

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1167>

Высокотехнологичные лучевые методы в диагностике рака эндометрия – мультипараметрическая МРТ, ультразвуковая томография, 3D-ангиография, энергетическая доплерография

© Нуднов Н.В., Ивашина С.В.* , Аксенова С.П.

ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российская Федерация

Рост заболеваемости раком эндометрия отмечается не только в постменопаузальном периоде, но и в социально активной группе женщин репродуктивного возраста начиная с 25 лет. Ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) являются основными методами неинвазивной диагностики рака эндометрия. В наше исследование было включено 69 пациенток с диагнозом рака эндометрия I–IV стадии в возрасте от 30 до 79 лет. Диагностическая информативность метода МРТ в выявлении инвазии опухоли в миометрий для всех исследуемых групп составила: чувствительность – 82,30%, специфичность – 66,6%, ПЦПР – 93,30%, ПЦОР – 40%. Диагностическая информативность ультразвукового метода по T-критерию по системе TNM для всех групп составила: чувствительность – 91,3%, специфичность – 88,4%, ПЦПР – 88,7%, ПЦОР – 91,0%. Особенность данного исследования заключалась в оценке возможностей лучевых методов (УЗИ, МРТ) в стадировании рака эндометрия.

Ключевые слова: рак эндометрия, малоинвазивный процесс, метастаз в лимфатические узлы, мультипараметрическая МРТ, ультразвуковая диагностика, МРТ-диагностика, ультразвуковая томография, 3D-ангиография, энергетическая доплерография, М-эхо

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Нуднов Н.В., Ивашина С.В., Аксенова С.П. Высокотехнологичные лучевые методы в диагностике рака эндометрия – мультипараметрическая МРТ, ультразвуковая томография, 3D-ангиография, энергетическая доплерография. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (2): 147–160.
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1167>

Поступила в редакцию: 11.04.2022. **Принята к печати:** 08.02.2023. **Опубликована online:** 06.04.2023.

High-tech radiological methods in the diagnosis of endometrial cancer – multiparametric MRI, ultrasound tomography, 3D angiography, energy dopplerography

© Nikolai V. Nudnov, Svetlana V. Ivashina*, Svetlana P. Aksenova

Russian Scientific Center of Roentgenradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 86, Profsoyusnaya str., Moscow 117997, Russian Federation

The increase in the incidence of endometrial cancer is noted not only in postmenopausal women, but also in a socially active group of women of reproductive age, starting from 25 years. Ultrasound and magnetic resonance imaging (MRI) are the main methods of non-invasive diagnosis of endometrial cancer. Our study included 69 patients with endometrial cancer stages I–IV aged 30 to 79 years. The diagnostic informativeness of the MRI



method in detecting tumor invasion into the myometrium for all groups was: sensitivity – 82.30%, specificity – 6.6%, PPV – 93.30%, NPV – 40%. The diagnostic informativeness of the ultrasound method in detecting tumor invasion into the myometrium for all groups was: sensitivity – 91.3%, specificity – 88.4%. The peculiarity of this study was to evaluate the possibilities of radiation methods (ultrasound, MRI) in the staging of endometrial cancer.

Keywords: endometrial cancer, microinvasive process, metastasis in lymph nodes, multiparametric MRI, ultrasound diagnostics, MRI diagnostics, ultrasound tomography, 3D angiography, energy dopplerography, M-echo

The authors claim no conflicts of interest / funding.

For citation: Nudnov N.V., Ivashina S.V., Aksenova S.P. High-tech radiological methods in the diagnosis of endometrial cancer – multiparametric MRI, ultrasound tomography, 3D angiography, energy dopplerography. *Medical Visualization*. 2023; 27 (2): 147–160. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1167>

Received: 11.04.2022.

Accepted for publication: 08.02.2023.

Published online: 06.04.2023.

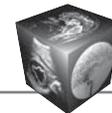
Введение

Рак эндометрия в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями у женского населения России в 2020 г. составил 8,0% [1]. Абсолютное число впервые в жизни установленных диагнозов рака тела матки (С54) в России в 2010 г. составило 19 784, а в 2020 г. – 24 063; абсолютное число заболевших раком эндометрия в возрастной группе 25–29 лет составило 49 пациенток; в возрастной группе 30–34 года – 142 пациентки; в возрастной группе 35–39 лет – 329 пациентки, в возрастной группе 40–44 года – 660 пациенток и в возрастной группе 45–49 лет – 1267 пациенток [1]. Таким образом, рост заболеваемости раком эндометрия отмечается в социально активной группе пациенток с 25–30 лет, что создает необходимость новых подходов к диагностике и лечению этого заболевания. Современный взгляд на проблему консервативной терапии неинвазивного рака эндометрия репродуктивного возраста требует не только оценки срединных структур эндометрия (М-эхо) на фоне проведения гормонального лечения, но и оценки возможного, в дальнейшем, малоинвазивного процесса. Довольно часто при отсутствии изменений в размерах М-эхо при динамическом контроле у пациенток, находящихся на консервативном лечении, тем не менее наблюдается положительный эффект в виде изменения показателей кровотока по данным энергетического доплеровского картирования [2].

Как известно, современные лучевые методы и методики (магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковая томография, 3D-ангиография, доплерография) основаны на оценке анатомии и особенностей васкуляризации опухоли – гемодинамических характеристик и, по существующим рекомендациям 2020 г., являются основными лучевыми методами неинвазивной диагностики заболеваний эндометрия [3, 4]. Высокие показатели диагностической ценности ультразвукового исследования (УЗИ) и МРТ по-

зволяют рекомендовать их для диагностики рака эндометрия [3, 4].

МРТ становится все более доступным высокотехнологичным методом. Обладая прекрасным пространственным разрешением, МРТ вкупе с дополнительными методиками: диффузионно-взвешенным изображением (ДВИ), динамическим контрастным усилением (ДКУ) позволяет послойно визуализировать тело, шейку матки, параметральную клетчатку. Возможности МРТ в диагностике инвазии опухоли в миометрий не уступают УЗИ. Так, чувствительность, специфичность, ПЦПР, ПЦОР для МРТ, по данным J.L. Alcázar, составила 83% (95% CI = 76–89%), 82% (95% CI = 72–89%), 4,7 (95% CI = 3,0–7,2), 0,20 (95% CI = 0,14–0,29) соответственно [5, 6]. В то же время в ряде работ подчеркиваются трудности выявления малоинвазивных форм рака эндометрия [5, 6]. С целью выявления инвазии в толщу матки рекомендуется оценка субэндометриального кровотока, визуализируемого в артериальную фазу динамического контрастного усиления. Деформация полости матки при субмукозно расположенных лейомиомах, утолщение переходно-соединительной зоны при аденомиозе ограничивают возможности метода в оценке субэндометриального кровотока. Однако не остается сомнений в преимуществе мультипараметрической МРТ (мпМРТ) в визуализации инвазии опухоли в параметральную клетчатку, связки матки, придатки [7, 8]. Остаются дискуссионными возможности выявления метастатически измененных лимфатических узлов методом МРТ. К сожалению, изменение размера и структуры лимфатического узла, визуализируемое на Т2ВИ, не всегда коррелирует с их вторичным поражением. Измеряемые коэффициенты диффузии, перфузионные характеристики при динамическом контрастном усилении гадолиний-содержащим контрастным препаратом на данный момент не могут достоверно установить наличие опухолевых депозитов в лимфатических узлах [4]. Методом выбора для диагностики



лимфогенного распространения рака эндометрия на сегодня остается проведение ПЭТ/КТ [3]. Возможности МРТ в визуализации рецидивов рака эндометрия в стенке влагалища после проведенного противоопухолевого лечения имеют особое значение, так как проведение УЗИ в данных случаях будет малоинформативно. Детальная визуализация стенки влагалища на всем его протяжении позволяет с высокими диагностическими показателями рекомендовать его при подозрении на опухолевое поражение влагалища [9–11].

