УДК 616-073:618.3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ У БЕРЕМЕННЫХ

Руденко Н.Н.[1], Фокин А.В. [1], Мащенко И.А. [1], Семенова Е.С. [1], Журавель А.В.[2], Новикова Е.В.[3]

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: mashchenko_ia@almazovcentre.ru;
[2]Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, e-mail: anka.zhurawel@yandex.ru;
[3]Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, e-mail: novikova_elena96@mail.ru

Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) активно применяется в научно-исследовательской и в клинической практике, в том числе в обследовании беременных. Для проведения качественного диагностического МР-исследования во время беременности необходимы: высокопольный магнитно-резонансный томограф, градиентная система с высокой скоростью нарастания градиента магнитной индукции, быстрые импульсные последовательности, поверхностные принимающие абдоминальная или кардиальная катушки, специализированная пренатальная команда, состоящая из опытного врача-рентгенолога и рентгенолаборанта, понимание физических основ МРТ и особенностей программного обеспечения имеющегося томографа. Эти факторы расширяют возможности использования МРТ для клинических исследований у беременных женщин. Важными с практической точки зрения факторами, необходимыми для проведения качественного диагностического МР-исследования во время беременности, являются знание вопросов безопасности метода МРТ и рациональное планирование рабочего графика. Для качественного диагностического МР-исследования во время беременности следует придерживаться определенного алгоритма, состоящего из семи последовательных этапов: подготовки, плана исследования, позиционирования, получения изображений, получения ответа на поставленные вопросы, постпроцедурного периода и постобработки. Представленный научный обзор основан на анализе современных данных и личного опыта авторов применения методических принципов проведения МРТ во время беременности.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, беременность, патология плаценты, неакушерская патология, МРТ плода, аномалии плода, безопасность МРТ во время беременности.

METHODICAL BASES OF MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY IN PREGNANT WOMEN

Rudenko N.N.[1], Fokin. A.V.,[1] Mashchenko I. A.[1], Semenova E.S.[1], Zhuravel A.V.[2], Novikova E.V.[3]

[1]FSBI "National Almazov Medical Research Center», St. Petersburg, e-mail: mashchenko_ia@almazovcentre.ru;
[2]North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, e-mail: anka.zhurawel@yandex.ru;
[3] First Pavlov State Medical University, Saint Petersburg, e-mail: novikova_elena96@mail.ru

The method of magnetic resonance imaging (MRI) is actively used in research and in clinical practice, including in the examination of pregnant women. To conduct a high-quality diagnostic MR examination during pregnancy, you need: a high-field magnetic resonance scanner, a gradient system with a high slew rate of the magnetic induction gradient, fast pulse sequences, surface receiving abdominal or cardiac coils, a specialized prenatal team consisting of an experienced radiologist and X-ray laboratory assistant, understanding the physical basis of MRI and software features of an existing scanner]. These factors expand the use of MRI for clinical studies in pregnant women. It is important, from a practical point of view, factors necessary for conducting a high-quality diagnostic MR examination during pregnancy are knowledge of the safety of the MRI method and rational planning of the work schedule. For a high-quality diagnostic MR examination during pregnancy, one should adhere to a certain algorithm consisting of seven consecutive stages: preparation, research plan, positioning, obtaining images, obtaining answers to questions, post-procedural period and post-processing. The presented scientific review is based on the analysis of modern data and personal experience of the authors of the application of the methodological principles of MRI during pregnancy.

Keywords: magnetic resonance imaging, pregnancy, placental pathology, non-obstetric pathology, fetal MRI, fetal abnormalities, MRI safety during pregnancy.

В настоящее время МРТ во время беременности технически доступна в большинстве медицинских учреждений. Важными с практической точки зрения факторами, необходимыми для проведения качественного диагностического МР-исследования во время беременности, являются знание вопросов безопасности метода МРТ и рациональное планирование рабочего графика.

