

Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике рецидивов рака шейки матки

З.Н. Шавладзе, Т.П. Березовская, А.А. Прошин, Л.И. Крикунова, Л.С. Мкртчян
ФГБУ МРНЦ Минздрава России, Обнинск

Контакты: Татьяна Павловна Березовская berez@mrrc.obninsk.ru

Цель исследования — определение роли магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диспансерном наблюдении больных раком шейки матки (РШМ), перенесших лучевое и химиолучевое лечение, и описание вариантов МР-картины рецидивов РШМ в области таза.

Материалы и методы. Представлены результаты диспансерного наблюдения 82 больных инвазивным РШМ продолжительностью 4–47 (медиана — 12) мес.

Результаты. Из 82 пациенток с инвазивным РШМ у 25 были обнаружены рецидивы в области таза, в 23 случаях — с использованием МРТ (6 — в шейке матки, 2 — в теле матки, 2 — во влагалище, 2 — в параметрии, 10 — в подвздошных и 5 — в парааортальных лимфатических узлах, 5 — в стенке таза).

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что МРТ таза является эффективным методом выявления и оценки распространенности рецидива в области таза и целесообразно включение его в объем диспансерного обследования после лучевого и химиолучевого лечения больных инвазивным РШМ.

Ключевые слова: рак шейки матки, рецидивы, магнитно-резонансная томография, лучевая диагностика

Role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of recurrent cancer of the cervix uteri

Z. N. Shavladze, T.P. Berezovskaya, A.A. Proshin, L.I. Krikunova, L.S. Mkrтчyan
Medical Radiology Research Center, Ministry of Health and Social Development of Russia, Obninsk

Objective: to define a role of magnetic resonance imaging (MRI) in the follow-up of patients with cancer of the cervix uteri (CCU), who have undergone radiation therapy and chemoradiation therapy and to describe the types of the MRI pattern of recurrent CCU in the pelvic region.

Materials and methods. The results of a follow-up of 82 patients with a 4-47- (median 12 months) month history of invasive CCU were analyzed.

Results. Out of the 82 patients with invasive CCU, 25 were found to have pelvic recurrences; in 23 cases MRI revealed the latter (in the cervix uteri (n = 6), corpus uteri (n = 2), vagina (n = 2), parametrium (n = 2), iliac (n = 10), paraaortic (n = 5) lymph nodes, and pelvic wall (n = 5)).

Conclusion. The findings suggest that pelvic MRI is an effective technique to detect and estimate the extent of a pelvic recurrence and it is expedient to incorporate it into the scope of a follow-up after radiation therapy and chemoradiation therapy in patients with invasive CCU.

Key words: cancer of the cervix uteri, recurrences, magnetic resonance imaging, radiation diagnosis

Введение

Рак шейки матки (РШМ) занимает 6-е (5,3%) ранговое место в структуре общей онкологической заболеваемости у женщин в России и 2-е после рака тела матки — среди злокачественных опухолей внутренних репродуктивных органов [1]. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в лечении РШМ за последние годы, у 25–30% пациенток с инвазивной его формой возникают рецидивы заболевания, большинство из которых — примерно 60% — выявляют в первые 2 года и около 90% — в первые 5 лет после окончания лечения. Рецидив опухоли является причиной смерти 30% больных инвазивным РШМ [2].

Рецидивом принято считать местное возобновление опухолевого роста или появление отдаленных метастазов спустя 6 мес после полной регрессии первичной опухоли; возобновление роста опухоли в более ранний срок считается продолженным ростом. РШМ чаще всего рецидивирует местно, в области таза или парааортальных лимфатических узлов (ЛУ) [3]. При гематогенном метастазировании в первую очередь поражаются печень, легкие и кости. Рецидивы в тазу после хирургического лечения обычно локализируются в культе влагалища и/или в стенке таза [4], тогда как после лучевого лечения возникновение рецидива наиболее вероятно в латеральных от-

делах параметрия [5]. Канцероматоз брюшины не типичен для рецидива РШМ. Доказана прогностическая значимость локализации рецидивов РШМ в области таза: так, общая 5-летняя выживаемость больных с центральным рецидивом после хирургического лечения составила 42%, а с рецидивом в стенке таза — всего 10% [6]. Возможности лечения рецидивов РШМ в области таза до сих пор ограничены и зависят от предшествовавшего вида лечения. При центральных рецидивах после лучевой или химиотерапии первичной опухоли возможно хирургическое лечение (экзентерация). Латеральные рецидивы после хирургического вмешательства подлежат химиолучевому лечению [7]. Раннее выявление рецидива, часто развивающегося без выраженных клинических проявлений, способствует своевременному началу лечения и улучшению прогноза. Шансы на раннее обнаружение рецидивов РШМ в области таза увеличиваются при использовании современных инструментальных методов исследования, в частности магнитно-резонансной (МРТ) [8] и позитронно-эмиссионной (ПЭТ) томографии. Следует отметить, что доступность магнитно-резонансных (МР) исследований в нашей стране в последние годы заметно возросла.

