



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 618.2-06: 613.648.4

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ
ТОМОГРАФИИ ВО ВРЕМЯ БЕРЕМЕННОСТИ**
APPLICATION OF THE METHOD OF MAGNETIC-RESONANCE
IMAGING DURING PREGNANCY

Шираева Анжела Хаджимурадовна, Студент 5 курс, педиатрический факультет, Ростовский государственный медицинский университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Свирава Александра Мерабовна, Студент 5 курс, педиатрический факультет Ростовский государственный медицинский университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Shiraeva A.Kh., Rostov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don

Svirava A.M., Rostov State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don

Аннотация: В данной статье подробно рассмотрены возможности применения метода диагностической визуализации - магнитно-резонансной томографии (МРТ) во время беременности. МРТ является полезным инструментом для оценки многочисленных акушерских и не акушерских патологических состояний во время беременности, поскольку она имеет

отличное пространственное и контрастное разрешение, не использует ионизирующего излучения и наименее чувствительная к влиянию человеческого фактора. Наиболее частым показанием к МРТ во время беременности является выявленная при УЗИ патология, требующая уточнения характера изменений. К сожалению, маловодие, ожирение или рубцовые изменения передней брюшной стенки беременной, «беспокойное» положение плода при осмотре и др. может вызвать проблемы при проведении УЗИ. Использование МРТ, как это предлагается в рекомендациях, разработанных Американским конгрессом акушеров и гинекологов (ACOG), рекомендуется при неясных результатах ультразвукового исследования, так как это может повысить точность диагностики. Однако его использование во время беременности вызывает ряд медицинских, этических и юридических вопросов. Фактически, на сегодняшний день нет исследований на людях, которые выявили бы какие-либо негативные последствия для плода после воздействия МРТ без контрастного вещества в течение любого триместра беременности.

Annotation: This article discusses in detail the possibilities of using the method of diagnostic imaging - magnetic resonance imaging (MRI) during pregnancy. MRI is a useful tool for assessing numerous obstetric and non-obstetric pathological conditions during pregnancy because it has excellent spatial and contrast resolution, does not use ionizing radiation, and is the least sensitive to human factors. The most common indication for MRI during pregnancy is a pathology detected by ultrasound, which requires clarification of the nature of the changes. Unfortunately, oligohydramnios, obesity or cicatricial changes in the anterior abdominal wall of a pregnant woman, the “restless” position of the fetus during examination, etc., can cause problems during ultrasound. The use of MRI, as suggested by the American Congress of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) guidelines, is recommended when ultrasound findings are unclear, as it may improve diagnostic accuracy. However, its use during pregnancy raises a number of medical, ethical and legal issues. In fact, there are no human studies to date that have identified any adverse effects on the fetus after exposure to MRI without contrast agent during any trimester of pregnancy.

Ключевые слова: беременность, МРТ плода, магнитно-резонансная томография, диагностика, акушерские патологии

Keywords: pregnancy, fetal MRI, magnetic resonance imaging, diagnostics, obstetric pathology

Актуальность: Магнитно-резонансная томография (МРТ) предлагает отличное пространственное и контрастное разрешение для диагностики широкого спектра патологий, не подвергая пациентов воздействию ионизирующего излучения. МРТ обычно используется у беременных женщин для диагностики при острой боли в животе и тазу, для определения плацентарных аномалий, а также неврологических или фетальных аномалий в том числе новообразований. В частности, использование МРТ, как это также предлагается Американским конгрессом акушеров и гинекологов (ACOG), как дополнительный метод исследования при неясных результатах ультразвукового исследования, так как это может повысить точность диагностики, особенно в случаях задней локализации плаценты или аномально инвазивной плаценты (AIP) [1,2]. Однако на сегодняшний день наши знания о безопасности МРТ во время беременности по-прежнему ограничены, что вызывает опасения по поводу возможных негативных последствий как для матери, так и для здоровья плода.