Цель исследования: формирование методического алгоритма и рекомендаций для проведения МРТ во время беременности.

Осведомленность в вопросах безопасности метода МРТ. Максимальная безопасность для беременных во время МР-исследования - основная задача современных разработчиков МР-аппаратуры, инженеров медицинского оборудования и врачей лучевой диагностики. В Российской Федерации с 2013 года действуют частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к медицинскому диагностическому оборудованию, работающему на основе магнитного резонанса ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013 Часть 2-33, а в 2019 году дополнительно выпущены методические рекомендации № 63 по основам безопасности при проведении МРТ [1; 2]. К рискам от воздействия постоянного магнитного поля относят: смещение и превращение в «летающие объекты» любых ферромагнитных объектов; потенциальное воздействие постоянного магнитного поля. Проблему смещения и превращения в «летающие объекты» любых ферромагнитных объектов успешно решили путем разделения пространства кабинетов МРТ на 4 основные зоны, доступ к каждой из которых определяется строгим назначением и расстоянием от томографа, а также строгой процедурой контроля обслуживающего персонала и больных перед входом в отделение МРТ. Для пациентов необходима поэтапная проверка: сначала при заполнении анкеты и формы безопасности, а затем при собеседовании [3]. К рискам, возникающим во время переключения градиентных катушек МР-томографа, относят: индуцирование Е-поля в теле пациента при частоте от 100 до 2000 Гц; периферическую нервную стимуляцию; чрезмерный акустический шум. Это может ощущаться в виде легкого покалывания или постукивания при включении и выключении градиентов. Шум, который производится при этом, сильно различается и зависит от конструкции МРТ. В 2014 году американское управление по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов рекомендовала производителям устанавливать в МР-томографы программы, которые способствуют контролю скорости переключения градиента и поддержке значений дБ в допустимых диапазонах для обеспечения снижения акустического шума при МРТ. Также при МР-исследовании беременных женщин необходимо использовать дополнительные меры безопасности для снижения звука на плод - акустический

поролоновый матрас для стола МР-томографа; определение пиковых и среднеквадратичных уровней звукового шума для различных импульсных последовательностей, используемых при МРТ у беременных [4]. К рискам от воздействия радиочастотных полей относят термогенез - это проблема, которая требует решения и разработки медицинских руководств по безопасности, так как самые большие тепловые эффекты, скорее всего, связаны с факторами, не зависящими от самого тепла, генерируемого радиочастотными импульсами. Воздействия лекарственных средств, различных по форме и составу тканей одежды, влажности и температуры внешней среды на тепловые отклики тела пациента при воздействии РЧ-полей остаются до конца не изученными. Данные о термических повреждениях разнообразные, информация о границах между небольшими тепловыми воздействиями (без значимого патологического эффекта для здоровья) и очевидным ущербом – ограниченны [5].

Учитывая возможный риск даже от умеренного радиочастотного, температурного и/или акустического воздействия на плод, в зависимости от технических характеристик МРТ, продолжительности МР-исследования и срока гестации, а также с учетом неизвестного долгосрочного влияния других факторов риска, врачам-рентгенологам в пренатальной МР-практике следует обоснованно соотносить возможные риски и предполагаемые преимущества при планировании МР-исследования у беременных на высокопольных томографах [6; 7].

Рациональное планирование рабочего графика. В настоящее время вся продолжительность МР-исследования у беременных пациенток не должна превышать 30 минут [8; 9]. При этом в зависимости от планируемой методики МР-исследования общее время пребывания в отделении МРТ может составлять от 30 до 60 минут с учетом всех особенностей исследования: МРТ плаценты – 45 минут, МР-фето- и пельвиметрия – 30 минут, МРТ головного мозга плода – 30 минут, МРТ плода при сочетанных врожденных пороках – 60 минут и т.д.

Для качественного диагностического МР-исследования во время беременности следует придерживаться определенного алгоритма, состоящего из семи основных последовательных этапов.