Цель исследования — определение роли МРТ в диспансерном наблюдении больных РШМ, перенесших лучевое и химиолучевое лечение, и описание вариантов МР-картины рецидивов РШМ в области таза.

Материалы и методы

В основу исследования легли результаты диспансерного наблюдения 82 больных инвазивным РШМ, получавших лучевое или химиолучевое лечение в ФГБУ МРНЦ в период с февраля 2006 г. по июнь 2010 г. Срок наблюдения составил от 4 до 47 (медиана — 12) мес. Клиническое обследование проводили с периодичностью 1 раз в 3 мес в течение первого года после лечения, затем 1 раз в 6 мес. Объем инструментального обследования включал трансабдоминальное и трансвагинальное ультразвуковые исследования (УЗИ) таза, УЗИ брюшной полости, применение по показаниям рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики. МРТ таза на различных сроках после окончания лечения была проведена 77 (94%) пациенткам. Выявленные рецидивы во всех случаях были подтверждены гистологически или результатами динамического наблюдения. Интересна корреляция данных МРТ, УЗИ с результатами анализа SCC.

МРТ проводили на МР-томографе Symphony (Siemens) с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. Использовали стандартный протокол МРТ таза, включавший режимы T1, T2 и МР-урографию.

Результаты и обсуждение

Рецидив заболевания был обнаружен у 30 из 82 пациенток на сроках от 6 до 37 (медиана — 8) мес после окончания лечения. Рецидивы в области таза или метастазы в парааортальных ЛУ выявлены у 25 (83%) больных. Отдаленные метастазы диагностированы у 5 (17%) пациенток: в 2 случаях имело место метастатическое поражение печени (обнаружено при УЗИ и подтверждено данными компьютерной томографии — КТ); в 2 — солитарные метастазы в легких (выявлены при проведении рентгенологических исследований); в 1 — генерализованное метастатическое поражение скелета (верифицировано при остеосцинтиграфии).

Рецидивы в области таза были диагностированы у 25 больных, в том числе у 2 — при физикальном исследовании и у 1 — при УЗИ, вследствие чего дальнейшее обследование с использованием МРТ не проводили. У 22 пациенток для выявления рецидива потребовалось проведение МРТ таза. Таким образом, диагноз подавляющего большинства рецидивов РШМ в области таза был установлен с помощью МРТ, что свидетельствует об эффективности метода. Вопрос об оптимальном объеме обследования при диспансерном наблюдении больных РШМ до настоящего времени носит дискуссионный характер [9]. Согласно данным систематического обзора, подготовленного канадскими учеными, выявление асимптомных рецидивов в 29–71% случаев происходило благодаря проведению физикального исследования, в 20–47% — рентгенографии грудной клетки, в 0–34% — КТ, в 0–17% — цитологического исследования влагалищного мазка [10]. По данным R. Manfredi et al. [4], средний объем рецидивных опухолей, обнаруженных с помощью МРТ, после хирургического лечения рака матки составил 18 см³, причем в 50% случаев полная регрессия их была достигнута после химиолучевого лечения. Следует отметить, что по результатам исследований последних лет наиболее раннюю диагностику рецидива в области таза обеспечивает метод ФДГ-ПЭТ (ПЭТ с применением фтордезоксиглюкозы), однако авторы отмечают, что пока не ясно, может ли это повлиять на общую выживаемость больных РШМ [11].

В последние годы в литературе появились сообщения о целесообразности использования антигена SCC (squamous cell carcinoma antigen) в мониторинге больных РШМ после химиолучевого лечения [12], поскольку в 66–90% случаев развитие рецидива сопровождается повышением уровня этого опухолеассоциированного маркера в сыворотке крови. Временной промежуток между повышением уровня антигена в сыворотке крови и клиническим проявлением рецидива составляет в среднем 2–6 мес.

