

<https://doi.org/10.34883/PI.2023.13.4.011>
УДК 618.36-073.756.8



Левандовский Е.В. ✉, Улезко Е.А., Курлович И.В.

Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя», Минск, Беларусь

Возможности МРТ в диагностике патологических состояний плаценты

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Левандовский Е.В., Улезко Е.А.; сбор и обработка материала – Левандовский Е.В.; написание текста – Левандовский Е.В.; редактирование – Левандовский Е.В., Улезко Е.А., Курлович И.В.

Подана: 17.08.2023

Принята: 11.09.2023

Контакты: lewandowski10mg@gmail.com

Резюме

Плацента играет важную роль, обеспечивая развитие плода. Ультразвуковой метод исследования по-прежнему является «золотым стандартом» оценки состояния плаценты. Последние литературные данные демонстрируют, что метод МРТ имеет некоторые преимущества в диагностике большинства ее патологических состояний. Целью данного обзора является определение места МРТ в структуре известных диагностических манипуляций в определении патологии плаценты.

Ключевые слова: плацента, МРТ, плод

Levandovsky E. ✉, Ulezko E., Kurlovich I.

Republican Scientific and Practical Center "Mother and Child", Minsk, Belarus

Possibilities of MRI in Diagnosing Pathological Conditions of the Placenta

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: conception and design of the study – Levandovsky E., Ulezko E.; collection and processing of material – Levandovsky E.; text writing – Levandovsky E.; editing – Levandovsky E., Ulezko E., Kurlovich I.

Submitted: 17.08.2023

Accepted: 11.09.2023

Contacts: lewandowski10mg@gmail.com

Abstract

The placenta plays an important role by ensuring the development of the fetus. Ultrasonography is still the gold standard for the evaluation of the placenta. Recent literature data demonstrate that the MRI method has some advantages in the diagnosis of most of its pathologic conditions. The aim of this review is to determine the place of MRI in the structure of known diagnostic manipulations in the determination of placental pathology.

Keywords: placenta, MRI, fetus

■ ВВЕДЕНИЕ

Плацента – это жизненно важный орган, основные функции которого можно разделить на следующие: транспортная и метаболическая, защитная и эндокринная. Плацента обеспечивает плод кислородом, углеводами, аминокислотами, липидами, витаминами, минералами и другими питательными веществами, одновременно элиминируя углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности. Продукты метаболизма выделяются как в материнскую систему кровообращения, так и в систему кровообращения плода. Защитная функция плаценты заключается в ограничении поступления в кровеносное русло плода ксенобиотиков и бактерий. Гормонпродуцирующая функция плаценты обеспечивает нормальное течение беременности и рост плода. Наибольшую роль играют гормоны и специфические белки плаценты. Выраженными иммунодепрессивными свойствами обладают хорионический гонадотропин, плацентарный лактоген, глюкокортикоиды, прогестерон и эстрогены, синтезирующиеся плацентой во время беременности. Подавлению реакций иммунитета материнского организма способствуют альфа-фетопротеин – белок, продуцируемый эмбриональными клетками печени, а также некоторые белки плаценты зоны беременности (альфа-2-гликопротеин и трофобластический бета-1-гликопротеид). Трофобластический, а затем и плацентарный барьеры, разделяющие организм матери и плода, обеспечивают наличие выраженных защитных функций. Кроме этого, слой аморфного фибриноидного вещества, состоящий из мукополисахаридов и окружающий трофобласт со всех сторон, надежно защищает плод от иммунологической агрессии материнского организма [1, 2].

Отклонения в микроскопической и макроскопической анатомии плаценты могут нарушать кровоток и, следовательно, приводить к обеднению кислородом и питательными веществами плод. Эти эффекты связаны с осложнениями беременности, такими как задержка темпов роста плода (ЗРП) [3–5] и преэклампсия с ранним дебютом [6, 7]. ЗРП определяется у 5–10% беременных, преэклампсия наблюдается у 2–8% рожениц [3]. Вероятность развития как первого, так и второго осложнения увеличивается с наличием такого фактора риска, как ожирение [8–11]. Однако эти осложнения трудно диагностируемы до появления симптомов. Так, диагностика и мониторинг ЗРП в настоящее время ограничены измерением биометрических характеристик плода и определением частоты сердечных сокращений, объема амниотической жидкости и оценкой кровотока с помощью ультразвукового доплерографического исследования пуповины и маточных артерий [12]. Ранняя диагностика важна для лечения преэклампсии [13]. Клиницисты стремятся выявить ЗРП как можно раньше, чтобы подробнее оценивать динамику роста плода и корректировать ведение беременности [14].