1. Подготовка к МР-исследованию беременной на любом сроке гестации всегда начинается с определения противопоказаний и показаний. В первую очередь следует исключить все возможные *абсолютные* (начавшаяся родовая деятельность, наличие инородных ферромагнитных тел, электронные водители ритма и др.) и *относительные* (первый триместр беременности, выраженный синдром сдавления нижней полой вены, выраженная клаустрофобия и др.) противопоказания к МР-исследованию [10].

Основными показаниями для МР-исследования во время любого срока беременности являются: все неотложные медицинские показания; все ситуации, когда нет возможности получить искомую информацию другими методами (например, УЗИ); случаи, когда результат МР-исследования может повлиять на тактику ведения беременности; случаи, когда проведение исследования в постнатальном периоде может оказаться несвоевременным [9; 11].

Основные показания для МР-исследования во II-III триметрах беременности разделяются на четыре основные категории: показания к выполнению МРТ плода при наличии сложностей, связанных с выполнением УЗИ [12], выявление признаков врожденных пороков и патологических состояний при УЗИ со стороны органов и систем плода [13; 14]; выявление МР-признаков патологии экстрафетальных структур; а также МР-фето- и пельвиметрии [15-17]; выявление МР-признаков неакушерской патологии у беременных (все подозрения на острые заболевания брюшной полости и малого таза; злокачественные новообразования и др.) [18-20].

Следующим этапом подготовки является оповещение беременной об ожидаемых результатах МРТ; ознакомление ее с информацией о безопасности метода; предупреждении ее о необходимости прекращения приема железосодержащих препаратов за 3-4 дня до МР-исследования из-за возможных артефактов от их наличия в кишечнике. Для уменьшения артефактов от перистальтики кишечника и «послеобеденных» движений плода рекомендуется не принимать пищу за 4 ч до исследования и опорожнить мочевой пузырь непосредственно перед процедурой [21].

2. План МР-исследования зависит от области исследования и поставленных лечащим врачом перед рентгенологом задач.

МР-исследование плода состоит из двух этапов. Первый - «материнский» - многоплоскостная визуализация, основанная на анатомии матери. Необходима для оценки расположения плода в полости матки и возможных сопутствующих патологических изменений у беременной женщины в области сканирования. Второй этап – этап исследования плода – решает поставленные лечащим врачом перед рентгенологом задачи.

Алгоритм МР-протокола для исследования плаценты трехэтапный. Состоит из «материнского», «плацентарного» и «тазового» этапов. «Материнский» - многоплоскостная визуализация, основанная на анатомии матери, основная цель которого – оценка сегментарного расположения плаценты в полости матки. «Плацентарный» – необходим для детального изучения паренхимы органа и оценки границы «плацента - миометрий» с получением изображений в трех ортогональных плоскостях относительно анатомии

плаценты. «Тазовый» – для оценки шейки матки и смежных структур малого таза, что крайне актуально при плацентарной адгезивно-инвазивной патологии.

3. Позиционирование и укладка беременной. Область исследования должна располагаться в изометрическом центре РЧ-катушки. Для этого необходимо всегда быть готовыми к коррекции положения катушки в процессе МРТ, особенно если это исследование плода, и он изменил свое первоначальное положение.

Основное положение беременной во время МР-исследования - лежа на спине либо головой, либо ногами вперед по направлению к туннелю магнита. Корпус тела располагается над встроенной в стол катушкой для позвоночника, а поверхностная РЧ-катушка для туловища устанавливается над животом и тазом. В нашей практике мы предпочитаем использовать комбинацию двух поверхностных РЧ-катушек с возможностью охвата ими живота беременной в виде полукольца (рис. 1). Для создания дополнительного комфорта для пациентки мы используем небольшую подушку под голову и специальный валик под колени.

