ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СИСТЕМА УНИФИЦИРОВАННОГО ПОДХОДА К ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРИКРЕПЛЕНИЯ ПЛАЦЕНТЫ "MAPI-RADS" (MORBIDLY ADHERENT PLACENTA IMAGING REPORTING AND DATA SYSTEM)

Учеваткина П.В., Быченко В.Г., Кулабухова Е.А., Лужина И.А., Шмаков Р.Г.

ФГБУ НМИЦ акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова Минздрава России.
г. Москва, Россия.

Цель исследования. . Оценка возможностей МРТ в диагностике приращения плаценты, изучение ценности МР-признаков врастания плаценты, разработка унифицированной системы балльной оценки полученных данных «MAPI-RADS» (Morbidly Adherent Placenta Imaging Reporting and Data System).

Материалы и методы. Ретроспективное исследование основано на анализе результатов МРТ у 212 беременных женщин с врастанием плаценты, выполненной в сроке беременности 26-34 недели. Проведены оценка изображений и признаков приращения плаценты, корреляционный анализ с интраоперационными данными. Для валидации значимости диагностических признаков в качестве предикторов приращения плаценты был произведен статистический анализ полученных данных с определением частоты встречаемости каждого признака и математическое вычисление ценности каждого полученного критерия, выражаемое в баллах.

Результаты. Разработаны диагностические критерии, разделенные на 2 группы. Основные критерии (диагностическая ценность 2 балла): выбухание стенки матки с пролабированием нижнего маточного сегмента; истончение миометрия в области прикрепления плаценты; наличие в структуре плаценты сосудистых «лакун»; наличие сосудистых «лент»; ретроплацентарная гипоинтенсивная «тень». Дополнительные критерии (1 балл - для первого и второго, 3 балла - для 3-го критериев): сосудистое полнокровие и варикозное расширение вен стенки матки; центральное/краевое предлежание плаценты; распространение плаценты за пределы стенки матки (при pl. percreta). Для оценки риска и степени врастания плаценты разработана система «MAPI-RADS», заключающаяся в суммировании полученных в ходе интерпретации баллов, с выставлением класса патологического прикрепления плаценты.

Заключение. Разработанная система «MAPI-RADS» позволяет выявить, систематизировать и количественно оценить полученные в ходе исследования признаки патологического приращения плаценты, и делает возможным выставление класса, соответствующего степени врастания плаценты, коррелирующего с интраоперационными данными.

Ключевые слова: МРТ, патология плаценты, врастание плаценты, приращение плаценты, , pl. acreta, pl. increta, pl. percreta, MAPI-RADS.

Контактный автор: Учеваткина П.В., e-mail: kulpola@mail.ru

Для цитирования: Учеваткина П.В., Быченко В.Г., Кулабухова Е.А., Лужина И.А., Шмаков Р.Г. Система унифицированного подхода к интерпретации магнитно-резонансной томографии при диагностике патологического прикрепления плаценты "MAPI-RADS" (morbidly adherent placenta imaging reporting and data system). REJR 2021; 11(1):174-190. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-174-190.

Статья получена: 26.11.20 Статья принята: 04.02.21

SYSTEM OF A UNIFIED APPROACH TO INTERPRETATION OF MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF PATHOLOGICAL PLACENTAL ATTACHMENT "MAPI-RADS" (MORBIDLY ADHERENT PLACENTA IMAGING REPORTING AND DATA SYSTEM)

Uchevatkina P.V., Bychenko V.G., Kulabukhova E.A.,
Luzhina I.A., Shmakov R.G.

Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology. Moscow, Russia.

Purpose. Assessment of the capabilities of MRI in the diagnosis of placenta invasion, study of the value of diagnostic signs of placental invasion. Development of a unified scoring system for the received data "MAPI-RADS (Morbidly Adherent Placenta Imaging Reporting and Data System)".

Material and Methods. The retrospective study is based on an analysis of the results of MRI in 212 pregnant women with placenta accreta performed at 26-34 weeks of gestation. Evaluation of images and signs of invasive placenta, correlation analysis with intraoperative data were carried out. To validate the significance of diagnostic features as predictors of placenta accretion, a statistical analysis of the data obtained was performed to determine the frequency of occurrence of each feature, and a mathematical calculation of the value of each criterion obtained, expressed in points.

Results. Diagnostic criteria have been developed, divided into 2 groups. The main criteria (diagnostic value 2 points): bulging of the uterine wall with prolapse of the lower uterine segment; thinning of the myometrium in the area of attachment of the placenta; the presence in the structure of the placenta of vascular "lacunae"; the presence of vascular "ribbons"; retroplacental hypointense "shadow". Additional criteria (1 point for the first and second, 3 points for the third criteria): vascular plethora and varicose veins of the uterine wall; central/marginal placenta presentation; the spread of the placenta outside the uterine wall (with pl.percreta). For the final diagnosis, the MAPI-RADS system was developed, which consists in summing the scores obtained during the interpretation, with the class of pathological attachment of the placenta being set.

Conclusions. The developed system "MAPI-RADS" allows identifying, systematizing and quantifying the signs of placenta invasion obtained during the study, and makes it possible to set a class corresponding to the degree of placental ingrowth, correlating with intraoperative data.

Keywords: MRI, placental pathology, placenta accreta, pl.acreta, pl.increta, pl.percreta, MAPI-RADS.

Corresponding author: Uchevatkina P.V., e-mail: kulpola@mail.ru

For citation: Uchevatkina P.V., Bychenko V.G., Kulabukhova E.A., Luzhina I.A., Shmakov R.G. System of a unified approach to interpretation of magnetic resonance tomography in diagnostics of pathological placental attachment "MAPI-RADS" (morbidly adherent placenta imaging reporting and data system). REJR 2021; 11(1):174-190. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-174-190.

.

Received: **26.11.20** **Accepted:** **04.02.21**

Патологическое приращение плаценты является важной клинической проблемой, интерес к которой обусловлен возрастающим числом осложнений, возникающих как интраоперационно, так и в раннем и отсроченном послеродовых периодах. К основным из них относятся: массивная кровопотеря, коагулопатии, полиорганная недостаточность, повреждение внутренних органов (мочевого пузыря, кишечника, сосудисто-нервных структур), что при данной патологии играет ведущую роль в материнской заболеваемости и смертности [1]. Увеличение количества женщин, родоразрешаемых путем операции Кесарева сечения и увеличения количества КС у одной и той же пациентки, а также возрастающее число женщин с гинекологической патологией, предшествующей беременности, неуклонно влечет за собой увеличение частоты врастания плаценты, часто в сочетании с

признаками плацентарной недостаточности [2, 3]. Частота встречаемости врастания плаценты за последние 10 лет увеличилась более чем десятикратно [4]. По данным Департамента здравоохранения г. Москвы врастание плаценты в области рубца на матке после операции КС – вторая по частоте встречаемости причина массивных акушерских кровотечений и материнской смертности [5].

Современные методы магнитно-резонансной томографии позволяют получить четкие изображения органов малого таза у беременной женщины с предполагаемой патологией плаценты, с точными анатомо-топографическими характеристиками, однако, на сегодняшний день врачи-рентгенологи, давая описательную картину патологии плаценты, не всегда могут оценить риск врастания плаценты [6]. До сих пор нет ни одной универсальной системы оценки вероятности патологического приращения плаценты, степени врастания плаценты, нет единого мнения о диагностической значимости и ценности критериев патологического приращения плаценты [7, 8].