Введение: Магнитно-резонансная томография (МРТ) — это методика исследования, которая базируется на физическом явлении магнитного резонанса. Преимуществом метода является отсутствие ионизирующего излучения, высокая чувствительность и специфичность к мягким тканям. В тканях и органах пациента присутствуют ядра атомов водорода, откликающиеся на сочетание постоянного магнитного поля и электромагнитных волн, источником которых является специальный сканер аппарата МРТ. Эти отклики фиксируются и упорядочиваются, позволяя реконструировать качественное четкое изображение внутренних анатомических структур. Магнитные и компьютерные датчики работают вокруг больного, создавая электромагнитное поле высокой частоты: от 1,5 до 3 Тесла (Т), в зависимости от модели [3,4]. Несмотря на безопасность

ввиду отсутствия ионизирующего излучения для плода [5], необходимо учитывать 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 магнитно-резонансных томографах с высокими значениями показателя магнитного поля

Цель: Рассмотрение особенностей применения метода магнитно-резонансной томографии во время беременности с целью выявления патологии матери и/или плода.

Материалы и методы: обзор актуальных научных статей по теме исследования за последние 5 лет.

Результаты исследования: При проведении МРТ используется три типа магнитных полей: статическое магнитное поле, изменяющиеся во времени градиенты магнитного поля и радиочастотные импульсы. Статическое магнитное поле может влиять на миграцию, пролиферацию и дифференцировку клеток, особенно в течение первого триместра, когда происходит органогенез, оказывая, таким образом, тератогенный эффект. Однако об этом сообщалось только в нескольких исследованиях, проведенных на животных, в то время как многие исследования, проведенные на людях, не показали какого-либо тератогенного эффекта после внутриутробного воздействия МРТ [6]. Изменяющиеся во времени градиенты магнитного поля ответственны за производство акустического шума. Ухо плода завершает свое развитие к 24 неделям беременности, и после этого периода слух плода может быть поврежден шумом. Американская академия педиатрии считает 90 дБ пределом, выше которого ухо плода может получить необратимое повреждение. Было зарегистрировано, что максимальный шум, производимый МРТ, достигает 120 дБ, а также то, что тело матери заглушает около 30 дБ. Таким образом, предел в

90 дБ может быть достигнут и превышен во время МРТ-обследования, что приведет к повреждению слуха плода [6]. На данный момент в литературе не сообщалось о случаях повреждения слуха плода в результате МРТ во время беременности [7]. Радиочастотные импульсы способны оказать тепловое воздействие на ткани организма. Единицей, которая используется для количественной оценки этого выделения энергии, является удельная скорость поглощения (SAR), выраженная в ваттах на килограмм (Вт/кг). Система терморегуляции плода находится в тесной связи с материнской системой, и повышение температуры матери может вызвать тепловые аномалии плода [8]. Согласно рекомендациям Американского колледжа радиологии (ACR) и ACOG, МРТ, проводимая с помощью томографа 3,0 Тл или менее, не связана с какими-либо неблагоприятными воздействиями на плод, но ее следует использовать с осторожностью в любом гестационном возрасте [9,11]. 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. В настоящее время вся продолжительность МР-исследования у беременных пациенток не должна превышать 30 минут. 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. При ярко выраженном «синдроме нижней полой вены» рекомендуется использовать альтернативный вариант укладки - «лежа на левом боку» [3]. 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 [4]. Наиболее частым показанием к МРТ во время беременности является выявленная при УЗИ патология, требующая уточнения характера изменений. К сожалению, маловодие, ожирение или рубцовые изменения передней брюшной стенки беременной, «беспокойное» положение плода при осмотре и др. может вызвать проблемы при проведении УЗИ. [11]. Однако благодаря МРТ можно провести полное обследование даже в таких сложных случаях, что позволяет получить наиболее полную клиническую картину и скорректировать план ведения пациентки [4]. Основные материнские показания МРТ при беременности можно разделить на акушерские и неакушерские причины [12].

Акушерские причины.

Инвазивная плацентация происходит в 1 из 2500 беременностей и может привести к значительному кровотечению после родов с высокой материнской смертностью. Основные факторы риска представлены предлежанием плаценты в анамнезе, преклонным возрастом матери, многоплодием, кесаревым сечением в анамнезе. Хотя это обычно первоначально диагностируется с помощью УЗИ, МРТ, очевидно, обеспечивает лучшую визуализацию областей аномальной плацентации [13].

Отслойка плаценты, классически определяемая как преждевременное отделение плаценты перед родами, представляет собой основную причину вагинальных кровотечений во второй половине беременности и характеризуется повышенной материнской, фетальной и неонатальной заболеваемостью и смертностью. В развитых странах отслойка плаценты происходит примерно в 1% беременностей и является причиной примерно 10-20% всех перинатальных смертей. Симптомы обычно характеризуются сильной болью в животе и сильным вагинальным кровотечением. Ранняя диагностика имеет решающее значение в его лечении. УЗИ представляет собой первый выбор метода диагностики; однако в сомнительных случаях целесообразно прибегать к МРТ

для более точного выявления гематом, характеристики возраста и дифференциации гематом от опухолей [14].