Аномалии плаценты, такие как предлежание (*placenta praevia*) и приращение (*placenta accreta/increta/percreta*), значительно осложняют беременность, процесс родоразрешения и течение послеродового периода и представляют значительную угрозу жизни матери и ребенка. В общей популяции частота предлежания плаценты в III триместре составляет 0,2–3% и наиболее часто встречается у повторнородящих (в 75–80% всех случаев) и повторнобеременных, у которых в анамнезе были аборт, послеабортные и послеродовые септические заболевания [15, 16].

Врастание плаценты – одна из причин развития акушерского кровотечения (3% среди всех этиологических факторов), которая занимает первое место в структуре

причин материнской смертности во всем мире [17]. Своевременное выявление аномалий плаценты позволит вовремя скорректировать план ведения пациентки и свести к минимуму возможные риски [18].

Стабильным остается удельный вес кровотечений, связанных с преждевременной отслойкой плаценты (0,5–1,5%) [15]. Факторы риска отслойки плаценты включают курение, многоплодную беременность, тромбофилию, хроническую и гестационную гипертензию, преждевременное излитие околоплодных вод, отслойку плаценты в анамнезе, экстракорпоральное оплодотворение, употребление алкоголя и наркотиков [19, 20].

Особое место в структуре патологических состояний плаценты занимают опухолевые процессы. Известно, что у пациенток с различными новообразованиями плаценты чаще отмечаются кровотечения и нарушения маточно-плацентарного и фетоплацентарного кровотока, что, в свою очередь, приводит к задержке внутриутробного развития, гипоксии и гипотрофии плода. Злокачественный вариант развития опухоли плаценты – хориокарцинома – характеризуется стремительным развитием и ранним метастазированием в окружающие ткани и жизненно важные органы. Данный тип опухоли встречается в практике гораздо реже доброкачественных. Новообразования плаценты – достаточно редкое, но грозное явление, которое при поздней диагностике и терапии может привести не только к прерыванию беременности, но и к гибели матери [21].

По данным современных мировых и отечественных литературных источников, магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет оценить анатомическое соотношение тканей плаценты, их МР-характеристики, а диффузионно-взвешенная последовательность (DWI – англ. diffusion weighted imaging) в последнее время становится особенно перспективной в оценке функции плаценты [22, 23]. Однако анализ современной литературы демонстрирует, что исследования плаценты с помощью МРТ не являются стандартными и, как правило, требуют отдельного подхода к каждой патологии. В последнее время популярность обретают модели МР-диагностики с использованием математического отображения измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) при использовании последовательности DWI [24, 25].

В настоящей демографической ситуации в мире и в Республике Беларусь сохранение и укрепление здоровья женщин, связанного с репродуктивной функцией, является одной из важнейших общемедицинских и социальных задач. Известно, что гистологические и физиологические характеристики плаценты являются универсальными индикаторами состояния плода, течения беременности и ее исхода. Существует ряд факторов, которые оказывают влияние на возникновение нарушений в системе «мать – плацента – плод». Дальнейшее исследование функционального состояния плаценты и механизмов возникновения патологических изменений в ней является актуальной задачей.

Морфологические особенности плаценты

Плацента – это орган с крайне высокой степенью васкуляризации, состоящий из 15–40 котиледонов, разделенных перегородками. Котиледон является структурно-функциональной единицей сформированной плаценты, представляющей собой чашеобразные пространства, разделенные децидуальными септами. Каждый котиледон содержит главную ветвь, состоящую из пупочных кровеносных сосудов плода,

которая разветвляется далее в множество ворсинок хориона, образующих поверхность котиледона.