Следует отметить, что в практике акушеров-гинекологов существуют клинические ситуации, связанные с трудностями отделения плаценты во время заключительного периода родов, необходимостью ручного отделения последа, что не связано с врастанием плаценты и не сопровождается массивной кровопотерей. Данная патология носит название «плотное прикрепление плаценты» и является промежуточным звеном между нормальной и приросшей плацентой, и также рассматривается в предложенной системе «MAPI-RADS» [9]. При невозможности ручного отделения последа от стенки матки и сопутствующем кровотечении клинически выставляется диагноз приращения плаценты. Варианты патологического приращения плаценты (рис. 1) включают в себя:

1. Приросшая плацента (placenta accreta): частота встречаемости до 80% – плацента прикрепляется к миометрию поверхностно. Ворсины хориона прорастают базальный слой и спонгиозный слой децидуальной оболочки, без признаков инвазии в миометрий [10].

2. Вросшая плацента (placenta increta): частота встречаемости до 15% – плацента проникает глубоко в миометрий. Определяется инвазия миометрия ворсинами хориона, без распространения на серозный покров матки.

3. Проросшая плацента (placenta percreta): частота встречаемости до 5% – плацента проникает сквозь миометрий до серозной оболочки. Характеризуется пенетрацией трофобласта сквозь миометрий и перитонеальную оболочку, в некоторых тяжелых случаях прорастая в прилежащие органы и ткани.

Целью исследования является оценка возможностей МРТ в диагностике патологического приращения плаценты, изучение ценности диагностических признаков врастания плаценты. Разработка унифицированной системы балльной оценки полученных данных «MAPI-RADS» (Morbidly Adherent Placenta Imaging Reporting and Data System).

Материалы и методы.

Исследование было ретроспективным и было одобрено этическим комитетом. В ходе многолетней работы по выделению критериев патологического приращения плаценты в рамках НМИЦ АГиП им. В.И. Кулакова в отделении лучевой диагностики в период с 2016 г. по 2019 г. МРТ было выполнено 273 беременным женщинам с направительным диагнозом «врастание плаценты». Критериями включения в исследование являлись: подозрение на врастание плаценты по результатам ультразвукового исследования [14], одноплодная беременность, ведение беременности и последующее родоразрешение в НМИЦ АГиП им. В.И. Кулакова, информированное согласие пациентки на участие в исследовании. Критериями исключения являлись: родоразрешение в других лечебных учреждениях, отсутствие УЗ-признаков врастания плаценты, наличие противопоказаний к проведению МРТ, отказ пациентки от участия в исследовании. После применения вышеназванных критериев из исследования была исключена 61 пациентка, таким образом, в данном исследовании приняли участие 212 беременных женщин. В группе обследованных женщин срок беременности составил от 26 до 34 недель (средний срок гестации составил 30,15±3,41), возраст пациенток от 19 до 45 лет (средний возраст пациенток составил 30,72±4,15 лет). По результатам интраоперационных данных, placenta accreta была диагностирована у 170 пациенток (80%), placenta increta – у 31 женщин (15%), placenta percreta – у 11 женщина (5%).

МРТ выполнялась на амбулаторном или госпитальном этапе, на томографах GE SignaHDxt с индукцией магнитного поля 1.5 Т и Siemens MAGNETOM Verio с индукцией магнитного поля 3 Т, с использованием стандартных поверхностных катушек. Сканирование выполнялось по рутинному протоколу [7, 15, 16] с получением Т2-взвешенных изображений в трех взаимоперпендикулярных плоскостях с толщиной срезов 3-4 мм, полем обзора 32-42 см; Т2-взвешенных изображений с подавлением сигнала от жировой ткани в аксиальной плоскости; Т1-взвешенных изображений в сагиттальной и аксиальной плоскостях; Т1-взвешенных изображений с подавлением интенсивности МР-сигнала от жировой ткани в любой плоскости, а также с получением диффузионно-взвешенных изображений. Исследование проводилось при

Рис. 1 а (Fig. 1 a)

Рис. 1 б (Fig. 1 b)

Рис. 1 в (Fig. 1 c)

Рис. 1 г (Fig. 1 d)

Рис. 1. Схема.

Изображение вариантов приращения плаценты: а – нормальная плацента, б – placenta accreta, в – placenta increta, г – placenta percreta. [7].

Fig. 1. Schema.

Diagrammatic representation of MRI features of normal placenta (a), placenta accreta (b), pl. increta (c), pl. percreta (d) [7].

умеренно наполненном мочевом пузыре, в положении пациентки лежа на спине, реже (при развитии в ходе сканирования синдрома сдавления нижней полой вены) на левом боку.

На первом этапе исследования полученные МР-данные были оценены научной группой, состоящей из 4-х человек, независимо друг от друга вслепую, без учета полученных интраоперационных и патологоанатомических данных, с выявлением признаков приращения плаценты. Мы использовали описанные в литературе такие признаки патологического приращения плаценты, как: выбухание стенки матки (т.н. маточная аневризма), преобладание передне-заднего размера нижнего маточного сегмента над дном матки, истончение миометрия, оборванность контуров миометрия, истончение рубца на матке, отек ретроплацентарной клетчатки, неоднородность структуры плаценты с наличием сосудистых лакун, лент, полнокровных сосудов больше 6 мм диаметром по свободному ретроплацентарному пространству, признаки неоангиогенеза в стенке матки и за её пределами, ретроплацентарные сосуды, признаки инвазии прилежащих органов плацентой [7]. Вторым этапом был произведен статистиче-

Таблица №1. Результат подбора коэффициентов в модели логистической регрессии.

Param	Value	Std. Error	p value
`выбухание стенки матки`	7,901	0,001	0,000
`истончение миоматрия`	8,348	0,001	0,000
`наличие сосудистых лакун`	7,562	0,001	0,004
`наличие сосудистых лент`	7,933	0,001	0,000
`ретроплацентарная тень`	7,753	0,001	0,003
`варикозное расширение вен`	3,207	0,001	0,000
`центральное/краевое предлежание`	3,402	0,001	0,000
`распространение плаценты на соседние органы`	12,862	0,001	0,001
gr1|gr2	-0,313	0,001	0,000
gr2|gr3	12,520	0,001	0,000
gr3|gr4	43,752	0,001	0,000
gr4|gr5	50,790	0,001	0,000

Param – название параметра, 〖gr〗_n | 〖gr〗_(n+1) – обозначение коэффициента, обозначающее границу соответствующих категорий, value – значение коэффициента, Std. Error – значение стандартной ошибки коэффициента, p value – значение вероятности ошибки первого рода при проверке нулевой гипотезы о том, что значение коэффициента равно нулю.

Gr1-gr5 обозначают градации (классы) патологического прикрепления плаценты, соответствующие степени врастания плаценты.

Таблица №2. Масштабированные значения коэффициентов с округлением значения до ближайшего целого с целью упростить подсчет в условиях реальной клинической практики.

Param	Value	Округленное до ближайшего целого значение
`выбухание стенки матки`	2,031	2
`истончение миометрия`	2,146	2
`наличие сосудистых лакун`	1,944	2
`наличие сосудистых лент`	2,039	2
`ретроплацентарная тень`	1,993	2
`варикозное расширение вен`	0,824	1
`центральное/краевое предлежание`	0,875	1
`распространение плаценты на соседние органы`	3,306	3
gr1|gr2	-0,081	0
gr2|gr3	3,219	3
gr3|gr4	11,247	11
gr4|gr5	13,057	13

ский анализ полученных данных с определением частоты встречаемости и диагностической значимости каждого признака, а также математический анализ ценности каждого полученного критерия. Полученные значения ценности критериев выражались в баллах. Третьим этапом исследования был проведен ретроспективный анализ и сопоставление полученных МР-данных с интраоперационной и патологоанатомической картиной. Данные были сгруппированы и систематизированы в признаки врастания плаценты, с выделением основных и дополнительных критериев патологического приращения плаценты.

Результаты.

Описание алгоритма создания балльной шкалы при оценке степени врастания плаценты на основании МРТ-признаков.