К сожалению, мы не располагаем собственным опытом применения SCC.

Среди рецидивов РШМ, диагностируемых в области таза, выделяют центральные, к которым, помимо местных рецидивов, развивающихся в шейке матки, большинство авторов относят рецидивы, возникающие в теле матки, стенках, сводах или культе влагалища. Вместе с тем некоторые авторы считают центральными только местные рецидивы, развивающиеся в шейке матки, и относят остальные, в том числе возникающие во влагалище и теле матки, к периферическим рецидивам [13]. В нашей работе мы придерживались более широкого толкования центрального рецидива и относили к нему возобновление опухолевого роста во влагалище, шейке и теле матки.

В группу латеральных рецидивов, как правило, объединяют параметральные рецидивы, поражение регионарных ЛУ и рецидивы в стенке таза. Эти рецидивы имеют особенно неблагоприятный прогноз и тяжелее всего поддаются лечению.

В отдельную группу обычно выделяют метастазы, возникающие в парааортальных ЛУ. Кроме того, встречаются комбинированные рецидивы с широким вовлечением органов и структур таза, например центральный рецидив в сводах влагалища с распространением на стенку таза и метастазы в парааортальные ЛУ.

Локализация выявленных нами у 22 больных при выполнении МРТ таза рецидивов представлена в таблице, из которой видно, что у наших пациенток после лучевого и химиолучевого лечения латеральные рецидивы встречались почти в 2 раза чаще, чем центральные и парааортальные. При централь-

Характеристика рецидивов РШМ в области таза, выявленных у 22 пациенток при динамическом наблюдении с использованием МРТ

Локализация рецидива	Число рецидивов (%)	Срок выявления, мес (медиана)
Центральный рецидив:	10 (27)	
в шейке матки	6 (60)	7–13 (9)
в теле матки	2 (20)	12–17 (14,5)
во влагалище	2 (20)	7–10 (8,5)
Латеральный рецидив:	17 (46)	
в параметрии	2 (12)	7–12 (9,5)
в подвздошных ЛУ	10 (59)	6–17 (8)
в стенке таза	5 (29)	7–22 (15)
Рецидив в парааортальных ЛУ (отдаленные метастазы)	10 (27)	6–22 (11)
Всего	37 (100)	

ных рецидивах преобладало местное возобновление опухолевого роста в шейке матки. При распространенных рецидивах ($n=11$) в 54% случаев наблюдалось сочетание центрального рецидива и метастатического поражения тазовых и/или парааортальных ЛУ.

Остановимся подробнее на МР-изображении рецидивов РШМ, возникших в области таза после лучевого/химиолучевого лечения. Типичная МР-картина местного рецидива была выявлена в 6 случаях и характеризовалась наличием бугристого образования в шейке матки со средней интенсивностью сигнала в режиме T2 [14]. Рецидивная опухоль, так же как и первичная, может инфильтрировать параметрий, стенки влагалища и тело матки. Тяжелым

