

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-82-106

Магнитно-резонансная томография как основа современного подхода в диагностике и оценке эффекта лечения рака шейки матки (обзор литературы)

Петрова А.С.^{1*}, Смирнова О.А.¹, Мищенко А.В.^{1,2}, Берлев И.В.¹, Ульрих Е.А.^{1,3}, Мкртчян Г.Б.¹, Косичкина А.Б.¹, Нюганен А.О.¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «СЗГМУ имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Magnetic-resonance imaging as a basis for a modern approach in diagnostics and treatment evaluation of cervical cancer (literature review)

Petrova A.S.^{1*}, Smirnova O.A.¹, Mishchenko A.V.^{1,2}, Berlev I.V.¹, Ulrich E.A.^{1,3}, Mkrtchyan H.B.¹, Kosichkina A.B.¹, Nyuganen A.O.¹

¹ N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Ministry of Health of Russia, Saint Petersburg, Russia

² St Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

В статье рассматриваются современные достижения лучевой диагностики при обследовании пациентов с предполагаемым и верифицированным раком шейки матки (РШМ). Подробно описываются возможности магнитно-резонансной томографии в первичной диагностике заболевания и оценке эффекта проведенного неoadъювантного лечения, обсуждаются условия и оптимальная методика проведения исследования, а также принципы интерпретации полученных данных. Рассмотрены основные прогностические факторы при РШМ, а также приведен краткий обзор существующих методов лечения на различных стадиях заболевания.

Ключевые слова: рак шейки матки, диагностика, оценка распространенности, неoadъювантное лечение, магнитно-резонансная томография, прогностические факторы, хирургическое лечение.

Ссылка для цитирования: Петрова А.С., Смирнова О.А., Мищенко А.В., Берлев И.В., Ульрих Е.А., Мкртчян Г.Б., Косичкина А.Б., Нюганен А.О. Магнитно-резонансная томография как основа современного подхода в диагностике и оценке эффекта лечения рака шейки матки (обзор литературы). *Медицинская*

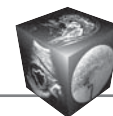
визуализация. 2019; 23 (3): 82–99.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-82-106.

The article discusses the current principles of diagnostic radiology in the evaluation of suspected and verified cervical cancer (CC). Possibilities of magnetic resonance imaging in the primary diagnosis of the disease and effect evaluation of neoadjuvant treatment are described. Conditions and optimal MR-technique, as well as principles of data interpretation are discussed. The main prognostic factors for CC are considered and, also, a brief review of treatment methods for various disease stages is given.

Keywords: cervical cancer, diagnostics, disease extent assessment, neoadjuvant treatment, magnetic resonance imaging, prognostic factors, surgical treatment.

Recommended citation: Petrova A.S., Smirnova O.A., Mishchenko A.V., Berlev I.V., Ulrich E.A., Mkrtchyan H.B., Kosichkina A.B., Nyuganen A.O. Magnetic-resonance imaging as a basis for a modern approach in diagnostics and treatment evaluation of cervical cancer (literature review). *Medical Visualization.* 2019; 23 (3): 82–106. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-82-106.



Эпидемиологические сведения

Рак шейки матки (РШМ) является четвертым по распространенности среди женщин и восьмым в общей популяции злокачественных новообразований. В странах, которые не имеют доступа к программам скрининга и профилактики РШМ, данное заболевание остается вторым наиболее распространенным типом рака и причиной смертности среди всех видов рака у женщин [1]. В России, в том числе в Санкт-Петербурге, сохраняется высокая заболеваемость инвазивными формами РШМ, что объясняется отсутствием программ скрининга в стране [2]. Так, доля выявленных карцином *in situ* в 2016 г. составила 25,5%, тогда как в странах Европы и США эта цифра достигает 90% [3]. При этом в Российской Федерации в 2015 г. РШМ выявлен в 32,9% случаев в поздних стадиях (III и IV). Более того, за последние два десятилетия отмечается рост заболеваемости РШМ с 10,6 до 14,2 на 100 000 женского населения соответственно. Вместе с тем неуклонно растет смертность от РШМ с 5,6 до 6,7 на 100 000 женщин [4].

Классификация и принципы стадирования РШМ

Как известно, существует два основных гистологических типа РШМ: плоскоклеточный рак и аденокарцинома, при этом факторы риска для них одинаковы [5]. На плоскоклеточный рак приходится большая часть заболевших (~69%) в сравнении с ~25% случаев аденокарцином шейки матки [6]. К более редким опухолям относят нейроэндокринный, аденосквамозный, светлоклеточный, мелкоклеточный, мукоэпидермоидный и другие гистологические типы, некоторые из них связаны с худшим прогнозом в сравнении с плоскоклеточным раком или аденокарциномой. С учетом типа роста различают экзофитную форму РШМ, эндофитную и смешанную. При плоскоклеточном раке чаще встречается экзофитный тип, при котором опухоль характеризуется поверхностно инвазивным ростом, замещает ткань шейки матки в виде полиповидных или папиллярных разрастаний с деформацией или инвазией сводов влагалища. При эндофитном типе (чаще аденокарцинома) опухоль инфильтрирует строму, деформирует шейку матки, при этом не затрагивая плоскоклеточный эпителий, пока не достигнет ~ 5–6 см в диаметре.

В настоящее время используются две системы стадирования опухоли шейки матки. Критерии TNM определяются согласно 8-й редакции от 2017 г. Американского объединенного комитета по изучению рака (The American Joint Committee on Cancer, AJCC) и Союза международного контроля над раковыми заболеваниями (Union for

International Cancer Control, UICC). Также для стадирования РШМ используется система стадирования Международной федерации акушеров и гинекологов (FIGO) от 2009 г. (см. таблицу).

Регионарными для шейки матки являются лимфатические узлы, расположенные около шейки и тела матки, подчревные (обтураторные, внутренние подвздошные), наружные и общие подвздошные, прекрестцовые и боковые крестцовые.

Таким образом, принципиальными критериями распространенности заболевания являются размеры опухоли, стромальная и параметральная инвазия, вовлечение соседних органов, вторичное поражение регионарных лимфатических узлов и наличие отдаленных метастазов.

Принципы диагностики РШМ

Ранний РШМ часто протекает бессимптомно, что подчеркивает важность ранней диагностики и скрининга.

Местнораспространенные формы заболевания могут проявляться болями в области таза или нижней части спины, которые способны иррадиировать вдоль задней поверхности ног. Такие симптомы со стороны кишечника или мочевыделительной системы, как ощущение сдавливания внизу живота, гематурия, кровавый стул, поступление мочи или каловых масс во влагалище, являются редкими и предполагают распространенные формы заболевания.

У бессимптомных женщин РШМ может быть обнаружен в результате скрининга или в случае обнаружения видимого поражения при осмотре в зеркалах. Рутинным является гистологическое исследование при биопсии шейки матки.

Осмотр в зеркалах должен проводиться у каждой женщины с симптомами, предполагающими РШМ. При осмотре в зеркалах возможна визуализация преимущественно экзофитных опухолей от небольших размеров до достаточно крупных, полностью замещающих ткань шейки матки. При эндофитных опухолях осмотр в зеркалах может быть неинформативен ввиду особенности расположения опухоли. Цитологическое исследование также входит в алгоритм ранней диагностики РШМ.

Ранняя диагностика РШМ основывается на результатах теста на мазок по Папаниколау, кольпоскопии и диагностической биопсии. Данные методики являются “золотым стандартом” при выявлении ранних (микроскопических) форм РШМ (стадия по FIGO ≤ IA), который не может быть обнаружен ни одной из доступных на сегодняшний день методик визуализации.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является предпочтительной методикой для оценки

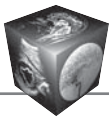
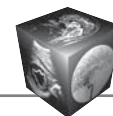


Таблица. TNM- и FIGO- классификации рака шейки матки

Table. TNM- and FIGO-classifications for cervical cancer

Критерий T	Стадия FIGO	Первичная опухоль
TX		Первичная опухоль не может быть оценена
T0		Нет признаков первичной опухоли
T1	I	Опухоль ограничена маткой (распространение на тело матки не учитывается)
T1a	IA	Инвазивный рак с глубиной инвазии не более 5 мм. Горизонтальное распространение не должно превышать 7 мм. Вовлечение микрососудистого русла, венозного или лимфатического, не влияет на классификацию
T1a1	IA1	Глубина инвазии не более 3 мм. Горизонтальное распространение не должно превышать 7 мм
T1a2	IA2	Глубина инвазии более 3 мм, но не более 5 мм (измеряется от базальной мембраны поверхностного или железистого эпителия) Горизонтальное распространение не должно превышать 7 мм
T1b	IB	Клинически определяемая опухоль шейки матки либо микроскопически определяемый рак с глубиной инвазии более 5 мм
T1b1	IB1	Размеры опухоли не более 4 см в наибольшем измерении
T1b2	IB2	Размеры опухоли более 4 см в наибольшем измерении
T2	II	Опухоль, распространившаяся за пределы матки, без перехода на стенки таза и поражения нижней трети влагалища
T2a	IIA	Опухоль без параметральной инвазии
T2a1	IIA1	Размеры опухоли не более 4 см
T2a2	IIA2	Размеры опухоли более 4 см
T2b	IIB	Опухоль с вовлечением параметрия
T3	III	Опухоль, вовлекающая стенки таза или нижнюю треть влагалища, а также все случаи рака шейки матки с гидронефрозом и нефункционирующей почкой
T3a	IIIA	С вовлечением влагалища, однако без инвазии в стенки таза
T3b	IIIB	Распространение на стенку таза или гидронефроз и нефункционирующая почка
IV	IVA	Опухоль, распространившаяся за пределы таза или прорастающая слизистую оболочку мочевого пузыря или прямой кишки
NX		Регионарные лимфатические узлы не могут быть оценены
N0		Нет признаков поражения регионарных лимфатических узлов
N0 (i+)		Отдельные опухолевые клетки в регионарных лимфатических узлах не более чем 0,2 мм
N1		Метастатическое поражение регионарных лимфатических узлов
M0		Отсутствие отдаленных метастазов
M1	IVB	Наличие отдаленных метастазов



локальной распространенности РШМ вследствие лучшей контрастности мягких тканей [7]. Благодаря таким техническим достижениям, как использование эндовагинальной катушки и функциональных методик визуализации – последовательностей с динамическим контрастным усилением (ДКУ) и диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), даже небольшие по размеру опухоли шейки матки (≤ 1 см) могут быть выявлены при МРТ [8].

По МР-данным можно определить морфологию опухоли, ее объем, характер роста и степень распространенности изменений (инфильтрацию параметрия и боковых стенок таза, вовлечение соседних органов). Кроме того, МРТ является методом мониторинга эффективности лечения пациенток, страдающих РШМ, а также применяется при выявлении рецидива заболевания.

Таким образом, данные, полученные при МРТ, позволяют уточнить клиническую стадию и выявить важные прогностические факторы заболевания. Ввиду того что метод характеризуется высокой отрицательной прогностической ценностью (94–100%) при оценке параметральной инвазии, результаты исследований позволяют отобрать кандидатов для хирургического лечения [9]. В случае неоднозначных данных клинического обследования или при невозможности его проведения (выраженный дискомфорт пациентки, избыточная масса тела и др.) МРТ является методом, на основе которого может быть спланировано дальнейшее лечение.

Подготовка и планирование исследования

Согласно данным Европейского сообщества урогенитальной радиологии (European Society of Urogenital Radiology, ESUR) от 2011 г., эффективность мероприятий по подготовке пациентов к исследованию органов малого таза весьма относительна [10]. Тем не менее с целью улучшения качества исследования были предложены следующие рекомендации: воздержаться от приема пищи за 6–8 ч до исследования, непосредственно перед МРТ с целью минимизации артефактов от перистальтики необходимо внутримышечно ввести препараты, оказывающие расслабляющее воздействие на гладкую мускулатуру кишечника (1 мг глюкагона или 20 мг бутил-скополамина при отсутствии противопоказаний). Альтернативой является пероральный прием препаратов, снижающих перистальтику кишки, за 1–2 ч до начала исследования, а также использование утяжелителей во время исследования, размещаемых на животе (например, подушки с песком). Дыхательные артефакты, обусловленные движением передней

брюшной стенки, могут быть минимизированы за счет сатураторов, выставляемых на область передней брюшной стенки, перед мочевым пузырем.

Мочевой пузырь должен быть умеренно наполнен, чтобы избежать искажения анатомии тазовых органов.

При визуализации органов малого таза, в том числе шейки матки, как правило, используют поверхностную радиочастотную абдоминальную катушку (BodyCoil). Эндовагинальная катушка более чувствительна, чем внешняя катушка, при выявлении небольших опухолей, однако при избыточной массе тела ее использование ограничено ввиду малого поля обзора и технических трудностей установки [8].

Согласно данным литературы, выполнение исследования на МР-томографе с напряженностью магнитного поля 3 Тл может улучшить пространственное разрешение, однако статистически значимых различий между МР-томографами 1,5 и 3,0 Тл в диагностической точности, чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного (PPV) или отрицательного результата при стадировании пациенток с карциномой шейки матки выявлено не было [10].

МРТ следует проводить по меньшей мере через 10 дней после биопсии, чтобы избежать ложноположительных результатов вследствие местной воспалительной реакции.

Ввиду того что шейка матки существенно не меняет свою структуру на протяжении менструального цикла, для визуализации изменений можно проводить МР-исследование без привязки к циклу.

Из вышесказанного следует, что для получения изображений высокого качества и минимизации вероятных артефактов определяющими факторами являются обязательная предварительная подготовка пациенток и выполнение исследований на высокопольных МР-томографах.

Методика сканирования

На сегодняшний день разработаны рекомендации по проведению МР-исследований у пациенток с РШМ, утвержденные Европейским сообществом урогенитальной радиологии (European Society of Urogenital Radiology, ESUR) от 2011 г. [10].

Одной из основных последовательностей в протоколе сканирования при диагностике РШМ являются обзорные T2-взвешенные изображения (ВИ), выполненные в нескольких плоскостях (аксиальная, сагиттальная, корональная). Нормальную МР-анатомию шейки матки можно визуализировать на T2ВИ в сагиттальной и аксиальной плоско-

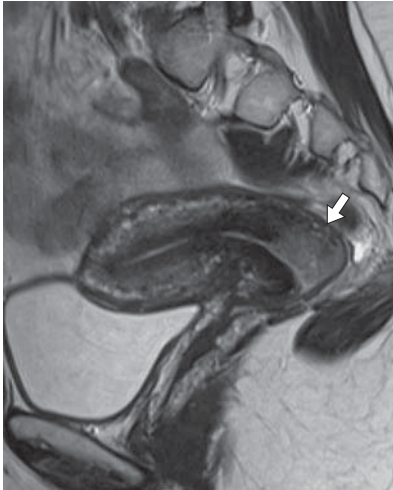


Рис. 1. Т2ВИ в сагиттальной плоскости. Опухоль шейки матки (стрелка).

Fig. 1. T2-weighted images in the sagittal plane. Tumor of the cervix (arrow).

стях, где достаточно четко прослеживается анатомическая зональность органа.