Маточно-плацентарный и фетоплацентарный кровотоки выполняют важную функцию по доставке и удалению продуктов обмена веществ. Плацентарный барьер представлен мембраной микроворсинок синцитиотрофобласта, который напрямую контактирует с материнской кровью в межворсинчатом пространстве. Данное строение плаценты увеличивает поверхность обмена в 7 раз. Примерно 5–10% поверхности синцитиотрофобласта состоит из эпителиальных пластинок, а 90% занимают микроворсинки. Существуют специальные участки, через которые различные метаболиты транспортируются к плоду. В области этих участков синцитиотрофобласт очень тонкий, в нем отсутствуют органеллы цитоплазмы, базальные пластинки трофобласта, а эндотелий фетоплацентарных сосудов представляет собой единый комплекс. Такое строение позволяет уменьшить толщину диффузионной поверхности между материнским и плодовым кровообращением [26].

В сроке гестации 28–36 недель достоверно чаще регистрируется меньшая васкуляризация терминальных ворсин. Недостаточная гестационная перестройка спиральных артерий, меньшая доля внутрисосудистого цитотрофобласта в децидуальной пластинке, склероз терминальных ворсин – все это относится к изменениям, характерным для плацентарной недостаточности. Увеличение синцитио-капиллярных мембран и синцитио-капиллярных почек свидетельствует о напряжении компенсаторно-приспособительных реакций – данные изменения в основном наблюдаются в сроке гестации 37–41 недели.

В зрелых плацентах характерным морфологическим признаком служит преобладание инволютивно-дистрофических изменений (склероз терминальных ворсин), что в свою очередь является следствием длительно развивающейся патологии последа и развитием компенсаторно-приспособительных реакций.

В незрелых плацентах морфологические изменения патогенетически обусловлены инфицированием матери и плода, характеризуются очаговой задержкой созревания ворсин, редукцией сосудистого русла, плотностью межворсинчатых промежутков, полиморфно-клеточной воспалительной инфильтрацией, склерозированными ворсинками или ворсинками с истонченным хориальным эпителием, стазом форменных элементов крови в сосудах плаценты. Данные изменения плаценты приводят к развитию фетоплацентарной недостаточности (ФПН). При исключении инфекционного фактора выявляются следующие морфологические признаки ФПН: ранние изменения в сосудах децидуальной оболочки в виде спазма, облитерации просвета спиральных артерий, уменьшение объема сосудистого русла ворсинчатого дерева, уменьшение объема хориального эпителия и периферического трофобласта, увеличение отложений материнского и плодового фибриноида [27].

Существуют особенности расположения и прикрепления плаценты. Плацента может располагаться вдоль передней, задней, боковых стенок матки, а также в дне или нижнем маточном сегменте матки. На ранних сроках беременности плацента прикрепляется в нижних отделах матки, и по мере протекания беременности она мигрирует вверх (около 1 мм в неделю), что связано с ростом плода и увеличением объема матки. К началу третьего триместра (30 недель) плацента обычно достигает своего окончательного местоположения.

Термин «низкое расположение плаценты» используется, когда ее край расположен в нижнем сегменте матки в пределах 2–3 см или менее от внутреннего зева шейки матки, но не достигает его. Термин «предлежание плаценты» применяется, когда плацента касается или покрывает внутренний зев шейки матки. Предлежание может быть краевым (плацента достигает внутреннего зева, но не перекрывает его), частичным (плацента частично перекрывает внутренний зев без перехода на противоположную стенку матки) или полным (плацента полностью перекрывает область внутреннего зева, а при центральном полном варианте предлежания средняя часть плаценты находится над областью внутреннего зева) [28].

Особенности проведения МРТ плаценты

Большинство пренатальных МР-исследований проводится в основном для визуализации плода, оценка плаценты включается в любое такое исследование, и распознавание нормального вида плаценты может быть полезным для выявления вариантов ее анатомических особенностей, диагностики возможных кровоизлияний, ишемии или других нарушений. Кроме того, возросшая частота родов с помощью кесарева сечения в популяции означает, что больше женщин, чем когда-либо, подвержены риску аномального прикрепления плаценты, и диагностическая визуализация может играть важную роль для них [28].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) по-прежнему является «золотым стандартом» исследования плаценты. Последние литературные данные демонстрируют, что МРТ плаценты имеет определенные преимущества благодаря высокому уровню контрастности мягких тканей, широкому полю сканирования и возможности визуализации ее в любой плоскости. Также к преимуществам МРТ плаценты можно отнести возможность визуализации в поздние сроки беременности, при избыточной массе тела беременной, при прикреплении плаценты к задней стенке матки. Определено, что метод МРТ плаценты имеет значительно большую чувствительность в диагностике инфаркта, кровоизлияний и инвазивных процессов в плаценте [29].