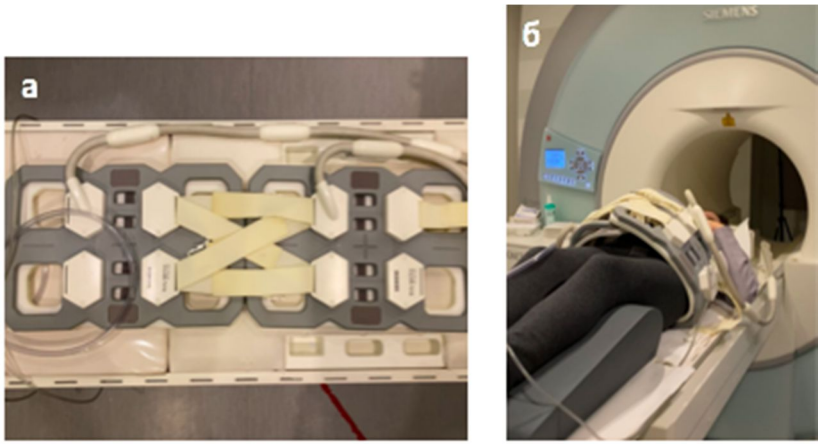

Рис. 1. Комбинация РЧ-катушек (а) и расположение их в виде полукольца (б) для МР-исследования во время беременности

При ярко выраженном «синдроме нижней полой вены» мы рекомендуем использовать альтернативный вариант укладки - «лежа на левом боку». Однако при таком положении зона интереса может располагаться не в изометрическом центре МР-томографа и качество изображений может быть сниженным.

МР-изображения любой исследуемой области необходимо получать в трех ортогональных (аксиальной, коронарной и сагиттальной) плоскостях относительно анатомии зоны интереса, а если это МР-исследование плода, то МР-изображения следует получать минимум в двух последовательных сериях. При исследовании плода ориентация МР-изображений должна соответствовать положению плода, а не беременной.

4. Получение изображений. Для получения качественных диагностических МР-изображений необходимы: быстрые импульсные последовательности, возможность параллельного сбора данных, получение Т1 и Т2 ВИ без и с подавлением сигнала от жировой ткани (FS) в трех плоскостях [21]. МР-изображение должно иметь адекватное соотношение сигнал-шум, хорошее пространственное разрешение и формироваться за очень короткое время сканирования [21]. МР-изображения любой исследуемой области необходимо получать в трех ортогональных плоскостях относительно анатомии зоны интереса, а при МР-исследовании плода - минимум в двух последовательных сериях [22].

Основными «рабочими лошадками» в пренатальном МР-исследовании являются [23-25]:

SS-FSE (быстрое спин-эхо с однократным сбором данных) – характеризуется коротким временем сбора данных, является основной импульсной последовательностью (ИП) для визуализации исследуемых структур. Рекомендуется получение анатомических срезов зоны интереса в трех ортогональных плоскостях с толщиной «плодового» среза - 2-4 мм, а «поискового» и «материнского» - 5 мм. **B-SSFP** (сбалансированное градиентное эхо) – характеризуется очень коротким временем сбора данных, имеет хорошее разрешение, однако артефакты по периферии поля обзора могут затруднять диагностику. Рекомендуется получение анатомических срезов зоны интереса в трех ортогональных плоскостях с толщиной «плодового» среза этих ИП - от 2 до 4 мм; «поискового» и «материнского» - 4-5 мм. **Градиентное эхо Т1** - для определения положения органов ЖКТ, особенно печени и петель кишечника при врожденных диафрагмальных грыжах, визуализации мекония в петлях кишечника. Кровоизлияния/белок/жир при этой ИП характеризуются ярким гиперинтенсивным сигналом. Рекомендуемая толщина среза 4 мм. Основной проблемой этой ИП являются выраженные артефакты от движения плода и дыхания матери. При их использовании рекомендуется проводить исследование с задержкой дыхания, а также устанавливать направление считывания сзади наперед (P-A), так как спина во время исследования – неподвижный объект. **Эхо-планарная ИП (EPI) -** субоптимальная ИП для диагностики, имеет высокую чувствительность к ишемическим изменениям и различным повреждениям головного мозга плода, используется для оценки опорно-двигательного аппарата плода. Рекомендуемая толщина среза 4-5 мм. Отрицательный момент – наличие выраженных артефактов и низкое разрешение изображений из-за неоднородности поля и химического сдвига, что ограничивает диагностическую ценность этой ИП. **Диффузионно-взвешенная МРТ (DWI) -** используется для дифференциальной диагностики различных патологических состояний (нарушения кровообращения, объемных патологических состояний, воспалительных изменений и т.п.). **Кино МРТ (SSFP**) - используется для оценки