Определим степень врастания плаценты как естественным образом упорядоченную категориальную переменную, у которой можно выделить 5 категорий: норма, плотное прикрепление плаценты, pl. accreta, pl. increta, pl. percreta. Следовательно, мы можем поставить в соответствие каждой категории интервал на числовой оси, множество категорий обозначим J. Обозначим P(Y≤j) как куммулятивную вероятность того, что Y из множества определений будет меньше или равна категории j= 1,2,…,J-1. Тогда шанс того, что наблюдение принадлежит произвольному классу, определяется как (P(Y≤j))/(P(Y>j)). Мы можем параметризовать модель логистической регрессии в виде log⁡(P(Y≤j)/P(Y>j))=β_j0-a_1 x_1-…-a_n x_n . Если при фитировании модели значение коэффициентов будет значимо отличаться от 0, то соответствующие параметры будут значимыми для определения степени врастания плаценты. Коэффициенты a_i можно интерпретировать как значения весов (баллы) при соответствующем параметре x_i , а β_jk как граничное значение для соответствующей категории. При этом, так как модель представляет собой линейную комбинацию параметров, то значения коэффициентов можно масштабировать, исходя из требований удобства дальнейшего использования (табл. №1).

Так как получаемые значения коэффициентов являются дробными, для удобства использования используем нормализующий коэффициент) в оригинальной модели, чтобы получить значения баллов и границ классов в удобном масштабе (табл. №2).

Для оценки качества классификации на основе модели нами была собрана выборка пациентов, сделано предсказание класса и посчитаны диагностические характеристики (рис. 2.).

Таким образом, исходя из ценности и частоты встречаемости каждого признака, все критерии патологического приращения плаценты мы разделили на 2 группы: основные и дополнительные (табл. №3.) Резюмируя полученные данные, необходимо отметить, что диагностическая ценность основных критериев (с 1 по 5) составляет 2 балла, диагностическая ценность 1-го и 2-го дополнительного критерия составляет 1 балл и ценность 3-го дополнительного критерия составляет 3 балла. При оценке критериев патологического приращения учитывают наличие того или иного из вышеперечисленных критериев, их количество и сочетание друг с другом.

Основные критерии являются ведущими предикторами врастания плаценты, и частота их встречаемости в зависимости от степени врастания варьирует от 75% до 99%. В ходе исследования было выявлено 5 основных критериев. Оценка врачом наличия или отсутствия того или иного из основных критериев, их сочетание друг с другом является наиболее важным этапом диагностики и использования системы «MAPI-RADS», требующим тщательного изучения всех полученных в ходе исследования изображений [17, 18]. Основными критериями явились следующие:

1.Выбухание стенки матки (пролабирование нижнего маточного сегмента) по типу «маточной грыжи».

В норме матка имеет типичную грушевидную форму, с преобладанием переднезаднего размера дна над размером нижнего маточного сегмента, без участков выбухания стенки матки. В ходе патологического прикрепления плаценты происходит перерастяжение наиболее уязвимого в плане врастания нижнего маточного сегмента, с наличием локального пролабирования стенки матки, которое так же называется маточная грыжа или маточная аневризма [19]. К данному патологическому критерию стоит относить и преобладание переднезаднего размера матки (измеряемого в сагиттальной плоскости) в области нижнего маточного сегмента над дном матки (рис. 3).

2. Истончение миометрия в области прикрепления плаценты.

В норме миометрий определяется в виде гипоинтенсивной полосы на Т2-ВИ, расположенной по контурам матки и являющейся фактически стенками матки. В случае отсутствия у пациентки в анамнезе КС толщина миометрия по всем стенкам и сегментам матки равномерна, в случае наличия КС в типичном месте, соответствующем нижнему маточному сегменту, толщина миометрия в данной области в норме может быть меньше, т.к. формально нижний маточный сегмент представлен растянутой соединительной тканью. В случае врастания плаценты происходит локальное истончение миометрия, которое хорошо визуализируется на Т2-ВИ (как в сагиттальной, так и в аксиальной

```
Confusion Matrix and Statistics

          Reference
Prediction gr1 gr2 gr3 gr4 gr5
       gr1   1   0   0   0   0
       gr2   0  14   0   0   0
       gr3   0   0  14   2   0
       gr4   0   0   2   9   0
       gr5   0   0   0   1   7

Overall Statistics

               Accuracy : 0.9
                 95% CI : (0.7819, 0.9667)
    No Information Rate : 0.32
    P-Value [Acc > NIR] : < 0.0000000000000022

                  Kappa : 0.8655

 Mcnemar's Test P-Value : NA

Statistics by Class:

                     Class: gr1 Class: gr2 Class: gr3 Class: gr4 Class: gr5
Sensitivity                1.00       1.00     0.8750     0.7500     1.0000
Specificity                1.00       1.00     0.9412     0.9474     0.9767
Pos Pred Value             1.00       1.00     0.8750     0.8182     0.8750
Neg Pred Value             1.00       1.00     0.9412     0.9231     1.0000
Prevalence                 0.02       0.28     0.3200     0.2400     0.1400
Detection Rate             0.02       0.28     0.2800     0.1800     0.1400
Detection Prevalence       0.02       0.28     0.3200     0.2200     0.1600
Balanced Accuracy          1.00       1.00     0.9081     0.8487     0.9884
```

Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Параметры статистической обработки данных.

Fig. 2. Statistical data processing parameters.

плоскости), характерен симптом его «оборванности» в месте инвазии плаценты, формируется сужение или отсутствие ретроплацентарного пространства. В ряде случае возможно появление по контуру матки (в месте наиболее выраженного истончения миометрия) реактивного отека клетчатки, с признаками наличия выпота, как свободного, так и частично отграниченного, что подтверждается на Т2-ВИ с подавлением интенсивности МР-сигнала от жировой ткани (рис. 4) [20, 21, 25, 26].

3. Наличие сосудистых «лакун» в структуре плаценты.

В норме плацента имеет однородный МР-сигнал как на Т2-ВИ, так и на Т1-ВИ, в ее структуре не характерно наличие участков патологического сигнала, в особенности имеющих гипоинтенсивную структуру на Т2-ВИ и гиперинтенсивную на Т1-ВИ. В случае патологического прикрепления плаценты происходит расширение в норме узких межворсинчатых пространств, с появлением лакун большего размера, которые заполнены материнской кровью, и омывают ворсины хориона. Такие пространства становятся визуализируемыми на МРТ, и создают картину выраженной гетерогенности ткани плаценты, с формированием картины «ткани побитой молью» или «Швейцарского сыра» (рис. 5). Такие лакуны визуализируются как участки неправильной звездчатой формы, пониженного сигнала на Т2-ВИ и повышенного на Т1-ВИ (рис. 6). Также на фоне данных участков характерно появление в строме плаценты зон повышенной васкуляризации, с наличием разнокалиберных сосудистых сосудов (больше 6 мм в диаметре), участков кровоизлияния, некрозов [22 - 24].

4. Наличие сосудистых «лент» в структуре плаценты, перпендикулярных стенке матки.

В норме в плаценте не должно быть участков патологического МР-сигнала, имеющих линейную форму, расположенных перпендикулярно стенке матки. В случае патологического прикрепления плаценты, в особенности глубоких форм инвазии (таких, как pl.increta и pl.percreta), в структуре плаценты появляются темные «ленты» внутри плаценты на Т2-ВИ, которые являются утолщением перегородок вокруг долек плаценты с наличием в них патологических сосудов быстрого тока (артериальных),

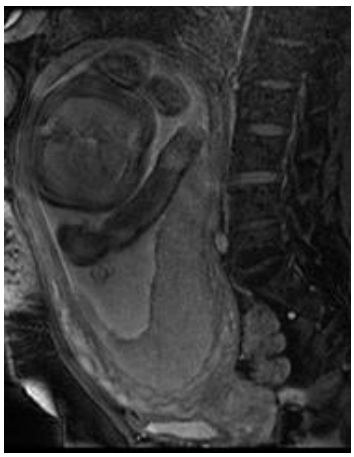

Рис. 3 а (Fig. 3 a)

Рис. 3 б (Fig. 3 b)

Рис. 3. МРТ, сагиттальная плоскость, а – Т2-ВИFS, б – Т2-ВИ.

