

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПЛАЦЕНТЫ: СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ ПЛАЦЕНТЫ

Фокин А. В., Семенова Е. С., Вышедкевич Е. Д., Шелепова Е. С.,
Романов Г. Г., Труфанов Г. Е., Машенко И. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Фокин Александр Владимирович,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: fokinalexrussia@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.06.2020
и принята к печати 12.10.2020.

Резюме

Актуальность. В настоящее время одним из актуальных вопросов пренатальной магнитно-резонансной томографии (МРТ) является точная и своевременная диагностика патологических состояний экстрафетальных структур плода. В частности, наиболее острой проблемой является необходимость улучшения диагностической точности распознавания и дифференцировки плацентарной адгезивно-инвазивной патологии. В литературных источниках нет единого подхода к методике и описанию МР-исследования плаценты. **Цель.** Улучшить диагностические возможности метода магнитно-резонансной томографии для исследования плаценты. **Материалы и методы.** Выполнено и проанализировано 293 МР-исследования малого таза беременных женщин в возрасте от 22 до 45 лет (средний — 35 лет) в сроке беременности от 14 до 38 недель (средний — 36 недель). **Результаты.** Разработана и внедрена в клиническую практику трехэтапная методика МРТ плаценты и алгоритм систематизированного описания МР-исследования плаценты беременных. **Заключение.** Разработанный систематизированный подход к исследованию плаценты поможет улучшить диагностические возможности метода МРТ для исследования плаценты в связи с востребованностью в настоящее время точной и правильной интерпретации этого органа in vivo.

Ключевые слова: алгоритм, беременность, МРТ во время беременности, МРТ плаценты, плацента, плод.

Для цитирования: Фокин А.В., Семенова Е.С., Вышедкевич Е.Д. и др. Магнитно-резонансная томография плаценты: систематизированный подход к описанию плаценты. Трансляционная медицина. 2020; 7 (5): 81-90. DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-5-81-90

MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF THE PLACENTA: A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DESCRIPTION OF NORMAL PLACENTA

Fokin A. V., Semenova E. S., Vyshedkevich E. D., Shelepova E. S.,
Romanov G. G., Trufanov G. E., Mashchenko I. A.

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Fokin Aleksandr V.,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str. 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: Fokinalerussia@mail.ru

Received 23 June 2020; accepted 12 October
2020.

Abstract

Background. Currently, one of the topical issues of prenatal magnetic resonance imaging is accurate and timely diagnosis of pathological conditions of extrafetal structures of the fetus. In particular, the most acute problem is the need to improve the diagnostic accuracy of recognition and differentiation of placental adhesive-invasive pathology (PAIP). In the literature, there is no unified approach to the methodology and description of MRI examination of the placenta. **Objective.** To improve the diagnostic methods of the method of magnetic resonance imaging for the study of the placenta. **Design and methods.** A total of 293 MRI studies of the small pelvis of pregnant women aged 22 to 45 years (average — 35 years), in gestational age from 14 to 38 weeks (average — 36 weeks) were performed and analyzed. **Results.** A clinical three-stage method of MRI of the placenta and an algorithm for systematized description of MRI of the placenta of pregnant women have been developed and implemented. **Conclusion.** The developed systematic approach to the study of the placenta will help improve the capabilities of the MRI method for examining the placenta in connection with the demand for accurate and correct interpretation of this organ in vivo.

Key words: algorithm, fetus, MRI during pregnancy, placenta, placental MRI, pregnancy.

For citation: Fokin AV, Semenova ES, Vyshedkevich ED, et al. Magnetic resonance imaging of the placenta: a systematic approach to the description of normal placenta. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2020; 7 (5): 81-90. (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-5-81-90

Список сокращений: МРТ — магнитно-резонансная томография.

Введение

Плацента является органом, который формируется при беременности в процессе эмбриогенеза для поддержания нормального роста и развития плода. Ее состояние и функционирование играют решающую роль в патофизиологии внутриутробных и гестационных расстройств. Традиционная ультразвуковая оценка состояния плаценты в последние десятилетия часто дополняется магнитно-резонансной томографией (МРТ) с целью уточнения выявленных патологических изменений плаценты [1, 2, 3]. 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 развития, 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. Поэтому врач-рентгенолог должен быть готов оценить плаценту как нормальную, так и патологически измененную.

В статье проанализированы современные литературные данные и собственный опыт, касающийся

ся МР-семиотики плаценты без патологических изменений в соответствии с гестационным возрастом и ее вариантами развития.

Целью данной работы было улучшить диагностические возможности метода магнитно-резонансной томографии для исследования плаценты. И для этого было необходимо:

1. Проанализировать современные литературные данные и собственный опыт МР-исследования плацент без патологических изменений в соответствии с гестационным возрастом и ее вариантами развития.

2. Разработать алгоритм систематизированного МР-исследования и описания плаценты.