глотания, оценки движений головы и туловища плода; оценки движений нижних конечностей плода; оценки сердца. **МР-гидрография** – высококонтрастные Т2-ВИ с акцентом на патологическое повышение или снижение количества жидкости. Рекомендуется получать изображения в 1-2 плоскостях, в соответствии с задачами исследования, с толщиной среза от 50 до 100 мм.

5. Получение ответа на поставленные вопросы. Наличие различных ИП и многоплоскостной визуализации дает возможность прямого отображения любых анатомических структур и дифференциальной диагностики патологических изменений с учетом характерных для них изменений интенсивности сигнала, что позволяет проводить полноценный анализ полученных данных с целью ответить на вопросы, поставленные клиническими специалистами перед МР-специалистами (рис. 2).

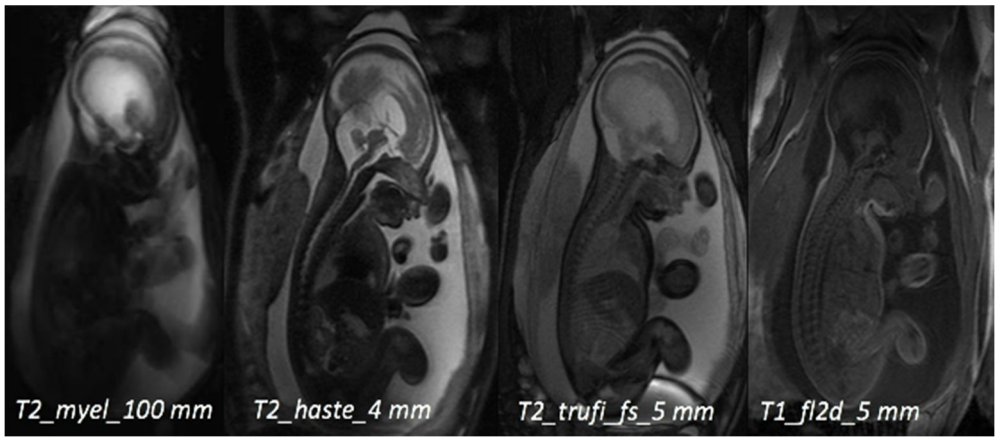

Рис. 2. МРТ плода, сагиттальная плоскость. Основные ИП, применяемые при МРТ во время беременности, с типичными характеристиками интенсивности сигнала от жидкости и мягких тканей

6. Постпроцедурный период. После окончания МР-исследования следует убедиться, что беременная пациентка хорошо себя чувствует и готова встать со стола-транспортера. Необходимо снять поверхностные РЧ-катушки с зоны исследования, помочь ей сначала присесть на несколько минут, а потом спуститься со стола. После этого следует провести ее в комнату ожидания и ответить на ее вопросы.

Если исследование проводилось в раннее утреннее время натощак, мы рекомендуем предложить беременной небольшой перекус в виде воды/сока/теплого чая с печеньем/сухофруктами и других, разрешенных для нее, продуктов, которые она может принести с собой.