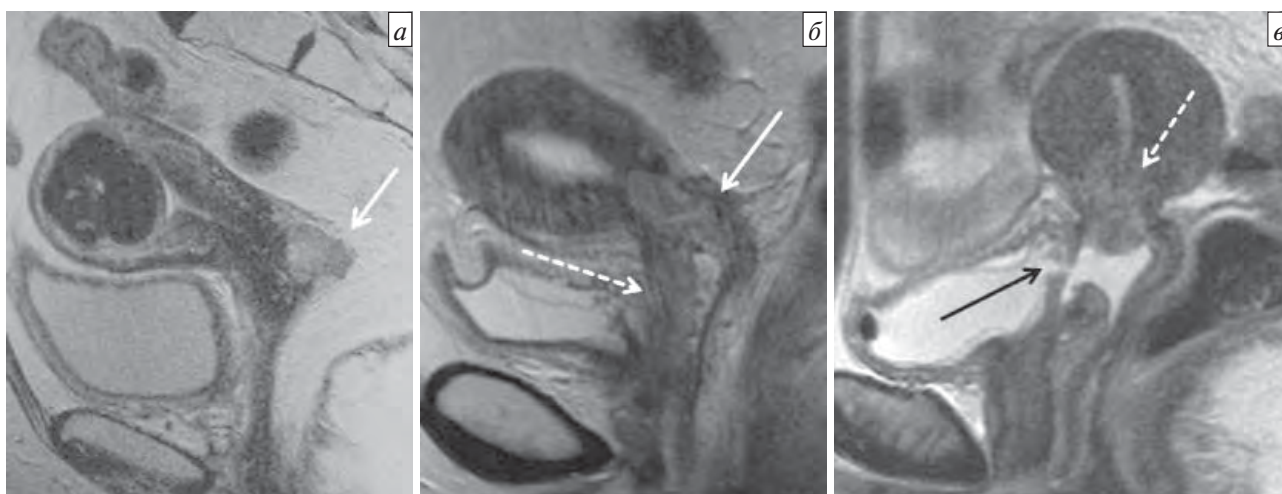


Рис. 1. МР-изображение местных рецидивов РШМ на T2-взвешенном изображении (ВИ) в сагиттальной плоскости: а — образование со средней интенсивностью сигнала по задней стенке шейки матки (стрелка); б — образование со средней интенсивностью сигнала в области цервикального канала и внутреннего зева матки (стрелка), распространяющееся на переднюю стенку влагалища (пунктирная стрелка); в — образование со средней интенсивностью сигнала в области редуцированной шейки и нижнего сегмента тела матки (пунктирная стрелка) с вовлечением задней стенки мочевого пузыря, сообщающегося с просветом влагалища через дефект в задней стенке (пузырно-влагалищный свищ)

осложнением рецидива являются пузырно-влагалищные или прямокишечно-влагалищные свищи, формирующиеся в результате опухолевой инфильтрации соседних органов (рис. 1).

МР-признаком наличия остаточной опухоли после лучевого лечения является сохранение в стро-ме шейки матки гиперинтенсивного участка на T2-ВИ. В связи с тем что подобная МР-картина неспецифична и может соответствовать постлучевым изменениям, она требует гистологической верификации или динамического наблюдения. С учетом постепенной регрессии местных лучевых реакций некоторые авторы рекомендуют выполнять МРТ таза не ранее чем через 6 мес после окончания лучевого или химиолучевого лечения РШМ [15]. Вместе с тем в последнее время появились работы, свидетельствующие о важном прогностическом значении данных МРТ относительно объема опухоли и степени его сокращения сразу после окончания или даже в процессе проведения лучевого лечения [13, 16, 17]. Проведенный нами у больных с местными рецидивами в шейке матки ретроспективный анализ исходных МР-томограмм показал, что объем первичной опухоли у них был значительным (медиана — 35 см³).

Центральный рецидив, локализованный в теле матки, был обнаружен нами у 2 пациенток, и в обоих случаях сопровождался скоплением жидкости в полости матки (гидрометра), на фоне которой определялись пристеночные дополнительные образования (рис. 2). Причиной скопления серозной или геморрагической жидкости в полости матки также может быть нарушение оттока, вызванное облитерацией цервикального канала или влагалища после облучения [2]. В пользу рецидива свидетельствует визуализация в полости матки пристеночных мягкотканых образований, которые, однако, приходится дифференцировать с фибринозными наложениями. Диагноз рецидива может быть подтвержден цитологически после получения аспирата из полости матки.

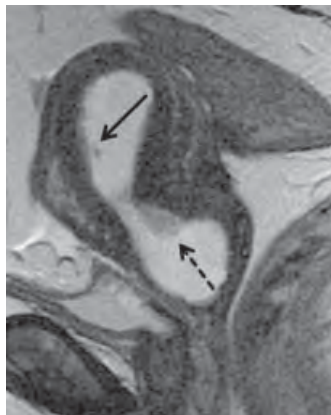


Рис. 2. МР-изображение центрального рецидива РШМ в матке на T2-ВИ в сагиттальной плоскости: полость матки, цервикальный канал и верхняя треть влагалища выше уровня его адгезии расширены в виде песочных часов, содержат жидкость, на фоне которой определяются пристеночные мягкотканые образования со средней интенсивностью сигнала (стрелки)

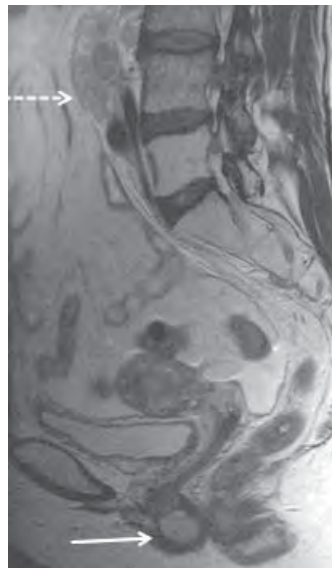


Рис. 3. МР-изображение рецидива РШМ во влагалище на T2-ВИ в сагиттальной плоскости: в дистальных отделах влагалища определяется округлое образование со средней интенсивностью сигнала (стрелка); по ходу брюшной аорты визуализируется конгломерат увеличенных ЛУ (пунктирная стрелка)

