срока беременности, когда можно ожидать нормальное распределение по кишечнику мекония. Меконий обычно определяется во всей толстой кишке к 25 неделе гестационного возраста. Поэтому МРТ можно проводить для указанных целей после 24 недели беременности [12], что, однако, не всегда будет приемлемым для акушеров-гинекологов, определяющих целесообразность пролонгации беременности в случае ВПР у плода.

Использование МРТ плода повышает диагностические возможности при оценке пороков развития, за исключением группы ВПР головного мозга и позвоночного столба. МРТ позволяет получить качественное изображение структур плода в тех случаях, когда при ультразвуковом исследовании такое изображение получить невозможно по причине возникновения артефактов. Метод МРТ характеризуется сравнительным превосходством относительно УЗИ при дифференциальной диагностике ВПР, являясь средством получения дополнительной диагностически значимой информации. Результаты, полученные в ходе применения метода МРТ плода, часто служат основанием для изменения первоначального пренатального диагноза ВПР, установленного сонографически.

При нелетальных аномалиях МРТ плода может обеспечить точную и своевременную диагностику, что помогает в своевременной организации подходящего вмешательства, улучшает показатели выживаемости и качество жизни таких новорожденных. При этом комбинация МРТ и УЗИ обеспечивает наивысшую точность диагностики патологических изменений у плода.

Литература

1. Rydberg, C. Detection of fetal abnormalities by second-trimester ultrasound screening in a non-selected population / C. Rydberg, K. Tunon // Acta Obstet. Gynecol. Scand. 2017 Feb. Vol. 96, N 2. P. 176–182. doi: 10.1111/aogs.13037
2. Fetal MRI [Electronic resource] / P. D'Anverrs [et al.]. Mode of access: <https://radiopaedia.org/articles/91463>. Date of access: 15.10.2024.
3. Olive, A. M. Fetal Surgery / A. M. Olive, A. G. Kim, A. W. Flake // Pediatric Surgery / eds. P. Puri. Berlin, Heidelberg : Springer, 2016. doi: 10.1007/978-3-642-38482-0_7-1
4. Чуканов, А. Н. Метод ультразвукового скрининга врожденных пороков сердца плода : инструкция по применению № 045-0410 : утв. 06.05.2010 г. / А. Н. Чуканов, А. И. Кушнеров, И. В. Наумчик ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, ГУО «Белорус. мед. акад. последиплом. образования», ГУ «Респ. науч.-практ. центр «Мать и дитя». Минск, 2010. 18 с.
5. Чуканов, А. Н. Совершенствование методов ультразвуковой диагностики врождённых пороков сердца у плода / А. Н. Чуканов // Мед. панорама. 2010. № 6. С. 39–43.
6. Клинические случаи дородовой диагностики билиарной атрезии / А. Н. Чуканов [и др.] // Репродуктив. здоровье.

7. Восточ. Европа. 2020. Т. 10, № 3. С. 340–349.
7. Haram-Mourabet, S. Mineral composition of meconium: effect of prematurity / S. Haram-Mourabet, R. G. Harper, R. A. Wapnir // J. Am. Coll. Nutr. 1998 Aug. Vol. 17, N 4. P. 356–360. doi: 10.1080/07315724.1998.10718775
8. MRI of fetal GI tract abnormalities / C. Veyrac [et al.] // Abdom. Imaging. 2004 Jul-Aug. Vol. 29, N 4. P. 411–420. doi: 10.1007/s00261-003-0147-2
9. Fetal MRI: what's new? A short review / L. Manganaro [et al.] // Eur. Radiol. Exp. 2023 Aug. Vol. 7, N 1. P. 41. doi: 10.1186/s41747-023-00358-5
10. Diagnostic accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the detection of fetal anomalies: a blinded case-control study / L. F. Gonçalves [et al.] // Ultrasound. Obstet. Gynecol. 2016 Aug. Vol. 48, N 2. P. 185–192. doi: 10.1002/uog.15774
11. The use of in utero MRI to supplement ultrasound in the foetus at high risk of developmental brain or spine abnormality / P. D. Griffiths [et al.] // Br. J. Radiol. 2012 Nov. Vol. 85, N 1019. P. e1038–e1045. doi: 10.1259/bjr/23696508
12. A Spectrum of Ultrasound and MR Imaging of Fetal Gastrointestinal Abnormalities: Part 1 Esophagus to Colon / B. Moradi [et al.] // J. Ultrasound Med. 2022 Oct. Vol. 41, N 10. P. 2601–2613. doi: 10.1002/jum.15932

Поступила 07.08.2024 г.