7. Постобработка. Этот этап включает комплексный анализ данных анамнеза, имеющихся клинико-лабораторных данных, результатов УЗИ и полученных данных во время

МР-исследования, результатом которого является составление заключения с ответами на поставленные задачи и описанием выявленных изменений.

Заключение. Магнитно-резонансная томография является относительно безопасным методом лучевой диагностики и соответствует основным требованиям, которые предъявляются методам пренатальной диагностики с такими неоспоримыми достоинствами, как возможность: прямого отображения всех анатомических структур в исследуемой зоне интереса с хорошим межтканевым контрастом; получения МР-изображений в любой необходимой плоскости; специфической характеристики изменений интенсивности МР-сигнала благодаря применению различных ИП.

Магнитно-резонансное исследование беременных – это эффективная работа специализированной пренатальной команды, члены которой могут выполнить любое назначенное МР-исследование; знают, когда МР-исследование необходимо начинать и как его следует продолжить; они умеют позиционировать следующий этап МР-исследования и оценивать полученные МР-изображения.

Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013. Изделия медицинские электрические. Часть 2-33. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к медицинскому диагностическому оборудованию, работающему на основе магнитного резонанса. М.: Стандартинформ, 2016. 153 с.
2. Сергунова К.А., Ахмад Е.С., Петряйкин А.В., Семенов Д.С., Васильев Ю.А., Кивасёв С.А., Владзимирский А.В., Морозов С.П. Основы безопасности при проведении магнитно-резонансной томографии. Методические рекомендации №63. М.: Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики», 2019. Вып. 47. 68 с.
3. Crisp S., Dawdy K. Building a Magnetic Resonance Imaging Safety Culture from the Ground Up. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences. 2018. V.49. no.1. P. 18–22. DOI:10.1016/j.jmir.2017.10.005.
4. FDA. Safety Guidelines for• Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use. 2014. [Электронный ресурс]. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/476931/MRI_guidance_2015_-_4-02d1.pdf (дата обращения: 15.05.2020).
5. Edwards M.J., Saunders R.D., Shiota K. Effects of heat on embryos and foetuses. Int. J. Hyperthermia. 2003. V.19. no.3. P. 295-324.

6. ACR. Manual on Contrast Media, Version 10.2. 2016; December 9, 2016. [Электронный ресурс]. URL: https://www.acr.org/quality-safety/resources/contrast-manual. (дата обращения: 15.05.2020).

7. Chen M.M., Coakley F.V., Kaimal A., Laros R.K. Jr. Guidelines for computed tomography and magnetic resonance imaging use during pregnancy and lactation. Obstet Gynecol. 2008. V.112. no.2. P.333–340. DOI: 10.1097/AOG.0b013e318180a505.

8. Victoria T., Johnson A., Edgar J., Zarnow D., Vossough A. Comparison Between 1.5-T and 3-T MRI for Fetal Imaging: Is There an Advantage to Imaging With a Higher Field Strength? American Journal of Roentgenology. 2016. V.206. no.1. P. 195-201. DOI: 10.2214/AJR.14.14205.

9. Mervak B. M., Altun E., McGinty K. A., Hyslop W. B., Semelka R. C., Burke L. M. MRI in pregnancy: Indications and practical considerations. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2019. no.49. P. 621-631. DOI:10.1002/jmri.26317.

10. Dill T. Contraindications to magnetic resonance imaging. Heart. 2008. V. 94. no.7. P. 943–948. DOI:10.1136/hrt.2007.125039.

11. Santos X.M., Papanna R., Johnson A., Cass D.L., Olutoye O.O., Moise K.J. Jr. The use of combined ultrasound and magnetic resonance imaging in the detection of fetal anomalies. Prenat. Diagn. 2010. V.30. no.5. P.402–407. DOI: 10.1002/pd.2481.