Рецидивы во влагалище в обоих выявленных нами случаях имели вид узловых образований и были локализованы в нижней трети влагалища (рис. 3), что позволяет предполагать их метастатический характер. Имеются указания на то, что рецидивы во влагалище наиболее часто локализуются в области сводов [15]. Согласно данным литературы, наличие опухолевого узла в стенке влагалища является достоверным признаком рецидива в отличие от диффузного или ограниченного утолщения стенок влагалища с повышенным МР-сигналом, которое необходимо дифференцировать с лучевым эпителиитом.

Изолированные параметральные рецидивы в нашем исследовании определялись в виде дополнительных образований в клетчатке таза, имели неровные контуры и среднюю интенсивность сигнала на T2-ВИ (рис. 4). Опухолевый рост в параметрии



Рис. 4. МР-изображение рецидива РШМ в параметрии на T2-ВИ в аксиальной плоскости: образование со средней интенсивностью сигнала (обведено) определяется слева в задних отделах параметральной клетчатки

был выявлен на сроках не более года после окончания специфического лечения, т. е. довольно рано, что хорошо согласуется с распространенной точкой зрения о том, что параметральный рецидив возникает вследствие недостаточного лечебного воздействия на латеральные отделы таза. Рецидив в параметрии является достаточно сложным в плане гистологической верификации и подтверждается в процессе выполнения пункционной биопсии либо при динамическом наблюдении. При МРТ может возникнуть необходимость дифференцировать параметральный рецидив от внутритазового лучевого фиброза. Последний характеризуется наличием в клетчатке таза тяжей с низким МР-сигналом. Визуализация на этом фоне образований с более высоким сигналом на Т2-ВИ может свидетельствовать о включениях опухолевой ткани, однако этот признак не является высокоспецифичным [18].

По данным ряда исследований, проведенных за рубежом, чувствительность МРТ таза (без применения контрастных препаратов) в выявлении рецидивов РШМ составляет 90–91 %, при этом показатели специфичности относительно невысоки (22–38 %), что обусловлено сложностью проведения дифференциальной диагностики с постлучевыми (фиброзными, воспалительными, некротическими) изменениями. Выполнение МРТ с динамическим контрастным усилением позволило повысить специфичность до 67 % [18], хотя методика анализа фармакокинетики препаратов гадолиния при динамическом контрастировании по разным причинам пока не получила широкого распространения. При оценке лечебного эффекта, особенно в первые 6 мес после окончания терапии, когда дифференциация с постлучевыми изменениями наиболее сложна,

большие надежды связывают с молекулярными изображениями, к которым относят диффузионно-взвешенное МР-изображение и ФДГ-ПЭТ/КТ [19].

Метастатическое поражение подвздошных и парааортальных ЛУ имеет схожие МР-признаки, однако в прогностическом отношении последнее является наименее благоприятным [2]. Основным признаком поражения ЛУ на МР-томограммах служит прогрессирующее со временем увеличение их размеров. Границей нормы для овального узла принят поперечник диаметром < 10 мм, для округлого узла — < 8 мм. Выявление увеличенных ЛУ возможно при использовании различных режимов и плоскостей исследования, однако большинство авторов отдают предпочтение либо Т1-ВИ в коронарной плоскости, либо Т2-ВИ в аксиальной плоскости. Наличие множества увеличенных округлых ЛУ или их конгломератов позволяет с высокой степенью уверенности предполагать метастатический характер лимфаденопатии (рис. 5). Нечастым, но специфичным признаком метастатического поражения ЛУ является наличие в его структуре МР-признаков некроза.