Материалы и методы

За период с января 2017 по июнь 2020 годы выполнено 293 МР-исследований малого таза беременным по различным показаниям. Срок беременности женщин был от 14 до 38 недели (средний — 36 недель), возраст беременных — от 22 до 45 лет (средний — 35 лет). Исследования выполняли на МР-томографах с индукцией магнитного поля 3 и 1,5 Тл (Siemens, Германия). Импульсные последовательности для лучшей визуализации должны иметь широкое поле обзора (300–450 мм), толщина среза варьируется, в «материнских» и «плацентарных» протоколах оптимально 4–5 мм, однако в «тазовой» последовательности необходимо 3–4 мм. Рекомендуемые параметры матрицы 320х320 и выше.

Результаты

Нами была разработана и внедрена в клиническую практику трехэтапная методика МРТ плаценты.

Оптимальная трехэтапная методика МРТ плаценты представляла собой следующие этапы:

1 этап — «материнский» — МР-визуализация, основанная на анатомии матери; необходима для

оценки сегментарного расположения плаценты в полости матки с использованием Т2-ВИ от уровня верхней границы дна матки до промежности с толщиной среза 4–5 мм.

2 этап — «плацентарный» — детальное изучение паренхимы органа и оценки границы «плацента-миометрий» с получением МР-изображений в трех ортогональных плоскостях относительно анатомии плаценты с толщиной среза 3–5 мм в Т1-ВИ, Т2-ВИ с/без подавления сигнала от жировой ткани, а также ДВИ.

3 этап — «тазовый» — для оценки шейки матки и смежных структур малого таза, что особенно актуально при плацентарной адгезивно-инвазивной патологии.

Оптимальный МР-протокол исследования плаценты у беременной представлен в таблице 1.

Обсуждение

Расположение плаценты в полости матки

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 пролонгирования беременности она мигрирует вверх (около 1 мм в неделю), что связано с ростом плода и увеличением объема матки [4]. 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 внутрен-

Таблица 1. Протокол оптимальной трехэтапной методики МР-исследования плаценты

Этап	Тип последовательности	Плоскость	Толщина среза, мм	Поле обзора, мм	Ориентация срезов
Материнский	T2 SSFSE/SSFSP	SAG, COR, TRA	4–5	300–400	По анатомии женщины
Плацентарный	T2 SSFSE/SSFSP	SAG, COR, TRA	4–5	300–400	По плаценте
	T2 BLADE FS	SAG, COR, TRA	4–5	380–450	По плаценте
	T1 SE	SAG	4–5	380–450	По плаценте
	T1 SE FS	TRA	4–5	380–450	По плаценте
	DWI	TRA	4–5	300–400	По плаценте
Тазовый	T2 SE	SAG	3–4	380–450	По матке

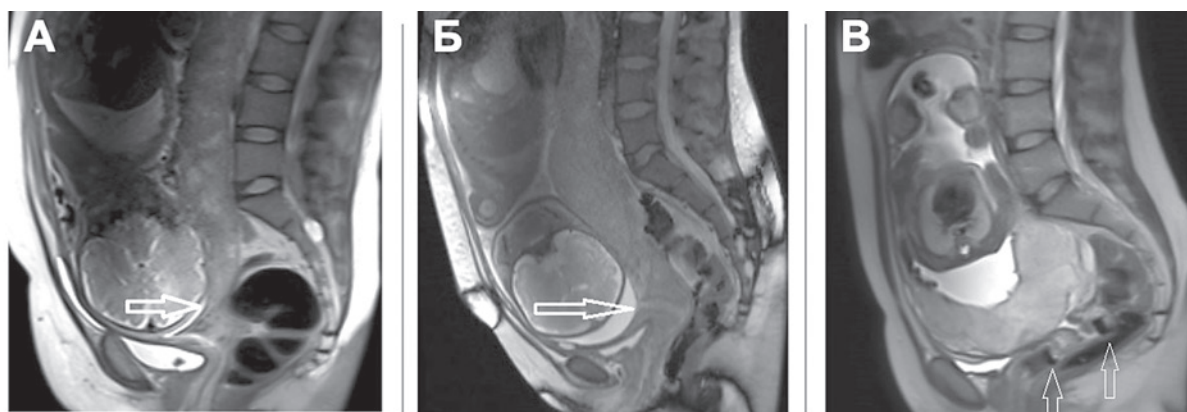


Рис. 1. Варианты расположения плаценты в полости матки (указана стрелкой):

а — низкое расположение плаценты, 34 неделя беременности, нижний край плаценты выше внутреннего зева на 2,5 см; б — краевое предлежание плаценты, 35 неделя беременности; в — полное центральное предлежание плаценты, 29 неделя беременности, в области шейки матки имеются артефакты от пессария