12. Griffiths P. D., Mooney C., Bradburn M., Jarvis D. Should we perform in utero MRI on a fetus at increased risk of a brain abnormality if ultrasonography is normal or shows non-specific findings? Clinical Radiology.2018. V.73. no.2. P. 123–134. DOI:10.1016/j.crad.2017.09.007.

13. Коростышевская А.М., Савелов А.А. Роль магнитно-резонансной томографии плода в диагностике врожденных пороков развития // Бюллетень сибирской медицины. 2012. Т.11. №5. С.128-131. DOI: 10.20538/1682-0363-2012-5-128-131.

14. Furey E.A., Bailey A.A., Twickler D.M. Fetal MR Imaging of Gastrointestinal Abnormalities. RadioGraphics. 2016. V.36. no.3.P. 904–917 DOI: 10.1148/rg.2016150109.

15. D'Antonio F., Iacovella C., Palacios-Jaraquemada J. Prenatal identification of invasive placentation using magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. Ultrasound Obstet Gynecol.2014. V.44. no.1. P.8–16 DOI: 10.1002/uog.13327.

16. Moshiri M., Zaidi S. F., Robinson T. J., Bhargava P., Siebert J. R., Dubinsky T. J., Katz, D. S. Comprehensive Imaging Review of Abnormalities of the Umbilical Cord. RadioGraphics. 2014. V.34. no.1. P. 179–196. DOI:10.1148/rg.341125127.

17. Шмедык Н.Ю., Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Ефимцев А.Ю., Козловский С.Н. Магнитно-резонансная и наружная пельвиметрия в диагностике формы и степени суженного таза у беременных // Трансляционная медицина. 2016. Т.3. №5. С.113-124. DOI: 10.18705/2311-4495-2016-3-5-113-124.

18. Ahluwalia A., Moshiri M., Baheti A., Saboo S., Bhargava P., Katz D.S. MRI of Acute Abdominal and Pelvic Non-obstetric Conditions in Pregnancy. Current Radiology Reports. 2018. V.6. no.8. DOI: 10.1007/s40134-018-0285-5.

19. Steinkeler J.A., Lee K.S. MRI in pregnancy: Gastrointestinal and genitourinary pathology. Appl. Radiol. 2017. V.46. no.5. P. 23-28.

20. Woitek R., Prayer D., Hojreh A., Helbich T. Radiological staging in pregnant patients with cancer. ESMO Open. 2016. V.1. no.1. URL: https://esmoopen.bmj.com/content/1/1/e000017 doi:10.1136/esmoopen-2015-000017 (дата обращения: 15.05.2020).

21. Saleem S.N. Fetal MRI: An approach to practice: A review. J. Adv. Res. 2014.V. 5. P. 507–523. DOI: 10.1016/j.jare.2013.06.001.

22. American College of Radiology. Fetal MRI. PRACTICE GUIDELINE. ACR–SPR PRACTICE PARAMETER FOR THE SAFE AND OPTIMAL PERFORMANCE OF FETAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) (Resolution 11). 2015.URL: https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/mr-fetal.pdf (дата обращения: 15.05.2020).

23. Huang H., Vasung L. Gaining insight of fetal brain development with diffusion MRI and histology. Int. J. Dev. Neurosci. 2014. V.32. P.11-22. DOI: 10.1016/j.ijdevneu.2013.06.005.

24. Valevičienė N., Varytė G., Zakarevičienė J., Kontrimavičiūtė E., Ramašauskaitė D., Rutkauskaitė-Valančienė D. Use of Magnetic Resonance Imaging in Evaluating Fetal Brain and Abdomen Malformations during Pregnancy. Medicina. 2019. V.55. no.2 URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6410250. DOI:10.3390/medicina55020055.

25. Asenbaum U., Brugger P.C., Woitek R., Furtner J., Prayer D. Indications and technique of fetal magnetic resonance imaging. Radiologe. 2013.V. 53. no.2**.** P.109 – 115. DOI: 10.1007/s00117-012-2397-x.