Около 2% женщин во время беременности имеют кисты яичников. Большинство из них представляют собой простые бессимптомные кисты, часто размером менее 5 см, которые рассасываются спонтанно. Небольшой процент из них (1–3%), однако, может иметь злокачественную природу [15]. Другие акушерские причины болей в животе во время беременности, которые могут потребовать назначение МРТ-исследования, включают внематочную беременность, дегенеративную лейомиому, дилатацию гонадных вен и неоплазию [15].

Неакушерские причины.

Острая боль в животе. Существует несколько причин, связанных с возникновением острой боли в животе при беременности. Физиологические и выраженные анатомические изменения в сочетании с физикальным исследованием брюшной полости, затрудненным наличием плода, могут привести к задержке диагностики с тяжелыми последствиями как для матери, так и для плода. Если УЗИ не приводит к достоверности диагноза, полезно прибегнуть к МРТ для большей точности диагностики плода, плаценты, матки и органов брюшной полости [16].

Острый аппендицит является одной из наиболее частых причин острого живота у беременных, встречаясь примерно в 1 случае на 1500 беременностей, с общей заболеваемостью от 0,05% до 0,07% или такой же частотой, наблюдаемой у небеременных. Было показано, что среди методов диагностической визуализации УЗИ очень чувствительно при выполнении опытными специалистами (от 12,5 до 100%). Однако физиологическое смещение червеобразного отростка вверх в течение последних недель беременности и наличие обильного абдоминального жира или газа в кишечнике могут привести к более трудному диагнозу [16].

Во время беременности отмечается повышенная заболеваемость желчнокаменной болезнью (2–4% беременных), связанная с гормональными

изменениями во время беременности, что может привести к уменьшению подвижности желчного пузыря и увеличению насыщения желчи холестерином. Наиболее распространенными симптомами являются тошнота; рвота; анорексия; боль в правом подреберье; и повышенные ферменты печени, щелочная фосфатаза и гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ). Кроме того, в данном случае УЗИ является методом диагностики билиарной патологии поджелудочной железы первого выбора, так как обладает высокой чувствительностью и, прежде всего, специфичностью в диагностике острого холецистита (соответственно 65% и 89%). Однако МРТ позволяет лучше визуализировать желчные протоки и любые осложнения острого холецистита, такие как перфорация, формирование перихолецистического абсцесса и восходящего холангита. Кроме того, МРТ также предлагает более качественное исследование поджелудочной железы, что важно для исключения возможного панкреатита, в некоторых случаях не простой визуализации на УЗИ из-за наличия кишечного газа, а также каких-либо осложнений, таких как некроз, псевдокисты поджелудочной железы и селезеночная вена. тромбоз [15].

Имеются многочисленные показания к проведению МРТ при беременности по поводу неврологической патологии; среди них наиболее распространенными являются острая головная боль, проблемы с позвоночником, связанные с беременностью (т. е. связанные с беременностью боли в спине, остеопоротические компрессионные переломы и симптоматическая гемангиома позвонков), травмы спинного мозга и опухоли головного мозга [17].

УЗИ по-прежнему остается визуализирующим исследованием первого выбора при подозрении на гинекологические опухоли, но не всегда полезно для диагностики из-за глубоких анатомических изменений во время беременности. Наличие беременной матки и плода может закрывать органы малого таза от луча УЗИ, что делает возможную диагностику и стадирование опухоли во время беременности весьма сложными. Здесь также может быть очень полезна МРТ, поскольку она обеспечивает многоплоскостную визуализацию и отличный контраст мягких тканей в области таза [18].