Данная импульсная последовательность (ИП) позволяет дифференцировать опухолевую ткань и строму шейки матки. На сагиттальных и аксиальных срезах измеряются размеры опухолевого узла, определяется распространение процесса на тело матки, своды и стенки влагалища, тазовую брюшину, а также взаимоотношение опухоли со стенками прямой кишки и мочевого пузыря. Кроме того, на этих изображениях хорошо визуализируется структура лимфатических узлов.

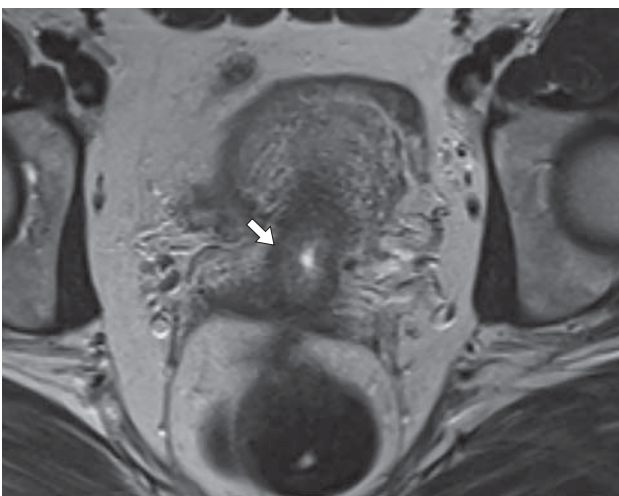


Рис. 2. Т2ВИ в аксиальной плоскости. Опухоль шейки матки с эндофитным типом роста (стрелка).

Fig. 2. T2-weighted images in the axial plane. Cervical tumor with endophytic type of growth (arrow).

На Т2ВИ при РШМ в большинстве случаев опухолевые массы имеют неоднородный сигнал средней или повышенной интенсивности, что позволяет дифференцировать их от низкоинтенсивной неизменной стромы (рис. 1). При крупных новообразованиях структура опухоли становится неоднородной, что обусловлено появлением участков отека и некроза.

При экзофитном типе роста опухоль легко визуализируется при кольпоскопии. Однако в случаях эндоцервикального роста опухоли клинический осмотр, как правило, недооценивает размер и распространенность опухоли, в то время как МРТ характеризуется достаточно высокими показателями точности при оценке размеров опухоли (рис. 2) [8].

К сожалению, как при клиническом осмотре, так и при МР-исследовании фоновые процессы (цервикальные полипы или множественные кисты) могут обуславливать недостоверную оценку опухолевого процесса (рис. 3).

Другой диагностической проблемой является оценка параметральной инвазии. Одним из эффективных способов ее решения считается повышение пространственного разрешения полученных изображений. Т2ВИ получают с толщиной срезов не более 3 мм, ориентированных строго перпендикулярно и строго параллельно длинной оси шейки матки (рис. 4) [8].

Т1ВИ также являются обязательными в протоколе сканирования. На Т1ВИ новообразования шейки матки визуализировать затруднительно, так как они имеют ту же интенсивность сигнала,

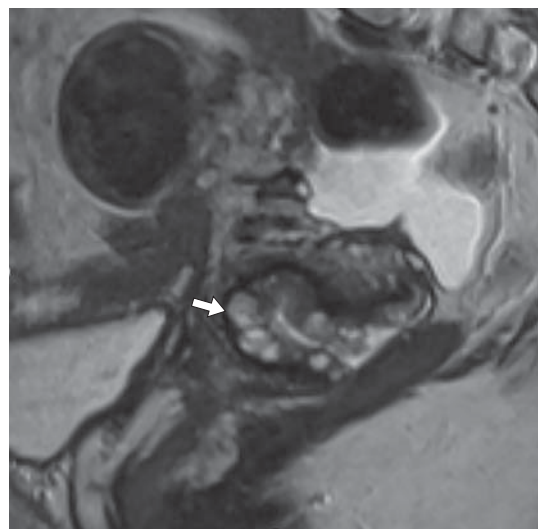


Рис. 3. Т2ВИ в сагиттальной плоскости. Опухоль шейки матки на фоне множественных кист (стрелка).

Fig. 3. T2-weighted images in the sagittal plane. Tumor of the cervix among multiple cysts (arrow).

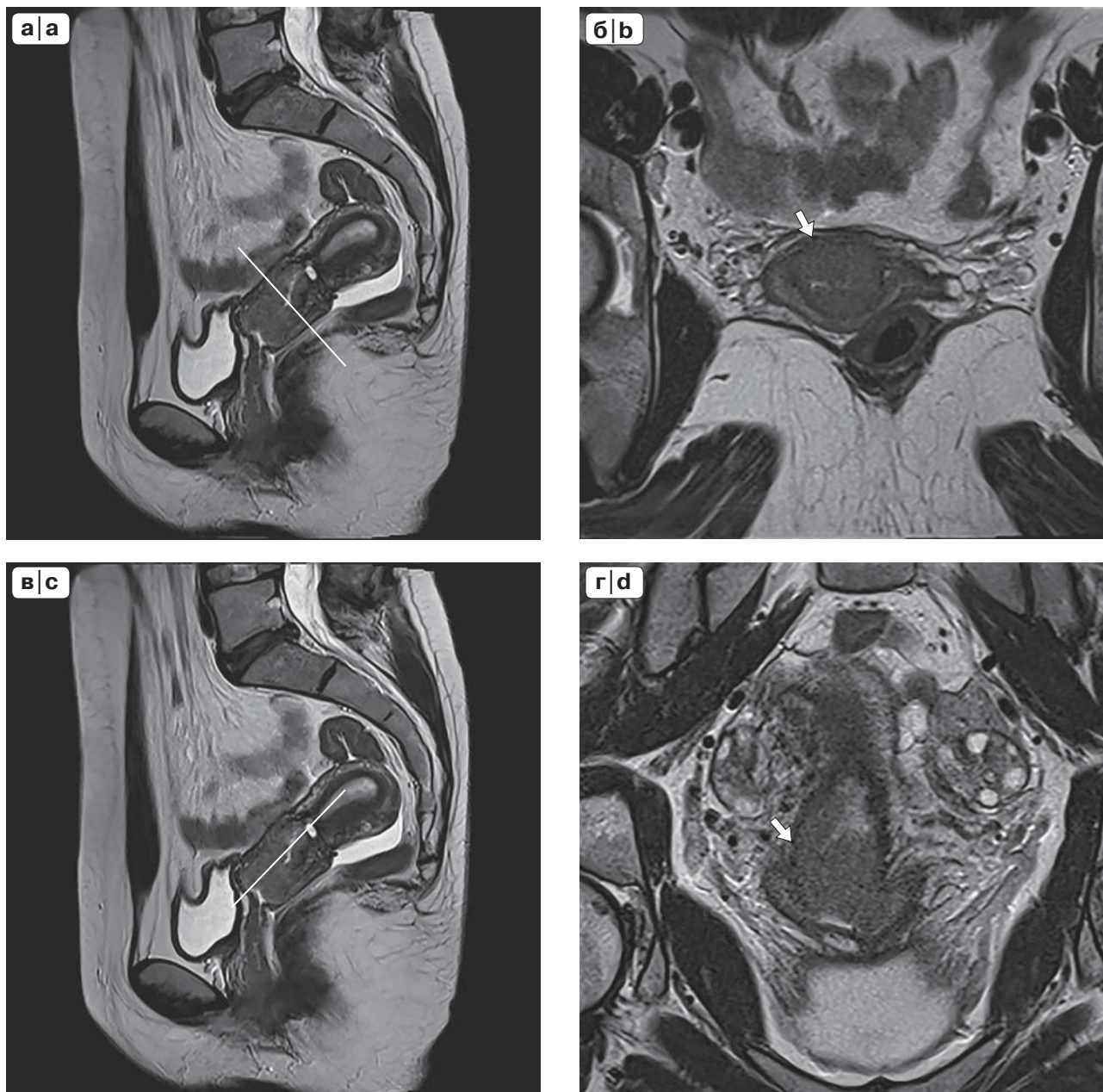
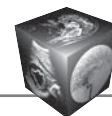


Рис. 4. T2ВИ в сагиттальной плоскости: референсная линия ориентирована перпендикулярно оси шейки матки (а); T2ВИ высокого разрешения в аксиальной плоскости (б); T2ВИ в сагиттальной плоскости: референсная линия ориентирована параллельно оси шейки матки (в); T2ВИ высокого разрешения в коронарной плоскости (г). Опухоль шейки матки (стрелки).

Fig. 4. T2-weighted images in the sagittal plane: the reference line is oriented perpendicular to the cervical axis (a); T2 high resolution in the axial plane (b); T2 in the sagittal plane: the reference line is oriented parallel to the cervical axis (c); T2 high resolution in the coronal plane (d). Cervical tumor (arrow).

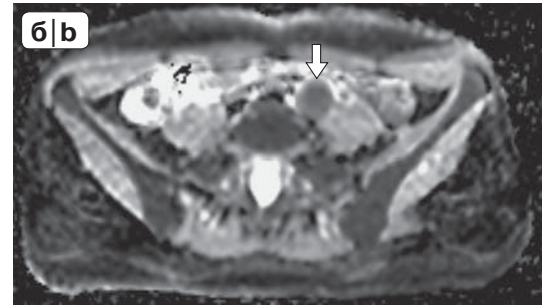
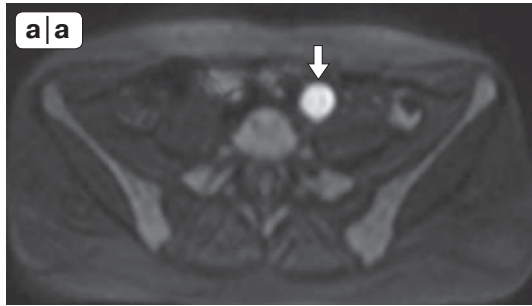


Рис. 5. Обзорные ДВИ в аксиальной плоскости с высоким b-фактором ($b = 800$) (а), ИКД-карта (б). Опухоль шейки матки (стрелка).

Fig. 5. Overviewing diffusion-weighted images in the axial plane with a high b-value ($b = 800$) (a), ADC (b). Cervical tumor (arrow).

что и окружающая неизменная ткань. Тем не менее данная ИП с большим полем обзора весьма полезна в оценке костных структур, также применяется для визуализации лимфатических узлов, кистозных образований с белковым/геморрагическим компонентами.

ДВИ и ДКУ, согласно рекомендациям ESUR, являются необязательными, однако в многочисленных исследованиях показали высокую эффективность в решении спорных вопросов при трактовке Т2ВИ.

ДВИ основаны на принципе рестрикции скорости броуновского движения молекул воды и тем самым дают информацию о выраженности межклеточного пространства и сохранности клеточных мембран [11].

Суммарная характеристика диффузии в ткани может быть количественно измерена и представ-

лена в виде параметра, который называется измеряемый коэффициент диффузии (ИКД). В тканях с нормальной клеточной плотностью (большинство неизменных мягких тканей) или низкой клеточной плотностью (жидкости) молекулы воды могут довольно свободно диффундировать. Это отражается в виде зон высокой интенсивности на ИКД-картах и соответственно низким МР-сигналом на ДВИ с высоким b-фактором. В тканях с повышенной клеточной плотностью (в опухолевой ткани) межклеточного пространства меньше и за счет этого движение молекул воды ограничено, что отражается в виде зон пониженной интенсивности на ИКД-картах, а на ДВИ с высоким фактором участками высокого МР-сигнала. Поскольку в нормальных тканях МР-сигнал на ИКД-карте повышен, то низкий сигнал от опухоли на этом фоне определяется отчетливо, что делает ДВИ весьма перспективной методикой в визуализации злокачественных новообразований [12]. Однако, следует иметь в виду, что изменения с геморрагическим компонентом и очаги хронического гранулематозного воспаления могут также обуславливать зоны ограничения диффузии, что приводит к неверной трактовке изменений по ДВИ [13, 14].

Как правило, в стандартный протокол включаются обзорные ДВИ для визуализации регионарных лимфатических узлов и поиска очагов в костях таза (рис. 5), а также прицельные ДВИ высокого разрешения для оценки параметральной инвазии и изменений опухоли на фоне проведенного лечения (рис. 6).

С помощью динамического внутривенного контрастирования можно оценить васкуляризацию тканей за счет повышенной плотности сосудов и высокой проницаемости стенок капилляров, что характеризует усиленную перфузию опухоли. Варианты контрастирования опухоли связаны с гистопатологическими типами: опухоли, характеризующиеся более быстрым накоплением пара-

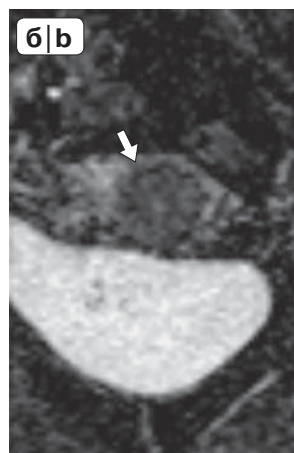
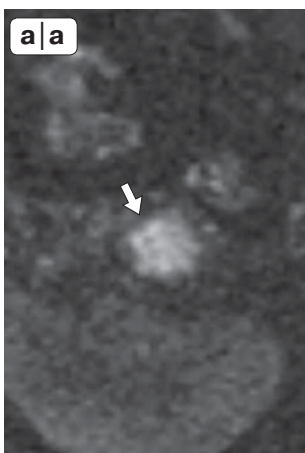


Рис. 6. Прицельные ДВИ в аксиальной плоскости с высоким b-фактором ($b = 800$) (а), ИКД-карта (б). Опухоль шейки матки (стрелка).

Fig. 6. High resolution diffusion-weighted images in the axial plane with high b-value ($b = 800$) (a), ADC (b). Cervical tumor (arrow).