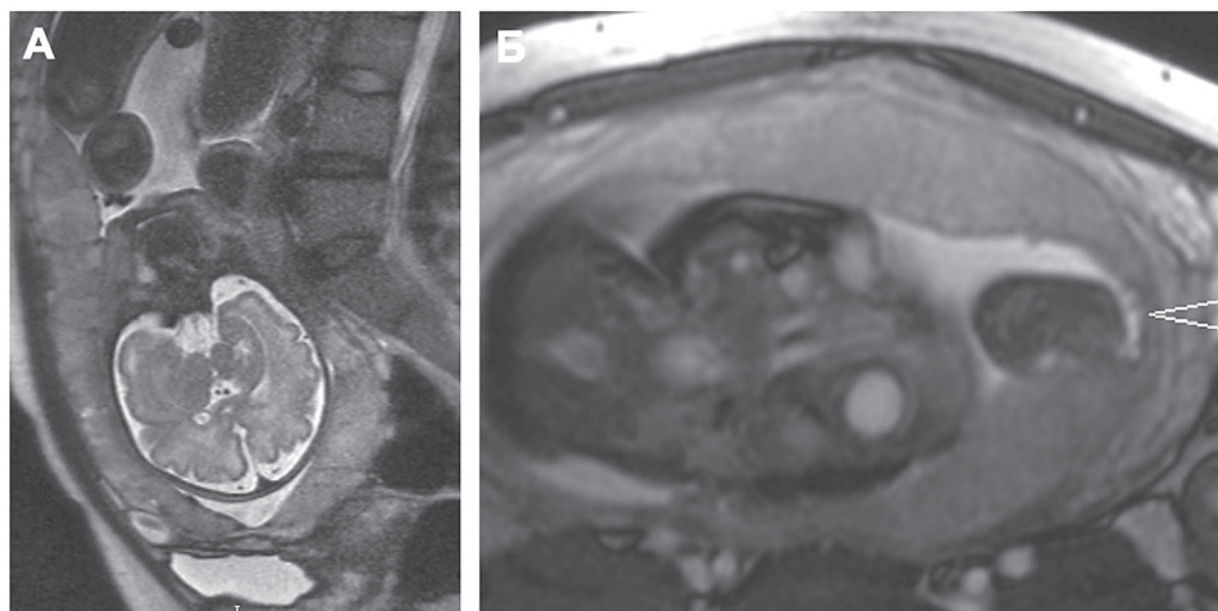


Рис. 2. Двудольная плацента, 35 неделя беременности. Определяются две относительно симметричные и равные доли плаценты, разделенные между собой мембраной:

а — сагиттальная плотность, б — аксиальная плоскость

него 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) [5].

Ретроспективное исследование, проведенное Dashe J. S., et al. [6] в 2002 году показало, что среди случаев предлежания плаценты, наблюдаемых

в 15–19 недель, 20–23, 24–27, 28–31 и 32–35 недель, предлежание сохранялось до момента родов в 12, 34, 49, 62 и 73 соответственно.

Таким образом, предлежание плаценты, выявленное на более раннем сроке беременности, с меньшей вероятностью сохранится до родов, чем диагностированное в более позднем гестационном возрасте. Для определения вида предлежания плаценты при МРТ наиболее информативны изображения, ориентированные в сагиттальной плоскости (рис. 1).

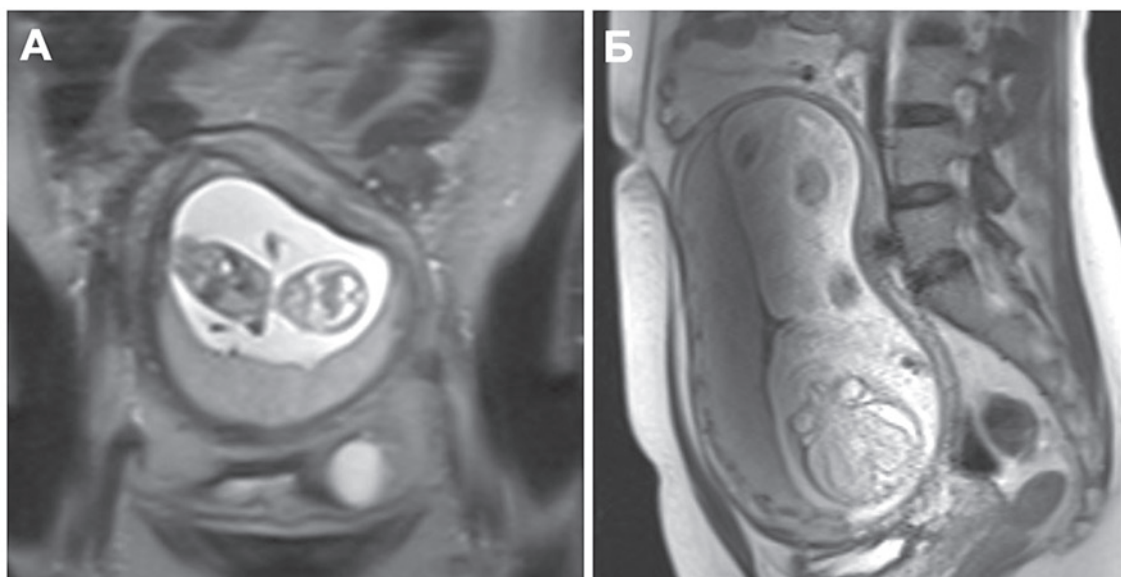


Рис. 3. Плацента во втором триместре беременности:

а — 14 неделя беременности; б — 22 неделя беременности

Конфигурация плаценты

Плацента может иметь округлую, овальную или неправильную форму; может быть двудольной с одинаковым или разным размером долей (рис. 2).

Наличие плаценты с добавочной долей имеет повышенный риск предлежания сосудов пуповины и их разрыва, что может привести к гибели плода.

Толщина плацентарного диска также различна и увеличивается с прогрессированием беременности, но на поздних сроках она не должна превышать 4 см [7, 8]. Измерения толщины плаценты рекомендуется проводить в области прикрепления пуповины перпендикулярно стенке матки. Плацента, расположенная по передней стенке матки, обычно тоньше, чем при локализации вдоль задней стенки и дна матки, в среднем на 0,7 см [9]. Таким образом, толщина плаценты вдоль передней стенки матки более 3,3 см и вдоль задней стенки матки более 4,0 см должна считаться как увеличенная [9]. Толщина плаценты постепенно уменьшается к периферии, и на аксиальных изображениях края плаценты имеют плавное заострение [10]. Локальные участки утолщения плаценты могут быть обусловлены наличием в плаценте участков нарушения кровообращения — зоны внутриплацентарного кровоизлияния или ишемии [10].

Структура плаценты

При МРТ оценивается интенсивность МР-сигнала от плацентарной ткани, ее однородность, наличие патологических включений [11]. Соот-

ношение интенсивности МР-сигнала «плацента/амниотическая жидкость» значительно снижается с увеличением срока гестации.

Исходя из УЗ-классификации Grannum P. A., et al. (1979) [12], адаптируя к МРТ, выделяют 4 стадии созревания плаценты:

Стадия 0: в первом триместре и примерно до 24 недель гестации. Плацента является незрелой и относительно тонкой (2–2,5 см), имеет однородную интенсивность МР-сигнала (рис. 3).

Стадия 1: определяется на 24–31 неделе беременности. Плацента продолжает созревать, увеличивается ее толщина, орган начинает приобретать дольчатое строение, и, соответственно, интенсивность МР-сигнала от нее постепенно становится неоднородной. Появляются формирующие котиледоны плаценты, неполные перегородки, отходящие от базальной пластинки в виде гипоинтенсивных полосок внутри паренхимы (рис. 4) [8, 11].

Стадия 2: преобладает на 32–35 неделе беременности. При нормально протекающей беременности в третьем триместре можно визуализировать более выраженные зоны гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ вдоль базальной мембраны, что является отражением процесса нормального старения плаценты и не должно интерпретироваться как патологические изменения [13].

Стадия 3: зрелая плацента определяется с 36 недели беременности. В третьем триместре наличие локальных зон гипоинтенсивного МР-сигнала на T2-SSFSE и промежуточного изоинтенсивного МР-сигнала на изображениях SSFP, от так называемых «плацентарных озер», областей с замедлен-



Рис. 4. Структура плаценты на 26 неделе беременности.

Появляются гипоинтенсивные на T2-ВИ тонкие полоски внутри плацентарной паренхимы (указаны стрелками)



Рис. 5. Структура плаценты на 38 неделе беременности.

Стрелкой указан локальный участок гипоинтенсивного сигнала в толще плаценты — «плацентарное озеро»