Сравнение нормальной матки (а), имеющей типичную грушевидную форму, с маткой патологической формы (б), с наличием фрагментарно выбухающей стенки с формированием маточной грыжи (указано стрелкой).

Fig. 3. MRI, sagittal view, a – Sag T2-weighted FS, б – Sag T2-weighted images.

Magnetic resonance imaging features of normal placenta Sag T2-weighted FS images and placental/uterine bulge Sag T2-weighted images (arrow).

Таблица №3. Ценность критериев, выражаемая в баллах.

Критерий	Количество присваиваемых баллов
Основные критерии	
1.Выбухание стенки матки (пролабирование нижнего маточного сегмента) по типу «маточной грыжи»	2
2. Истончение миометрия в области прикрепления плаценты, отек окружающей ретроплацентарной клетчатки	2
3. Наличие сосудистых «лакун» в структуре плаценты	2
4. Наличие сосудистых «лент» в структуре плаценты, перпендикулярных стенке матки.	2
5. Ретроплацентарная гипоинтенсивная «тень»,	2
Дополнительные критерии	
1. Сопутствующее сосудистое полнокровие миомет-рия, варикозное расширение вен стенки матки	1
2. Сопутствующее центральное/краевое предлежание плаценты	1
3. Признаки распространения плаценты за пределы стенки матки на соседние органы	3

Рис. 4 а (Fig. 4 a)

Рис. 4 б (Fig. 4 b)

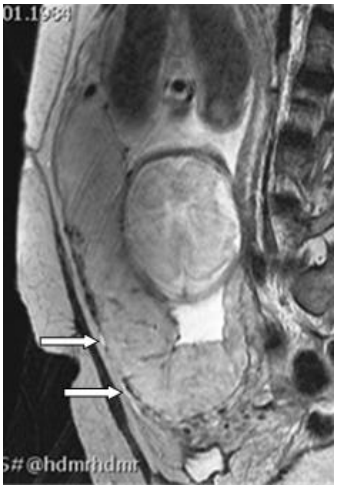

Рис. 4 в (Fig. 4 c)

Рис. 4. МРТ, сагиттальная плоскость, Т2-ВИ.

Сравнение нормальной матки (а), без признаков истончения миометрия (визуализирующегося в качестве тонкой гипоинтенсивной полосы на Т2-ВИ), с маткой с локально истонченным миометрием (б), с его фрагментарным отсутствием (указано стрелкой), и с маткой (в), с признаками истончения миометрия, в сочетании с локальным реактивным отеком клетчатки (указано стрелкой).

Fig. 4. MRI, sagittal view, Sag T2-weighted images.

Magnetic resonance imaging features Sag T2-weighted images of normal placenta (a), and invasive placenta with sign of myometrial thinning (b, c) (arrow).

Рис. 5 а (Fig. 5 a)

Рис. 5 б (Fig. 5 b)

Рис. 5 в (Fig. 5 c)

Рис. 5. МРТ, сагиттальная плоскость, Т2-ВИ.

Сравнение нормальной плаценты (а), имеющей однородный МР-сигнал, с патологически прикрепленной плацентой (б, в) в структуре которой определяются гипоинтенсивные сосудистые «лакуны» и зоны некрозов (указаны стрелкой).

Fig. 5. MRI, sagittal view, Sag T2-weighted images.

Magnetic resonance imaging Sag T2-weighted images features of normal placenta (a), and invasive placenta with sign of «lacunes» (b, c) (arrow).

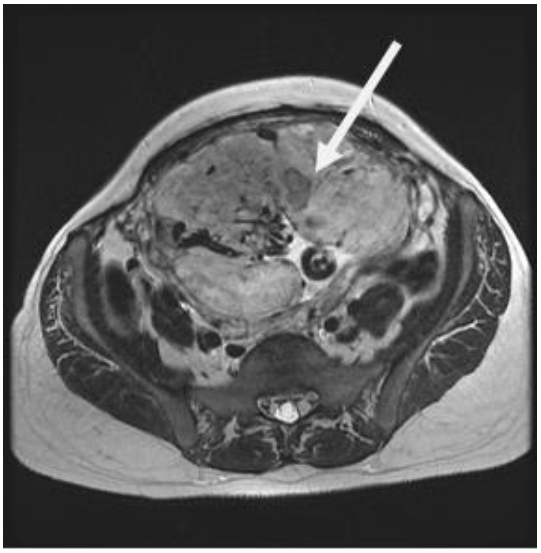

Рис. 6 а (Fig. 6 a)

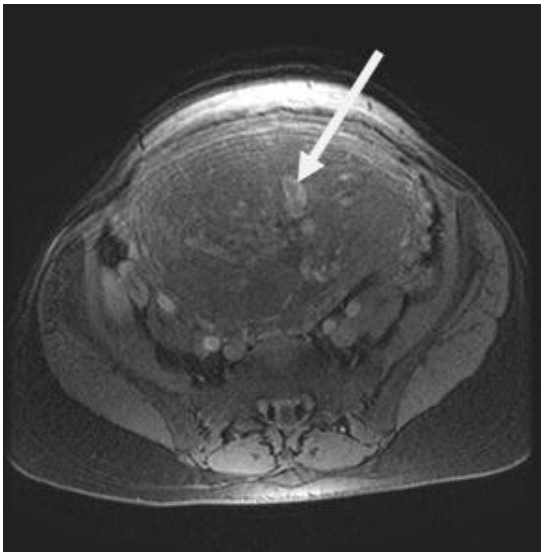

Рис. 6 б (Fig. 6 b)

Рис. 6. МРТ, аксиальная плоскость.

а – Т2-ВИ, б – Т1-ВИ с указанием сосудистой «лакуны», имеющей гипоинтенсивный сигнал на Т2-ВИ и гиперинтенсивный сигнал на Т1-ВИ за счет геморрагического содержимого (указаны стрелкой).

Fig. 6. MRI, axial view.

a – T2-WI, b – T1-WI. Magnetic resonance imaging, axial T2 weighted images (a) and axial T1 weighted images (b) with sign of «lacunes» (arrow).

Рис. 7 а (Fig. 7 a)

Рис. 7 б (Fig. 7 b)

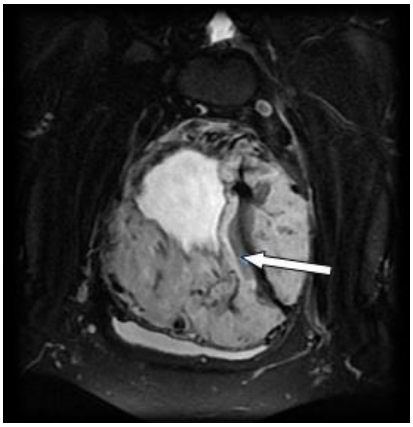

Рис. 7 в (Fig. 7 c)

Рис. 7. МРТ, а, б – сагиттальная плоскость, Т2-ВИ, в – корональная плоскость, Т2-ВИFS.

Сравнение нормальной плаценты (а), имеющей на Т2-ВИ однородный МР-сигнал, без участков линейной формы в толще, с патологически прикрепленной плацентой (б, в) в структуре которой определяются гипоинтенсивные сосудистые «ленты», перпендикулярные стенам матки (указаны стрелкой).

Fig. 7. MRI, a, b – sagittal view, T2-WI, c – coronal view, T2-WI FS.