Прогрессирование опухолевого роста в подвздошных ЛУ приводит к инфильтрации окружающей клетчатки, мышц и костей, т. е. к развитию рецидива в стенке таза. Более поздние, по сравнению с другими вариантами латеральных рецидивов, сроки их выявления служат косвенным подтверждением этого факта (см. таблицу). На МР-томограммах исчезает жировая прослойка между опухолью и стенкой таза, повышается сигнал от инфильтрированных тазовых мышц, возможно появление деструкции прилежащих костей таза (рис. 6). Вовлечение сосудов в опухолевый конгломерат становится

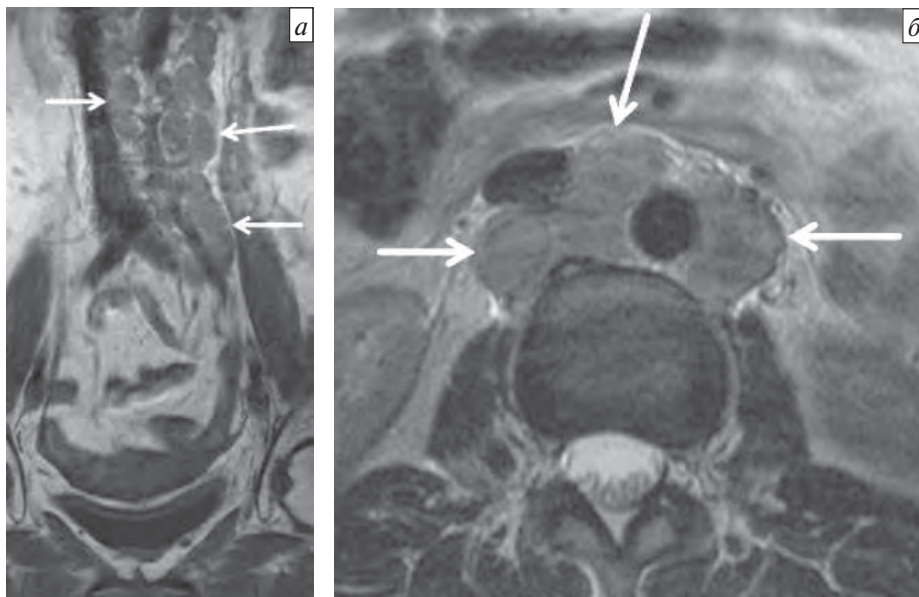


Рис. 5. МР-изображение метастазов в парааортальные ЛУ (стрелки): а — на коронарном Т1-ВИ; б — на аксиальном Т2-ВИ

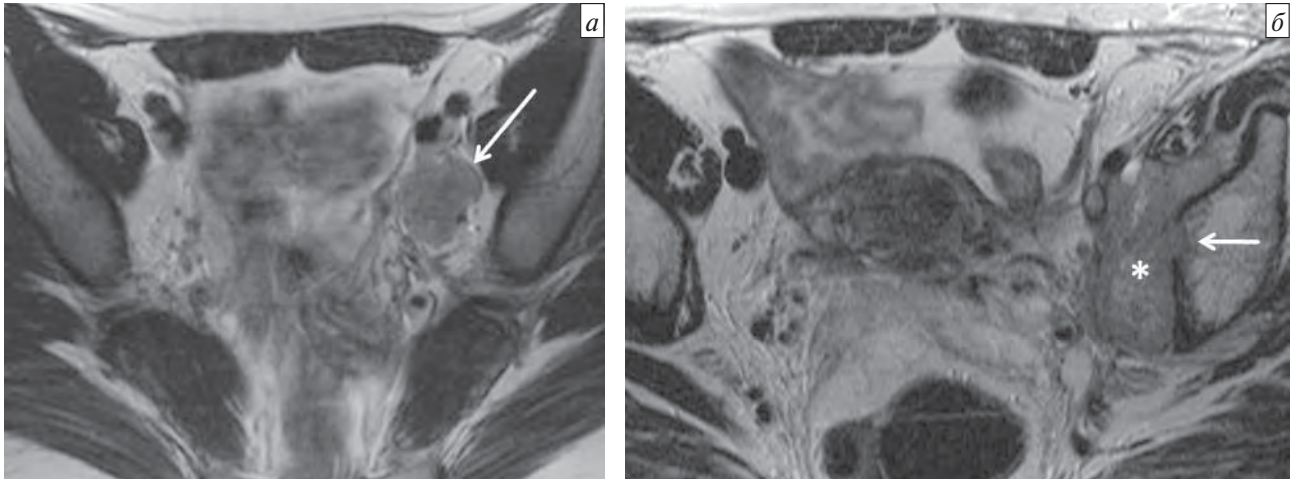


Рис. 6. МР-изображение латеральных рецидивов РШМ на аксиальных T2-ВИ: а — увеличенный слева подвздошный ЛУ с бугристыми контурами (стрелка); б — опухолевый инфильтрат у левой стенки таза (звездочка) с деструкцией кортикальной пластинки прилежащей подвздошной кости (стрелка)

причиной возникновения лимфостаза, тромбоза и флеботромбоза, что клинически проявляется отеком нижней конечности. Инфильтрация седалищного нерва приводит к появлению выраженного болевого синдрома. В данной ситуации клиническая симптоматика сопровождается типичными изменениями на МР-томограммах, что без труда позволяет установить диагноз.