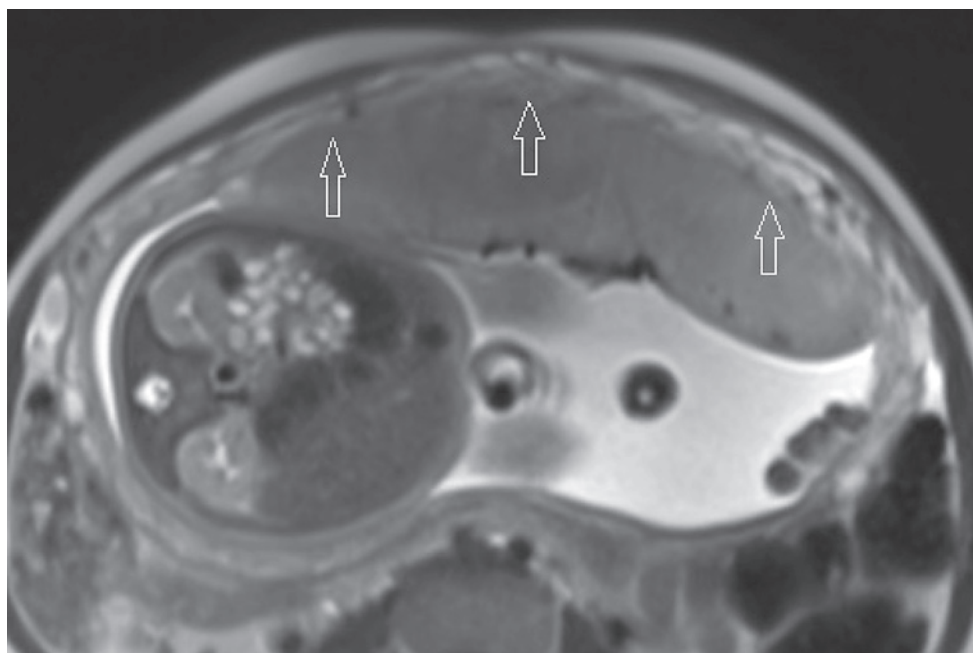


Рис. 6. Стрелками указана граница плацента-миометрий, 35 неделя беременности

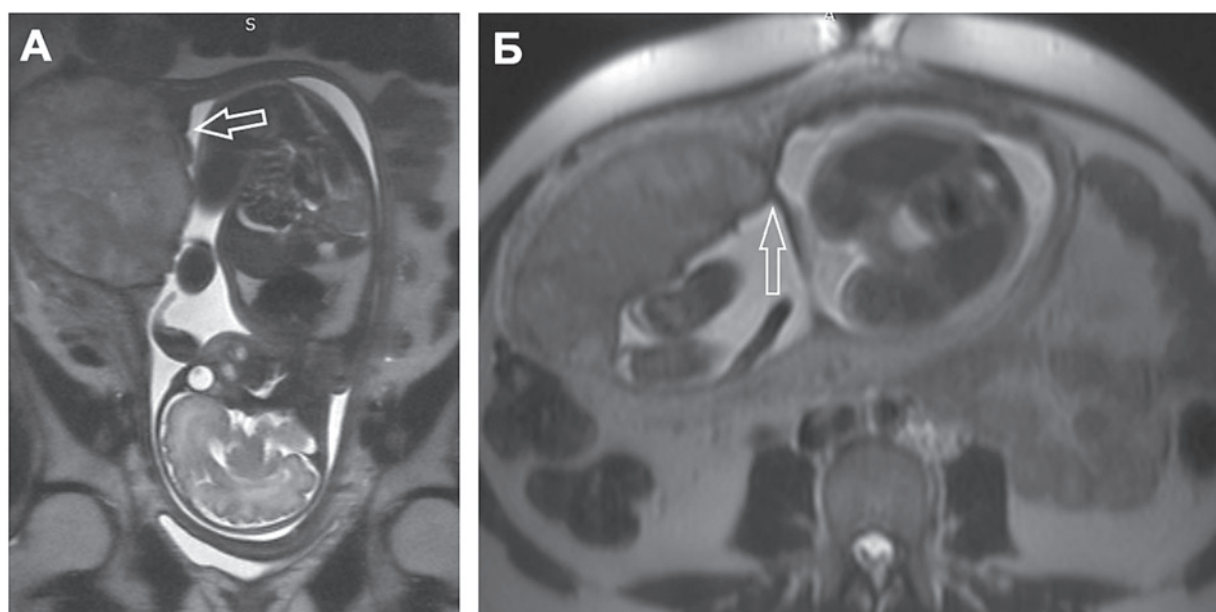


Рис. 7. Неполная перегородка матки (указана стрелкой), 31 неделя беременности.

От дна матки отходит неполная перегородка, к правой части которой частично прикрепляется плацента: а — корональная плоскость, б — аксиальная плоскость

ным кровотоком, является вариантом нормального ее «старения» (рис. 5).

Плацентарная сосудистая сеть в основном состоит из многочисленных мелких сосудов, которые обеспечивают диффузию между материнским и плодовым кровообращением в ворсинках хориона [14]. При МРТ, как правило, видны более крупные сосуды в месте прикрепления пуповины и субхори-

ального распределения; крупные внутриплацентарные сосуды при нормальном развитии и созревании плаценты обычно не визуализируются [14].