Показания к проведению МРТ плода. УЗИ очень полезно для пренатальной диагностики врожденных и приобретенных внутричерепных аномалий [16]. МРТ показывает панорамный вид всего мозга и субарахноидального пространства без ограничений, определяемых черепом, и имеет решающее значение для любых подозрений, обнаруженных с помощью УЗИ, или для оценки любых патологий, которые трудно оценить с помощью УЗИ [13]. УЗИ является методом первого выбора для выявления любых аномалий головы и шеи, таких как расщелина губы и неба, микрогнатия или ретрогнатия, краниосиностоз, цефалоцеле, сосудистые аномалии, опухоли, микрофтальмия, аномалии щитовидной железы или новообразования в ротоглотке и шее. Однако в некоторых случаях, когда плод находится в положениях, при которых голова и шея не поддаются ультразвуковой оценке, поскольку они повернуты или прикрыты конечностями, МРТ может быть очень полезной. УЗИ и МРТ успешно выявляют, обычно через 18 недель, абдоминальные аномалии, такие как атрезия пищевода и кишечника, интраабдоминальные образования, дефекты брюшной стенки, кишечную непроходимость, перфорацию кишечника и мекониальный перитонит, агенезию или эктопию почек, удвоение собирательных систем, дилатация мочевыводящих путей, уретероцеле, тяжелый пузырно-мочеточниковый рефлюкс, мегауретер, инфравезикальная обструкция или клоакальные аномалии. УЗИ является основным методом скрининга торакальных аномалий, таких как диафрагмальная грыжа, кистозно-аденоматозная мальформация, бронхолегочный приступ или наличие других кист или образований, которые могут привести к гипоплазии легких и гибели плода, если их не выявить на ранней стадии [13]. Любые аномалии конечностей, такие как аномальное положение пальцев, агенезия, синдактилия, полидактилия или фокомелия, могут быть легко идентифицированы с помощью УЗИ и МРТ [8].

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 протоколов. Однако необходимы более обширные исследования для подтверждения отсутствия негативного влияния на организм матери и плода.

Список литературы

1. ACOG Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation, Committee Opinion No. 723. *Obstet. Gynecol.* 2017. vol. 130. no. 4. P. e210-e216. DOI: [10.1097/AOG.0000000000002355](https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002355)
2. Унгиадзе Д.Ю., Никурадзе И.В., Замтарадзе Н.Д. Роль пренатальной диагностики аномально инвазивной плаценты в исходе беременности // *Акушерство, гинекология и репродукция.* 2020. №3. С. 383-394. DOI: [10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.151](https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.151)
3. Youssef A.T. Uncommon obstetric and gynecologic emergencies associated with pregnancy: Ultrasound diagnosis. *J. Ultrasound.* 2018. no. 21. P. 127–136. DOI: [10.1007/s40477-018-0287-4](https://doi.org/10.1007/s40477-018-0287-4)
4. 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](https://doi.org/10.1002/jmri.26317)
5. Khairinisa M.A., Takatsuru Y., Amano I., Erdene K., Nakajima T., Kameo S., Hiroshi K., Yoshito T., Noriyuki K. The effect of perinatal gadolinium-based contrast agents on adult mice behavior. *Investig. Radiol.* 2018. no. 53. P. 110–118. DOI: [10.1097/RLI.0000000000000417](https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000417)
6. Gui B, Cambi F, Micco M, Sbarra M, Petta F, Autorino R, De Vincenzo R, Valentini V, Scambia G, Manfredi R. MRI in pregnant patients with suspected abdominal and pelvic cancer: a practical guide for radiologists. *Diagn Interv Radiol.* 2020. vol.26 no. 3. P. 183-192. DOI: [10.5152/dir.2019.19343](https://doi.org/10.5152/dir.2019.19343)