Magnetic resonance imaging, sag T2 weighted images normal placenta (a), sag T2 weighted images with sign of «dark intraplacental bands» (b, c) (arrow).

Рис. 8 а (Fig. 8 a)

Рис. 8 б (Fig. 8 b)

Рис. 8 в (Fig. 8 c)

Рис. 8. **МРТ, а, б – сагиттальная плоскость, Т2-ВИ, в – корональная плоскость, Т2-ВИ.**

Сравнение нормальной плаценты с четким наружным контуром матки и миометрия (а), имеющего на Т2-ВИ однородный МР-сигнал в виде тонкой полосы, и вросшей плаценты (б, в) с наличием «ретроплацентарной гипоинтенсивной тени» (указано стрелками).

Fig. 8. **MRI, a, b – sagittal view, T2-WI, c – coronal view, T2-WI.**

Magnetic resonance imaging, sag T2 weighted images of normal placenta (a), sag and cor T2 (b, c) weighted images with sign of retroplacental hypervascularity/abnormal vascularization is characterized by prominent vessels (arrow).

Рис. 9 а (Fig. 9 a)

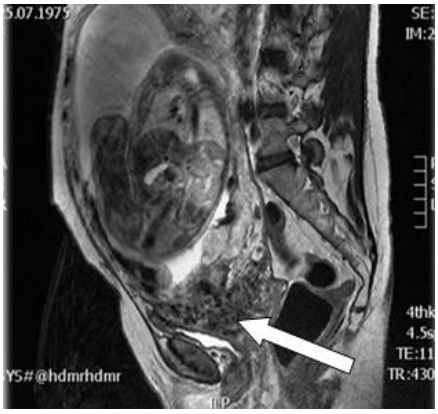

Рис. 9 б (Fig. 9 b)

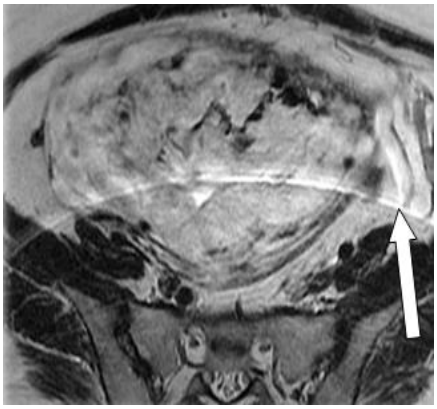

Рис. 9 в (Fig. 9 c)

Рис. 9. **МРТ.**

а – корональная плоскость, Т2-ВИ, признаки варикоза плацентарной площадки (указано стрелкой); б – сагиттальная плоскость, Т2-ВИ, признаки варикоза плацентарной площадки и варикоза стенок шейки матки, ассоциированных с врастанием плаценты и наличием ретроплацентарных сосудов (указано стрелкой), в – аксиальная плоскость, Т2-ВИ, оварикоцеле слева (указано стрелкой).

Fig. 9. **MRI.**

a – coronal view, T2-WI, b – sagittal view, T2-WI. Coronal MRI in T2 weighted images (a) with signs of placental varicose veins (arrow), sagittal MRI T2 weighted images (b), with signs of varicose veins of the placental platform and varicose veins of the cervical walls associated with placental invasion and the presence of retroplacental vessels (indicated arrow), Ax MRI T2 weighted images (c), ovaricocele on the left (arrow).

которые располагаются перпендикулярно стенке матки и иногда выходят за пределы миометрия. Данные патологические структуры отчетливо визуализируются, не только на МРТ, но и на УЗИ в режиме ЦДК, т.к. имеют массивный кровоток с патологическим сбросом крови (рис. 7) [27].

5. Ретроплацентарная гипоинтенсивная «тень».

В норме по контуру матки не определяется дополнительных структур, в особенности по контуру нижнего маточного сегмента, не должно быть ретроплацентарных сосудов и участков линейной и неправильной формы, делающих стенку матки нечеткой, неровной. В случае врастания плаценты характерно появление темной полосы на Т2-ВИ по поверхности матки в области пролабирующего сегмента матки, мелких разнокалиберных сосудов по поверхности миометрия – участки неоангиогенеза. Иногда, в случае выраженного истончения миометрия вместо тонкой полосы, соответствующей нормальному миометрию, определяется неправильной формы разволокненная структура, без четких наружных контуров – сформированные сосуды разного калибра, в том числе и очень мелкого, не определяющиеся отдельно друг от друга, сливающиеся и создающие феномен «тени» (рис. 8).

Дополнительные критерии.

Дополнительные критерии врастания плаценты были выделены в данную группу в связи с тем, что частота их встречаемости не коррелирует напрямую со степенью врастания плаценты. Для первого и второго критериев это обусловлено тем, что данные признаки могут встречаться часто (частота до 98%), однако в том числе они встречаются и при нормальной плаценте, без приращения, а также при так называемом частичном плотном прикреплении плаценты. В случае их сочетания с «основными критериями» вероятность приращения плаценты увеличивается на 30%. Поэтому данные критерии получили наименьшую ценность в баллах, равную 1 балл.

Третий дополнительный критерий, встречался наиболее редко, в 5% наблюдений, что обусловлено наименее частой встречаемостью pl. percreta в клинической практике, однако в случае его присутствия вероятность прорастания плаценты (pl. percreta) очень велика и достигала 95%, что делает данный критерий самым ценным в балльной системе оценки – 3 балла.

1. Сопутствующее сосудистое полнокровие миометрия, варикозное расширение вен стенки матки.

Любое усиление сосудистого кровенаполнения в полости малого таза является фактором риска патологического прикрепления плаценты. Особенно ценным считается выявление варикозного расширения вен стенки матки (особенно в проекции плацентарной площадки) и вен стенок шейки матки. Также риск врастания увеличивается при расширении и сосудистом полнокровии вен полости таза, наличии варикоцеле (рис. 9). Данный диагностический признак далеко не всегда ассоциирован с врастанием плаценты, а только лишь усугубляет его вероятность, повышая ее на 30% [4].

2. Сопутствующее центральное/краевое предлежание плаценты.

В норме плацента не должна достигать уровня внутреннего зева шейки матки, располагаясь более чем на 5 см выше него, что считается условной границей нормы. В случаях если плацента доходит до внутреннего зева, частично или полностью перекрывает его, речь идет о предлежании плаценты. По данным международной литературы в 88% оно ассоциировано с врастанием плаценты [28, 29]. Следует напомнить, что выделяют центральное предлежание, при котором плацента располагается в нижнем маточном сегменте и полностью перекрывает внутренний зев; боковое, при котором плацента частично располагается в нижнем маточном сегменте и не полностью перекрывает внутренний зев; краевое, когда плацента также располагается в нижнем сегменте, достигая краем внутреннего зева (рис. 10).

3. Признаки распространения плаценты за пределы стенки матки на соседние органы.

В случае placenta percreta ткань плаценты может прорастать миометрий и серозную оболочку с возможной инвазией окружающих структур. Наиболее часто встречается инвазия параметрия, реже стенки мочевого пузыря, ещё реже – стенки кишки (рис. 11) [31 - 35].

В заключительном, третьем шаге использования системы «MAPI-RADS» необходимо суммировать количество баллов, полученных в ходе интерпретации изображений, и выставить в заключении соответствующую градацию (класс) патологического прикрепления, соответствующую типу и степени врастания плаценты (табл. №4):

Класс 1 – 0 баллов: нормальная плацента, с очень низким (менее 2%) риском врастания. В случае нормальной плаценты не должно быть ни основных, ни дополнительных критериев патологического прикрепления плаценты.