Визуализация начала инвазии в миометрий, уточняющая диагностика местного распространения опухолевого процесса, а также регионарное и отдаленное метастазирование рака эндометрия являются основными критериями при постановке правильного диагноза, которые влияют на тактику лечения пациенток [2, 12–14]. Стандартным подходом в лечении рака эндометрия является хирургический метод [12, 13]. Непременным условием радикальности лечения пациенток с раком эндометрия является правильное определение распространения опухолевого процесса. Неудовлетворительные результаты лечения в значительной мере связаны с недооценкой степени распространения опухолевого процесса [2, 15, 16]. Безусловно, коррекция стадии процесса на основании операционных находок и гистологического исследования проводится в послеоперационном периоде, но целесообразно для точного первичного стадирования рака эндометрия подбирать наилучшие диагностические методы [17]. Как известно, точная диагностика достигается путем сравнения дооперационной лучевой диагностики рака эндометрия с результатами морфологического исследования и дальнейшей оценкой расхождений в диагностических методах, если таковые имели место.

Необходимо отметить, что особое значение сегодня приобретают информативность диагностических исследований, изменения алгоритмов диагностики, а также подготовка квалифицированных врачей, владеющих не только современными методами диагностики, но и высоким уровнем знаний по онкологии.

Цель исследования

Выявить диагностические возможности УЗИ и мпМРТ в уточняющей диагностике и стадировании рака эндометрия.

Материал и методы

В исследование было включено 69 пациенток в возрасте от 30 до 79 лет с диагностированным раком эндометрия стадии T1–T4, проходивших

лечение в РНЦРР. Пациентки были разделены на 3 группы в зависимости от глубины инвазии в миометрий по результатам проведенного гистологического исследования: 1-я группа – неинвазивный рак эндометрия – 15 (21,7%) пациенток, 2-я группа – инвазия в миометрий составила до 5 мм – 25 (36,3%) пациенток, 3-я группа – инвазия в миометрий составила более 5 мм – 29 (42%) пациенток. В 3-й группе нами выделены еще 2 подгруппы – инвазия до 1/2 толщины стенки матки и более 1/2 толщины стенки матки.

Пяти пациенткам с неинвазивным раком эндометрия проведено консервативное лечение, 5 пациенткам с местнораспространенным раком эндометрия с инвазией в параметрий проведено химиолучевое лечение, остальным 59 пациенткам с раком эндометрия проведена расширенная экстирпация матки с придатками, объем хирургического лечения был расширен у 1 пациентки с метастазами в яичники до субтотальной резекции большого сальника.

УЗИ органов малого таза выполнены на ультразвуковом аппарате eSaote Pro 69 пациенткам. На первом этапе проводилось трансвагинальное УЗИ органов малого таза в стандартном 2D-режиме, затем выполнялись высокотехнологичные ультразвуковые методики. Для визуализации неоангиогенеза использовались энергетическое доплеровское картирование, ультразвуковая доплерография, 3D-ангиография. Следуя стандартам диагностики, оценивались: толщина и структура, контуры М-эхо; наличие неоваскуляризации М-эхо и субэндометриальной области, эндоцервикальной, субэндоцервикальной области и яичников.

В дополнение к УЗИ 52 (75%) пациенткам было проведено мультипараметрическое магнитно-резонансное исследование органов малого таза на томографах с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Исследование выполнялось в положении пациентки на спине с использованием гибкой катушки. В протокол мпМРТ включались T1ВИ, T2ВИ, STIR, ДВИ (b 0, 800, 1000), динамическое контрастное усиление (соли гадолиния, МРТ-ДКУ). Все пациентки, прошедшие МР-исследование органов малого таза (n = 52, 75% исследованных), были разделены на 2 большие группы по возможности высказаться о наличии (МРТ+) и отсутствию (МРТ–) визуализации опухолевого процесса эндометрия по данным мультипараметрического сканирования. Далее проводилось разделение пациенток “МРТ+” части на группы, указанные выше (табл. 1).

По гистологической структуре пациентки были распределены следующим образом (табл. 2).

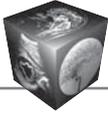


Таблица 1. Распределение пациенток по группам наблюдения

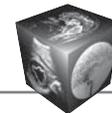
Table 1. Distribution of patients by observation groups

	1-я группа (неинвазивный рак) Group 1 (non-invasive cancer)	2-я группа (T1a инвазия до 5 мм) Group 2 (T1a invasion up to 5 mm)	3а-группа (T1a – от 5 мм до 1/2 толщины миометрия) Group 3a (T1a – from 5 mm to 1/2 thickness)	3б-группа (>1/2 толщины миометрия, T1b+) Group 3b (>1/2 thickness of myometrium, T1b+)
Общие данные (n = 69) Total information	15 (21,7%)	25 (36,3%)	29 (42%)	
УЗИ (n = 69) Ultrasound	15 (21,7%)	25 (36,3%)	10 (15,5%)	19 (26,5%)
MPT (n = 52) MRI	14	16	8	14
“MPT-“ (n = 11) MRI-	8	3	1	–
“MPT+“ (n = 41) MRI+	6	13	7	14
Есть инвазия в миометрий There is invasion into the myometrium	2	7	7	14
Нет инвазии в миометрий There is no invasion into the myometrium	4	6	0	0

Таблица 2. Распределение пациенток с раком эндометрия по гистологической структуре в зависимости от глубины инвазии в миометрий

Table 2. Distribution of patients with endometrial cancer by histological structure depending on the depth of invasion into the myometrium

	1-я группа (неинвазивный рак) Group 1 (non-invasive cancer)	2-я группа (T1a инвазия до 5 мм) Group 2 (T1a invasion up to 5 mm)	3а-группа (T1a – от 5 мм до 1/2 толщины миометрия) Group 3a (T1a – from 5 mm to 1/2 thickness)	3б-группа (>1/2 толщины миометрия, T1b+) Group 3b (>1/2 thickness of myometrium, T1b+)
Низкодифференцированная светлоклеточная аденокарцинома Poorly differentiated clear cell adenocarcinoma	–	–	2	
Умереннодифференцированная аденокарцинома Moderately differentiated adenocarcinoma	–	4	8	
Высоккодифференцированная аденокарцинома Highly differentiated adenocarcinoma	15	20	19	
Серозная аденокарцинома Serous adenocarcinoma	–	1	–	



Результаты исследования

Результаты данных УЗИ

В 1-ю группу неинвазивного рака эндометрия включено 15 пациенток, из них 5 пациенток репродуктивного возраста, которым проводилось только консервативное лечение, и 10 пациенток постменопаузального периода, которым выполнено хирургическое лечение. По данным УЗИ толщина М-эхо в этой группе варьировала от 4 до 12 мм, структура М-эхо была неоднородной. У всех пациенток визуализировались как локальные неоднородные очаги, так и на всем протяжении отмечалась диффузная и/или очаговая неоднородность, контуры М-эхо были неровные у 9 пациенток. Установлено, что в 1-й группе (неинвазивного рака эндометрия) интраэндометриальный кровоток выявлен у 12 (80%) пациенток. Значения скорости кровотока (PS) по данным энергетической доплерографии были в пределах от 2 до 12 см/с. Интраэндометриальный кровоток не выявлен у 2 пациенток постменопаузального периода и 1 пациентки репродуктивного периода. Субэндометриальный кровоток – единичный локус низкоскоростного кровотока – выявлен у 1 пациентки репродуктивного возраста, который визуализировался на расстоянии около 3 мм от базального слоя эндометрия. По гистологическому заключению у всех пациенток 1-й группы была установлена высокодифференцированная аденокарцинома эндометрия.