В литературных источниках можно встретить рекомендации по использованию магнитно-резонансных томографов с магнитным полем как 1,5 Тесла, так и 3 Тесла. Однако в рутинной практике большинство стационаров оснащены 1,5-тесловыми томографами.

Поскольку плацента является достаточно крупным объектом исследования, рекомендуется использовать широкое поле обзора (300–450 мм). Использование толщины среза варьирует от 3 до 5 мм. Параметры матрицы рекомендованы 320×320 и выше [28–30].

Исследование проводится с помощью туловищной катушки. Положение беременной в момент исследования не является принципиальным – следовательно, используется максимально удобное для нее положение по субъективным ощущениям (как правило, на боку).

Протокол сканирования предполагает использование максимально быстрых импульсных последовательностей, базовыми из которых являются T2-взвешенные изображения (T2-ВИ), T1-взвешенные изображения (T1-ВИ). Некоторые источники рекомендуют также использовать ультратонкие импульсные последовательности для определения глубины инвазии плаценты [31]. Поскольку МРТ не рекомендуется

в первом триместре беременности, МР-диагностику плаценты начинают проводить со второго триместра.

Известно, что МР-исследования обладают высокой степенью контрастности мягких тканей. Использование последовательности T2-ВИ при МРТ плаценты позволяет оценить ее анатомические особенности и расположение, состояние стенки матки. Благодаря высокому контрастному разрешению, тканеспецифичности и широкому полю сканирования одномоментно можно выявить нарушения локализации прикрепления плаценты (низкая плацентация и предлежание плаценты), аномалии прикрепления (плотное прикрепление и врастание плаценты (диффузное или очаговое)), аномалии формы (двудольная, пленчатая, поясная) [32].

Последовательность T1-ВИ имеет высокую чувствительность к гемоглобину и продуктам его распада – следовательно, широко используется в диагностике гематом [33].

Нормальная плацента имеет гиперинтенсивные характеристики относительно подлежащего миометрия на T2-ВИ и гипоинтенсивные на T1-ВИ. На ранних сроках беременности нормальная плацента относительно однородна. По мере прогрессирования беременности, особенно после 24 недель гестации, появляются множественные перегородки между дольками, которые становятся заметными при МРТ-исследовании, что приводит к нарастанию гетерогенности плаценты. Нормальный миометрий на T2-ВИ обычно трехслойный с неоднородным гиперинтенсивным сигналом среднего слоя в связи с обильно развитым сосудистым руслом, а внутренний и наружный слои имеют гипоинтенсивный сигнал. Кровеносные сосуды могут выглядеть на T2-ВИ как участки выпадения сигнала в миометрии. Нормальный миометрий может иметь переменную толщину на МРТ, что связано не только с увеличением срока гестации, но также и с компрессией окружающими структурами, например такими, как кости таза [34].

В последнее время все больший интерес вызывает использование диффузионно-взвешенных импульсных последовательностей, в частности DWI [35].

МР-диагностика плацента-ассоциированной задержки роста плода

Частота ЗРП в случаях рождения доношенных новорожденных встречается в 5–17% случаев, недоношенных – в 15–22% [36].

Последние исследования убедительно показывают, что проблема лечения при ЗРП, особенно II–III степени, остается нерешенной, а лечение не приводит к улучшению внутриутробного состояния плода. В настоящее время единственным путем профилактики тяжелых неонатальных осложнений служат своевременное прогнозирование, ранняя диагностика и досрочное родоразрешение при тяжелой форме ЗРП [37].

В настоящее время антенатальную диагностику состояния плода осуществляют с помощью УЗИ фетоплацентарного комплекса, ультразвуковой доплерографии кровотока в маточных артериях, артерии пуповины и средней мозговой артерии, кардиотокографии [38].

В одном из недавно опубликованных исследований были продемонстрированы результаты сравнения показателей ИКД с результатами доплерографии кровотока у беременных с признаками ЗРП. Контрольную группу составили беременные без признаков ЗРП. Результатом исследования стало доказательство теории, что на ранних

сроках дебюта ЗРП методика расчета ИКД при проведении DWI является достоверным методом диагностики снижения диффузии в тканях плаценты [39].