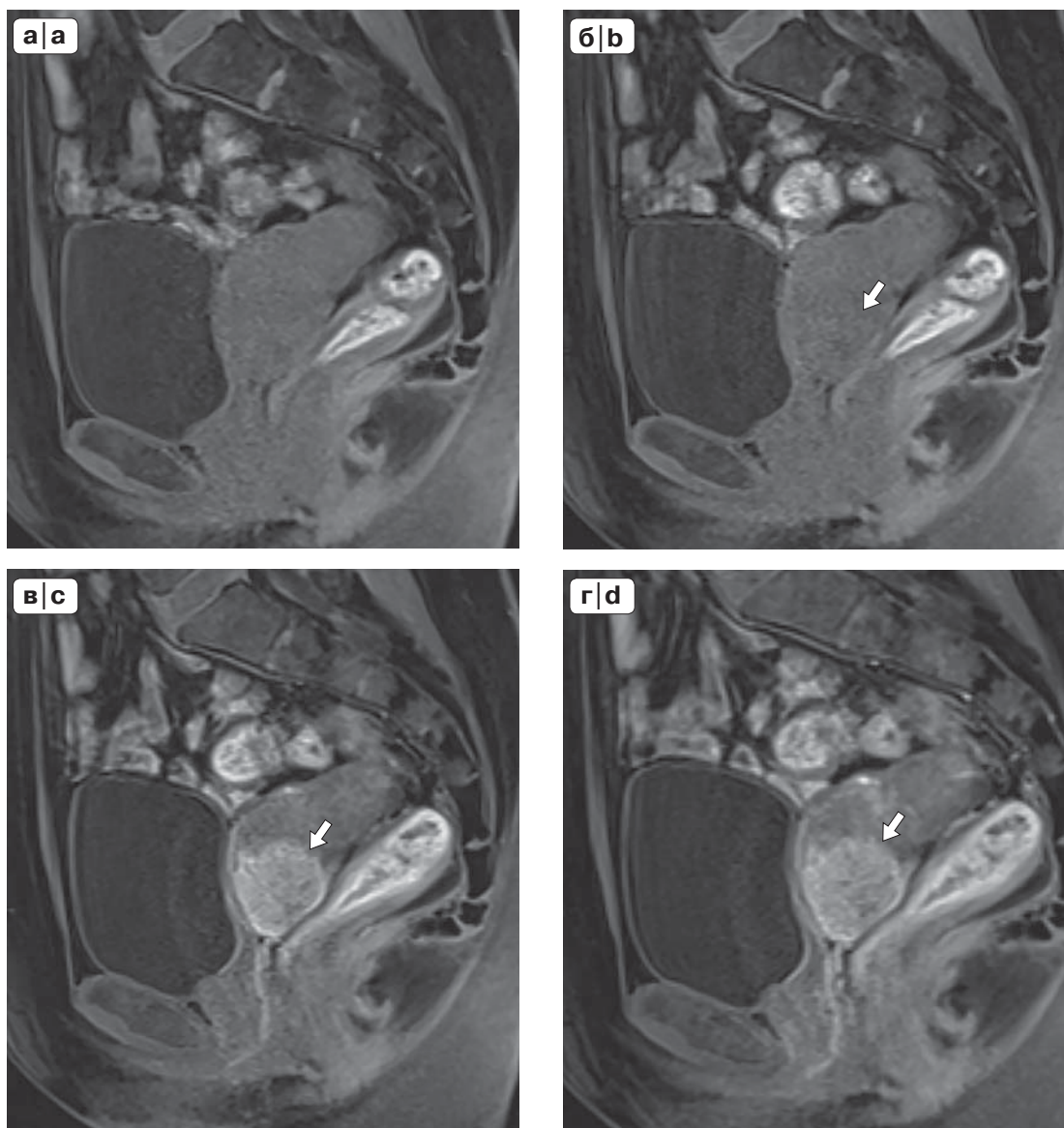
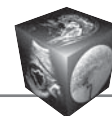


Рис. 7. Динамическое внутривенное контрастирование Т1ВИ с жироподавлением (а–г). Опухоль шейки матки (стрелка).

Fig. 7. Dynamic contrast enhancement T1-weighted images with fat suppression (a–d). Cervical tumor (arrow).

магнетика, считаются более агрессивными по своей биологической природе. Эта методика также помогает в оценке эффекта проводимой терапии. Так, в случае эффективного лечения отмечается снижение перфузии опухоли. Кроме того, одним из преимуществ данной ИП является визуализация небольших по размеру опухолей шейки матки (неопределяемых на Т2ВИ). Для этого после введения парамагнетика (дозировка – 0,2 мл/кг массы тела) выполняются сагиттальные Т1ВИ с жироподавлением с интервалом 7 с в течение 2–3 мин (рис. 7). Кроме того, сагиттальные постконтрастные сканы позволяют зачастую более

точно оценить инвазию соседних органов и визуализировать свищевые ходы.

Таким образом, наиболее информативными ИП для визуализации изменений в шейке матки и органах малого таза являются нативные Т1ВИ, обзорные и прицельные Т2ВИ, а также рекомендуемые обществом ESUR ДВИ и динамическое внутривенное контрастирование.

Стадирование РШМ на основе МРТ

Несмотря на то что на сегодняшний день классификация FIGO подтверждает использование

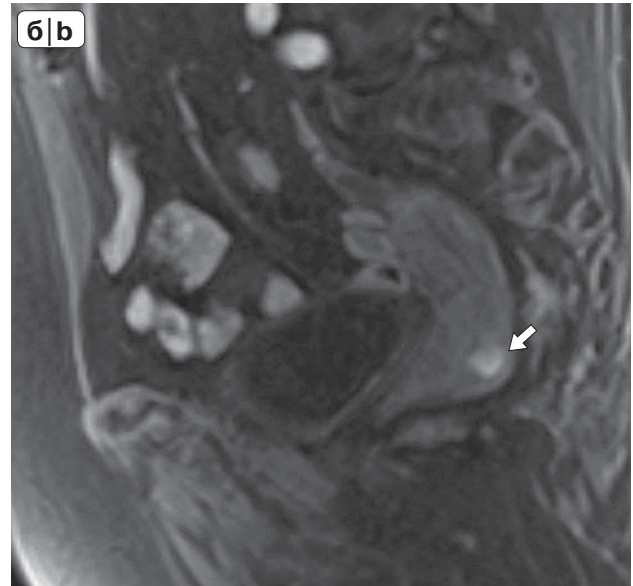
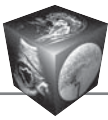


Рис. 8. Опухоль шейки матки на T2ВИ в сагиттальной плоскости (а) (стрелка) и на постконтрастном T1ВИ с жироподавлением (б) (стрелка).

Fig. 8. Tumor of the cervix on T2-weighted images in the sagittal plane (a) (arrow) and on post-contrast T1 with fat suppression (b) (arrow).

методик лучевой диагностики только в качестве дополнительных технологий стадирования РШМ, большинство исследователей показали, что визуализация с помощью МРТ значительно превосходит по эффективности клиническое обследование при определении стадии РШМ [15]. Точность, чувствительность и специфичность МРТ в оценке местной распространенности РШМ в среднем составляет 74, 80 и 86% соответственно, тогда как средняя точность при клиническом осмотре не превышает ~ 61%. Значения прогностической ценности положительного и отрицательного результатов составляют 77 и 87% соответственно [16].

При начальных стадиях РШМ одним из значимых критериев визуализации опухоли является четкая дифференцировка слоя эпителиальной выстилки экзо- и эндоцервикса, толщина которой в норме не превышает 3,0 мм. При этом опухолевый процесс необходимо дифференцировать с воспалительным, который чаще характеризуется диффузным утолщением эпителия на всем протяжении, тогда как опухолевые изменения локализуются на ограниченном участке. В случае инвазивного роста опухоли отмечается нарушение зональной анатомии, т.е. отсутствие четкой границы между эпителием и подлежащей фиброзной стромой. В случае незначительной стромальной инвазии (≤ 5 мм) МР-картина при РШМ может не иметь отличий от МР-изображений неизменной шейки матки.

Общепринято, что стадия IB1 является наиболее ранней для МР-визуализации (рис. 8), так как при стадии IA имеются микроскопические изменения, которые визуализировать при МРТ крайне затруднительно [17].

При стадии IB2 (рис. 9) опухолевые изменения могут достигать внутреннего зева с распространением на тело матки, что при клиническом осмотре выявить затруднительно. При этом МРТ характеризуется высокими показателями чувствительности (86–91%) и специфичности (94–96%) в оценке распространения опухоли на тело матки [15].

Стадия II характеризуется распространением опухоли за пределы шейки матки. В процесс может быть вовлечено влагалище (на уровне верхней и средней трети), что на T2ВИ определяется как неравномерное утолщение стенки с неоднородно повышенным МР-сигналом по сравнению с неизменными гипоинтенсивными стенками (стадия IIA) (рис. 10).

Иногда данные МРТ могут давать переоценку и недооценку степени поражения влагалища. Часто это происходит, когда крупные по размеру опухоли растягивают стенку влагалища так, что невозможно ее четко визуализировать. Тем не менее, согласно данным литературы, точность МРТ при оценке инвазии влагалища колеблется от 86 до 93% [6].

Распространение опухоли за пределы стромы на параметральную клетчатку характеризует ста-

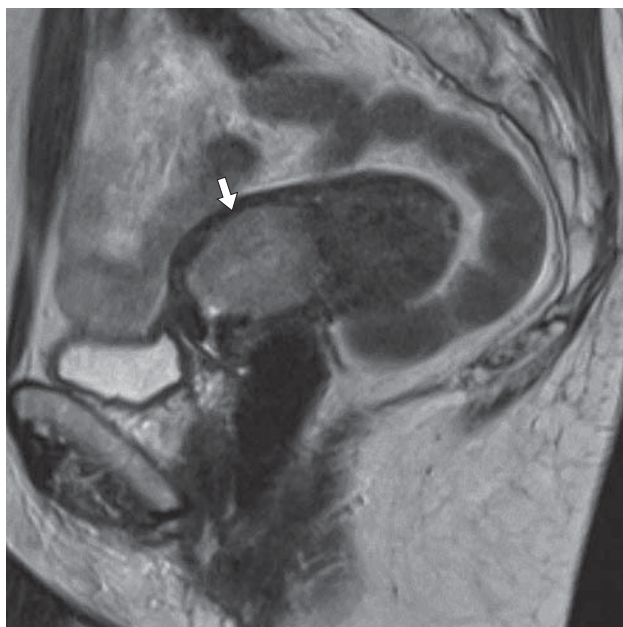
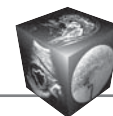


Рис. 9. Опухоль шейки матки (стрелка) на T2ВИ в сагиттальной плоскости.

Fig. 9. Tumor of the cervix (arrow) on T2-weighted images in the sagittal plane.

дию IIВ. Наглядным признаком параметральной инвазии является разрыв гипоинтенсивного на T2ВИ стромального кольца шейки матки в сочетании с неровным, нечетким контуром опухолевого узла на уровне предполагаемой инвазии и вовлечением параметральных сосудов (рис. 11) [18].

Следует помнить, что параметральная инвазия может быть переоценена на T2ВИ, особенно при больших опухолях, которые вызывают реактивные отечные изменения окружающей клетчатки вследствие прямой компрессии опухолью [11]. Кроме того, к причинам ошибок при оценке распространенности РШМ относят сопутствующую воспалительную инфильтрацию, а также постбиопсийные изменения, затрудняющие оценку глубины инвазии. Использование функциональных методик, таких как ДВИ, позволяет повысить возможности дифференциальной диагностики реактивных изменений и опухолевой ткани. Однако возможности ДВИ ограничены ввиду низкого пространственного разрешения и слабого отражения особенностей анатомо-гистологического строения; поэтому должны всегда оцениваться в совокупности с T2ВИ высокого разрешения. При добавлении результатов МРТ к клиническим данным показатели прогностической способности последних значительно возрастают [8]. В совокупности точность, чувствительность и специфичность МРТ

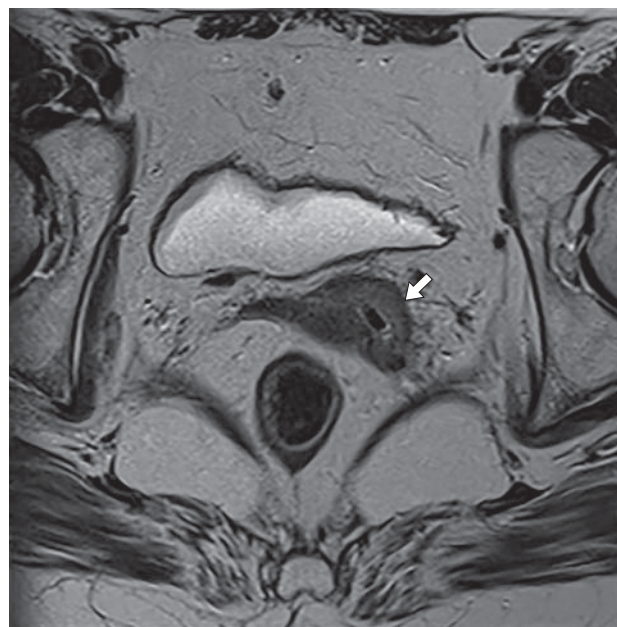


Рис. 10. T2ВИ в аксиальной плоскости. Утолщение передней стенки влагалища за счет опухолевой ткани (стрелка).

Fig. 10. T2-weighted images in the axial plane. Thickening of the anterior wall of the vagina due to tumor tissue (arrow).

в выявлении параметральной инвазии достигают, по разным данным, 88–97%, 38–100% и 96–99% соответственно [8]. При этом интактное гипоинтенсивное стромальное кольцо вокруг шейки матки на T2ВИ в аксиальной плоскости является одним из главных критериев исключения инвазии в параметрий, что обуславливает высокие показатели специфичности [19].

Стадия IIIA предполагает распространение опухоли на нижнюю треть влагалища без вовлечения боковых стенок таза. Иногда в этих случаях определяется поверхностная инвазия задней стенки мочевого пузыря без поражения слизистой оболочки.

На стадии IIIB край опухоли определяется на расстоянии менее 3 мм от боковой стенки таза, нередко имеются гидроуретер, инфильтрация внутренней запирающей мышцы и леваторов (рис. 12), также возможны вовлечение подвздошных сосудов и контактная деструкция костей таза [20].

Стадия IV на T2ВИ характеризуется распространением опухолевых изменений до слизистой мочевого пузыря (чувствительность до 75%) или прямой кишки (чувствительность до 71%). При этом МРТ обладает 100% отрицательным прогностическим значением оценки такого поражения.

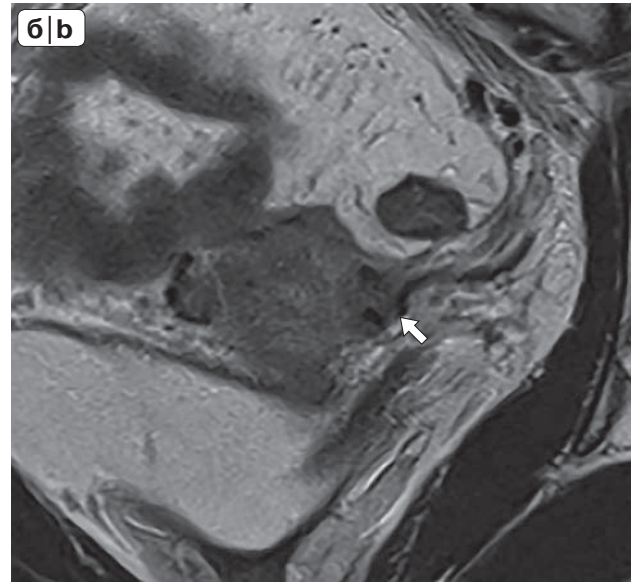
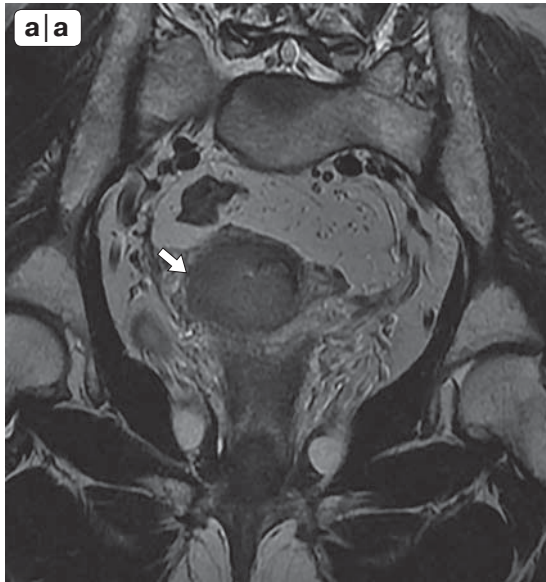
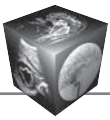


Рис. 11. Прицельные Т2ВИ в аксиальной плоскости: распространение опухоли на параметрий (а) (стрелка), инвазия параметральных сосудов (б) (стрелка).