Во 2-ю группу было включено 25 пациенток, у которых глубина инвазии в миометрий не превысила 5 мм, из них 10 пациенток репродуктивного возраста и 15 пациенток постменопаузального возраста. По данным УЗИ толщина М-эхо варьировала в пределах от 5 до 28 мм, структура М-эхо была неоднородной, контуры М-эхо были неровные у всех пациенток. Интраэндометриальный кровоток регистрировался у 17 (68%) пациенток, субэндометриальный кровоток – у 10 (40%) (рис. 1).

Субэндометриальный кровоток не регистрировался при глубине инвазии от 1 до 3 мм у пациенток с ожирением и миомами матки, приводящими к деформации М-эхо. Скорости субэндометриального кровотока (PS) варьировали от 2 до 9 см/с. По гистологическому заключению у 4 пациенток была умереннодифференцированная аденокарцинома, у 1 пациентки – серозная аденокарцинома, у 20 пациенток – высокодифференцированная аденокарцинома.

В 3-ю группу включено 29 пациенток в постменопаузе с глубиной инвазии в миометрий более 5 мм, это пациентки с глубиной инвазии до 1/2 (3а-группа, инвазия составила 6–9 мм) – 10 (34,5%) пациенток и пациентки с глубиной ин-



Рис. 1. Допплерограмма в энергетическом режиме. Малоинвазивный процесс рака эндометрия, инвазия миометрия не более 5 мм. Опухоль отмечена стрелкой.

Fig. 1. Ultrasound examination of the uterus. Microinvasive process of endometrial cancer, invasion of myometrium no more than 5 mm (arrow).

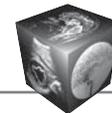
вазии более 1/2 (3б-группа) – 19 (65,5%) пациенток. По данным ультразвукового метода толщина М-эхо варьировала в пределах от 8 до 50 мм, структура М-эхо была неоднородной, контуры М-эхо были неровные, нечеткие у всех пациенток. По данным энергетического доплеровского картирования скорости кровотока в субэндометриальной зоне у пациентки с инвазией до 1/2 варьировали от 4 до 12 см/с. По гистологическому заключению у 8 пациенток была диагностирована умереннодифференцированная аденокарцинома, у 2 пациенток – низкодифференцированная светлоклеточная аденокарцинома, у 19 пациенток – высокодифференцированная аденокарцинома.

Чувствительность ультразвукового метода в В-режиме снижается при оценке перехода опухоли эндометрия на цервикальный канал, толщина которого не превышает 5–6 мм. Применение доплерографии в энергетическом режиме, ультразвуковой томографии повышает чувствительность ультразвукового метода до 91,3% (рис. 2). На рис. 2б представлена инвазия рака эндометрия в строму шейки матки.

Таким образом, диагностическая информативность ультразвукового метода по Т-критерию по системе TNM для всех групп составила: чувствительность – 91,3%, специфичность – 88,4%, ПЦПР – 88,7%, ПЦОР – 91,0%.

В аспекте ультразвуковых критериев инвазивного рака эндометрия рассмотрим трехмерную реконструкцию без ангиорежима у пациентки с раком эндометрия T2N0M0 (рис. 3).

На представленной эхограмме в В-режиме (рис. 4) у пациентки с ожирением нечетко визу-



данных о наличии объемного образования выявлено не было. У 4 пациенток стадии T1aN0M0 с толщиной инвазии до $1/2$ толщины миометрия (группа 2 и 3a) по данным постоперационного патоморфологического исследования, несмотря на соблюдение сроков проведения МРТ (через 1 мес после РДВ), однозначно высказаться о наличии опухолевой инвазии также не было возможным. Во-первых, у большинства пациенток 1a-стадии после РДВ толщина эндометрия не превышала пороговые значения. Во-вторых, сопутствующее неоднородное утолщение переходно-соединительной зоны при диффузно-очаговой форме аденомиоза, перистальтика миометрия и прилежащих петель кишок затрудняли адекватную послойную визуализацию стенки матки. Таким образом, в группу “МРТ–” вошли пациентки со стадией T1a из 1, 2, 3a-групп наблюдения.

У 41 (78,8%) пациентки по данным МР-исследования был подтвержден диагноз рака эндометрия стадии T1a–T4 (МРТ+). Таким образом, чувствительность метода МРТ в выявлении опухо-

левого поражения эндометрия в нашем исследовании составила 78,8%

У пациенток 1-й группы наблюдения при раке эндометрия на сагиттальных проекциях в T2ВИ визуализировалось неоднородное утолщение эндометрия. У большинства пациенток (60%) опухоль имела средней интенсивности МР-сигнал, чуть ниже интенсивности МР-сигнала эндометрия. При большом объеме опухоли отмечалось расширение полости матки, при этом переходно-соединительная зона, характеризующаяся сниженным относительно прилежащих слоев эндо- и миометрия МР-сигналом, сохраняла свои контуры и интенсивность (рис. 5). Отмечалось сохранение визуализации гиперинтенсивной субэндометриальной зоны при МРТ с ДКУ. В то же время совместные T2ВИ и ДВИ позволили детализировать участки с более выраженным ограничением диффузии и провести тщательный анализ прилежащего миометрия.

Инвазивный процесс рака эндометрия по данным МРТ был выявлен у 28 пациенток, при этом

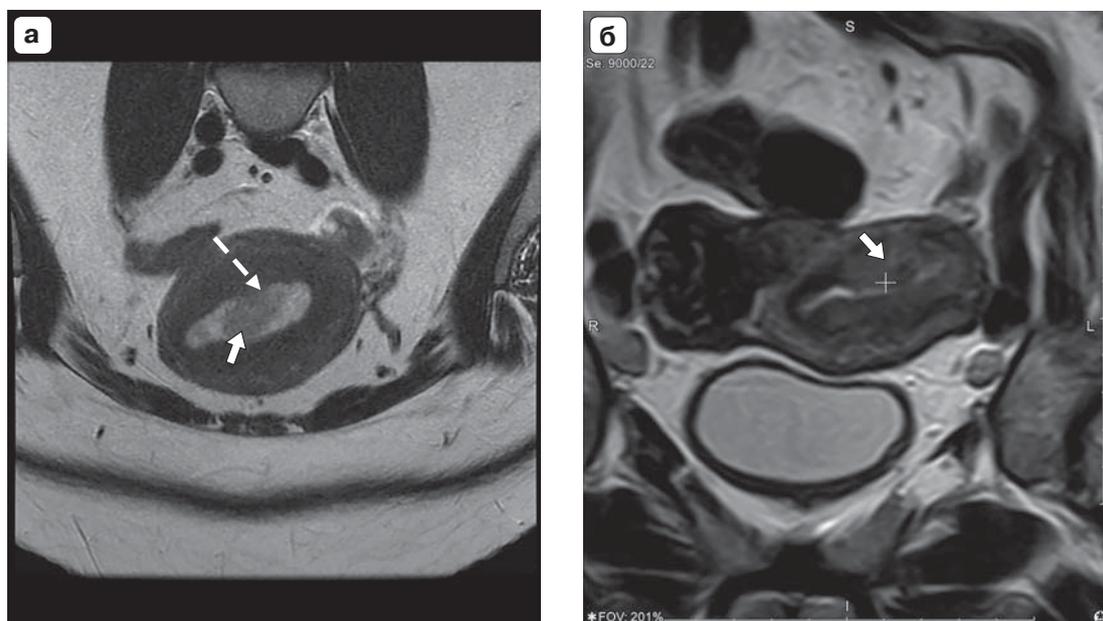


Рис. 5. Магнитно-резонансные томограммы малого таза. **а** – T2ВИ в косой аксиальной проекции, в полости матки визуализируются опухолевые массы (сниженный на T2ВИ МР-сигнал относительно эндометрия) без признаков инвазии в миометрий (сохраненный миометрий в зоне прилегания опухоли отмечен пунктирной стрелкой). Контур миометрия ровный, четкий. Опухоль отмечена стрелкой; **б** – T2ВИ, коронарная проекция. Визуализируется инфильтрация миометрия на всю толщу переходно-соединительной зоны в области задней стенки матки и левого маточно-го угла (опухоль отмечена стрелкой). Обращает на себя внимание отсутствие расширения полости матки.