МР-диагностика патологии плаценты при преэклампсии

Согласно современным представлениям, основной причиной развития преэклампсии является нарушение этапов формирования плаценты. Пусковым механизмом является неполноценная инвазия трофобласта в спиральные артерии эндометрия, что включает целый каскад патогенетических механизмов, приводящих к формированию системной эндотелиальной дисфункции [40].

Нарушения эндотелиальной дисфункции и патология микроциркуляторного русла возникают задолго до начала появления первых клинических проявлений преэклампсии. В формировании системной эндотелиальной дисфункции доказана роль таких факторов, как: проангиогенные и антиангиогенные факторы, провоспалительные цитокины, молекула межклеточной адгезии, сосудистая молекула межклеточной адгезии, фактор фон Виллебранда, фибронектин, тканевой активатор плазминогена-1, аннексин V, дисбаланс тромбоксан A2/простаглицлин, тромбомодулин, ингибин A, эндоглин [40, 41].

Достоверно причина развития преэклампсии на сегодняшний день не установлена. Ее развитие связывают с гипоксически-ишемическими процессами в плаценте, что, в свою очередь, приводит к плацентарной недостаточности, признаки которой можно определить при расчете ИКД [39].

МР-диагностика преждевременной отслойки плаценты

Этиология преждевременной отслойки плаценты (ПОП) до конца не известна, а представления о роли факторов риска постоянно пересматриваются. В настоящее время активно исследуется возможное негативное влияние вспомогательных репродуктивных технологий, эндометриоза, ожирения и старшего материнского возраста. Любой случай ПОП опасен для здоровья и жизни новорожденного. В развитых странах это осложнение является причиной примерно 10% всех преждевременных родов и до 20% всех перинатальных смертей. Кроме того, описаны отдаленные последствия перенесенной гипоксии у новорожденных в виде различных неврологических нарушений. О материнской заболеваемости сообщается значительно реже – она в основном связана с патологической и массивной послеродовой кровопотерей и потребностью в гемотрансфузии, также встречаются описания случаев отека легких, послеродовых цереброваскулярных расстройств, острой дыхательной и сердечной недостаточности, инфаркта миокарда, кардиомиопатии и комы. Случаи материнской смертности в развитых странах единичны. В последние годы большое внимание уделяется отдаленным последствиям для матери в виде увеличения числа сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, а также уменьшения общей продолжительности жизни [42].

Кровоизлияния, связанные с отслойкой плаценты, классифицируются по месту расположения: ретроплацентарные, краевые, субхорионические, преплацентарные (субамниотические) и внутриплацентарные. Кроме того, МРТ позволяет определить возраст гематомы на основании сигнальных характеристик гемоглобина и продуктов его распада на T1-ВИ. Следовательно, гематомы также можно классифицировать на: сверхострые, острые, ранние подострые, поздние подострые и хронические.

По сравнению с УЗИ, использование T1-ВИ значительно повышает качество диагностики гематом при ретроплацентарном расположении. Комплексная чувствительность МРТ в диагностике гематом составляет 95–100%, а специфичность – 100%. МРТ также позволяет диагностировать «скрытое кровоизлияние» (кровь скапливается за плацентой без вагинального компонента). Метод МРТ плаценты позволяет предполагать источник кровотечения при таких патологических состояниях, как *vasa previa* (предлежание сосудов пуповины), фибромиомы матки, патологии шейки матки и опухоли плаценты [33].

Острые и ранние подострые гематомы считаются нестабильными, что подразумевает повышенный риск быстрого прогрессирования или рецидива кровотечения – как известно, острые гематомы имеют признаки ограничения диффузии на DWI, что делает данную последовательность крайне полезной [43].

МР-диагностика аномалий плаценты

Единая классификация аномалий плаценты до конца не разработана. Как правило, специалисты в сфере акушерства выделяют следующие варианты: нарушение локализации прикрепления, включающее низкую плацентацию и предлежание плаценты; аномалии прикрепления, включающие плотное прикрепление и врастание плаценты (в редких случаях с инвазией хориона в соседние органы – диффузное (от стенки матки не отделяется все плодное место) или очаговое (врастание происходит на ограниченном участке)); аномалии формы (двудольная, пленчатая – при избыточном истончении, поясная – характеризуется образованием по краю плодного места вала, который является участком круговой отслойки или воспаления с отложением гиалина).