Принята в печать 18.10.2024 г.

References

1. Rydberg C, Tunon K. Detection of fetal abnormalities by second-trimester ultrasound screening in a non-selected population. Acta Obstet Gynecol Scand. 2017 Feb;96(2):176-82. doi: 10.1111/aogs.13037
2. D'Anverrs P, Campos A, Ranchod A, et al. Fetal MRI. <https://radiopaedia.org/articles/91463>
3. Olive AM, Kim AG, Flake AW. Fetal Surgery. In: Puri P, eds. Pediatric Surgery. Berlin, Heidelberg: Springer; 2016. doi: 10.1007/978-3-642-38482-0_7-1
4. Chukanov AN, Kushnerov AI, Naumchik IV; M-vo zdravookhraneniya Respubliki Belarus', GUO «Belorus med akad poslediplom obrazovaniya», GU «Resp nauch-prakt tseentr «Mat' i ditya». Ultrasound screening method for fetal congenital heart defects: instruktsiya po primeneniyu № 045-0410: utv 06.05.2010 g. Minsk, RB; 2010. 18 p. (In Russ.)
5. Chukanov AN. Improvement of methods of ultrasound diagnostics of congenital heart defects in the fetus. Med Panorama. 2010;(6):39-43. (In Russ.)
6. Chukanov AN, Buchel YuYu, Semenchuk VL, Tikhonenko IV. Clinical cases of prenatal diagnosis of biliary atresia. Reprodukativ Zdorov'e Vostoch Evropa. 2020;10(3):340-9. (In Russ.)

7. Haram-Mourabet S, Harper RG, Wapnir RA. Mineral composition of meconium: effect of prematurity. J Am Coll Nutr. 1998 Aug;17(4):356-60. doi: 10.1080/07315724.1998.10718775
8. Veyrac C, Couture A, Saguintaah M, Baud C. MRI of fetal GI tract abnormalities. Abdom Imaging. 2004 Jul-Aug;29(4):411-20. doi: 10.1007/s00261-003-0147-2
9. Manganaro L, Capuani S, Gennarini M, Miceli V, Ninkova R, Balba I, et al. Fetal MRI: what's new? A short review. Eur Radiol Exp. 2023 Aug;7(1):41. doi: 10.1186/s41747-023-00358-5
10. Gonçalves LF, Lee W, Mody S, Shetty A, Sangi-Haghpeykar H, Romero R. Diagnostic accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the detection of fetal anomalies: a blinded case-control study. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016 Aug;48(2):185-92. doi: 10.1002/uog.15774
11. Griffiths PD, Porteous M, Mason G, Russell S, Morris J, Fanou EM, et al. The use of in utero MRI to supplement ultrasound in the foetus at high risk of developmental brain or spine abnormality. Br J Radiol. 2012 Nov;85(1019):e1038-45. doi: 10.1259/bjr/23696508
12. Moradi B, Banihashemian M, Radmard AR, Tahmasebpour A-R, Gity M, Zarkesh MR, et al. A Spectrum of Ultrasound and MR Imaging of Fetal Gastrointestinal Abnormalities: Part 1 Esophagus to Colon. J Ultrasound Med. 2022 Oct;41(10):2601-13. doi: 10.1002/jum.15932

Submitted 07.08.2024

Accepted 18.10.2024

Сведения об авторах:

А.Н. Чуканов – д.м.н., ректор, доцент кафедры репродуктивной медицины, акушерства и гинекологии ФПК и ПК, e-mail: rector@vsmu.by – Чуканов Алексей Николаевич.

Information about authors:

A.N. Chukanov – Doctor of Medical Sciences, Rector, associate professor of the chair of reproductive medicine, obstetrics and gynecology with the course of the Faculty for Advanced Training and Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, e-mail: rector@vsmu.by – Aleksey Nikolaevich Chukanov.