Класс 2 – от 1 до 2-х баллов: низкий (менее 10%) риск врастания плаценты, возможно плотное прикрепление плаценты (placenta adhaerens). Данных класс характеризуется отсутствием основных критериев и возможным отсутствием или наличием 1-го и 2-го из дополнительных критериев. Диагностика 2 класса патологического прикрепления плаценты важна с точки зрения II этапа родов (как самостоя-

Рис. 10 а (Fig. 10 a)

Рис. 10 б (Fig. 10 b)

Рис. 10 в (Fig. 10 c)

Рис. 10. **МРТ, сагиттальная плоскость, Т2-ВИ.**

а – краевое, б – центральное, в – боковое предлежание плаценты.

Fig. 10. **MRI, sagittal view, T2-WI.**

Sag T2 weighted images with marginal (a), central (b) and lateral (c) placenta previa.

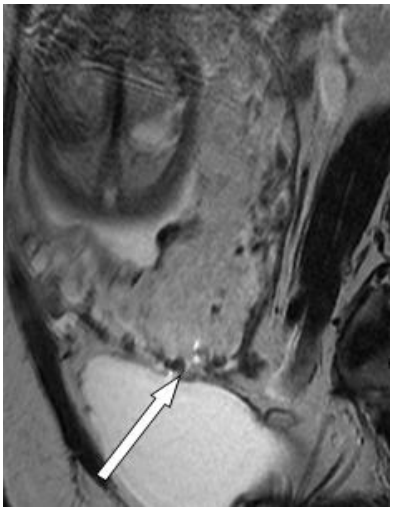

Рис. 11 а (Fig. 11 a)

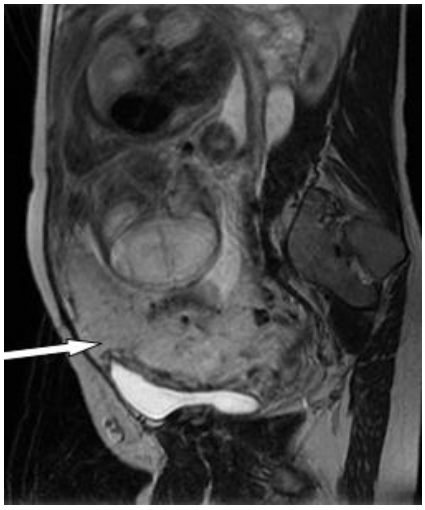

Рис. 11 б (Fig. 11 b)

Рис. 11 в (Fig. 11 c)

Рис. 11. **МРТ, сагиттальная плоскость, Т2-ВИ.**

а – плацента с признаками врастания в заднюю стенку мочевого пузыря, б – врастание в область переднего параметрия, достигая передней брюшной стенки, в – распространение плаценты за пределы матки и врастанием в стенку мочевого пузыря.

Fig. 11. **MRI, sagittal view, T2-WI.**

MRI Sag T2 weighted images placenta percteta with signs of ingrowth into the posterior wall of the bladder (a), into the region of the anterior parametrium, involving anterior abdominal wall (b), MRI Sag T2 weighted images shows fragment of the placenta spreading outside myometrium and ingrowth into the wall of the bladder (c) (arrow).

тельных, так и путем КС). В ряде клинических случаев при отделении последа данная ситуация сопровождается кровотечениями, меньшей интенсивности, чем при врастании плаценты, и клинически проявляется в трудностях самопроизвольного отделения плаценты и необходимостью ручного пособия при отделении последа.

Класс 3 – от 3-х до 10 баллов: высокий (более 90%) риск приросшей плаценты (placenta accreta). Данный класс характеризуется наличием от 1 до 4 основных критериев, и в совокупности с этим наличием от 1 до 2-х дополнительных критериев, за исключением дополнительного критерия №3). Также следует отметить, что для данного класса не является характерным наличие всех 5-ти основных критериев.

Класс 4 – от 11 до 12 баллов: высокий (более 90%) риск вросшей плаценты (placenta increta). Характерно наличие всех 5-ти основных критериев и наличие от 1 до 2-х дополнительных критериев, за исключением дополнительного критерия №3.

Класс 5 – от 13 до 15 балов: высокий риск (более 95%) проросшей плаценты placenta percreta. Характерно наличие всех основных критериев и от 1 до 3х дополнительных критериев, с обязательным наличием дополнительного критерия №3. А также редко встречается ситуация с наличием дополнительного критерия №3 вне зависимости от количества баллов.

Обсуждение.

МРТ при врастании плаценты широко используется в качестве уточняющего метода диагностики, который обычно проводится после УЗИ, являющегося на сегодняшний день критериальным стандартом неинвазивной диагностики [7, 15-17]. Известно, что в качестве предикторов врастания плаценты используется

Таблица №4. Классы патологического прикрепления плаценты в зависимости от количества полученных баллов.

Градации (классы) патологического прикрепления плаценты	Значение	Наличие основных критериев	Наличие дополнительных критериев	Баллы Суммарно
Класс 1	Очень низкий риск врастания, нормальная плацента	-	-	0
Класс 2	Низкий риск врастания (возможно плотное прикрепление) плаценты	-	От 1 до 2 (за исключением 3-го доп. критерия)	от 1до 2
Класс 3	Pl. accreta	От 1 до 4	От 1 до 2 (за исключением 3-го доп. критерия)	от 3 до 10
Класс 4	Pl. increta	Все 5	От 1 до 2 (за исключением 3-го доп. критерия)	11-12
Класс 5	Pl. percreta	Все 5	От 1 до 3* (обязательное наличие 3-го доп. критерия)	13-15

большое количество таких описательных признаков, рассмотренных в данной статье, как: выбухание стенки матки (т.н. маточная аневризма), преобладание передне-заднего размера нижнего маточного сегмента над дном матки, истончение миометрия, оборванность контуров миометрия, истончение рубца на матке, отек ретроплацентарной клетчатки, неоднородность структуры плаценты с наличием сосудистых лакун, лент, полнокровных сосудов больше 6 мм диаметром по свободному ретроплацентарному пространству, признаки неоангиогенеза в стенке матки и за её пределами, ретроплацентарные сосуды, признаки инвазии прилежащих органов плацентой [7], однако все эти признаки достаточно субъективны, являются косвенными. Кроме того, нет единой системы, позволяющей унифицировать и систематизировать описываемые признаки, до конца не ясна значимость и ценность каждого признака для точной постановки диагноза. В ходе проведенного нами исследования мы проанализировали собственный клинически материал и изложили своё видение данной диагностической проблемы, подкрепив его статистическими данными.

Заключение.

На основании ретроспективных интраоперационных данных нами была проанализирована и математически вычислена ценность и значимость МР-признаков врастания плаценты, которую мы выразили в баллах. Также был разработан процесс выделения классов врастания плаценты, основанный на суммировании полученных баллов, аналогов которому нет в отечественной и зарубежной практике. Методика, разработанная в ходе нашего исследования, позволяет провести не только обнаружение приращения плаценты, но и дифференциальный диагноз между pl. accreta, pl. increta, pl. percreta, что наиболее значимо в клинической практике [11-13, 30]. Возможно, полученные данные позволят клиницистам заранее выбрать правильную тактику родоразрешения у данной группы пациенток и, таким образом, снизить материнскую заболеваемость и смертность, а также количество родоразрешений, заканчивающихся гистерэктомией [36-38].

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Виницкий А.А., Шмаков Р.Г., Чупрынин В.Д. Сравнительная оценка эффективности методов хирургического гемостаза при органосохраняющем родоразрешении у пациенток с врастанием плаценты. Акушерство и гинекология. 2017; 7: 68-74.

2. Нагайцева Е.А., Серова Н.С. Анализ частоты возникновения плацентарной недостаточности по данным ультразвукового исследования у пациенток после ЭКО и у женщин со спонтанно наступившей беременностью. Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017; 7 (3): 117-126.