7. Puac P, Rodríguez A, Vallejo C, Zamora CA, Castillo M. Safety of contrast material use during pregnancy and lactation. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2017. vol. 2. P.787–797. DOI: [10.1016/j.mric.2017.06.010](https://doi.org/10.1016/j.mric.2017.06.010)
8. Gatta G, Di Grezia G, Cuccurullo V, et al. MRI in Pregnancy and Precision Medicine: A Review from Literature. *J Pers Med*. 2021. vol. 12 no.1. P.9. DOI: [10.3390/jpm12010009](https://doi.org/10.3390/jpm12010009)
9. ACR Committee on MR Safety. Greenberg T.D., Hoff M.N., Gilk T.B., Jackson E.F., Kanal E., McKinney A.M., Och J.G., Pedrosa I., Rampulla T.L., et al. ACR guidance document on MR safe practices. *Magn. Reson. Imaging*. 2020. vol.51. P. 331–338 . DOI: [10.1002/jmri.26880](https://doi.org/10.1002/jmri.26880)
10. Sardu C., Gatta G., Pieretti G., Viola L., Sacra C., Di Grezia G., Musto L., Minelli S., La Forgia D., Capodiecì M., et al. Pre-Menopausal Breast Fat Density Might Predict MACE During 10 Years of Follow-Up The BRECARD Study. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2021. vol. 14. P. 426–438. DOI: [10.1016/j.jcmg.2020.08.028](https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.08.028)
11. 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. vol. 73. no. 2. P. 123–134. DOI:[10.1016/j.crad.2017.09.007](https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.09.007)
12. Fraum T.J., Ludwig D.R., Bashir M.R., Fowler K.J. Gadolinium-based contrast agents: A comprehensive risk assessment. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2017. vol. 46. no. 2. P. 338–353. DOI: [10.1002/jmri.25625](https://doi.org/10.1002/jmri.25625) .
13. Badachhape A.A., Devkota L., Stupin I.V., Sarkar P., Srivastava M., Tanifum E.A., Fox K.A., Yallampalli C., Annapragada A.V., Ghaghada K.B. Nanoparticle Contrast-enhanced T1-Mapping Enables Estimation of Placental Fractional Blood Volume in a Pregnant Mouse Model. *Sci. Rep*. 2019. vol. 9. DOI: [10.1038/s41598-019-55019-8](https://doi.org/10.1038/s41598-019-55019-8)
14. Fadl S.A., Linnau K.F., Dighe M.K. Placental abruption and hemorrhage-review of imaging appearance. *Emerg. Radiol*. 2019. vol. 26. P. 87–97. DOI: [10.1007/s10140-018-1638-3](https://doi.org/10.1007/s10140-018-1638-3)

15. Youssef A.T. Uncommon obstetric and gynecologic emergencies associated with pregnancy: Ultrasound diagnosis. J. Ultrasound. 2018. vol. 21. P.127–136. DOI: [10.1007/s40477-018-0287-4](https://doi.org/10.1007/s40477-018-0287-4).
16. Costelloe C.M., Amini B., Madewell J.E. Risks and Benefits of Gadolinium-Based Contrast-Enhanced MRI. Semin. Ultrasound CT MRI. 2020. vol. 41. P. 170–182. DOI: [10.1053/j.sult.2019.12.005](https://doi.org/10.1053/j.sult.2019.12.005)
17. Arroyo, M.S., Hopkin, R.J., Nagaraj, U.D. et al. Fetal brain MRI findings and neonatal outcome of common diagnosis at a tertiary care center. J Perinatol . 2019. vol. 39. P. 1072–1077/ DOI: [10.1038/s41372-019-0407-9](https://doi.org/10.1038/s41372-019-0407-9)
18. Bourgioti C., Konidari M., Mouloupoulos L.A. Imaging of gynecologic malignancy in a reproductive age female: Cancer during pregnancy. Radiol. Clin. N. Am. 2020. vol. 58. P. 413–430. DOI: [10.1016/j.rcl.2019.10.008](https://doi.org/10.1016/j.rcl.2019.10.008)

List of literature

1. ACOG Guidelines on Diagnostic Imaging during Pregnancy and Lactation, Committee Conclusion No. 723. Obstetrics. Gynecol. 2017. volume 130. No. 4. p. e210-e216. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002355
2. Ungiadze D.Yu., Nikuradze I.V., Zamtaradze N.D. The role of prenatal diagnosis of abnormally invasive placenta in pregnancy outcome // Obstetrics, gynecology and reproduction. 2020. No.3. pp. 383-394. DOI: 10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.151
3. Yusef A.T. Unusual obstetric and gynecological emergencies associated with pregnancy: ultrasound diagnostics. J. Ultrasound. 2018. No. 21. pp. 127-136. DOI: 10.1007/s40477-018-0287-4
4. Mervak B. M., Altun E., McGinty K. A., Hislop V. B., Semelka R. S., Burke L. M. MRI during pregnancy: indications and practical considerations // Journal of Magnetic resonance Imaging. 2019. No.49. pp. 621-631. DOI: 10.1002/jmri.26317
5. Khairinisa M.A., Takatsuru Yu., Amano I., Erdene K., Nakajima T., Kameo S., Hiroshi K., Yoshito T., Noriyuki K. The effect of gadolinium-based perinatal