Fig. 5. Magnetic resonance imaging of the pelvis. **a** – T2WI in oblique axial projection, tumor masses are visualized in the uterine cavity (reduced in T2WI MR signal relative to the endometrium), without signs of invasion into the myometrium (preserved myometrium in the tumor adjacent zone is marked with a dotted arrow). The contour of the myometrium is even, clear. The tumor is marked with an arrow; **б** – T2WI, coronal projection. The infiltration of the myometrium is visualized throughout the entire thickness of the transition zone in the region of the posterior wall of the uterus and the left uterine angle (the tumor is marked with an arrow). Noteworthy is the absence of expansion of the uterine cavity.



Таблица 3. Диагностическая информативность МРТ в выявлении инвазии опухоли в миометрий для 1-й и 2-й групп

Table 3. Diagnostic informativity of MRI in detecting tumor invasion into the myometrium for Groups 1 and 2

Чувствительность / Sensitivity	53.80%
Специфичность / Specificity	66.60%
ПЦПР / Positive predictive value	77.80%
ПЦОР / Negative predictive value	40%

Таблица 4. Диагностическая информативность метода МРТ в выявлении инвазии опухоли в миометрий для всех групп

Table 4. Diagnostic informativeness of the MRI method in detecting tumor invasion into the myometrium for all groups

Чувствительность / Sensitivity	82.30%
Специфичность / Specificity	66.60%
ПЦПР / Positive predictive value	93.30%
ПЦОР / Negative predictive value	40%

высказаться о наличии малой инвазии в миометрий (менее 5 мм) было довольно трудно. Во 2-й группе было наибольшее число расхождений в выявлении наличия/отсутствия инвазии. Так, среди 13 пациенток лишь у 7 была правильно установлена инвазия в миометрий глубиной до 5 мм, что составило чуть больше половины. У 6 пациенток нами было высказано об отсутствии инвазии, что не соответствовало действительности. Ввиду большого количества несоответствия между патоморфологическими и диагностическими данными нами был проведен анализ информативности метода мпМРТ в выявлении инвазии опухоли в миометрий для 1-й и 2-й групп. Данные представлены в табл. 3.

В нашем исследовании по данным МРТ у всех пациенток 3а- и 3б-групп была выявлена инвазия в миометрий около и/или более 1/2 ее толщины, что составило 22 наблюдения. Для визуализации инвазивного процесса с помощью МРТ требуется обязательно оценка Т2ВИ, ориентированных перпендикулярно и параллельно оси тела матки. На наличие инвазии миометрия указывают неровный контур эндометрия, нарушение дифференцировки слоев эндометрий-миометрий. У всех пациенток с инвазией миометрия определялся гиперинтенсивный МР-сигнал в толще миометрия, замещающий часть переходно-соединительной зоны (см. рис. 5б). Общие показатели информативности МРТ в диагностике инвазии рака эндометрия в миометрий представлены в табл. 4.

Местнораспространенный процесс рака эндометрия по данным МРТ был диагностирован у 14 пациенток (3б-группа).

Обсуждение

Неинвазивный или малоинвазивный процесс эндометрия T1N0M0? Органосохраняющее лечение или хирургическое? Эти вопросы являются крайне важными для онколога и пациента, планирующего реализовать репродуктивную функцию в дальнейшем. Органосохраняющее лечение находится в центре внимания ведущих отечественных и зарубежных онкологов. Как принято, первичная диагностика рака эндометрия сопряжена с использованием ультразвукового метода в серошкальном 2D-режиме. Наши взгляды на показания к консервативному лечению основываются на применении высокотехнологичных ультразвуковых исследований, таких как ультразвуковая томография и 3D-ангиография, доплерография. Общеизвестно, что, используя только В-режим, невозможно оценить наличие малоинвазивного процесса у пациенток репродуктивного возраста с наличием миом матки в субэндометриальном слое ввиду деформации М-эхо, “дорсального ослабления” эхосигнала от кальцинатов и плотных капсул миом, а также эндометриоза в анамнезе [18]. Такие же трудности диагностики малоинвазивного процесса эндометрия возникают у пациенток постменопаузального возраста. Сложность оценки М-эхо и субэндометриальной зоны обусловлена нечеткой визуализацией данных структур у пациенток с ожирением. В то же время снижается чувствительность доплерографии при толщине эндометрия менее 8 мм и при выявлении единичных локусов интраэндометриального кровотока. В таких клинических ситуациях необходимо проводить дифференциальную диагностику с полипами эндометрия, мелкими субмукозными узлами лейомиом, атипической гиперплазией эндометрия как в репродуктивном возрасте, так и в менопаузе. Для оценки возможностей современных ультразвуковых методик (энергетической доплерографии, ультразвуковой томографии, 3D-ангиографии) мы попытались выделить взаимосвязь между глубиной инвазии в миометрий и особенностями кровотока субэндометриальной области у пациенток с установленным диагнозом рака эндометрия. Современные ультразвуковые методики были использованы у 69 пациенток с раком эндометрия.

В нашем исследовании причиной деления пациенток на **группы 2 и 3а** – с глубиной инвазии рака эндометрий в миометрий до 5 мм (малоинвазивный рак) и более 5 мм – послужили научные

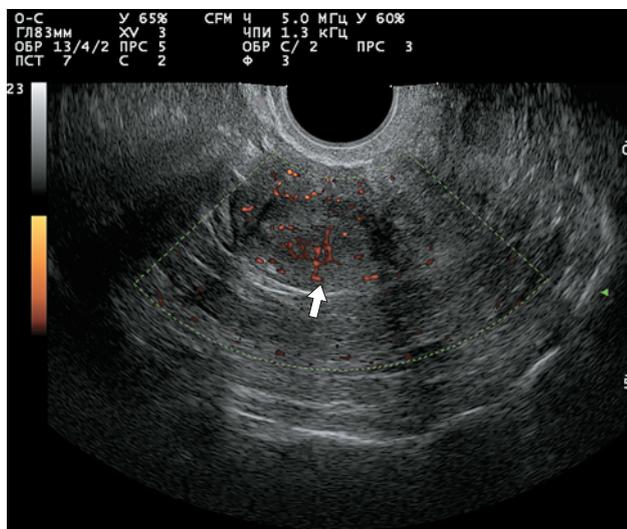


Рис. 6. Допплерограмма в энергетическом режиме. Глубокая инвазия рака эндометрия в миометрий, более 1/2 толщины миометрия. Опухоль отмечена стрелкой.

Fig. 6. Ultrasound examination of the uterus. Deep invasion of endometrial cancer into the myometrium, more than 1/2 according to power Doppler (arrow).

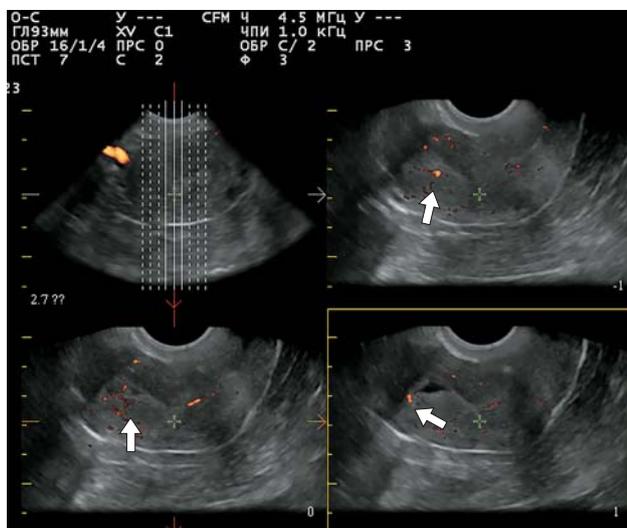


Рис. 7. Ультразвуковые томограммы. Инвазия в миометрий у пациентки с раком эндометрия II стадии (FIGO). Ультразвуковая томография позволяет задать глубину среза и послойно оценивать глубину инвазии. Опухоль эндометрия отмечена стрелкой.