Предлежание плаценты, ее низкое расположение, врастание плаценты, предлежание сосудов и оболочечное прикрепление пуповины – это наиболее распространенные аномалии расположения и прикрепления плаценты. Они являются вторыми среди показаний к досрочному оперативному родоразрешению по частоте. При наличии клинических проявлений гестационный срок на момент родоразрешения зависит от времени развития симптоматики и степени тяжести нарушений (объем кровотечения, развитие родовой деятельности, разрыв плодных оболочек) [32].

Для диагностики аномалий плаценты рекомендуется использовать T2-ВИ последовательность. Рекомендованные параметры T2-ВИ: матрица 300×283, TE/TR: 90/921 (мс), толщина среза 3 мм – по мнению авторов, именно эти параметры дают наибольшие эффективность и пространственно-временное разрешение. Использование DWI-последовательности в данном спектре патологических процессов со стороны плаценты нецелесообразно [44, 45].

Также в русскоязычной литературе предложены и научно доказаны следующий спектр импульсных последовательностей и их МР-параметры: для прицельной оценки плаценты, ее взаимоотношения со стенкой матки использовать T1-ВИ и T2-ВИ, в том числе с подавлением сигнала от жировой ткани, а также DWI; для детализации границ матки, мочевого пузыря, оценки состояния парацервикальной, параметральной клетчатки, сосудистых структур – использовать последовательность T2-BLADE (число срезов – 30, толщина – 3 мм, TR/TE: 6760/112 (мс), матрица – 300×350 мм) в сагиттальной плоскости с ориентацией по оси матки [45].

Определены 7 основных МР-критериев, используемых для диагностики приращения плаценты, применяемых в настоящее время и по которым был достигнут консенсус SAR-ESUR (2020). Они обозначаются как «рекомендуемые»:

- 1) темные внутриплацентарные полосы (линейные внутриплацентарные участки гипоинтенсивного сигнала на T2-ВИ, имеют неровные контуры и толщину, протяженность от 6 до 20 мм или более, представляют собой области отложения фибрина вследствие повторных кровоизлияний и инфарктов);
- 2) выбухание плаценты / наружных контуров матки (аномальная плацентация приводит к расширению нижнего сегмента матки из-за объемного воздействия низколежащей плаценты с изменением формы матки в виде песочных часов);
- 3) фрагментация/исчезновение границы плацента – миометрий – потеря гипоинтенсивной ретроплацентарной линии (отсутствие визуализации темной гипоинтенсивной линии между плацентой и стенкой матки на T2-ВИ);
- 4) истончение миометрия (многими авторами описано как ранний признак приращения плаценты, однако, по мнению экспертов, необходимо учитывать в сочетании с другими признаками приращения плаценты, так как в конце III триместра беременности в норме происходит истончение стенки матки из-за объемного воздействия плода и экстрафетальных структур на нее);
- 5) прерывание стенки мочевого пузыря (проявляется неровностью контура, локальными участками отсутствия визуализации стенки мочевого пузыря, фиксации купола мочевого пузыря к стенке матки и «тампонирования» полости мочевого пузыря плацентарной тканью);
- 6) локальная экзофитная масса (отражает прорастание плаценты за пределы матки; данный критерий имеет низкую чувствительность, так как не определяется при прирастании и вращении плаценты);
- 7) патологическая перестройка ретроплацентарных сосудов (наличие неравномерно распределенных и разнокалиберных сосудов вдоль плацентарной площадки, серозной оболочки матки или стенки мочевого пузыря) [45].

МР-диагностика опухолей плаценты

Наиболее частые опухолевые новообразования плаценты – трофобластические неоплазии. К ним относят: пузырьный занос (неконтролируемое разрастание трофобласта, которое заполняет полость матки), опухоль плацентарного ложа, хориокарциному, хорионангиому, гемангиому и эпителиально-клеточную трофобластическую опухоль плаценты. Среди перечисленных форм трофобластических неоплазий наиболее часто встречаются пузырьный занос (40,0–72,2%) и хориокарцинома (17,5%), на долю гемангиом и хорионангиом приходится 0,6–1,0%. Опухоли плаценты делятся на трофобластические, развивающиеся из клеток трофобласта, и нетрофобластические, развивающиеся из хориональной мезенхимы, к ним относятся хорионангиома и тератома плаценты [21].