3. Нагайцева Е.А., Серова Н.С. Сравнительный анализ эхографических и морфологических изменений при плацентарной недостаточности. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017; 1: 25-38.

4. Gielchinsky Y, Rojansky N, Fasouliotis SJ, Ezra Y. Placenta accrete – summary of 10 years: a survey of 310 cases. Placenta. 2002; 23: 210-214.

5. Курцер М.А., Бреслав И.Ю., Евтеев В.Б., Нормантович Т.О., Спиридонова Е.И., Платицин И.В., Григорьян А.М., Латышкевич О.А., Коноплянников А.Г. Сравнительная характеристика эндоваскулярных методов остановки кровотечения при placenta accreta. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2017; 16 (5): 17-24.

6. Palacios-Jaraquemada JM, Bruno CH, Mart´in E. MRI in the diagnosis and surgical management of abnormal placentation. Acta Obstet Gynecol Scand. 2013; 92:39 –39 .

7. Priyanka Jha, Liina Poder, Charis Bourgioti, Nishhat Bharwani, Sara Lewis, Amita Kamath, Stephanie Nougaret, Philippe Soyer, Michael Weston, Rosa P.Castillo, Aki Kido, Rosemarie Forstner, Gabriele Masselli, Society of Abdominal Radilolgy (SAR) and European Society of Urogenital Radiology (ESUR) joint consensus statement for MR imaging of placenta accreta spectrum disorders. European Radiology 2020.

8. Jauniaux E, Bhide A, Kennedy A et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: prenatal diagnosis and screening. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 274-280.

9. Чистякова Г.Н., Ремизова И.И., Гришкина А.А., Каюмова А.В., Нестеров В.Ф. Морфологические и иммуногистохимические особенности плацентарной ткани при аномалиях прикрепления плаценты. Российский вестник акушера-гинеколога. 2019; 19 (2): 34-41.

10. Eric Jauniaux, Sally Collins; Graham J. Burton. Placenta accreta spectrum: pathophysiology and evidence-based anatomy for prenatal ultrasound imaging. Am J Obstet Gynecol. 2017 Jun 24. pii: S0002-9378(17)30731-7.

11. Shamshirsaz AA, Fox KA, Salmanian B et al. Maternal morbidity in patients with morbidly adherent placenta treated with and without a standardized multidisciplinary approach. Am J Obstet Gynecol. 2015; 212 (218): e211–e219.

12. Sentilhes L, Kayem G, Chandraharan E et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: conservative management. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 291-298.

13. Allen L, Jauniaux E, Hobson S, Papillon-Smith J, Belfort MA. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: nonconservative surgical management. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 281-290.

14. Гус А.И., Бойкова Ю.В., Ярыгина Т.А., Яроцкая Е.Л. Современные подходы к пренатальной диагностике и скри-

нингу врастания плаценты (обзор рекомендаций) Акушерство и гинекология. 2020; 10: 5-12.

15. Lax A, Prince MR, Mennitt KW, Schwebach JR, Budorick NE. The value of specific MRI features inthe evaluation of suspected placental invasion. Magn Reson Imaging 2007; 25: 87-93.

16. Manjiri Dighe. MR Imaging of Abnormal Placentation. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2017; 25 (3): 601-610.

17. Masselli G, Gualdi G. MR imaging of the placenta: what a radiologist should know. Abdom Imaging. 2013; 38: 573-587.

18. Elsayes KM, Trout AT, Friedkin AM et al. Imaging of the placenta: a multimodality pictorial review. Radiographics. 2009; 29: 1371-1391.

19. Lax A, Prince MR, Mennitt KW, Schwebach JR, Budorick NE. The value of specific MRI features inthe evaluation of suspected placental invasion. Magn Reson Imaging. 2007; 25:87-93.

20. Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta accreta: spectrum of US and MR imaging findings. RadioGraphics. 2008; 28: 1905e16.

21. Maldjian C, Adam R, Pelosi M, Pelosi M , Rudelli RD, Maldjian J. MRI appearance of placenta percreta and placenta accreta. Magn Reson Imaging. 1999; 17 (7): 965-71.

22. Budorick NE, Figueroa R, Vizcarra M, Shin J. Another look at ultrasound and magnetic resonance imaging for diagnosis of placenta accreta. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017; 30 (20): 2422-2427.

23. Lim PS, Greenberg M, Edelson MI, Bell KA, Edmonds PR, Mackey AM. Utility of ultrasound and MRI in prenatal diagnosis of placenta accreta: a pilot study. AJR Am J Roentgenol. 2011; 197: 1506-13.

24. Derman AY, Nikac V, Haberman S, Zelenko N, Ophsa O, Flyer M. MRI of placenta accreta: a new imaging perspective. AJR Am J Roentgenol 2011; 197: 1514-21.

25. Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta accreta: spectrum of US and MR imaging findings. Radiographics. 2008; 28: 1905-1916.

26. Jha P, Rabban J, Chen LM et al. Placenta accreta spectrum: value of placental bulge as a sign of myometrial invasion on MR imaging. Abdom Radiol (NY). 2019. https://doi.org/10.1007/s00261- 019-02008-0

27. Thia EW, Lee SL, Tan HK. Tan LKl. Ultrasonographical features of morbidly-adherent placentas. Singapore Med J. 2007; 48: 799e802.

28. Palacios-Jaraquemada J.M. Caesarean section in cases of placenta praevia and accreta. Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol. 2013; 27 (2): 221-32.

29. Silver R.M. Abnormal placentation: placenta previa, vasa previa, and placenta accreta. Obstet. Gynecol. 2015; 126 (3): 654-68.

30. Palacios Jaraquemada JM, Bruno CH. Magnetic resonance imaging in 300 cases of placenta accreta: surgical correlation of new findings. Acta Obstet Gynecol Scand. 2005; 84: 716-724.

31. Chen X, Shan R, Zhao L, et al. Invasive placenta previa: Placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI - useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2017; 2: 1-10.

32. Teo TH, Law YM, Tay KH, Tan BS, Cheah FK. Use of magnetic resonance imaging in evaluation placental invasion. Clin Radiol. 2009; 64: 511-516.

33. Chen T, Xu XQ, Shi HB, Yang ZQ, Zhou X, Pan Y. Conventional MRI features for predicting the clinical outcome of patients with invasive placenta. Diagn Interv Radiol. 2017; 23: 173-179.

34. Chen X, Shan R, Zhao L et al. Invasive placenta previa: placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI-useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2018; 28:708-717.

35. Miller DA, Chollet JA, Goodwin TM. Clinical risk factors for placenta previa-placenta accreta. Am J Obstet Gynecol. 1997; 177: 210-214.

36. Jauniaux E, Chantraine F, Silver RM, Langhoff-Roos J, Diagnosis FPA, Management Expert Consensus Panel. FIGO consen- sus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: epidemiolo- gy. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 265-273.

37. Thiravit S, Lapatikarn S, Muangsomboon K, Suvannarerg V, Thiravit P, Korpraphong P. MRI of placenta percreta:differentiation from other entities of placental adhesive disorder. Radiol Med. 2017; 122: 61-68.

38. Chen X, Shan R, Zhao L et al. Invasive placenta previa: placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI-useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2018; 28: 708-717.

39. Maldjian C, Adam R, Pelosi M, Pelosi M 3rd, Rudelli RD, Maldjian J. MRI appearance of placenta percreta and placen- ta accreta. Magn Reson Imaging. 1999; 17: 965-971.

References:

1. Vinitskiy A.A., Shmakov R.G., Chuprynin V.D. Comparative evaluation of the effectiveness of surgical hemostasis methods for organ-preserving delivery in patients with placental ingrowth. Obstetrics and gynecology. 2017; 7: 68-74 (in Russian).