Граница плацента-миометрий

Нормальный миометрий выглядит трехслойным на Т2-ВИ с умеренно гиперинтенсивным средним слоем и тонкими гипоинтенсивными

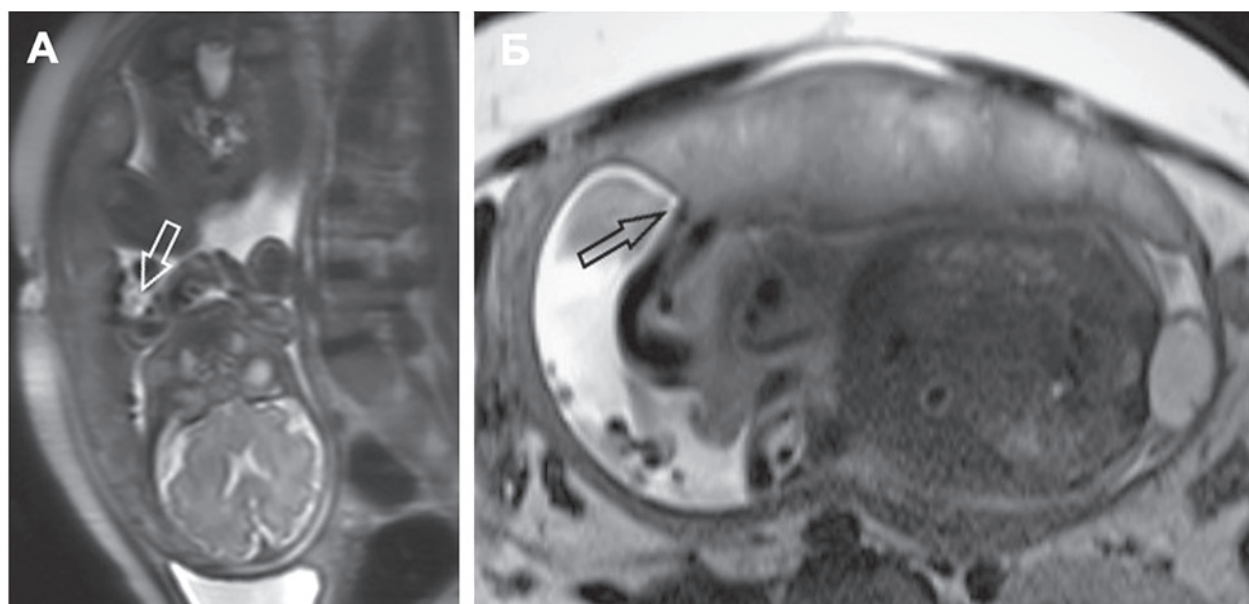


Рис. 8. Прикрепление пуповины к плаценте (указано стрелкой):

а — центральное, 33 неделя беременности, б — периферическое, 31 неделя беременности

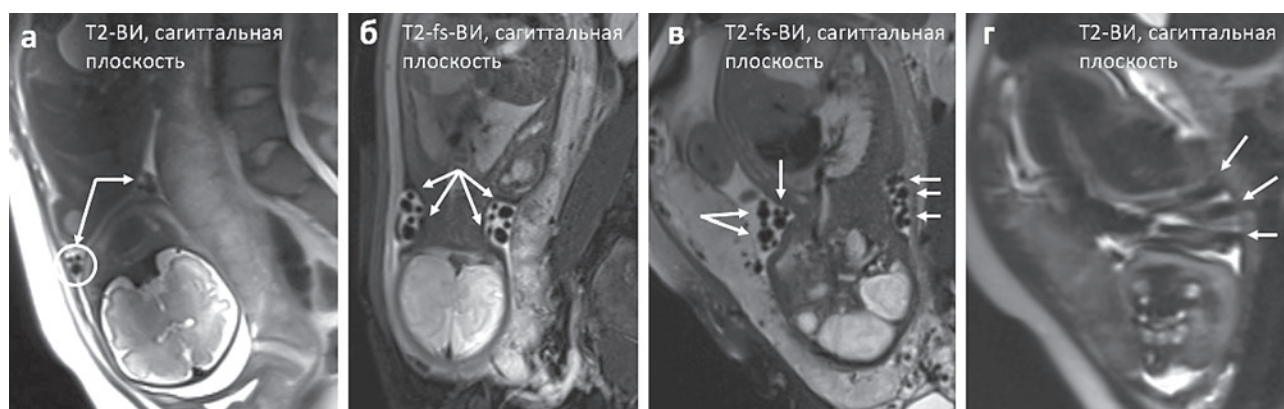


Рис. 9. Обвитие пуповины вокруг шеи плода:

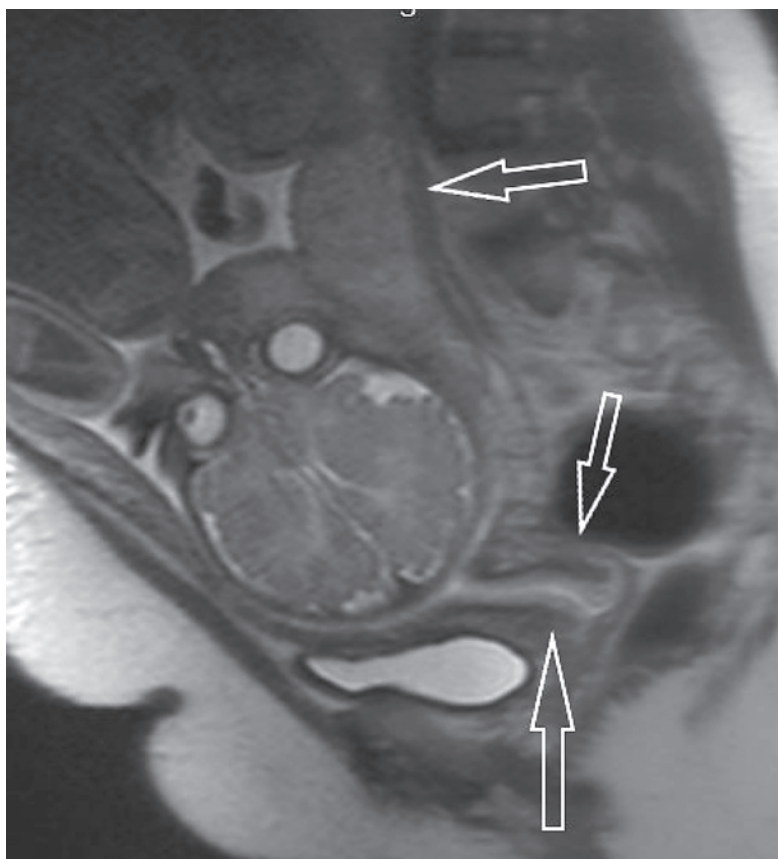
а — однократное (пуповина имеет вид «ушек Микки Мауса»), 34 неделя беременности; б — двойное (по обе стороны от шеи плода определяются 2 более крупные вены и 4 артерии), 34 недели; в, г — тройное, 36 недель

слоями с обеих сторон от него. Наилучшей импульсной последовательностью, обеспечивающей четкую визуализацию границы плацента-миометрий, является SSFP с хорошим отображением сосудов в среднем слое миометрия. Контраст между умеренно гиперинтенсивным МР-сигналом от плаценты, гипоинтенсивным внутренним слоем миометрия и гиперинтенсивным средним слоем миометрия из-за наличия сосудов создает трехцветный вид «ярко-темно-ярко» и обеспечивает оптимальную визуализацию границы между плацентой и миометрием (рис. 6). При МРТ плаценты матка должна быть оценена на предмет выявления аномалий мюллеровых протоков, особен-

но на наличие перегородки матки, так как может возникать имплантация плаценты в перегородку, которая имеет недостаточное кровоснабжение для поддержания децидуализации плаценты (рис. 7).

Место отхождения пуповины от плаценты

Пуповина может иметь центральное, периферическое, краевое или оболочечное прикрепление к плаценте. Первые два варианта прикрепления являются нормой. Краевое прикрепление пуповины к плаценте диагностируется, когда пуповина находится не дальше 2 см от плацентарного края (рис. 8) [15]. На МР-изображениях, ориентированных перпендикулярно оси пуповины, более крупная



**Рис. 10. Шейка матки, 35 неделя беременности.
Планта расположена вдоль задней стенки матки**

пупочная вена и две меньшие по диаметру пупочные артерии с обеих сторон от вены выглядят как «ушки Микки Мауса» (рис. 9).

При МРТ плаценты необходимо обращать внимание на положение пуповины относительно плода, так как обвитие пуповины вокруг шеи является наиболее частым осложнением родов [15]. Обвитие вокруг шеи может быть неполное и полное (рис. 9) [16].

Шейка матки у беременных имеет сходные МР-характеристики с небеременными женщинами: гиперинтенсивный секрет эндоцервикальных желез, промежуточная интенсивность МР-сигнала от слизистой оболочки, низкая интенсивность сигнала от фиброзной стромы шейки и промежуточная интенсивность сигнала от мышц (рис. 10) [4, 6].

В третьем триместре шейка матки обычно укорачивается. Важно измерять длину шейки матки, особенно у женщин, в анамнезе которых имеются преждевременные роды. Длина шейки матки менее 3 см после 24 недели и воронкообразная форма шейки являются predisposing факторами к преждевременным родам [16, 17].

Внешние границы матки и смежные органы малого таза

Наличие тонкой гиперинтенсивной на T1-ВИ полосы жировой ткани между нижним сегментом матки и мочевым пузырем позволяет исключить инвазию плаценты в стенку мочевого пузыря. Также остальные органы, прилегающие к матке, должны быть оценены на момент плацентарной инвазии.