Fig. 7. Ultrasound tomography in a patient with invasive endometrial cancer II stage FIGO. Ultrasonic tomography allows you to set the depth of the cut and layer by layer to assess the depth of invasion. Endometrial tumor is marked with an arrow.

данные, полученные в недавних исследованиях, которые показали зависимость частоты метастазирования опухоли в регионарные лимфатические узлы от глубины инвазии опухоли в миометрий.

При глубине инвазии в миометрий до 5 мм частота метастазов составляет 1,2–2,5%, по мере увеличения инвазии в миометрий (6–10 мм) частота метастазов возрастает до 10,6% [15, 16, 19–21]. В исследованиях доказано, что к прогностическим факторам рака эндометрия, кроме гистологического типа, стадии опухоли, размера опухоли, распространения процесса на шейку матки, относятся глубина инвазии опухоли в миометрий и наличие лимфоваскулярной инвазии [2, 15, 19–24]. Именно глубина инвазии в миометрий до 5 мм является основным критерием благоприятного прогноза [16, 21]. Лимфоваскулярная инвазия, определяемая как присутствие опухолевых клеток в выстланных эндотелием пространствах внутри стенки матки вне основной опухоли, является независимым неблагоприятным прогностическим фактором при ранней стадии рака эндометрия из-за его связи с метастазированием в лимфатические узлы и рецидивом заболевания [15, 19, 21, 22].

Анализируя 3-ю группу пациенток, мы пришли к выводу о том, что нужно разделить этих пациенток по глубине инвазии на 2 подгруппы: инвазия в миометрий до 1/2 от толщины стенки матки и более 1/2. В наших ультразвуковых исследованиях мы сочли возможным в подгруппе пациенток с глубиной инвазии в миометрий до 1/2 еще использовать симптом “субэндометриального кровотока” как патогномичный симптом инвазивного роста (интра- и субэндометриальный выявлен у всех пациенток); при глубине инвазии более 1/2 процесс выходит за пределы субэндометриальной области, и в данной подгруппе целесообразно рассматривать как патологический кровоток (рис. 6, 7). Что же будет специфичным ультразвуковым признаком инвазии у пациенток 3-й группы? Как показывает наше исследование, по мере распространения процесса возникает асимметричность субэндометриального кровотока и происходит его локальное усиление в области максимального утолщения М-эхо. Таким образом, глубина инвазии в миометрий определялась по толщине сосудистого компонента, идущего от предполагаемой границы базального слоя в миометрий (рис. 8).

Недостаточно изучен вопрос ультразвуковой диагностики интраэндоцервикальной и минимальной субэндоцервикальной инвазии рака эндометрия. Ультразвуковые критерии перехода на цервикальный канал не вызывают трудностей при толщине эндоцервикса более 8 мм и наличии более 5 локусов интраэндоцервикального кровотока. В наших исследованиях при толщине эндоцервикса менее 8 мм и единичных локусах интраэндоцер-



викального кровотока в верхней трети шейки матки в 4 случаях было расхождение диагноза: в двух случаях (по патоморфологическому заключению) была инвазия во внутренний зев 2 мм, в одном случае не было перехода на цервикальный канал, в одном случае был полип эндоцервикса.

В проведенном нами исследовании на фоне наличия среднего размера интрамуральных лейомиом отмечалась асимметрия толщины миометрия в виде его истончения в прилежащих к лейомиоме отделах. В истонченном распластанном миометрии даже малая инвазия толщиной 5 мм уже составляла половину толщины миометрия, что приводило к завышению/занижению стадии заболевания. Вышеописанное наблюдалось у 1 пациентки 3а-группы наблюдения.

Как известно, для улучшения визуализации границ опухоли и для оценки глубины инвазии миометрия необходим анализ динамической МРТ с контрастным усилением, поскольку карцинома матки в отсроченные фазы МРТ-ДКУ будет меньше накапливать парамагнетик, чем прилежащий неизмененный миометрий. Это является установленным на сегодня стандартом диагностики инвазивного рака эндометрия. В схожих исследованиях получено, что динамическое контрастное усиление и T2ВИ совместно характеризуются точностью до 98% в оценке инвазии миометрия [25]. В условиях сопутствующего аденомиоза или противопоказаний к введению парамагнетика для оценки наличия инвазии в миометрий все чаще используются ДВИ. Недавно проведенный метаанализ показал аналогичную общую чувствительность ДВИ и МРТ с ДКУ в выявлении инвазивного рака эндометрия. Специфичность метода МРТ с ДВИ и МРТ с ДКУ существенно не различалась между собой при оценке глубины инвазии миометрия [25]. Более поздний метаанализ, проведенный L. Deng и соавт., подтвердил аналогичную диагностическую эффективность ДВИ по сравнению с МРТ с ДКУ, а также было обнаружено, что комбинированные T2ВИ и ДВИ превосходят одиночное ДВИ и МРТ с ДКУ [7, 25, 26].

В нашем исследовании совместный анализ T2ВИ и МРТ с ДКУ позволял диагностировать инвазию в строму шейки матки у 10 пациенток. Отсутствие гипоинтенсивной в T2ВИ структуры стромы шейки матки на границе тела и шейки матки совместно со сниженным накоплением парамагнетика относительно неизмененного миометрия являлось семиотическим признаком перехода процесса на строму шейки матки. Полученные нами данные полностью коррелируют с данными проведенного МР-исследования Q. Vi и соавт. (2019) [26]. Отсутствие внутренней части фиброз-

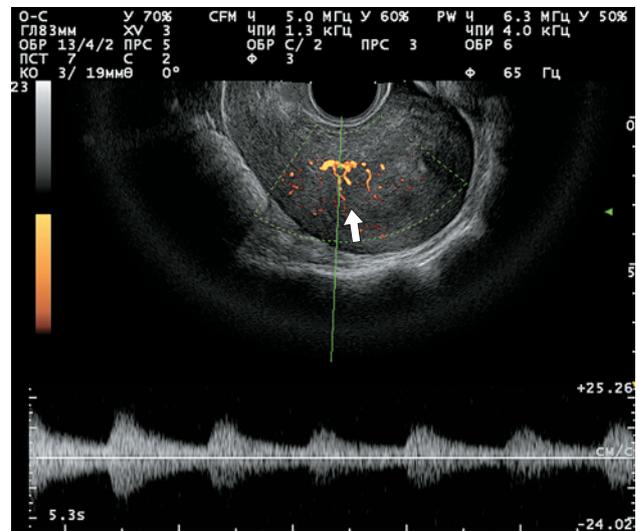


Рис. 8. Допплерограмма в энергетическом режиме. Глубокая инвазия в миометрий более 1/2 толщины миометрия. Максимальная толщина опухоли выявлена в левом маточном углу (до 7 мм), контуры М-эхо в области левого маточного угла неровные, нечеткие; в области правого маточного угла эндометрий линейный (стрелка).

Fig. 8. Ultrasound examination of the uterus. Deep invasion into the myometrium more than 1/2 according to power Doppler. The maximum thickness of the tumor was detected in the left uterine angle (up to 7 mm), the contours of the M-echo in the region of the left uterine angle were uneven and indistinct; in the region of the right uterine angle, the endometrium is linear (arrow).