- contrast agents on the behavior of adult mice. Investigation. Radiol. 2018. No. 53. pp. 110-118. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000417
6. Gui B, Cambi F, Mikko M, Sbarra M, Petta F, Autorino R, De Vincenzo R, Valentini V, Scambia G, Manfredi R. MRI in pregnant patients with suspected cancer of the abdominal cavity and pelvic organs: a practical guide for radiologists. Diagnostic Radiol. 2020. Volume 26, No. 3. pp. 183-192. DOI: 10.5152/dir.2019.19343
 7. Puak P., Rodriguez A., Vallejo S., Zamora K.A., Castillo M. Safety of contrast agent use during pregnancy and lactation. Magnetic Resonance Imaging Clinic N Am. 2017. vol. 2. pp.787–797. DOI: 10.1016/j.mric.2017.06.010
 8. Gatta G., Di Greece G., Cuccurullo V. et al. MRI during pregnancy and precision medicine: Literature review. J Pers Med. 2021. vol. 12 no.1. P.9. DOI: 10.3390/jpm12010009
 9. ACR Safety Committee. Greenberg T.D., Hoff M.N., Gilk T.B., Jackson E.F., Channel E., McKinney A.M., Och J.J., Pedrosa I., Rampulla T.L., etc. ACR Guidance Document on the Safe Practice of MR. Magn. Reason. Images. 2020. volume 51. pp. 331-338. DOI: 10.1002/jmri.26880
 10. Sardu S., Gatta G., Pieretti G., Viola L., Sacra S., Di Grecia G., Musto L., Minelli S., La Forgia D., Capodeci M., etc. Breast Fat Density Before Menopause Can Be Predicted By MACE During 10 years Of observation Of The BRECKARD Study. JACC Cardiovasc. Images. 2021. volume. 14. pp. 426-438. DOI: 10.1016/j.jcmg.2020.08.028
 11. Griffiths P. D., Mooney K., Bradburn M., Jarvis D. Should we conduct intrauterine MRI of a fetus with an increased risk of brain abnormalities if ultrasound examination is normal or shows nonspecific results? // Clinical Radiology. 2018. vol. 73. No. 2. pp. 123-134. DOI:10.1016/j.crad.2017.09.007
 12. Fraum T.J., Ludwig D.R., Bashir M.R., Fowler K.J. Gadolinium-based contrast agents: a comprehensive risk assessment // J. Magn. Reason. Images. 2017. vol. 46. No. 2. pp. 338-353. DOI: 10.1002/jmri.25625 .

13. Badachkhape A.A., Devkota L., Stupin I.V., Sarkar P., Srivastava M., Tanifum E.A., Fox K.A., Yallampalli S., Annapragada A.V., Ghagada K.B. T1 mapping with nanoparticle contrast Allows to estimate the fractional volume of placental blood in a pregnant mouse model. Sci. Rep. 2019. volume 9. DOI: 10.1038/s41598-019-55019-8
14. Fadl S.A., Linnau K.F., Dige M.K. Placental abruption and hemorrhage - an overview of the appearance of images. Emerg. Radiol. 2019. vol. 26. pp. 87-97. DOI: 10.1007/s10140-018-1638-3
15. Yusef A.T. Unusual obstetric and gynecological emergencies associated with pregnancy: ultrasound diagnostics. J. Ultrasound. 2018. vol. 21. pp.127–136. DOI: 10.1007/s40477-018-0287-4 .
16. Costello K.M., Amini B., Madwell J.E. Risks and benefits of gadolinium-based contrast-enhanced MRI. Semin. Ultrasound computed tomography MRI. 2020. vol. 41. pp. 170-182. DOI: 10.1053/July.2019.12.005
17. Arroyo M.S., Hopkin R.J., Nagaraj U.D. et al. Fetal brain MRI results and neonatal outcome of general diagnostics at the Tertiary care center. J Perinatol . 2019. vol. 39. P. 1072-1077/ DOI: 10.1038/s41372-019-0407-9
18. Bourgioti S., Konidari M., Mulopoulos L.A. Visualization of gynecological malignancies in women of reproductive age: cancer during pregnancy. Radiola. Clin. N. Am. 2020. vol. 58. P. 413-430. DOI: 10.1016/j.rcl.2019.10.008

© *Шираева А.Х., Свирава А.М. 2022 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №4/2022*

Для цитирования: Шираева А.Х., Свирава А.М. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ВО ВРЕМЯ БЕРЕМЕННОСТИ// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №4/2022