Fig. 11. High resolution T2-weighted images in the axial plane: tumor spread to the parametrium (a) (arrow), invasion of parametrial vessels (b) (arrow).

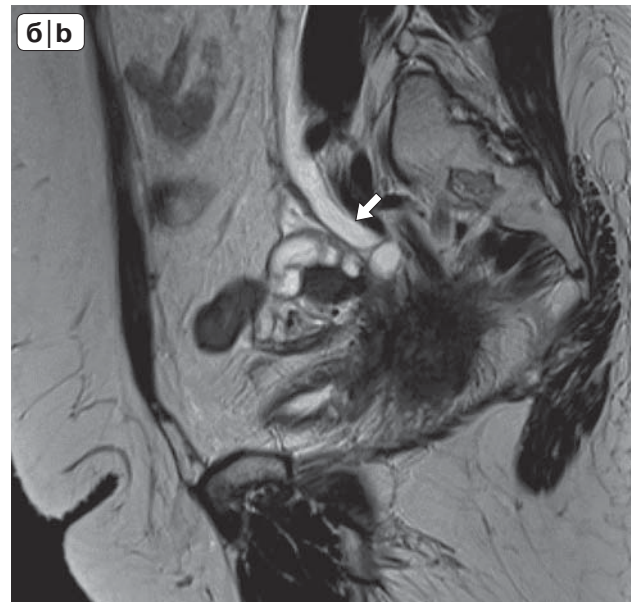
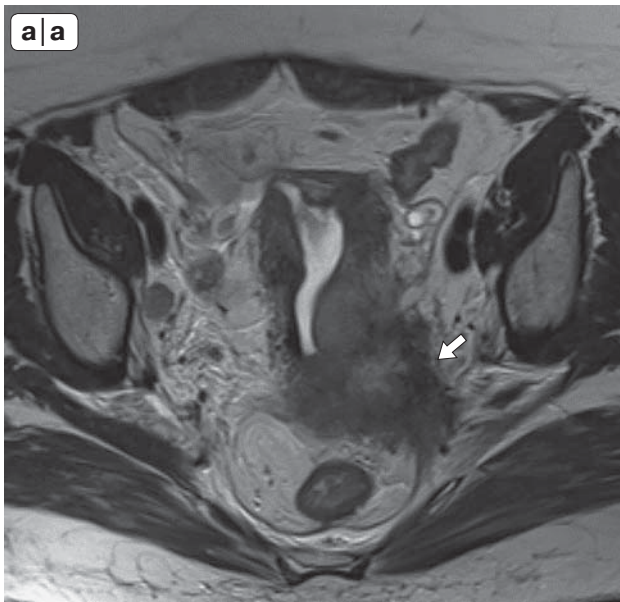


Рис. 12. Обзорные Т2ВИ в аксиальной плоскости (а): опухоль шейки матки (стрелка) с инвазией параметрия, мезоректальной фасции, тазовой брюшины, внутренних подвздошных сосудов. Т2ВИ в сагиттальной плоскости (б): гидроуретер (стрелка).

Fig. 12. Overviewing T2-weighted images in the axial plane (a): cervical tumor (arrow) with invasion of parametrium, mesorectal fascia, pelvic peritoneum, internal iliac vessels. T2-weighted images in the sagittal plane (b): hydroureter (arrow).

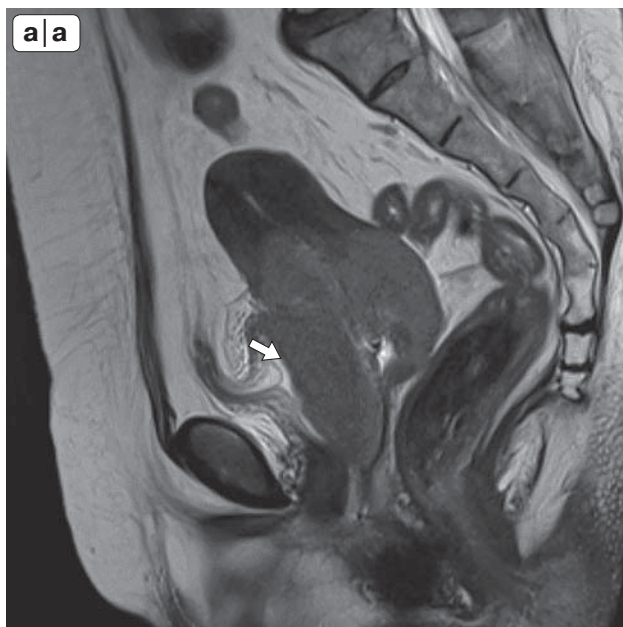
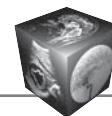


Рис. 13. T2ВИ в сагиттальной плоскости (а): опухоль шейки матки с глубокой инвазией стенки мочевого пузыря (стрелка); T2ВИ в аксиальной плоскости (б): инвазия стенки среднеампулярного отдела прямой кишки (стрелка).

Fig. 13. T2-weighted images in the sagittal plane (a): cervical tumor with deep invasion of the bladder wall (arrow); T2-weighted images in the axial plane (b): invasion of the mid rectum wall (arrow).

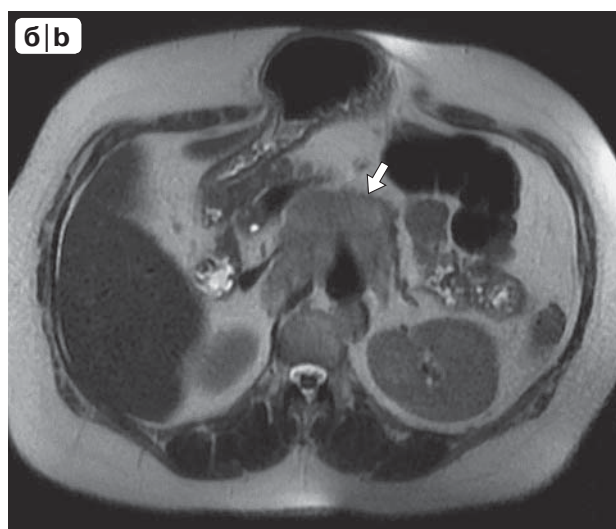
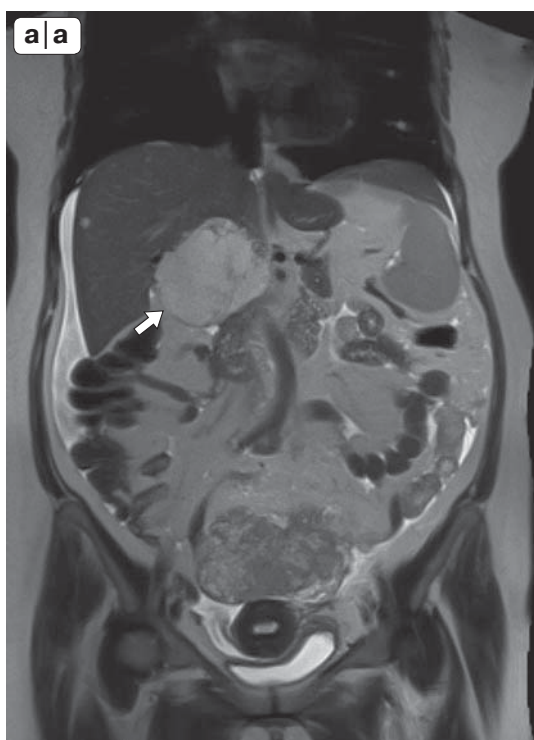
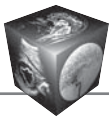


Рис. 14. Обзорные T2ВИ в корональной (а) и аксиальной (б) плоскостях: узел по капсуле печени (стрелка), конгломерат парааортальных лимфатических узлов (стрелка).

Fig. 14. Overlooking T2-weighted images in the coronal (a) and axial (b) planes: node along the liver capsule (arrow), conglomerate of para-aortic lymph nodes (arrow).



При IVA-стадии определяются признаки трансмуральной инвазии, включая слизистую, мочевого пузыря и прямой кишки в виде локального или диффузного изменения сигнала на T2ВИ, возможно формирование дополнительных узловых образований. Однако нельзя путать, что неравномерное утолщение слизистой мочевого пузыря, характеризующееся повышенным сигналом на T2ВИ, является чаще признаком реактивных изменений, чем прямой инвазией [20]. Поэтому равномерное утолщение и гиперинтенсивный сигнал от стенок мочевого пузыря или стенок прямой кишки на T2ВИ характеризуют их реактивный отек, а не инвазию опухоли. Более того, отчетливая визуализация прослойки жировой клетчатки между опухолью и стенками мочевого пузыря или прямой кишки надежно исключает инвазию в орган (с точностью до 100%) [20] (рис. 13).

Стадия IVB РШМ означает выявление вторичного поражения печени, легких, костей, брюшины и мягких тканей (рис. 14). Реже могут определяться метастазы в надпочечники, селезенку, почки, поджелудочную железу и органы желудочно-кишечного тракта.

Оценка лимфатических узлов

Вторичное поражение лимфатических узлов (ЛУ) является одним из важных неблагоприятных факторов прогноза для пациентов, страдающих РШМ. Выявление измененных ЛУ влияет на тактику лечения, включая определение необходимости и объема лимфодиссекции [21]. Поэтому крайне важно отличать нормальные тазовые ЛУ от метастатических до планирования оперативного лечения. Однако точная диагностика пораженных ЛУ является непростой задачей. Даже при комбинации наиболее эффективных методов визуализации, включая МРТ, компьютерную томографию (КТ), позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ) [21], к сожалению, невозможно определить микрометастазирование в ЛУ. Оценка, как правило, проводится на основании морфологических критериев: размер, форма, контуры, структура, а функциональные изменения неспецифичны.

Нормальные ЛУ имеют овоидную или округлую форму, четкий ровный контур, за исключением области ворот; их гомогенная структура характеризуется сигналом умеренной интенсивности на T2ВИ с гипоинтенсивным ободком, пониженным МР-сигналом на T1ВИ и повышенным МР-сигналом на ДВИ с высоким фактором, а также интенсивным гомогенным накоплением контрастного препарата (рис. 15).

Традиционный подход при оценке изменений в ЛУ основывается на одном из морфологических

критериев – размере. На сегодняшний день общепризнанным считается, что узел является подозрительным, если его диаметр в поперечнике > 10 мм [22].

Однако дифференциальная диагностика увеличенных метастатических и гиперплазированных ЛУ, а также выявление в неувеличенных ЛУ микрометастазов на основании методик МРТ несколько ограничена [22]. Так, по данным литературы, диагностическая точность метода составляет около 80%, чувствительность – около 50%, а специфичность – около 80%, даже при использовании других дополнительных морфологических критериев поражения ЛУ [21].

Ведется поиск дополнительных морфологических критериев, который призван повысить эффективность диагностики метастатического поражения ЛУ. В качестве таких критериев предлагаются: округлая форма, нечеткий неровный контур, гетерогенная структура на T2ВИ (рис. 16). В ряде исследований доказано, что наличие зоны центрального некроза является 100% доказательством поражения ЛУ (PPV = 100%) [23] (рис. 17).

Ранее считалось, что методика ДВИ имела перспективы в дифференциальной диагностике метастатических и неизмененных ЛУ, поскольку отражает соотношение клеточного компонента и межклеточного пространства. Последующие исследования показали низкую специфичность ДВИ в дифференциальной диагностике пораженных ЛУ [24]. Сегодня ДВИ считается достаточно эффективной методикой в визуализации любых ЛУ, как пораженных, так и неизмененных.

Определенные надежды в решении проблемы дифференциальной диагностики пораженных ЛУ возлагают на технологию контрастирования сверхмалыми парамагнитными частицами оксида железа (USPIO). Первичные исследования показали достаточно обнадеживающие результаты: чувствительность и специфичность варьируют от 90,5 до 100% и от 80 до 95,7% соответственно [21]. Однако для этой методики характерны ложноположительные результаты (реактивная гиперплазия, воспаление или гранулематозное заболевание). Более того, этот контрастный агент в настоящее время недоступен в большинстве стран, а используется только в некоторых научных программах.

ПЭТ может предоставить информацию о метаболической активности в случаях, когда измененные узлы характеризуются аномальным захватом фтордезоксиглюкозы, что редко происходит без значительного увеличения их в размерах [25]. Поэтому низкая специфичность этой методики и невысокое пространственное разрешение не по-

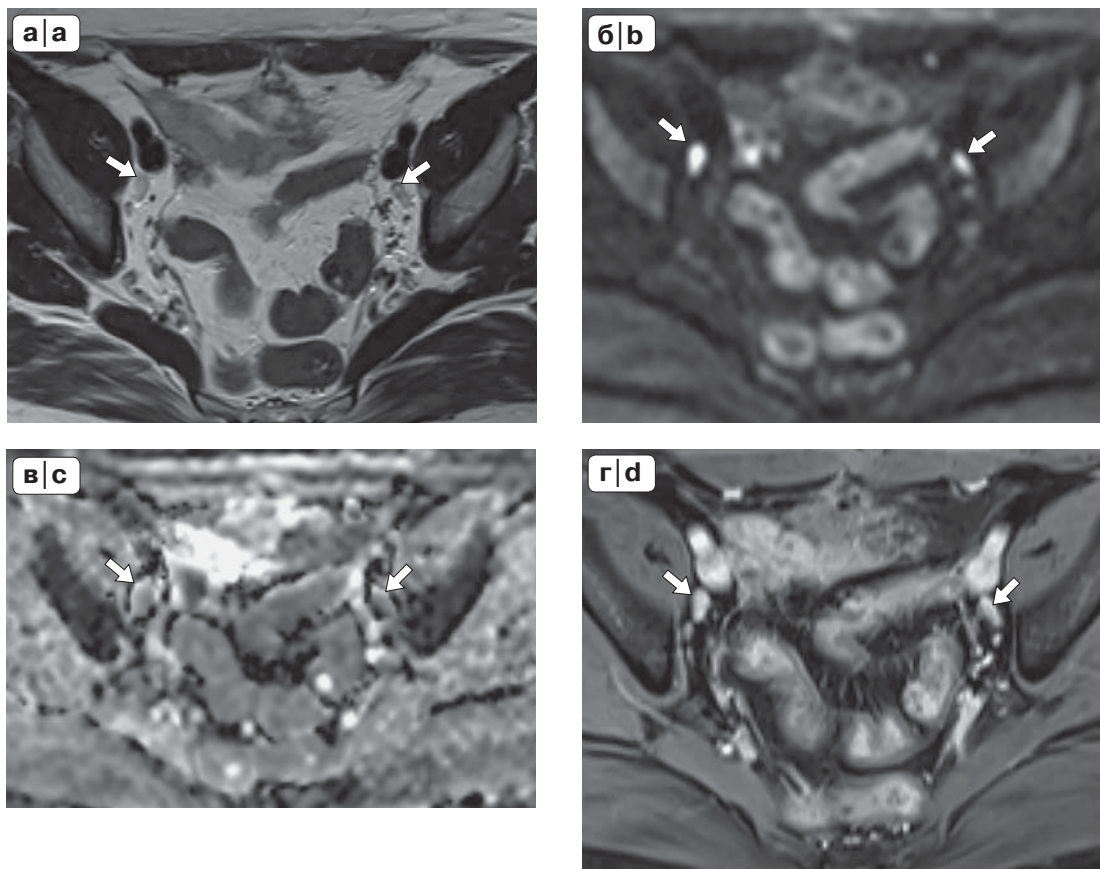
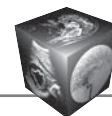


Рис. 15. Обзорные T2ВИ в аксиальной плоскости (а), ДВИ (b = 800) (б), ИКД-карта (в), T1ВИ с внутривенным контрастированием (г). Неизмененный наружный подвздошный лимфатический узел (стрелка).