2. Nagaitseva E.A., Serova N.S. Analysis of the incidence of placental insufficiency according to ultrasound data in patients after IVF and in women with spontaneous pregnancy. Russian electronic journal of radiation diagnostics. 2017; 7 (3): 117-126 (in Russian).

3. Nagaitseva E.A., Serova N.S. Comparative analysis of echographic and morphological changes in placental insufficiency. Ultrasound and functional diagnostics. 2017; 1: 25-38 (in Russian).

4. Gielchinsky Y, Rojansky N, Fasouliotis SJ, Ezra Y. Placenta accrete – summary of 10 years: a survey of 310 cases. Placenta. 2002; 23: 210-214.

5. Kurtser M.A., Breslav I.Yu., Evteev V.B., Normantovich T.O., Spiridonova E.I., Platsin I.V., Grigoryan A.M., Latyshkevich O.A., Konoplyannikov A.G. Comparative characteristics of endovascular methods for stopping bleeding in placenta accreta. Questions of gynecology, obstetrics and perinatology. 2017; 16 (5): 17-24 (in Russian).

6. Palacios-Jaraquemada JM, Bruno CH, Mart´ın E. MRI in the diagnosis and surgical management of abnormal placentation. Acta Obstet Gynecol Scand. 2013; 92:39 –39 .

7. Priyanka Jha, Liina Poder, Charis Bourgioti, Nishhat Bharwani, Sara Lewis, Amita Kamath, Stephanie Nougaret, Philippe Soyer, Michael Weston, Rosa P.Castillo, Aki Kido, Rosemarie

Forstner, Gabriele Masselli, Society of Abdominal Radilolgy (SAR) and European Society of Urogenital Radiology (ESUR) joint consensus statement for MR imaging of placenta accreta spectrum disorders. European Radiology 2020.

8. Jauniaux E, Bhide A, Kennedy A et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: prenatal diagnosis and screening. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 274-280.

9. Chistyakova G.N., Remizova I.I., Grishkina A.A., Kayumova A.V., Nesterov V.F. Morphological and immunohistochemical features of placental tissue in case of placental attachment abnormalities. Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist. 2019; 19 (2): 34-41 (in Russian).

10. Eric Jauniaux, Sally Collins; Graham J. Burton. Placenta accreta spectrum: pathophysiology and evidence-based anatomy for prenatal ultrasound imaging. Am J Obstet Gynecol. 2017 Jun 24. pii: S0002-9378(17)30731-7.

11. Shamshirsaz AA, Fox KA, Salmanian B et al. Maternal morbidity in patients with morbidly adherent placenta treated with and without a standardized multidisciplinary approach. Am J Obstet Gynecol. 2015; 212 (218): e211–e219.

12. Sentilhes L, Kayem G, Chandraharan E et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: conservative management. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 291-298.

13. Allen L, Jauniaux E, Hobson S, Papillon-Smith J, Belfort MA. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: nonconservative surgical management. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 281-290.

14. Gus A.I., Boykova Yu.V., Yarygina T.A., Yarotskaya E.L. Modern approaches to prenatal diagnosis and screening of placental growth (review of recommendations) Obstetrics and gynecology. 2020; 10: 5-12 (in Russian).

15. Lax A, Prince MR, Mennitt KW, Schwebach JR, Budorick NE. The value of specific MRI features inthe evaluation of suspected placental invasion. Magn Reson Imaging 2007; 25: 87-93.

16. Manjiri Dighe. MR Imaging of Abnormal Placentation. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2017; 25 (3): 601-610.

17. Masselli G, Gualdi G. MR imaging of the placenta: what a radiologist should know. Abdom Imaging. 2013; 38: 573-587.

18. Elsayes KM, Trout AT, Friedkin AM et al. Imaging of the placenta: a multimodality pictorial review. Radiographics. 2009; 29: 1371-1391.

19. Lax A, Prince MR, Mennitt KW, Schwebach JR, Budorick NE. The value of specific MRI features inthe evaluation of suspected placental invasion. Magn Reson Imaging. 2007; 25:87-93.

20. Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta accreta: spectrum of US and MR imaging findings. RadioGraphics. 2008; 28: 1905e16.

21. Maldjian C, Adam R, Pelosi M, Pelosi M , Rudelli RD, Maldjian J. MRI appearance of placenta percreta and placenta accreta. Magn Reson Imaging. 1999; 17 (7): 965-71.

22. Budorick NE, Figueroa R, Vizcarra M, Shin J. Another look at ultrasound and magnetic resonance imaging for diagnosis of placenta accreta. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017; 30 (20): 2422-2427.

23. Lim PS, Greenberg M, Edelson MI, Bell KA, Edmonds PR, Mackey AM. Utility of ultrasound and MRI in prenatal diagnosis of placenta accreta: a pilot study. AJR Am J Roentgenol. 2011; 197: 1506-13.

24. Derman AY, Nikac V, Haberman S, Zelenko N, Ophsa O, Flyer M. MRI of placenta accreta: a new imaging perspective. AJR Am J Roentgenol 2011; 197: 1514-21.

25. Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta accreta: spectrum of US and MR imaging findings. Radiographics. 2008; 28: 1905-1916.

26. Jha P, Rabban J, Chen LM et al. Placenta accreta spectrum: value of placental bulge as a sign of myometrial invasion on MR imaging. Abdom Radiol (NY). 2019. https://doi.org/10.1007/s00261- 019-02008-0

27. Thia EW, Lee SL, Tan HK. Tan LKl. Ultrasonographical features of morbidly-adherent placentas. Singapore Med J. 2007; 48: 799e802.

28. Palacios-Jaraquemada J.M. Caesarean section in cases of placenta praevia and accreta. Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol. 2013; 27 (2): 221-32.

29. Silver R.M. Abnormal placentation: placenta previa, vasa previa, and placenta accreta. Obstet. Gynecol. 2015; 126 (3): 654-68.

30. Palacios Jaraquemada JM, Bruno CH. Magnetic resonance imaging in 300 cases of placenta accreta: surgical correlation of new findings. Acta Obstet Gynecol Scand. 2005; 84: 716-724.

31. Chen X, Shan R, Zhao L, et al. Invasive placenta previa: Placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI - useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2017; 2: 1-10.

32. Teo TH, Law YM, Tay KH, Tan BS, Cheah FK. Use of magnetic resonance imaging in evaluation placental invasion. Clin Radiol. 2009; 64: 511-516.

33. Chen T, Xu XQ, Shi HB, Yang ZQ, Zhou X, Pan Y. Conventional MRI features for predicting the clinical outcome of patients with invasive placenta. Diagn Interv Radiol. 2017; 23: 173-179.

34. Chen X, Shan R, Zhao L et al. Invasive placenta previa: placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI-useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2018; 28:708-717.

35. Miller DA, Chollet JA, Goodwin TM. Clinical risk factors for placenta previa-placenta accreta. Am J Obstet Gynecol. 1997; 177: 210-214.

36. Jauniaux E, Chantraine F, Silver RM, Langhoff-Roos J, Diagnosis FPA, Management Expert Consensus Panel. FIGO consen- sus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: epidemiolo- gy. Int J Gynaecol Obstet. 2018; 140: 265-273.

37. Thiravit S, Lapatikarn S, Muangsomboon K, Suvannarerg V, Thiravit P, Korpraphong P. MRI of placenta percreta:differentiation from other entities of placental adhesive disorder. Radiol Med. 2017; 122: 61-68.

38. Chen X, Shan R, Zhao L et al. Invasive placenta previa: placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI-useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. Eur Radiol. 2018; 28: 708-717.

39. Maldjian C, Adam R, Pelosi M, Pelosi M 3rd, Rudelli RD, Maldjian J. MRI appearance of placenta percreta and placen- ta accreta. Magn Reson Imaging. 1999; 17: 965-971.