При анализе мировой и отечественной литературы изолированных данных о диагностике опухолей плаценты с применением метода МРТ не получено. Все вышеперечисленные опухоли плаценты были диагностированы с помощью иных методов исследования.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование метода МРТ в диагностике патологических состояний со стороны плаценты в рутинной практике до сих пор носит прикладной характер. Не разработаны неинвазивные методы оценки кровотока (помимо ультразвуковой доплерографии), оксигенации *in vivo*, оценки развития плаценты на ранних сроках беременности.

В настоящее время необходима отработка комплексной методики МРТ-диагностики патологических состояний плаценты. Использование в МР-протоколах исследования плаценты последовательности DWI с расчетом ИКД демонстрирует высокий уровень корреляции с результатами доплерографии кровотока у беременных.

Методика расчета ИКД достоверно может определить зоны гипоксически-ишемических и/или геморрагических изменений в тканях плаценты. Также доказано, что снижение показателя ИКД при проведении DWI позволяет выявить ФПН и ЗРП до манифестации УЗИ-признаков. Аналогичные признаки снижения этого показателя были получены в случаях преэклампсии беременных. Однако применение возможностей использования DWI требует уточнений и корректировок, включая параметры углубленной настройки протокола сканирования.

Применение данной импульсной последовательности является перспективным направлением развития области лучевой диагностики как в рамках оказания акушерско-гинекологической помощи роженицам, так и оказания педиатрической помощи новорожденным детям.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Nelson D.M. How the placenta affects your life, from womb to tomb. *Am. J. of Obst. and Gyn.* 2015;213(4):12–13.
2. Costa M.A. The endocrine function of human placenta: an overview. *Reproductive biomedicine online*. 2016;32(1):14–43.
3. Vedmedovska N. Placental pathology in fetal growth restriction. *Europ. J. of Obst. and Gyn. and Reproduct. Biol.* 2011;155(1):36–40.
4. Mifsud W., Sebire N.J. Placental pathology in early-onset and late-onset fetal growth restriction. *Fetal diagnosis and therapy*. 2014;36(2):117–128.
5. Veerbeek J.H.W. Placental pathology in early intrauterine growth restriction associated with maternal hypertension. *Placenta*. 2014;35(9):696–701.
6. Myatt L. Role of placenta in preeclampsia. *Endocrine*. 2002;19:103–111.
7. Melchiorre K., Giorgione V., Thilaganathan B. The placenta and preeclampsia: villain or victim? *Am. J. of Obst. and Gyn.* 2022;226(2):954–962.
8. Radulescu L. The implications and consequences of maternal obesity on fetal intrauterine growth restriction. *J. of medicine and life*. 2013;6(3):292.
9. Walsh S.W. Obesity: a risk factor for preeclampsia. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 2007;18(10):365–370.
10. Roberts J.M. The role of obesity in preeclampsia. *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health*. 2011;1(1):6–16.
11. Jeyabalan A. Epidemiology of preeclampsia: impact of obesity. *Nutrition reviews*. 2013;71(1):18–25.
12. Kaponis A. The importance of venous Doppler velocimetry for evaluation of intrauterine growth restriction. *J. of ultrasound in medicine*. 2011;30(4):529–545.
13. Snyder S. Major changes in diagnosis and management of preeclampsia. *J. of midwifery and women's health*. 2014;59(6):596–605.
14. Alberry M., Soothill P. Management of fetal growth restriction. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*. 2007;92(1):62–67.
15. Aylamazyan E., Kulakov V., Radzinsky V., Savelieva G. (eds) *Obstetrics: a national guide*. Moscow: GEOTAR-Media, 2014;1200 pp. (in Russian)
16. *WHO World Health Report*. 2005;4–5. (in Russian)
17. Carroli G. Epidemiology of postpartum haemorrhage: a systematic review. *Best practice and research Clinical obstetrics and gynaecology*. 2008;22(6):999–1012.
18. Luzhetskaya A., Gustovaroova T. Possibilities of MRI in the diagnosis of placenta anomalies. *Smolensk Medical Almanac*. 2021;3:36–38. (in Russian)
19. Boisramé T. Placental abruption: risk factors, management and maternal–fetal prognosis. Cohort study over 10 years. *Europ. J. of Obst. and Gyn. and Reproduct. Biol.* 2014;179:100–104.
20. Fadl S.A., Linnau K.F., Dighe M.K. Placental abruption and hemorrhage – review of imaging appearance. *Emergency radiology*. 2019;26:87–97.
21. Maraykin V. Placental tumors: impact on the course of pregnancy and labor. *Chief physician of the South of Russia*. 2021;80(5):15–19. (in Russian)
22. Siauve N. Functional imaging of the human placenta with magnetic resonance. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2015;213(4):103–114.
23. Avni R., Neeman M., Garbow J.R. Functional MRI of the placenta – From rodents to humans. *Placenta*. 2015;36(6):615–622.
24. Basser P.J., Mattiello J., LeBihan D. MR diffusion tensor spectroscopy and imaging. *Biophysical journal*. 1994;66(1):259–267.
25. Le Bihan D. Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging. *Radiology*. 1988;168(2):497–505.
26. Kapustin R. Pathophysiology of the placenta and fetus in diabetes mellitus. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2018;67(6):79–92. (in Russian)