Fig. 15. Overviewing T2-weighted images in the axial plane (a), diffusion-weighted images (b = 800) (b), ADC (c), T1-weighted images with contrast enhancement (d). Unchanged external iliac lymph node (arrow).

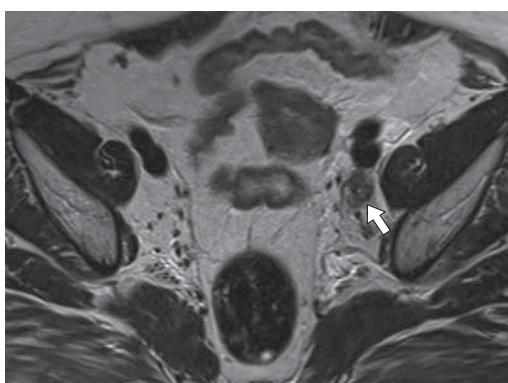


Рис. 16. Прицельное T2ВИ в аксиальной плоскости. Вторично измененный наружный подвздошный лимфатический узел (стрелка).

Fig. 16. High resolution T2-weighted images in the axial plane. Metastatic external iliac lymph node (arrow).

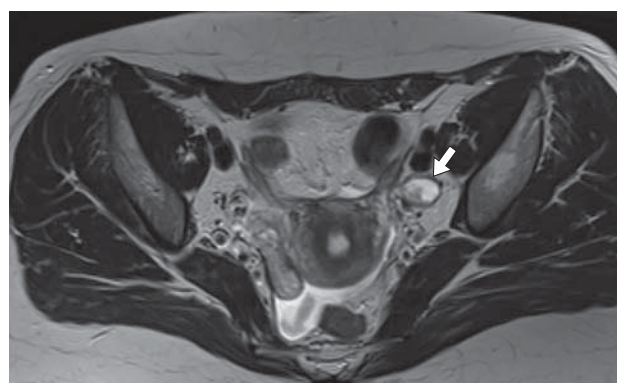
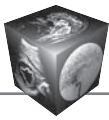


Рис. 17. T2ВИ в аксиальной плоскости. Вторично измененный наружный подвздошный лимфатический узел с зоной центрального некроза (стрелка).

Fig. 17. T2-weighted images in the axial plane. Metastatic external iliac lymph node with a zone of central necrosis (arrow).



зволяют использовать ее в диагностике минимального поражения.

Таким образом, на сегодняшний день диагностика по-прежнему основывается главным образом на морфологических критериях, таких как увеличение размеров, изменение формы, контура и структуры, в том числе гетерогенное накопление контрастного препарата.

Прогностические факторы и предикторы ответа опухоли на лечение

Общеизвестно, что определение эффективного лечения и течение заболевания отражается в виде многих прогностических факторов. К основным относят стадию заболевания, наличие метастатического поражения ЛУ, размер опухоли, глубину стромальной инвазии, наличие лимфоваскулярной инвазии и в меньшей степени гистологический тип, степень дифференцировки опухоли и возраст пациенток.

Статус ЛУ и количество пораженных ЛУ являются одними из наиболее важных прогностических факторов. Так, при стадии IB–IIA 5-летняя выживаемость при отсутствии метастазов в ЛУ составляет 88–95%, а при наличии – уже 51–78% [26].

Гистологический подтип и степень дифференцировки опухоли могут также определить течение заболевания, ответ на терапию и выживаемость [27]. Данные о том, является ли гистологический тип опухоли прогностическим фактором, все еще неоднозначны. В опубликованных ранее работах значимой корреляции между гистологическим типом, степенью дифференцировки опухоли и показателями выживаемости выявлено не было [28, 29]. Вместе с тем было доказано, что такие редкие опухоли, как нейроэндокринный рак, характеризуются неблагоприятным прогнозом [30]. Общеизвестным является тот факт, что для высокодифференцированных опухолей характерны более благоприятный прогноз и меньшая вероятность возникновения рецидива по сравнению с низкодифференцированными опухолями [31]. Однако данные характеристики опухоли определяются только на основании гистологического заключения и не могут быть однозначно выявлены с помощью инструментальных методик диагностики.

Размер первичной опухоли является одним из основных факторов, который может быть достаточно точно определен на дооперационном этапе с помощью МРТ и используется для планирования лечения.

В работе J.-Y. Park и соавт. (2014) было доказано, что, если опухоль IB1-стадии не визуализиру-

ется при МРТ, прогноз у таких пациенток лучше (за счет более низкой клеточной плотности опухоли), чем у пациенток с той же стадией РШМ, у которых опухоль при МРТ определяется [29].

Другие исследователи показали, что пациентки с опухолями размером менее 20 мм имели показатели общей выживаемости выше, чем пациентки с опухолями размером более чем 20 мм [32, 33].

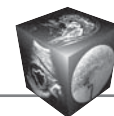
Однако в литературе опубликованы данные о том, что МРТ склонна как к переоценке, так и недооценке размеров опухоли. В первичной диагностике на этапе стадирования переоценка опухоли чаще происходит ввиду наличия перитуморального отека и постбиопсийных изменений, а недооценка – при микроскопических опухолях, на фоне множественных nabotovykh kist, при циркулярном типе роста, при схожих сигнальных характеристиках опухоли и нормальной ткани шейки матки или вследствие технических трудностей сбора данных [29].

В ряде работ отмечено, что размер первичной опухоли коррелирует с вероятностью метастатического поражения ЛУ, а также более коротким безрецидивным периодом [34, 35]. Опухоли Ib1-стадии, визуализируемые на МР-томограммах, характеризовались более высоким риском верификации вторично измененных ЛУ (в 20 раз выше), чем не определяемые на МР-томограммах опухоли той же стадии [36].

Распространение опухолевых изменений на тело матки также является прогностически неблагоприятным фактором. Еще в 1981 г. было доказано, что инвазия эндометрия являлась значимым негативным прогностическим фактором, связанным со снижением общей выживаемости на 10–20% [37].

H. Kim и соавт. (2007) провели ретроспективный анализ 106 пациентов с IB–IIIB-стадией и выявили, что наличие крупной опухоли шейки матки (объем ≥ 30 мл, $p = 0,012$), инвазии тела матки ($p = 0,020$) и вторично измененных ЛУ ($p = 0,040$) оказывало значимое неблагоприятное влияние на общую и безрецидивную выживаемость. Что особенно показательным, согласно мультивариантному анализу в данном исследовании, стадия заболевания по FIGO, клинически определяемый диаметр опухоли и гистологический тип не имели достоверной связи с прогнозом заболевания [35].

Однако в более ранней работе M. Finan и соавт. (1996) было показано, что при опухоли размером ≥ 4 см, измеренным во время физикального обследования, показатели общей и безрецидивной выживаемости хуже, чем при опухолях размером < 4 см. В этой же работе был проанализирован еще один прогностический фактор – глубина инвазии



опухоли в строму шейки матки, который также связан с повышенным риском возникновения вторичных изменений в ЛУ [36].

Наряду с вышеперечисленными прогностическими факторами в последние несколько лет все чаще обращают внимание на критерий лимфоваскулярной инвазии (ЛВИ). При ЛВИ опухолевые клетки инвазивного РШМ определяются в просвете лимфатических и кровеносных сосудов. По данным литературы, ЛВИ выявляется в 43% случаев уже при раннем РШМ и является одним из значимых факторов в распространении опухолевых клеток.

Проспективное хирургическо-патоморфологическое исследование, проведенное Gynecologic Oncologic Group, выявило, что ЛВИ является таким же независимым прогностическим фактором, как размер опухоли и глубина стромальной инвазии. ЛВИ встречалась в 2 раза чаще, а микрометастазы в ЛУ в 10 раз чаще в группе пациенток с последующим выявленным рецидивом [37].

Выделяют ЛВИ в опухоли шейки матки, а также ЛВИ в окружающем ее параметрии [38]. В данном исследовании было доказано, что наличие ЛВИ только в самой опухоли не являлось достоверным предиктором изменений в ЛУ, тогда как параметральная ЛВИ коррелирует с вероятностью выявления метастазов в тазовых и парааортальных ЛУ. Также в работе было доказано, что наличие параметральной ЛВИ достоверно коррелировало с перинеуральной инвазией.

В исследовании W. Yang и соавт. (2017) авторы показали, что при ЛВИ отмечают большую стадию по FIGO, больший размер опухоли, глубокая стромальная инвазия, более низкая дифференцировка, значительно более высокий уровень изменений ЛУ, а также большая вероятность параметральной инвазии [39].

Определение ЛВИ у больных РШМ также важно при решении вопроса об органосохраняющем лечении при минимальных формах у нерожавших женщин. Однако точная предоперационная оценка ЛВИ вызывает трудности ввиду того, что биопсия на основании случайных образцов не дает достоверной информации о ЛВИ [40]. Кроме того, ввиду анатомических и морфологических ограничений выявить достоверные признаки ЛВИ с помощью УЗИ, КТ и МРТ весьма затруднительно [41].

Именно поэтому на настоящий момент ведется активный поиск неинвазивных маркеров с возможностью прогнозирования ЛВИ на дооперационном этапе. Существуют работы, в которых авторы, используя клинические параметры и данные МРТ, разработали специальные радиомикс-нограммы и оценили их способность предсказывать ЛВИ до операции у пациенток с РШМ [42].

Также ряд исследователей использовали функциональные методики, такие как ДВИ с построением ИКД-карт, для предсказания вероятности ЛВИ. Согласно данным исследования, значения мини-ИКД (наиболее низкое значение ИКД среди всех измеренных в опухоли) существенно отличались у ЛВИ-позитивных и ЛВИ-негативных опухолей с чувствительностью до 65%, специфичностью 100% и AUC – 0,885 [43].

Имеющиеся на настоящий момент данные относительно возраста пациенток как прогностического фактора неоднозначны: согласно исследованиям ряда авторов, возраст моложе 60 лет не был значимо благоприятным фактором при оценке общей и безрецидивной выживаемости [44, 45].

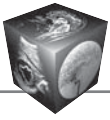
Таким образом, к основным прогностическим факторам относят стадию заболевания, наличие метастатического поражения ЛУ, глубину стромальной инвазии, наличие ЛВИ и в меньшей степени гистологический тип, степень дифференцировки опухоли и возраст пациенток. Возможность визуализации некоторых из перечисленных факторов с помощью МРТ может оказать существенную помощь при выборе тактики лечения и прогнозировании ответа опухоли на планируемую терапию.

Оценка эффективности неоадьювантного лечения

Уверенная визуализация опухолевой ткани при МРТ позволяет эффективно использовать ее не только для стадирования РШМ, но и оценки эффективности химиолучевой терапии [46].

Для этого сопоставляют данные исследований, выполненных до и после проведенной терапии. В процессе и после окончания лечения в случае ответа опухоли на терапию определяется уменьшение ее размеров (согласно критериям RECIST 1.1), уменьшается протяженность параметральной инвазии, а также изменяется структура опухоли с формированием множественных гипоинтенсивных на T1- и T2ВИ включений, что соответствует зонам инициального фиброза.

При выполнении стандартного МР-исследования признаком полного ответа является восстановление зональной анатомии шейки матки и влагалища; при частичном ответе определяются признаки остаточной ткани опухоли на T2ВИ в виде участка повышенного МР-сигнала. Однако в ряде исследований было доказано, что наличие гиперинтенсивных участков на T2ВИ в зоне ранее определяемого новообразования не является достоверным признаком остаточной опухолевой ткани. После лучевой терапии, особенно в первые 3 мес, такие изменения соответствуют как нежизнеспособ-



собной ткани опухоли, так и зонам некроза, отека, геморрагии или воспаления [46].

Поэтому в таких случаях МРТ может показать ложноположительные результаты, о чем свидетельствуют данные E. Vincens и соавт. (2007), которые сопоставили результаты МРТ после лечения с результатами гистологических исследований у пациентов с карциномой шейки матки, при этом показатели чувствительности и специфичности при МРТ составили 80 и 55% соответственно [47].

В связи с этим в неоднозначных диагностических ситуациях функциональные изображения (ДВИ и ДКУ) являются эффективным дополнением. Изменения в ткани опухоли на молекулярном уровне предшествуют морфологическим изменениям, визуализируемым на Т2ВИ [49]. ДКУ и ДВИ отражают изменения в оксигенации, перфузии и клеточной плотности опухоли. Кроме того, эти технологии позволяют получить количественные и полуколичественные параметры, которые потенциально могут быть использованы в качестве биомаркеров для оценки изменений опухоли в ходе лечения [48].

На ДВИ остаточная опухолевая ткань характеризуется теми же признаками, что и первичная опухоль, – повышенным сигналом на ДВИ ($b \geq 800$) и пониженным на ИКД, а прицельные ДВИ высокого разрешения в сагиттальной или аксиальной плоскости позволяют провести более детальную оценку изменений опухоли на фоне проведенного лечения.

Изменение значений ИКД во время проводимой терапии может помочь в оценке эффективности лечения [48, 49], поскольку увеличение значений ИКД отражает повышение диффузии молекул воды за счет индуцированных терапией механизмов некроза и апоптоза, что приводит к расширению межклеточного пространства и соответственно к увеличению скорости диффузии. Например, F. Kuang и соавт. (2013) исследовали пациентов до, во время и после неoadъювантного лечения и обнаружили более высокие показатели ИКД у пациентов с полным ответом по сравнению с пациентами с частичным ответом или при стабилизации процесса [49].

Кроме того, ДВИ могут использоваться как предиктор отдаленных результатов проведенного лечения. В одном из исследований авторы проанализировали ДВИ через месяц после терапии и выявили, что сохранение признаков остаточной опухолевой ткани на Т2ВИ и ДВИ является предиктором прогрессирования заболевания в период

до трех лет после лечения с положительной прогностической величиной – 72,7% по сравнению с 39,3% для Т2ВИ без ДВИ. В другом исследовании авторы сравнивали показатели ИКД до начала лечения у пациентов с и без возникшего в последующем рецидива опухоли и выявили, что более низкие значения ИКД могут быть достоверными предикторами рецидива [48].