ного кольца при сохраненной наружной соответствовало изолированному поражению стромы шейки (рис. 9), а отсутствие полной визуализации гипоинтенсивной стромы шейки, потеря ровных контуров на границе с параметральной клетчаткой являлись критериями инвазии процесса за пределы шейки. В целях более детальной визуализации параметральной инвазии использование перпендикулярных к оси шейки матки срезов позволяло детально оценить клетчатку, окружающую орган. Расширенные венозные сосуды параметральной клетчатки, характеризующиеся сниженной скоростью кровотока, имеют среднюю интенсивность МР-сигнала в T2ВИ, в ряде случаев аналогичную опухолевой ткани, что затрудняло диагностику параметральной инвазии и повышало число ложноположительных результатов. В нашем исследовании распространенный процесс рака эндометрия с вовлечением параметриев был диагностирован у 5 пациенток.

Безусловным преимуществом МРТ являлась возможность визуализации распространения опухоли на рядом расположенные органы. Ключевым аспектом в вопросе инвазии смежных органов

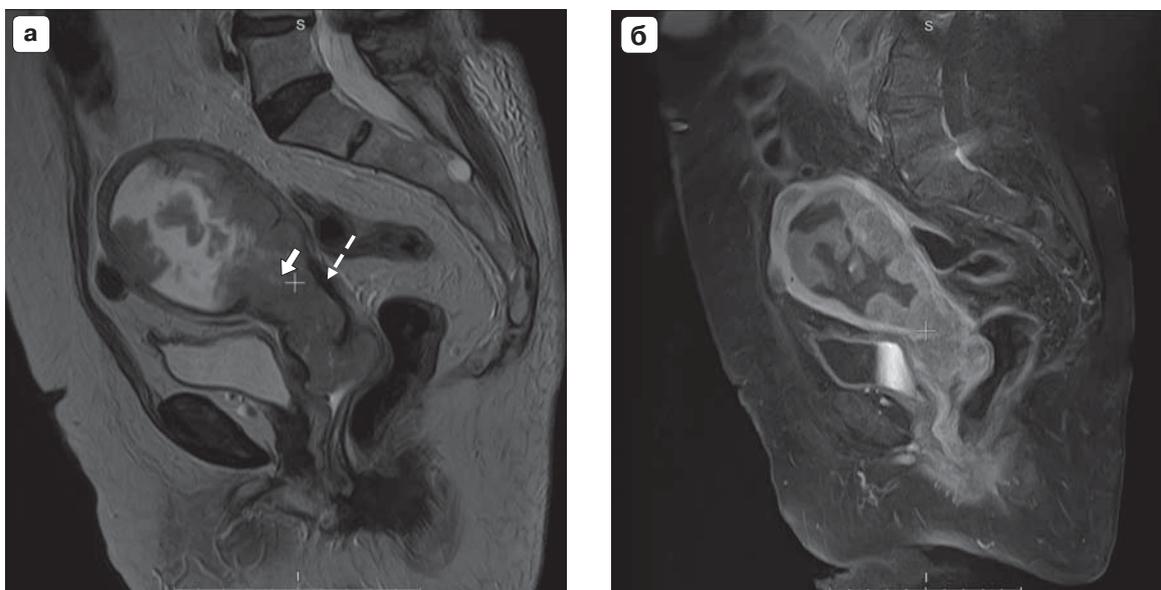
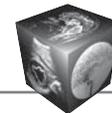


Рис. 9. МРТ малого таза у пациентки с раком эндометрия стадии IIIB по FIGO. **а** – T2ВИ в сагиттальной проекции, опухолевые массы инфильтрируют миометрий и распространяются на шейку матки и своды влагалища (сплошная стрелка); визуализируется сохраненная на большей протяженности часть цервикального кольца (пунктирная стрелка); **б** – T1ВИ с контрастным усилением, опухоль накапливает парамагнетик снижено относительно неизмененного миометрия.

Fig. 9. MRI of the pelvis in a patient with FIGO stage IIIB endometrial cancer. **a** – T2WI in the sagittal projection, tumor masses infiltrate the myometrium and spread to the cervix and vaginal vaults (arrow); the part of the cervical ring preserved for a greater extent is visualized (dotted arrow); **b** – T1WI with contrast enhancement, the tumor accumulates contrast is reduced relative to the unchanged myometrium.

является диагностика вовлечения слизистой оболочки мочевого пузыря, прямой кишки. Нами проанализирована пациентка, у которой определялась инвазия опухоли в мочевой пузырь. При данной патологии отсутствовала визуализация линейного гипоинтенсивного мышечного слоя на T2ВИ и отмечалась неровность, бугристость слизистой оболочки пузыря. Схожая картина наблюдается и при инвазии в стенку прямой кишки, однако в нашем исследовании больных с таким опухолевым поражением не встречалось.

Подводя итоги, можно смело высказаться о том, что диагностировать рак эндометрия с глубиной инвазии $1/2$ толщины миометрия и более, а также установить поражение шейки, параметральной клетчатки, влагалища не вызвало затруднений методом мпМРТ. У всех пациенток 3б-группы была адекватная оценка местного распространения опухолевого процесса. Эти данные позволяют рекомендовать МРТ как метод выбора при раке эндометрия T1b-стадии и выше. В то же время сомнительные результаты диагностических показателей МРТ в диагностике локализованных (неинвазивных) и начальных (малоинвазивных – до 5 мм) форм рака эндометрия особенно после проведенного РДВ ставят под вопрос целесообраз-

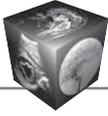
ность проведения МРТ на первичном этапе. ПЦОР МРТ в диагностике малоинвазивных форм рака эндометрия составила всего 40%, ПЦПР была гораздо выше – 77,8%. Следовательно, можно сделать вывод: визуализацию врачом-рентгенологом признаков инвазии в миометрий следует считать достоверной, а отсутствие инвазии – может быть ложной информацией. В связи с небольшой выборкой пациенток полученные данные носят больше описательный характер и требуют подтверждения на большей по численности группе больных.

Выводы

1. При неинвазивных процессах эндометрия 3D-реконструкция в ангиорежиме и ультразвуковая томография расширяют возможности В-режима, позволяя визуализировать неоднородные участки и степень выраженности васкуляризации и неоваскуляризации, а также проводить динамический контроль у пациенток с раком эндометрия, находящихся на консервативном лечении.

2. Интраэндометриальный кровоток является значимым показателем для возможного наличия неопластического процесса эндометрия.

3. Субэндометриальный кровоток является важным показателем малоинвазивного процесса



эндометрия только в сочетании с интраэндометриальным кровотоком.

4. Диагностическая информативность ультразвукового метода по T-критерию по системе TNM для всех групп составила: чувствительность – 91,3%, специфичность – 88,4%, ПЦПР – 88,7%, ПЦОР – 91,0%.

5. Чувствительность, специфичность, ПЦПР и ПЦОР мпМРТ в диагностике инвазивных форм рака эндометрия составила 82,3, 66,6, 93,3, 40% соответственно.

6. Отсутствие инвазии миометрия по данным мпМРТ при раке эндометрия стадии T1a не исключает таковую (ПЦОР – 40%), а утверждение о наличии инвазии в толщу миометрия по данным мпМРТ соответствует таковому в больше чем половине случаев (ПЦПР – 77,8%).

7. Для диагностики местнораспространенных форм рака эндометрия следует отдать предпочтение мпМРТ органов малого таза с целью детальной оценки инвазии рака эндометрия в шейку матки, параметральную клетчатку, влагалище, смежные органы.