27. Vorontsova Z., Zhilyaeva O., Gureev A. Morphofunctional features of the placenta in obstetric and somatic pathology (literature review). *Bulletin of New Medical Technologies*. 2018;25(3):34–43. (in Russian)
28. Fokin A. Magnetic resonance imaging of the placenta: a systematized approach to the description of the placenta. *Translational Medicine*. 2020;7(5):81–90. (in Russian)
29. Dekan S. MRI of the placenta – a short review. *WMW Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2012;162(9):225–228.
30. Al Saeedi, Lerman L.O. Use of Magnetic Resonance Imaging to Detect Placental Microvascular Rarefaction That Heralds Preeclampsia. *Hypertension*. 2023;80(8):1668–1670.
31. Chen J. Application value of a nomogram model based on clinical and MRI features in predicting invasive placenta. *Radiology Science*. 2023;2(1):29–39.
32. Gorin V. Anomalies of the placenta location: obstetric and perinatal aspects. *Russian Herald of Obstetrician-Gynecologist*. 2010;10(6):26–31. (in Russian)
33. Masselli G. MR imaging in the evaluation of placental abruption: correlation with sonographic findings. *Radiology*. 2011;259(1):222–230.
34. Allen B.C., Leyendecker J.R. Placental evaluation with magnetic resonance. *Radiologic Clinics*. 2013;51(6):955–966.
35. Li H. Differentiation of placenta percreta through MRI features and diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Insights into Imaging*. 2023;14(1):1–14.
36. Zamaleeva R. State of the problem of treatment and prediction of fetal development delay. *Practical Medicine*. 2016;93(1):41–44. (in Russian)
37. Ulyanina E., Akhmadeev N., Khairullina G. Pathology of the placenta in fetal growth retardation-echographic and morphologic signs of critical condition. *Kazan Medical Journal*. 2016;97(6):869–872. (in Russian)
38. Laskowska M., Laskowska K., Oleszczuk J. A VEGF-A and its Soluble Receptor Type 1 (sVEGFR-1, sFlt-1) Concentrations in Pregnancies with Intrauterine Growth Restriction in the Presence or Absence of Preeclampsia. *Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*. 2015;6(2):319–325.
39. Gökrem S.B. Diffusion-weighted imaging of placenta in intrauterine growth restriction with worsening Doppler US findings. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2019;25(4):280.
40. Adizova S., Ikhtiyarova G. Morphological characteristics of the placenta in women with preeclampsia. *New Day in Medicine*. 2020;2:26–30. (in Russian)
41. Ikhtiyarova G. *Differential methods of pregnancy termination in women with antenatal fetal death in different gestational periods* (PhD Thesis). Tashkent, 2019. P. 209. (in Russian)
42. Rudakova I. Premature placental abruption. Epidemiology, risk factors. Systematic review. *Voprosy gynecologii, obstetrics and perinatology*. 2021;20(3):118–133. (in Russian)
43. Fadl S.A., Linnau K.F., Dighe M.K. Placental abruption and hemorrhage – review of imaging appearance. *Emergency Radiology*. 2019;26:87–97.
44. Sannananja B. Utility of diffusion-weighted MR imaging in the diagnosis of placenta accreta spectrum abnormality. *Abdominal Radiology*. 2018;43:3147–3156.
45. Semenova E. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of placenta accretion. *Voprosy gynecologii*. 2022;21(1):67–75. (in Russian)