Методика ДКУ в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии также рассматривается как перспективная технология. На динамических постконтрастных сериях остаточная опухолевая ткань характеризуется более ранним накоплением парамагнетика по сравнению с неизменной тканью шейки матки, что определяется в виде повышения интенсивности сигнала на Т1ВИ с жироподавлением. Опухоли с низкими перфузионными характеристиками ассоциируют с опухолевой гипоксией, которая является отрицательным прогностическим фактором при РШМ [50], в то время как более кровоснабжаемые опухоли более чувствительны к лучевой и химиотерапии. Именно поэтому ДКУ может быть использовано для прогнозирования ответа опухоли шейки матки на проводимую терапию и может линейно отражать перфузионные изменения в опухоли во время лечения.

Так, N. Mayr и соавт. (2010) доказали, что изначально низкие показатели перфузии до начала лечения, затем во время и после лучевой терапии коррелируют с высоким риском неудовлетворительного лечения, а пациенты с более высокими перфузионными показателями до или во время терапии демонстрируют лучшие результаты [51].

МР-критериями полного ответа опухоли (рис. 18) в результате лечения являлись отсутствие участков повышенного МР-сигнала на Т2ВИ, полное исчезновение гиперинтенсивного сигнала на ДВИ ($b = 800$), отсутствие участков более раннего накопления парамагнетика при динамическом контрастировании в области ранее выявляемого образования. При этом определяется накопление контрастного препарата, визуально идентичное неизменной строме.

Немаловажным фактором является возможность оценки динамики изменений в ЛУ по данным Т2ВИ, ДВИ и ДКУ. Пораженные ЛУ не только уменьшаются в размерах, но также меняется их структура за счет снижения МР-сигнала, кроме того, может увеличиваться перифокальный фиброз, снижаться васкуляризация и повышаться диффузионные процессы при сохранении паренхимы узла (рис. 19).

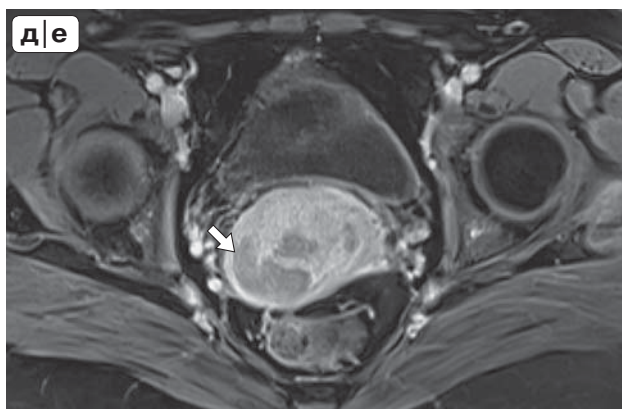
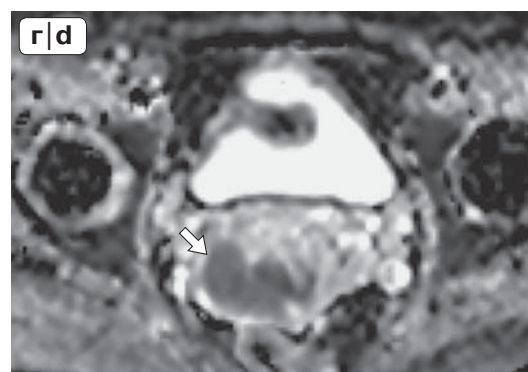
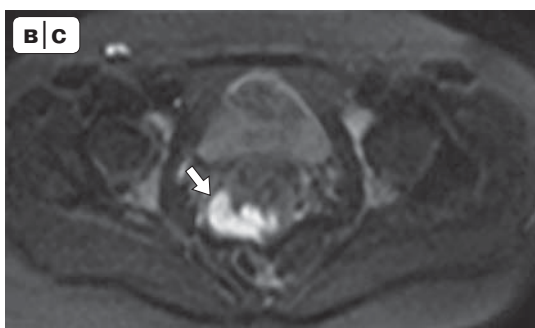
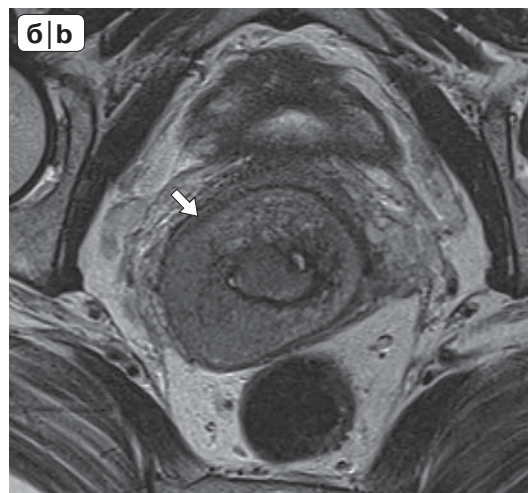
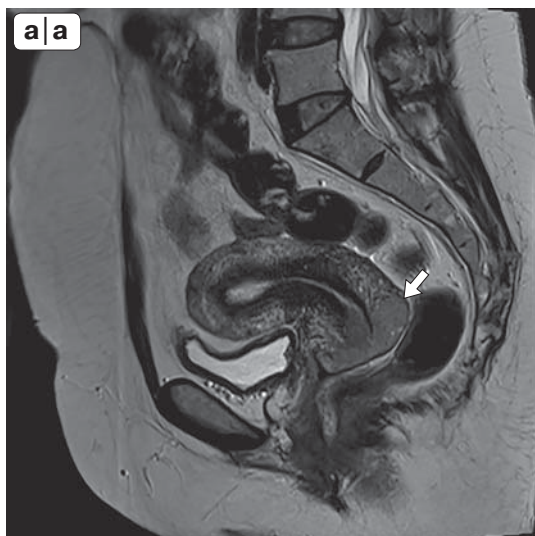
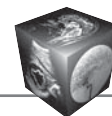


Рис. 18. Пациентка Ф., 40 лет. Т2ВИ в сагиттальной плоскости, ДВИ ($b = 800$), ИКД-карта, ДКУ. Опухоль шейки матки (стрелка) до лечения (а–д).

Fig. 18. Patient F., 40 years. T2-weighted images in the sagittal plane, DWI ($b = 800$), ADC, dynamic contrast enhancement (DCE). Cervical tumor (arrow) before treatment (a–e).

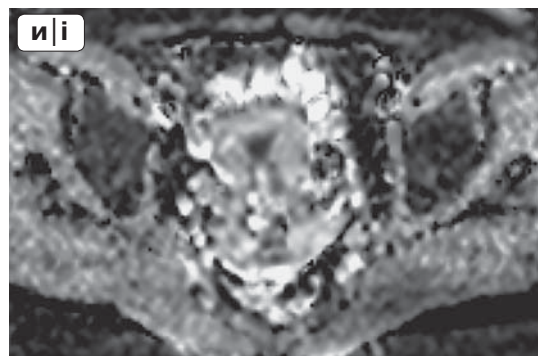
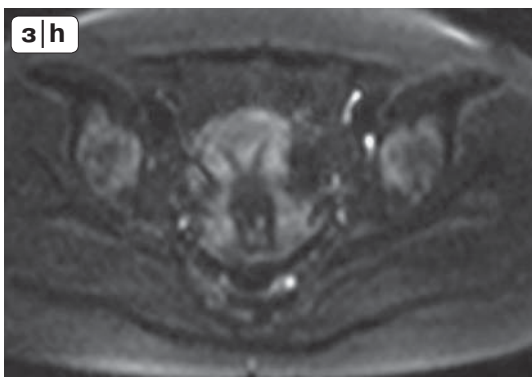
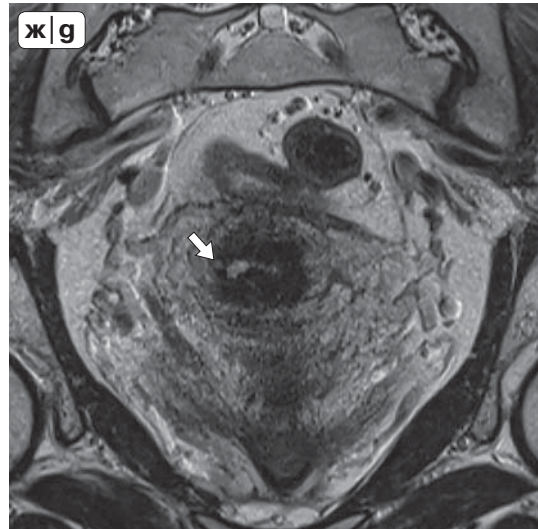
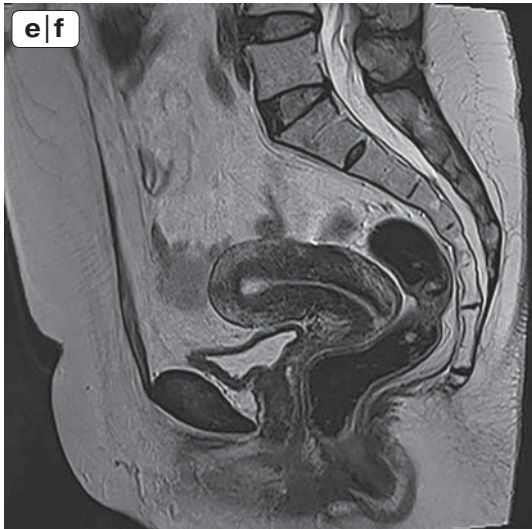
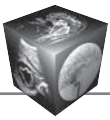


Рис. 18 (окончание). Пациентка Ф., 40 лет. Т2ВИ в сагиттальной плоскости, ДВИ ($b = 800$), ИКД-карта, ДКУ. После лечения (е–к) – полный регресс в виде полного исчезновения опухоли шейки матки.

Fig. 18 (end). Patient F., 40 years. T2-weighted images in the sagittal plane, DWI ($b = 800$), ADC, dynamic contrast enhancement (DCE). After treatment (f–k) – complete response – complete disappearance of cervical tumor.

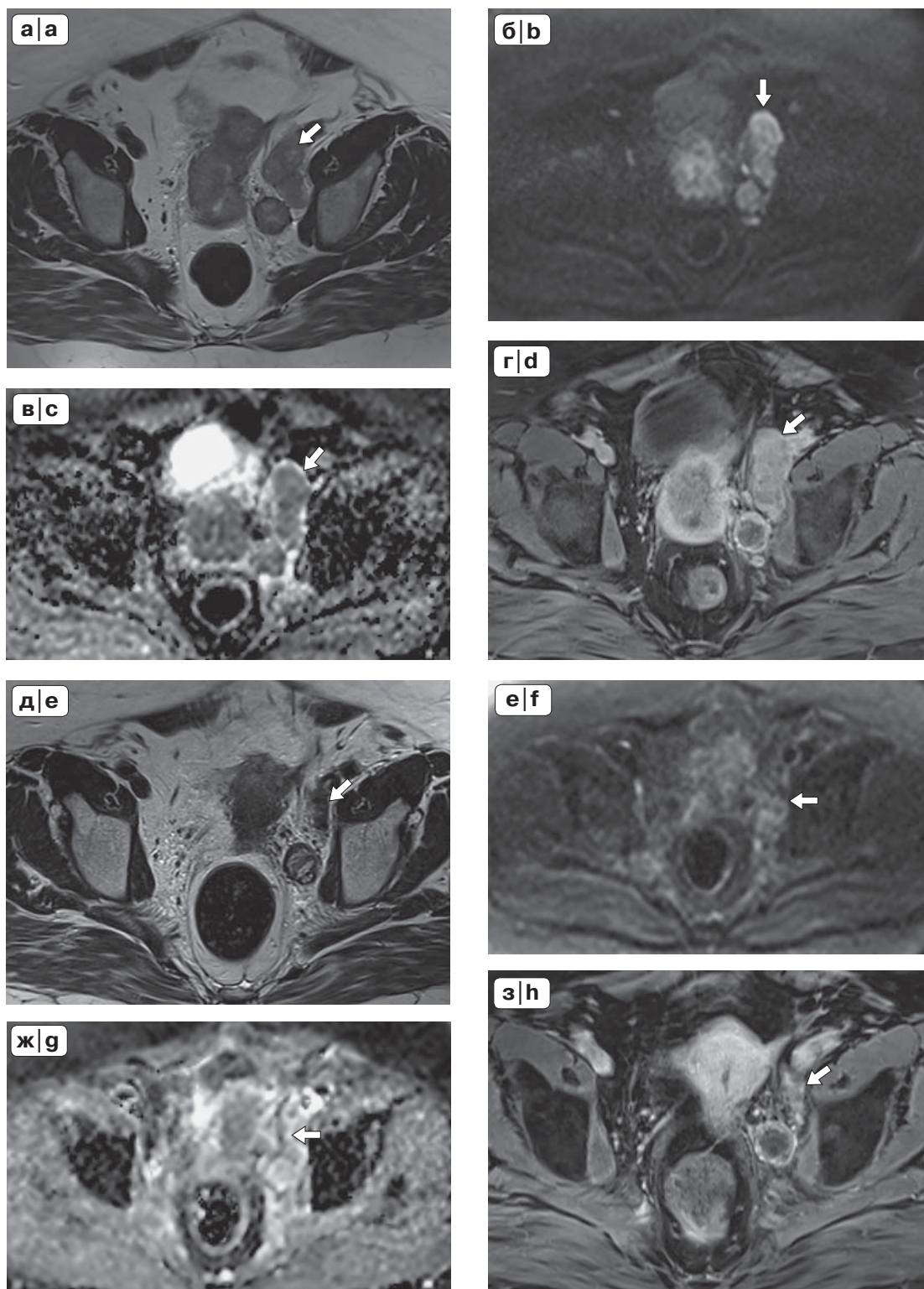
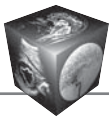


Рис. 19. T2ВИ в аксиальной плоскости, ДВИ ($b = 800$), ИКД-карта, ДКУ. Вторично измененные тазовые лимфатические узлы (стрелка) до лечения (а–г). После лечения (д– з) – уменьшение размеров лимфатических узлов (стрелка).
Fig. 19. T2-weighted images in the axial plane, DWI ($b = 800$), ADC, DCE. Metastatic pelvic lymph nodes (arrow) before treatment (a–d). After treatment (e–h) – size reduction of the lymph nodes (arrow).



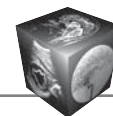
Заключение

МРТ как метод визуализации изменений в шейке матки характеризуется достаточно высокой точностью в определении размеров опухоли и распространенности процесса, а также при оценке эффекта проведенного неoadъювантного лечения. Адекватная подготовка к исследованию, использование протоколов МРТ, дополненных высокоразрешающими последовательностями, ДВИ и ДКУ существенно улучшают интерпретацию полученных данных. МРТ позволяет получить достаточно полную информацию для определения тактики лечения пациента и планирования хирургического вмешательства.