Заключение

Одной из наиболее важных проблем качества жизни пациенток с раком эндометрия репродуктивного возраста является сохранение фертильности. Возможность на дооперационном этапе достоверно установить наличие или отсутствие инвазивного процесса при раке эндометрия является ключевым моментом в выборе тактики противоопухолевого лечения. Целью нашего исследования было показать возможности каждого исследуемого метода: УЗИ с дополнительными методиками и мпМРТ. Полученные нами результаты показывают, что в ранней диагностике неинвазивного и малоинвазивного рака эндометрия (до 5 мм) ключевую роль играет интраэндометриальный и субэндометриальный кровоток при УЗИ. Диагностическая информативность метода МРТ в выявлении инвазии опухоли в миометрий для всех исследуемых групп составила: чувствительность – 82,30%, специфичность – 66,6%, ПЦПР – 93,30%, ПЦОР – 40%. Диагностическая информативность ультразвукового метода по T-критерию по системе TNM для всех групп составила: чувствительность – 91,3%, специфичность – 88,4%, ПЦПР – 88,7%, ПЦОР – 91,0%.

Участие авторов

Нуднов Н.В. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Ивашина С.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Аксенова С.П. – проведение исследования, статистическая обработка данных, написание текста, подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

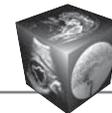
Nudnov N.V. – concept and design of the study, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Ivashina S.V. – conducting research, collection and analysis of data, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Aksenova S.P. – conducting research, statistical analysis, writing text, preparation and creation of the published work.

Список литературы

1. Злокачественные новообразования в России в 2020 г. (Заболееваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. 252 с.
2. Ашрафян Л.А, Огрызкова В.Л., Харченко Н.В. Ивашина С.В., Саратян А.А. Ультразвуковые критерии оценки миометриальной инвазии рака эндометрия: Материалы научно-практической конференции «Современные подходы к диагностике и лечению гинекологического рака». СПб, 2004: 12.
3. Antonsen S.L., Jensen L.N., Loft A. et al. MRI, PET/CT and ultrasound in the preoperative staging of endometrial cancer – a multicenter prospective comparative study. *Gynecol. Oncol.* 2013; 128 (2): 300–308. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2012.11.025>
4. Nougaret S., Horta M., Sala E. et al. Endometrial Cancer MRI staging: Updated Guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (2): 792–805. <http://doi.org/10.1007/s00330-018-5515-y>
5. Alcázar J.L., Gastón B., Navarro B. et al. Transvaginal ultrasound versus magnetic resonance imaging for preoperative assessment of myometrial infiltration in patients with endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis. *J. Gynecol. Oncol.* 2017; 28 (6): e86. <https://doi.org/10.3802/jgo.2017.28.e86>
6. Lee Y.J., Moon M.H., Sung C.K. et al. MR assessment of myometrial invasion in women with endometrial cancer: discrepancy between T2-weighted imaging and contrast-enhanced T1-weighted imaging. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2016; 41 (1): 127–135. <http://doi.org/10.1007/s00261-015-0607-5>
7. Deng L., Wang Q.P., Chen X. et al. The Combination of Diffusion- and T2-Weighted Imaging in Predicting Deep Myometrial Invasion of Endometrial Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2015; 39 (5): 661–673. <http://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000280>
8. Andreano A., Rechichi G., Rebora P. et al. MR diffusion imaging for preoperative staging of myometrial invasion in patients with endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (6): 1327–1338. <http://doi.org/10.1007/s00330-014-3139-4>



9. Steiner A., Alban G., Cheng T. et al. Vaginal recurrence of endometrial cancer: MRI characteristics and correlation with patient outcome after salvage radiation therapy. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2020; 45 (4): 1122–1131. <http://doi.org/10.1007/s00261-020-02453-2>
10. Нуднов Н.В., Аксенова С.П., Крейнина Ю.М., Котляров П.М. Магнитно-резонансная томография в диагностике вторичного опухолевого поражения влагалища. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 3: 37–46. PMID: 26302621
11. Аксенова С.П., Нуднов Н.В., Крейнина Ю.М. Магнитно-резонансная визуализация влагалища и малого таза у женщин, перенесших противоопухолевое лечение по поводу рака женских половых органов. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (2): 131–139. <http://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-131-139>
12. Ашрафян Л.А. Стандартизованная диагностика рака эндометрия: Дис... д-ра мед. наук. М., 1989.
13. Бохман Я.В. Особенности клинического течения рака тела матки. Современные проблемы онкологии. Л., 1969: 70–78.
14. Каприн А.Д., Ашрафян Л.А., Стилиди И.С. Онкогинекология: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 384 с.
15. Boothe D., Wolfson A., Christensen M. et al. Lymphovascular Invasion in Endometrial Cancer: Prognostic Value and Implications on Adjuvant Radiation Therapy Use. *Am. J. Clin. Oncol.* 2019; 42 (7): 549–554. <https://doi.org/10.1097/JCO.0000000000000559>
16. Ашрафян Л.А., Антонова И.Б., Огрызкова В.Л., Бабаева Н.А., Басова И.О., Моцкобили Т.А., Мягкова А.А. Клинико-морфологическое обоснование микроинвазивного рака эндометрия. *Сибирский онкологический журнал*. 2007; Приложение: 9–15.
17. Otero-García M.M., Mesa-Álvarez A., Nikolic O. et al. Role of MRI in staging and follow-up of endometrial and cervical cancer: pitfalls and mimickers. *Insights. Imaging*. 2019; 10 (1): 19. <http://doi.org/10.1186/s13244-019-0696-8>
18. Naftalin J., Jurkovic D. The endometrial-myometrial junction: a fresh look at a busy crossing. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 34 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1002/uog.6432>
19. Moatasim A., Hameed Z., Ahmad I. Assessment of lymphovascular invasion in early stage endometrial carcinoma – a retrospective study. *Surg. Exp. Pathol.* 2021; 4: 9. <https://doi.org/10.1186/s42047-021-00091-6>
20. van der Putten L.J., van de Vijver K., Bartosch C. et al. Reproducibility of measurement of myometrial invasion in endometrial carcinoma. *Virchows Arch.* 2017; 470 (1): 63–68. <https://doi.org/10.1007/s00428-016-2035-5>
21. Kondalsamy-Chennakesavan S., van Vugt S., Sanday K. et al. Evaluation of tumor-free distance and depth of myometrial invasion as prognostic factors for lymph node metastases in endometrial cancer. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2010; 20 (7): 1217–1221. <https://doi.org/10.1111/igc.0b013e3181ef0a31>
22. Veade A.E., Foote J., Ehrisman J. et al. Associations between lymphovascular space invasion, nodal recurrence, and survival in patients with surgical stage I endometrioid endometrial adenocarcinoma. *Wild J. Surg. Oncol.* 2019; 17 (1): 80. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1620-x>
23. Oliver-Perez M.R., Magriña J., Villalain-Gonzalez C. et al. Lymphovascular space invasion in endometrial carcinoma: Tumor size and location matter. *Surg. Oncol.* 2021; 37: 101541. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2021.101541>
24. Geels Y.P., Pijnenborg J.M., van den Berg-van Erp SH, Snijders MP, Bulten J, Massuger LF. Absolute depth of myometrial invasion in endometrial cancer is superior to the currently used cut-off value of 50%. *Gynecol. Oncol.* 2013; 129 (2): 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2013.02.013>
25. Faria S.C., Devine C.E., Rao B. et al. Imaging and Staging of Endometrial Cancer. *Semin. Ultrasound CT MR.* 2019; 40 (4): 287–294. <http://doi.org/10.1053/j.sult.2019.04.001>
26. Bi Q., Chen Y., Chen J. et al. Predictive value of T2-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI for assessing cervical invasion in patients with endometrial cancer: a meta-analysis. *Clin. Imaging.* 2021; 78: 206–213. <http://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.05.014>