Заключение

Разработанный систематизированный подход к исследованию плаценты, включающий трехэтапную методику МР-исследования плаценты и алгоритм описания плаценты, предложенный в данной статье, поможет улучшить диагностические возможности метода МРТ для исследования плаценты в связи с востребованностью в настоящее время точной и правильной интерпретации этого органа *in vivo*.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Guttmacher AE, Maddox YT, Spong CY. The human placenta project: placental structure, development, and function in real time. *Placenta*. 2014; 35 (5): 303–304.
2. D'Antonio F, Iacovella C, Palacios-Jaraquemada J, et al. Prenatal identification of invasive placentation using magnetic resonance imaging: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2014; 44 (1): 8–16.
3. Morita S, Ueno E, Fujimura M, et al. Feasibility of diffusion-weighted MRI for defining placental invasion. *J Magn Reson Imaging*. 2009; 30 (3): 666–671.
4. Reddy UM, Abuhamad AZ, Levine D, et al. Fetal imaging: executive summary of a joint Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, Society for Maternal-Fetal Medicine, American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Obstetricians and Gynecologists, American College of Radiology, Society for Pediatric Radiology, and Society of Radiologists in ultrasound fetal imaging workshop. *Am J Obstet Gynecol*. 2014; 210 (5): 387–397.
5. Varghese B, Singh N, George RAN, et al. Magnetic resonance imaging of placenta accreta. *Indian J Radiol Imaging*. 2013; 23 (4): 379–385.
6. Dashe JS, McIntire DD, Ramus RM, et al. Persistence of placenta previa according to gestational age at ultrasound detection. *Obstet Gynecol*. 2002; 99 (5 Pt 1): 692–697.
7. Elsayes KM, Trout AT, Friedkin AM, et al. Imaging of the placenta: a multimodality pictorial review. *Radiographics*. 2009; 29 (5): 1371–1391.
8. Allen BC, Leyendecker JR. Placental evaluation with magnetic resonance. *Radiol Clin North Am*. 2013; 51 (6): 955–966.
9. Lee AJ, Bethune M, Hiscock RJ. Placental thickness in the second trimester: a pilot study to determine the normal range. *J Ultrasound Med*. 2012; 31 (2): 213–218.
10. Bailey AA, Twickler DM, Leyendecker JR. MRI of the placenta. *MRI of Fetal and Maternal Diseases in Pregnancy*. 2016; 245–268.
11. Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta accreta: spectrum of US and MR imaging findings. *Radiographics*. 2008; 28 (7): 1905–1916.
12. Grannum PA, Berkowitz RL, Hobbins JC. The ultrasonic changes in the maturing placenta and their relation to fetal pulmonary maturity. *Am J Obstet Gynecol*. 1979; 133 (8): 915–922.
13. Brown BP, Meyers ML. Placental magnetic resonance imaging Part II: placenta accreta spectrum. *Pediatr Radiol*. 2020; 50 (2): 275–284.
14. Fadl S, Moshiri M, Fligner CL, et al. Placental imaging: normal appearance with review of pathologic findings. *Radiographics*. 2017; 37 (3): 979–998.
15. Gagaev CHG. Human umbilical cord in normal and complicated pregnancy. Diss. ... doctor of medicine sciences: 14.01.01. M., 2015. In Russian [Гагаев Ч.Г. Пуповина человека при нормальной и осложненной беременности: дисс. ... доктора медицинских наук: 14.01.01. М., 2015].
16. Iams JD, Goldenberg RL, Meis PJ, et al. The length of the cervix and the risk of spontaneous premature delivery. National Institute of Child Health and Human Development Maternal Fetal Medicine Unit Network. *N Engl J Med*. 1996; 334 (9): 567–572.

17. Berghella V, Kuhlman K, Weiner S, et al. Cervical funneling: sonographic criteria predictive of preterm delivery. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1997; 10 (3): 161–166.

Информация об авторах:

Фокин Александр Владимирович, ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Семенова Елена Сергеевна, врач-рентгенолог рентгеновского кабинета Перинатального центра ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Выshedkevich Елена Дмитриевна, ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Шелепова Екатерина Сергеевна, врач акушер-гинеколог отделения патологии беременности Перинатального центра, ассистент кафедры акушерства и гинекологии ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Романов Геннадий Геннадиевич, к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Труфанов Геннадий Евгеньевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России; Машченко Ирина Александровна, к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Fokin Aleksandr V., Resident of the Department of Radiology and Medical Visualization, Almazov National Medical Research Center; Semenova Elena S., X-ray Room Radiologist of the Perinatal Center of the Almazov National Medical Research Center; Vyshedkevich Elena D., Resident of the Department of Radiology and Medical Visualization, Almazov National Medical Research Center; Shelepova Ekaterina S., Obstetrician-Gynecologist of the Department of Pregnancy Pathology of the Perinatal Center, Assistant of the Department of Obstetrics and Gynecology, Almazov National Medical Research Center; Romanov Gennadiy G., PhD, Associate Professor at the Department of Radiology and Medical Imaging, Almazov National Medical Research; Trufanov Gennadii E., MD, Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Radiology and Medical Visualization, Almazov National Medical Research Center; Mashchenko Irina A., PhD, Radiologist, Assistant of the Department of Radiology and Medical Visualization, Almazov National Medical Research Center.