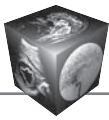
Список литературы

1. GLOBOCAN 2018. Estimated cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2012. [cited 12 Sept 2018]. URL: <http://gco.iarc.fr>
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. 236 с.
3. In situ cervical carcinoma incidence statistics URL: https://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/statistics-by-cancer-type/cervical-cancer/incidence-in-situ?_ga=2.135120753.116604086.1551041700-535305463.1543059799
4. Barchuk A., Bespalov A., Huhtala H., Chimed T., Laricheva I., Belyaev A., Brayd F., Anttila A., Auvinen A. Breast and cervical cancer incidence and mortality trends in Russia 1980–2013. *Cancer Epidemiol.* 2018; 55: 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.05.008>.
5. International Collaboration of Epidemiological Studies of Cervical Cancer. Comparison of risk factors for invasive squamous cell carcinoma and adenocarcinoma of the cervix: collaborative reanalysis of individual data on 8,097 women with squamous cell carcinoma and 1,374 women with adenocarcinoma from 12 epidemiological studies. *Int. J. Cancer.* 2007; 120 (4): 885.
6. Downey K., Riches S.F., Morgan A.V., Giles S., Attygalle A.D., Ind T.E.J., Barton D., Shepherd J.H., Desouza N.M. Relationship between imaging biomarkers of stage I cervical cancer and poor prognosis histologic features: quantitative histogram analysis of diffusion-weighted MR images. *Am. J. Roentgenol.* 2013; 200 (2): 314–320. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.9545>.
7. Follen M., Levenback C.F., Iyer R.B., Grigsby P.W., Boss E.A., Delpassand E.S., Fornage B.D., Fishman E.K. Imaging in cervical cancer. *Cancer.* 2003; 98 (9): 2028–2038.
8. Bourgioti C., Chatoupis K., Mouloupoulos L.A. Current imaging strategies for the evaluation of uterine cervical cancer. *Wld J. Radiol.* 2016; 8 (4): 342–354. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i4.342>.
9. Рубцова Н.А., Новикова Е.Г., Синицын В.Е. Возможности МРТ в предоперационной оценке местной распространенности рака шейки матки. *Радиология-практика.* 2012; 3: 51–64.
10. Valleyguier C., Sala E., Da Cunha T., Bergman A., Brkljacic B., Danza F., Forstner R., Hamm B., Kubik-

- Huch R., Lopez C., Manfredi R., McHugo J., Oleaga L., Togashi K., Kinkel K. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur. Radiol.* 2011; 21: 1102–1110. <https://doi.org/10.1007/s00330-010-1998-x>.
11. Dappa E., Elger T., Hasenburg A., Düber C., Battista M.J., Hötker A.M. The value of advanced MRI techniques in the assessment of cervical cancer: a review. *Insights Imaging.* 2017; 8: 471–481. <https://doi.org/10.1007/s13244-017-0567-0>.
12. Bleker S.M., Bipat S., Spijkerboer A.M., van der Velden J., Stoker J., Kenter G.G. The negative predictive value of clinical examination with or without anesthesia versus magnetic resonance imaging for parametrial infiltration in cervical cancer stages IB1 to IIA. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2013; 23:193–198. <https://doi.org/10.1097/IGC.0b013e31827a4ad8>.
13. Dhoot N.M., Kumar V., Shinagare A., Katakai A.C., Barmon D., Bhuyan U. Evaluation of carcinoma cervix using magnetic resonance imaging: correlation with clinical FIGO staging and impact on management. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2012; 56: 58–65. <https://doi.org/10.1111/j.1754-9485.2011.02333.x>.
14. Кудреватых Е.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике и оценке результатов комплексного лечения рака шейки матки: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 24 с.
15. Bhosale P., Peungjesada S., Devine C., Balachandran A., Iyer R. Role of magnetic resonance imaging as an adjunct to clinical staging in cervical carcinoma. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2010; 34 (6): 855–864. <https://doi.org/10.1097/RCT.0b013e3181ed3090>.
16. Sala E., Wakely S., Senior E., Lomas D. MRI of malignant neoplasms of the uterine corpus and cervix. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1577–1587. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.1196>.
17. Nicolate V., Carignan L., Bourdon F., Prosmann O. MR imaging of cervical carcinoma: A practical staging approach. *RadioGraphics.* 2000; 20: 1539–1549. <https://doi.org/10.1148/radiographics.20.6.g00nv111539>.
18. Sala E., Rockall A.G., Freeman S.J., Mitchell D.G., Reinhold C. The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology.* 2013; 266: 717–740. <https://doi.org/10.1148/radiol.12120315>.
19. Sakuragi N., Satoh C., Takeda N., Hareyama H., Takeda M., Yamamoto R., Fujimoto T., Oikawa M., Fujino T., Fujimoto S. Incidence and distribution pattern of pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with stages IB, IIA, and IIB cervical carcinoma treated with radical hysterectomy. *Cancer.* 1999; 85: 1547–1554.
20. Eisenhauer E.A., Therasse P., Bogaerts J., Schwartz L.H., Sargent D., Ford R., Dancey J., Arbuckh S., Gwyther S., Mooney M., Rubinstein L., Shankar L., Doddg L., Kaplan J.R., Lacombe D., Verweij J. New response evaluation criteria in solid tumours: Revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur. J. Cancer.* 2009; 45: 228–247. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2008.10.026>.
21. Hong K.S., Ju W., Choi H.J., Kim J.K., Kim M.H., Cho K.S. Differential diagnostic performance of magnetic resonance imaging in the detection of lymph node metastases according to the tumor size in early-stage cervical cancer patients. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2010;



- 20: 841–846.
<https://doi.org/10.1111/IGC.0b013e3181db5140>.
22. Shen G., Zhou H., Jia Z., Deng H. Diagnostic performance of diffusion-weighted MRI for detection of pelvic metastatic lymph nodes in patients with cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Radiol.* 2015; 88 (1052): 20150063.
<https://doi.org/10.1259/bjr.20150063>.
 23. Drieskens O., Stroobants S., Gysen M., Vandenbosch G., Mortelmans L., Vergote I. Positron emission tomography with FDG in the detection of peritoneal and retroperitoneal metastases of ovarian cancer. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2003; 55: 130–134. <https://doi.org/10.1159/000071525>.
 24. Singh N., Arif S. Histopathologic parameters of prognosis in cervical cancer – a review. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2004; 14: 741–750.
<https://doi.org/10.1111/j.1048-891X.2004.014504.x>.
 25. Reagan J.W., Fu Y.S. Histologic types and prognosis of cancers of the uterine cervix. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1979; 5: 1015–1020.
 26. Crissman J.D., Budhraj M., Aron B.S. et al. Histopathologic prognostic factors in stage II and III squamous cell carcinoma of the uterine cervix. *Int. J. Gynecol. Pathol.* 1987; 6: 97–103.
 27. Cohen J.G., Kapp D.S., Shin J.Y. et al. Small cell carcinoma of the cervix: treatment and survival outcomes of 188 patients. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2010; 203 (347): 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2010.04.019>.
 28. Mangler M., Lanowska M., Kohler C., Vercellino F., Schneider A., Speiser D. Pattern of cancer recurrence in 320 patients after radical vaginal trachelectomy. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2014; 24: 130–134.
<https://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000012>.
 29. Park J.Y., Lee J.W., Park B.K., Lee Y.Y., Choi C.H., Kim T.J., Bae D.S., Kim B.G., Park J.J., Park S.Y., Kim C.K. Postoperative outcomes of MR-invisible stage IB1 cervical cancer. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2014; 211: 168. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.02.032>.
 30. Kamimori T., Sakamoto K., Fujiwara K., Umayahara K., Sugiyama Y., Utsugi K., Takeshima N., Tanaka H., Gomi N., Takizawa K. Parametrial involvement in FIGO stage IB1 cervical carcinoma diagnostic impact of tumor diameter in preoperative magnetic resonance imaging. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2011; 21: 349–354.
 31. Bourgioti C., Chatoupis K., Rodolakis A., Antoniou A., Tzavara C., Koutoulidis V., Mouloupoulos L.A. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin. Imaging.* 2016; 40 (1): 72–78.
<https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2015.09.012>.
 32. Kim S.H., Lee H.J., Kim Y.W. Correlation between tumor size and surveillance of lymph node metastasis for IB and IIA cervical cancer by magnetic resonance images. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81: 1945–1950.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.04.053>.
 33. Kang S., Kim Y.S., Choi H.J., Kim M.H., Cho K.S. Additional value of combined evaluation of tumor size with lymph node size in the detection of lymph node metastases in early-stage cervical cancer patients. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2013; 37: 572–576.
<https://doi.org/10.1097/RCT.0b013e31828ba718>.
 34. Perez C.A., Camel H.M., Askin F., Breaux S. Endometrial extension of carcinoma of the uterine cervix: a prognostic factor that may modify staging. *Cancer.* 1981; 48: 170–180.
 35. Kim H., Kim W., Lee M., Song E., Loh J.J.K. Tumor volume and uterine body invasion assessed by mri for prediction of outcome in cervical carcinoma treated with concurrent chemotherapy and radiotherapy. *Jpn J. Clin. Oncol.* 2007; 37 (11): 858–866. <https://doi.org/10.1093/jjco/hym109>.
 36. Finan M.A., DeCesare S., Fiorica J.V., Chambers R., Hoffman M.S., Kline R.C., Roberts W.S., Cavanagh D. Radical hysterectomy for stage IB1 vs IB2 carcinoma of the cervix: dose the new staging system predict morbidity and survival? *Gynecol. Oncol.* 1996; 62: 139–147.
<https://doi.org/10.1006/gyno.1996.0206>.
 37. Marchiolé P., Buénerd A., Benchaib M., Nezhat K., Dargent D., Mathevet P. Clinical significance of lymphovascular space involvement and lymph node micrometastases in early-stage cervical cancer: a retrospective case-control surgico-pathological study. *Gynecol. Oncol.* 2005; 97 (3): 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2005.01.004>.
 38. Memarzadeh S., Natarajan S., Dandade D.P., Ostrzega N., Saber P.A., Busuttill A., Lentz S.E., Berek J.S. Lymphovascular and perineural invasion in the parametria: a prognostic factor for early-stage cervical cancer. *Obstet. Gynecol.* 2003; 102 (3): 612–619.
 39. Yang W., Qiang J.W., Tian H.P., Chen B., Wang A.J., Zhao J.G. Minimum apparent diffusion coefficient for predicting lymphovascular invasion in invasive cervical cancer. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2017; 45 (6): 1771–1779. <https://doi.org/10.1002/jmri.25542>.
 40. Ahlin P.A., Weiss R. Risk management and compliance in pathology and laboratory medicine. *Clin. Lab. Med.* 2007; 27: 859–873. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2007.07.005>.
 41. Patel S., Liyanage S.H., Sahdev A., Rockall A.G., Reznik R.H. Imaging of endometrial and cervical cancer. *Insights Imaging.* 2010; 1: 309–328.
<https://doi.org/10.1007/s13244-010-0042-7>.
 42. Li Z., Li H., Wang S., Dong D., Yin F., Chen A., Wang S., Zhao G., Fang M., Tian J., Wu S., Wang H. MR-based radiomics nomogram of cervical cancer in prediction of the lymph-vascular space invasion preoperatively. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2019; 49 (5): 1420–1426.
<https://doi.org/10.1002/jmri.26531>.
 43. Braithwaite A.C., Dale B.M., Boll D.T., Merkle E.M. Short- and midterm reproducibility of apparent diffusion coefficient measurements at 3.0-T diffusion-weighted imaging of the abdomen. *Radiology.* 2009; 250: 459–465.
<https://doi.org/10.1148/radiol.2502080849>.
 44. Rutledge F.N., Mitchell M.F., Munsell M., Bass S., McGuffee V., Atkinson E.N. Youth as a prognostic factor in carcinoma of the cervix: a matched analysis. *Gynecol. Oncol.* 1992; 44: 123–130.
 45. Delaloye J.F., Pampallona S., Coucke P.A., De Grandi P. Younger age as a bad prognostic factor in patients with carcinoma of the cervix. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 1996; 64: 201–205.
 46. Gui B., Valentini A.L., Miccò M., D'Agostino G.R., Tagliarferri L., Zannoni G.F., Fanfani F., Manfredi R., Bonomo L. Cervical cancer response to neoadjuvant chemoradiotherapy: MRI assessment compared with surgery. *Acta Radiol.* 2016; 57 (9): 1123–1131.
<https://doi.org/10.1177/0284185115617346>.
 47. Vincens E., Balleyguier C., Rey A., Uzan C., Zareski E., Gouy S., Pautier P., Duviillard P., Haie-Meder C., Morice P. Accuracy of magnetic resonance imaging in predicting residual disease in patients treated for stage IB2/II cervical carcinoma with chemoradiation therapy:



correlation of radiologic findings with surgicopathologic results. *Cancer*. 2008; 113 (8): 2158–2165. <https://doi.org/10.1002/cncr.23817>.

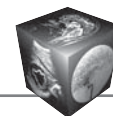
48. Hameeduddin A., Sahdev A. Diffusion-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI in assessing response and recurrent disease in gynaecological malignancies *Cancer Imaging*. 2015; 15 (1): 3. <https://doi.org/10.1186/s40644-015-0037-1>.
49. Kuang F., Ren J., Zhong Q., Liyuan F., Huan Y., Chen Z. The value of apparent diffusion coefficient in the assessment of cervical cancer. *Eur. Radiol.* 2013; 23: 1050–1058. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2681-1>.
50. Lucas R., Dias J.L., Cunha T.M. Added value of diffusion-weighted MRI in detection of cervical cancer recurrence: comparison with morphologic and dynamic contrast-enhanced MRI sequences *Diagn. Interv. Radiol.* 2015; 21 (5): 368–375. <https://doi.org/10.5152/dir.2015.14427>.
51. Mayr N.A., Yuh W.T.C., Jajoura D., Wang J.Z., Lo S.S., Montebello J.F., Porter K., Zhang D., McMeekin D.S., Buatti J.M. Ultra-early Predictive Assay for Treatment Failure Using Functional Magnetic Resonance Imaging and Clinical Prognostic Parameters in Cervical Cancer. *Cancer*. 2010; 116 (4): 903–912. <https://doi.org/10.1002/cncr.24822>.