References

1. Malignant neoplasms in Russia in 2020 (morbidity and mortality) / Eds A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova. M.: MNIOL im. P.A. Herzen – branch of the Federal State Budgetary Institution “NMTs Radiology” of the Ministry of Health of Russia. 2021. 252 p. (In Russian)
2. Ashrafyan L.A., Ogryzkova V.L. Kharchenko N.V. Ivashina S.V., Saratyan A.A. Ultrasound criteria for assessing myometrial invasion of endometrial cancer. Proceedings of the scientific-practical conference “Modern approaches to the diagnosis and treatment of gynecological cancer”. SPb, 2004: 12. (In Russian)
3. Antonsen S.L., Jensen L.N., Loft A. et al. MRI, PET/CT and ultrasound in the preoperative staging of endometrial cancer – a multicenter prospective comparative study. *Gynecol. Oncol.* 2013; 128 (2): 300–308. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2012.11.025>
4. Nougaret S., Horta M., Sala E. et al. Endometrial Cancer MRI staging: Updated Guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (2): 792–805. <http://doi.org/10.1007/s00330-018-5515-y>
5. Alcázar J.L., Gastón B., Navarro B. et al. Transvaginal ultrasound versus magnetic resonance imaging for preoperative assessment of myometrial infiltration in patients with endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis. *J. Gynecol. Oncol.* 2017; 28 (6): e86. <https://doi.org/10.3802/jgo.2017.28.e86>
6. Lee Y.J., Moon M.H., Sung C.K. et al. MR assessment of myometrial invasion in women with endometrial cancer: discrepancy between T2-weighted imaging and contrast-enhanced T1-weighted imaging. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2016; 41 (1): 127–135. <http://doi.org/10.1007/s00261-015-0607-5>
7. Deng L., Wang Q.P., Chen X. et al. The Combination of Diffusion- and T2-Weighted Imaging in Predicting Deep Myometrial Invasion of Endometrial Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2015; 39 (5): 661–673. <http://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000280>
8. Andreano A., Rechichi G., Reborá P. et al. MR diffusion imaging for preoperative staging of myometrial invasion in patients with endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (6): 1327–1338. <http://doi.org/10.1007/s00330-014-3139-4>
9. Steiner A., Alban G., Cheng T. et al. Vaginal recurrence of endometrial cancer: MRI characteristics and correlation with patient outcome after salvage radiation therapy. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2020; 45 (4): 1122–1131. <http://doi.org/10.1007/s00261-020-02453-2>



10. Nudnov N.V., Aksenova S.P., Kreĭnina Iu.M., Kotliarov P.M. [Magnetic resonance imaging in the diagnosis of secondary vaginal tumor involvement]. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015; 3: 37–45. PMID: 26302621 (In Russian)
11. Aksenova S.P., Nudnov N.V., Kreinina Yu.M. Magnetic resonance imaging of the vagina and small pelvis in women undergoing antitumor treatment for cancer of the female genital organs. *Medical Visualization*. 2017; 21 (2): 131–139. <http://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-2-131-139> (In Russian)
12. Ashrafyan L.A. Standardized diagnosis of endometrial cancer: Dis... doct. of med. sci. M., 1989. (In Russian)
13. Bohman Ya.V. Features of the clinical course of uterine body cancer. Modern problems of oncology. Leningrad, 1969: 70–78. (In Russian)
14. Kaprin A.D., Ashrafyan L.A., Stilidi I.S. Oncogynecology: National leadership. M.: GEOTAR-Media, 2019. 384 p. (In Russian)
15. Boothe D., Wolfson A., Christensen M. et al. Lymphovascular Invasion in Endometrial Cancer: Prognostic Value and Implications on Adjuvant Radiation Therapy Use. *Am. J. Clin. Oncol*. 2019; 42 (7): 549–554. <https://doi.org/10.1097/COC.0000000000000559>
16. Ashrafjan L.A., Antonova I.B., Ogryzkova V.L., Babaeva N.A., Basova I.O., Mockobili T.A., Mjagkova A.A. Clinical and morphological substantiation of microinvasive endometrial cancer. *Siberian Journal of Oncology*. 2007; Suppl.: 9–15. (In Russian)
17. Otero-García M.M., Mesa-Álvarez A., Nikolic O. et al. Role of MRI in staging and follow-up of endometrial and cervical cancer: pitfalls and mimickers. *Insights. Imaging*. 2019; 10 (1): 19. <http://doi.org/10.1186/s13244-019-0696-8>
18. Naftalin J., Jurkovic D. The endometrial-myometrial junction: a fresh look at a busy crossing. *Ultrasound Obstet. Gynecol*. 2009; 34 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1002/uog.6432>
19. Moatasim A., Hameed Z., Ahmad I. Assessment of lymphovascular invasion in early stage endometrial carcinoma – a retrospective study. *Surg. Exp. Pathol*. 2021; 4: 9. <https://doi.org/10.1186/s42047-021-00091-6>
20. van der Putten L.J., van de Vijver K., Bartosch C. et al. Reproducibility of measurement of myometrial invasion in endometrial carcinoma. *Virchows Arch*. 2017; 470 (1): 63–68. <https://doi.org/10.1007/s00428-016-2035-5>
21. Kondalsamy-Chennakesavan S., van Vugt S., Sanday K. et al. Evaluation of tumor-free distance and depth of myometrial invasion as prognostic factors for lymph node metastases in endometrial cancer. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2010; 20 (7): 1217–1221. <https://doi.org/10.1111/igc.0b013e3181ef0a31>
22. Veade A.E., Foote J., Ehrisman J. et al. Associations between lymphovascular space invasion, nodal recurrence, and survival in patients with surgical stage I endometrioid endometrial adenocarcinoma. *Wld J. Surg. Oncol*. 2019; 17 (1): 80. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1620-x>
23. Oliver-Perez M.R., Magriña J., Villalain-Gonzalez C. et al. Lymphovascular space invasion in endometrial carcinoma: Tumor size and location matter. *Surg. Oncol*. 2021; 37: 101541. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2021.101541>
24. Geels Y.P., Pijnenborg J.M., van den Berg-van Erp SH, Sniijders MP, Bulten J, Massuger LF. Absolute depth of myometrial invasion in endometrial cancer is superior to the currently used cut-off value of 50%. *Gynecol. Oncol*. 2013; 129 (2): 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2013.02.013>
25. Faria S.C., Devine C.E., Rao B. et al. Imaging and Staging of Endometrial Cancer. *Semin. Ultrasound CT MR*. 2019; 40 (4): 287–294. <http://doi.org/10.1053/j.sult.2019.04.001>
26. Bi Q., Chen Y., Chen J. et al. Predictive value of T2-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI for assessing cervical invasion in patients with endometrial cancer: a meta-analysis. *Clin. Imaging*. 2021; 78: 206–213. <http://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.05.014>

Для корреспонденции*: Ивашина Светлана Вячеславовна – e-mail: s.ivashina@bk.ru

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий НИО комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>. E-mail: nudnov@rnccr.ru

Ивашина Светлана Вячеславовна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории комплексной диагностики и лечения заболеваний органов мочеполовой и репродуктивной систем у взрослых и детей НИО хирургии, урологии, гинекологии и инвазивных технологий в онкологии ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9287-2636>. E-mail: s.ivashina@bk.ru

Аксенова Светлана Павловна – канд. мед. наук, младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики заболеваний (включая молочную железу) НИО комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2552-5754>. E-mail: fabella@mail.ru

Contact*: Svetlana V. Ivashina – e-mail: s.ivashina@bk.ru

Nikolai V. Nudnov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Vice-Director (Science), Chief of the research institute of complex diagnostics of diseases and radiotherapy of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>. E-mail: nudnov@rnccr.ru

Svetlana V. Ivashina – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory for Comprehensive Diagnosis and Treatment of Diseases of the Genitourinary and Reproductive Systems in Adults and Children, Research Department of Surgery, Urology, Gynecology and Invasive Technologies in Oncology of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9287-2636>. E-mail: s.ivashina@bk.ru

Svetlana P. Aksenova – Cand. of Sci. (Med.), junior researcher of Laboratory of Radiological Diagnostics of Diseases (including the Breast) of the Research Department for Comprehensive Diagnostics of Diseases and Radiotherapy of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2552-5754>. E-mail: fabella@mail.ru