References

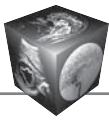
1. GLOBOCAN 2018. Estimated cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2012. [cited 12 Sept 2018]. URL: <http://gco.iarc.fr>
2. Kaprin A.D., Starinskij V.V., Petrov G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2017 (morbidity and mortality). Moscow, 2018. 236 p. (In Russian)
3. In situ cervical carcinoma incidence statistics URL: https://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/statistics-by-cancer-type/cervical-cancer/incidence-in-situ?_ga=2.135120753.116604086.1551041700-535305463.1543059799
4. Barchuk A., Bepalov A., Huhtalac H., Chimed T., Laricheva I., Belyaev A., Brayd F., Anttila A., Auvinen A. Breast and cervical cancer incidence and mortality trends in Russia 1980–2013. *Cancer Epidemiol.* 2018; 55: 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.05.008>.
5. International Collaboration of Epidemiological Studies of Cervical Cancer. Comparison of risk factors for invasive squamous cell carcinoma and adenocarcinoma of the cervix: collaborative reanalysis of individual data on 8,097 women with squamous cell carcinoma and 1,374 women with adenocarcinoma from 12 epidemiological studies. *Int. J. Cancer*. 2007; 120 (4): 885.
6. Downey K., Riches S.F., Morgan A.V., Giles S., Attygalle A.D., Ind T.E.J., Barton D., Shepherd J.H., Desouza N.M. Relationship between imaging biomarkers of stage I cervical cancer and poor prognosis histologic features: quantitative histogram analysis of diffusion-weighted MR images. *Am. J. Roentgenol.* 2013; 200 (2): 314–320. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.9545>.
7. Follen M., Levenback C.F., Iyer R.B., Grigsby P.W., Boss E.A., Delpassand E.S., Fornage B.D., Fishman E.K. Imaging in cervical cancer. *Cancer*. 2003; 98 (9): 2028–2038.
8. Bourgioti C., Chatoupis K., Mouloupoulos L.A. Current imaging strategies for the evaluation of uterine cervical cancer. *Wid J. Radiol.* 2016; 8 (4): 342–354. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i4.342>.
9. Rubcova N.A., Novikova E.G., Sinicyn V.E. MRI possibilities in the preoperative assessment of the local prevalence of

cervical cancer. *Radiologija-praktika*. 2012; 3: 51–64. (In Russian)

10. Balleyguier C., Sala E., Da Cunha T., Bergman A., Brkljacic B., Danza F., Forstner R., Hamm B., Kubik-Huch R., Lopez C., Manfredi R., McHugo J., Oleaga L., Togashi K., Kinkel K. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur. Radiol.* 2011; 21: 1102–1110. <https://doi.org/10.1007/s00330-010-1998-x>.
11. Dappa E., Elger T., Hasenburg A., Düber C., Battista M.J., Hötker A.M. The value of advanced MRI techniques in the assessment of cervical cancer: a review. *Insights Imaging*. 2017; 8: 471–481. <https://doi.org/10.1007/s13244-017-0567-0>.
12. Bleker S.M., Bipat S., Spijkerboer A.M., van der Velden J., Stoker J., Kenter G.G. The negative predictive value of clinical examination with or without anesthesia versus magnetic resonance imaging for parametrial infiltration in cervical cancer stages IB1 to IIA. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2013; 23: 193–198. <https://doi.org/10.1097/IGC.0b013e31827a4ad8>.
13. Dhoot N.M., Kumar V., Shinagare A., Katagi A.C., Barmon D., Bhuyan U. Evaluation of carcinoma cervix using magnetic resonance imaging: correlation with clinical FIGO staging and impact on management. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2012; 56: 58–65. <https://doi.org/10.1111/j.1754-9485.2011.02333.x>.
14. Kudrevatyh E.V. Magnetic resonance imaging in the diagnosis and evaluation of the results of complex treatment of cervical cancer: Avtoref dis. ... cand. of med. sci. M., 2011. 24 p. (In Russian)
15. Bhosale P., Peungjesada S., Devine C., Balachandran A., Iyer R. Role of magnetic resonance imaging as an adjunct to clinical staging in cervical carcinoma. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2010; 34 (6): 855–864. <https://doi.org/10.1097/RCT.0b013e3181ed3090>.
16. Sala E., Wakely S., Senior E., Lomas D. MRI of malignant neoplasms of the uterine corpus and cervix. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1577–1587. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.1196>.
17. Nicolat V., Carignan L., Bourdon F., Prosmann O. MR imaging of cervical carcinoma: A practical staging approach. *RadioGraphics*. 2000; 20: 1539–1549. <https://doi.org/10.1148/radiographics.20.6.g00nv111539>.
18. Sala E., Rockall A.G., Freeman S.J., Mitchell D.G., Reinhold C. The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology*. 2013; 266: 717–740. <https://doi.org/10.1148/radiol.12120315>.
19. Sakuragi N., Satoh C., Takeda N., Hareyama H., Takeda M., Yamamoto R., Fujimoto T., Oikawa M., Fujino T., Fujimoto S. Incidence and distribution pattern of pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with stages IB, IIA, and IIB cervical carcinoma treated with radical hysterectomy. *Cancer*. 1999; 85: 1547–1554.
20. Eisenhauer E.A., Therasse P., Bogaerts J., Schwartz L.H., Sargent D., Ford R., Dancey J., Arbuck S., Gwyther S., Mooney M., Rubinstein L., Shankar L., Dodd L., Kaplan R., Lacombe D., Verweij J. New response evaluation criteria in solid tumours: Revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur. J. Cancer*. 2009; 45: 228–247. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2008.10.026>.



21. Hong K.S., Ju W., Choi H.J., Kim J.K., Kim M.H., Cho K.S. Differential diagnostic performance of magnetic resonance imaging in the detection of lymph node metastases according to the tumor size in early-stage cervical cancer patients. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2010; 20: 841–846. <https://doi.org/10.1111/IGC.0b013e3181db5140>.
22. Shen G., Zhou H., Jia Z., Deng H. Diagnostic performance of diffusion-weighted MRI for detection of pelvic metastatic lymph nodes in patients with cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Radiol.* 2015; 88 (1052): 20150063. <https://doi.org/10.1259/bjr.20150063>.
23. Drieskens O., Stroobants S., Gysen M., Vandenbosch G., Mortelmans L., Vergote I. Positron emission tomography with FDG in the detection of peritoneal and retroperitoneal metastases of ovarian cancer. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2003; 55: 130–134. <https://doi.org/10.1159/000071525>.
24. Singh N., Arif S. Histopathologic parameters of prognosis in cervical cancer – a review. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2004; 14: 741–750. <https://doi.org/10.1111/j.1048-891X.2004.014504.x>.
25. Reagan J.W., Fu Y.S. Histologic types and prognosis of cancers of the uterine cervix. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1979; 5: 1015–1020.
26. Crissman J.D., Budhraj M., Aron B.S. et al. Histopathologic prognostic factors in stage II and III squamous cell carcinoma of the uterine cervix. *Int. J. Gynecol. Pathol.* 1987; 6: 97–103.
27. Cohen J.G., Kapp D.S., Shin J.Y. et al. Small cell carcinoma of the cervix: treatment and survival outcomes of 188 patients. *Am. J. Obstet Gynecol.* 2010; 203 (347): 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2010.04.019>.
28. Mangler M., Lanowska M., Kohler C., Vercellino F., Schneider A., Speiser D. Pattern of cancer recurrence in 320 patients after radical vaginal trachelectomy. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2014; 24: 130–134. <https://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000012>.
29. Park J.Y., Lee J.W., Park B.K., Lee Y.Y., Choi C.H., Kim T.J., Bae D.S., Kim B.G., Park J.J., Park S.Y., Kim C.K. Postoperative outcomes of MR-invisible stage IB1 cervical cancer. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2014; 211: 168. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.02.032>.
30. Kamimori T., Sakamoto K., Fujiwara K., Umayahara K., Sugiyama Y., Utsugi K., Takeshima N., Tanaka H., Gomi N., Takizawa K. Parametrial involvement in FIGO stage IB1 cervical carcinoma diagnostic impact of tumor diameter in preoperative magnetic resonance imaging. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2011; 21: 349–354.
31. Bourgioti C., Chatoupis K., Rodolakis A., Antoniou A., Tzavara C., Koutoulidis V., Mouloupoulos L.A. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin. Imaging*. 2016; 40 (1): 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2015.09.012>.
32. Kim S.H., Lee H.J., Kim Y.W. Correlation between tumor size and surveillance of lymph node metastasis for IB and IIA cervical cancer by magnetic resonance images. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81: 1945–1950. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.04.053>.
33. Kang S., Kim Y.S., Choi H.J., Kim M.H., Cho K.S. Additional value of combined evaluation of tumor size with lymph node size in the detection of lymph node metastases in early-stage cervical cancer patients. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2013; 37: 572–576. <https://doi.org/10.1097/RCT.0b013e31828ba718>.
34. Perez C.A., Camel H.M., Askin F., Breaux S. Endometrial extension of carcinoma of the uterine cervix: a prognostic factor that may modify staging. *Cancer*. 1981; 48: 170–180.
35. Kim H., Kim W., Lee M., Song E., Loh J.J.K. Tumor volume and uterine body invasion assessed by mri for prediction of outcome in cervical carcinoma treated with concurrent chemotherapy and radiotherapy. *Jpn J. Clin. Oncol.* 2007; 37 (11): 858–866. <https://doi.org/10.1093/jjco/hym109>.
36. Finan M.A., DeCesare S., Fiorica J.V., Chambers R., Hoffman M.S., Kline R.C., Roberts W.S., Cavanagh D. Radical hysterectomy for stage IB1 vs IB2 carcinoma of the cervix: dose the new staging system predict morbidity and survival? *Gynecol. Oncol.* 1996; 62: 139–147. <https://doi.org/10.1006/gyno.1996.0206>.
37. Marchiolé P., Buénerd A., Benchaib M., Nezhat K., Dargent D., Mathevet P. Clinical significance of lymphovascular space involvement and lymph node micrometastases in early-stage cervical cancer: a retrospective case-control surgico-pathological study. *Gynecol. Oncol.* 2005; 97 (3): 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2005.01.004>.
38. Memarzadeh S., Natarajan S., Dandade D.P., Ostrzega N., Saber P.A., Busuttill A., Lentz S.E., Berek J.S. Lymphovascular and perineural invasion in the parametria: a prognostic factor for early-stage cervical cancer. *Obstet. Gynecol.* 2003; 102 (3): 612–619.
39. Yang W., Qiang J.W., Tian H.P., Chen B., Wang A.J., Zhao J.G. Minimum apparent diffusion coefficient for predicting lymphovascular invasion in invasive cervical cancer. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2017; 45 (6): 1771–1779. <https://doi.org/10.1002/jmri.25542>.
40. Ahlin P.A., Weiss R. Risk management and compliance in pathology and laboratory medicine. *Clin. Lab. Med.* 2007; 27: 859–873. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2007.07.005>.
41. Patel S., Liyanage S.H., Sahdev A., Rockall A.G., Reznick R.H. Imaging of endometrial and cervical cancer. *Insights Imaging*. 2010; 1: 309–328. <https://doi.org/10.1007/s13244-010-0042-7>.
42. Li Z., Li H., Wang S., Dong D., Yin F., Chen A., Wang S., Zhao G., Fang M., Tian J., Wu S., Wang H. MR-based radiomics nomogram of cervical cancer in prediction of the lymph-vascular space invasion preoperatively. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2019; 49 (5): 1420–1426. <https://doi.org/10.1002/jmri.26531>.
43. Braithwaite A.C., Dale B.M., Boll D.T., Merkle E.M. Short- and midterm reproducibility of apparent diffusion coefficient measurements at 3.0-T diffusion-weighted imaging of the abdomen. *Radiology*. 2009; 250: 459–465. <https://doi.org/10.1148/radiol.2502080849>.
44. Rutledge F.N., Mitchell M.F., Munsell M., Bass S., McGuffee V., Atkinson E.N. Youth as a prognostic factor in carcinoma of the cervix: a matched analysis. *Gynecol. Oncol.* 1992; 44: 123–130.
45. Delaloye J.F., Pampallona S., Coucke P.A., De Grandi P. Younger age as a bad prognostic factor in patients with carcinoma of the cervix. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 1996; 64: 201–205.
46. Gui B., Valentini A.L., Miccò M., D'Agostino G.R., Tagliarferri L., Zannoni G.F., Fanfani F., Manfredi R., Bonomo L. Cervical cancer response to neoadjuvant chemoradiotherapy: MRI assessment compared with surgery. *Acta Radiol.* 2016; 57 (9): 1123–1131. <https://doi.org/10.1177/0284185115617346>.



47. Vincens E., Balleyguier C., Rey A., Uzan C., Zareski E., Gouy S., Pautier P., Duvillard P., Haie-Meder C., Morice P. Accuracy of magnetic resonance imaging in predicting residual disease in patients treated for stage IB2/II cervical carcinoma with chemoradiation therapy: correlation of radiologic findings with surgicopathologic results. *Cancer*. 2008; 113 (8): 2158–2165. <https://doi.org/10.1002/cncr.23817>.
48. Hameeduddin A., Sahdev A. Diffusion-weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI in assessing response and recurrent disease in gynaecological malignancies *Cancer Imaging*. 2015; 15 (1): 3. <https://doi.org/10.1186/s40644-015-0037-1>.
49. Kuang F., Ren J., Zhong Q., Liyuan F., Huan Y., Chen Z. The value of apparent diffusion coefficient in the assessment of cervical cancer. *Eur. Radiol.* 2013; 23: 1050–1058. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2681-1>.
50. Lucas R., Dias J.L., Cunha T.M. Added value of diffusion-weighted MRI in detection of cervical cancer recurrence: comparison with morphologic and dynamic contrast-enhanced MRI sequences *Diagn. Interv. Radiol.* 2015; 21 (5): 368–375. <https://doi.org/10.5152/dir.2015.14427>.
51. Mayr N.A., Yuh W.T.C., Jajoura D., Wang J.Z., Lo S.S., Montebello J.F., Porter K., Zhang D., McMeekin D.S., Buatti J.M. Ultra-early Predictive Assay for Treatment Failure Using Functional Magnetic Resonance Imaging and Clinical Prognostic Parameters in Cervical Cancer. *Cancer*. 2010; 116 (4): 903–912. <https://doi.org/10.1002/cncr.24822>.

Для корреспонденции*: Петрова Анна Сергеевна – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68. ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. Тел.: +7-921-339-02-33. E-mail: a.petrova.05@gmail.com

Петрова Анна Сергеевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Смирнова Ольга Алексеевна – врач-онколог хирургического онкогинекологического отделения ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Мищенко Андрей Владимирович – доктор мед. наук, заведующий научным отделением диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”; профессор НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина” Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург.

Берлев Игорь Викторович – доктор мед. наук, заведующий хирургическим онкогинекологическим отделением, ведущий научный сотрудник хирургического онкогинекологического отделения ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Ульрих Елена Александровна – доктор мед. наук, профессор кафедры онкологии ФГБОУ ВО “СЗГМУ имени И.И. Мечникова” Минздрава России; врач-онколог отделения онкогинекологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Мкртчян Гайк Багратович – врач-онколог, аспирант хирургического онкогинекологического отделения ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Косичкина Анастасия Борисовна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Нюганен Анна Олеговна – врач отделения патоморфологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Contact*: Anna S. Petrova – 197758, Russian Federation, St. Petersburg, Pesochny, Leningradskaya str., 68. N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Phone: +7-921-339-02-33. E-mail: a.petrova.05@gmail.com

Anna S. Petrova – radiologist at the Department of Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Olga A. Smirnova – oncologist of the surgical oncological and gynecological department, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Andrei V. Mishchenko – doct. of med. sci., Head of the Department of Diagnostic and Interventional radiology, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg; Professor of the Scientific Clinical and Educational Center “Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine” of St. Petersburg State University, St. Petersburg.

Igor V. Berlev – doct. of med. sci., Head of the surgical oncological and gynecological department, Leading researcher of the surgical oncological and gynecological department, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Elena A. Ulrich – doct. of med. sci., Professor of oncological department of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; oncologist of the surgical oncological and gynecological department, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Haik B. Mkrтчyan – PhD-student of the surgical oncological and gynecological department, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Anastasia B. Kosichkina – radiologist at the Department of radiology, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Anna O. Nyuganen – pathologist at the Department of pathomorphology, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg.

Поступила в редакцию 10.04.2019.

Received on 10.04.2019.

Принята к печати 28.05.2019.

Accepted for publication on 28.05.2019.