Конгломераты увеличенных ЛУ могут стать причиной обструкции мочеточника с последующим развитием гидронефроза. Клинически раннее выявление обструкции мочеточника затруднено, так как протекает бессимптомно, однако расширенный мочеточник можно легко обнаружить на МР-урограммах. Уретерэктазия была обнаружена

нами в 6 случаях, причем в половине из них сдавление мочеточника определялось на уровне входа в малый таз. Выполнение МРТ таза помогает установить причину обструкции мочеточника, разграничивая рецидив и внутритазовый лучевой фиброз. Наличие увеличенных ЛУ обуславливает сдавление мочеточника на уровне средней и верхней трети (рис. 7), тогда как обструкция на юкставезикальном уровне, как правило, вызвана развитием рецидивов в параметрии.

Выводы

1. МРТ таза является эффективным методом диагностики рецидивов, возникающих в области таза и забрюшинных ЛУ, и может быть рекомендо-

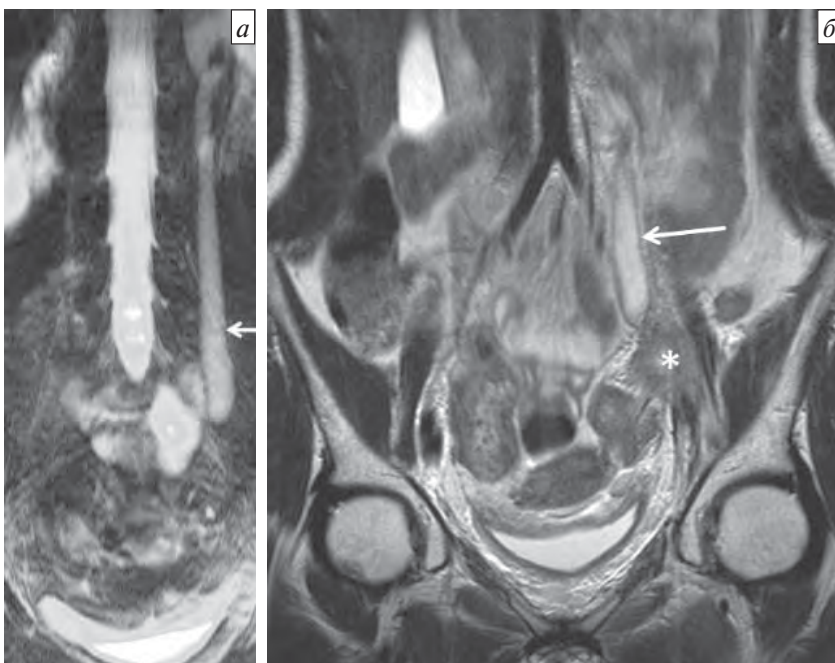


Рис. 7. МР-изображение уретерэктазии слева (стрелки): а — на МР-урограмме в коронарной плоскости; б — на T2-ВИ в коронарной плоскости; дистальнее расширенного мочеточника определяется бугристый конгломерат увеличенных подвздошных ЛУ (звездочка)

вана для включения в объем клинического обследования при диспансерном наблюдении больных после лучевого/химиолучевого лечения РШМ.

2. МР-картина рецидивов РШМ, развившихся после лучевого/химиолучевого лечения, характеризуется полиморфизмом, позволяет оценить распространенность опухолевого процесса в области таза

и выделить в соответствии с клинической классификацией центральные, латеральные и парааортальные рецидивы.

3. После проведения лучевого/химиолучевого лечения отмечено более частое возникновение латеральных рецидивов в области таза по сравнению с центральными и парааортальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злокачественные новообразования в России в 2008 году (заболеваемость и смертность). Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2010.
2. Walsh J.W. Computed tomography of the pelvis. NY: Churchill Livingstone, 1985.
3. Burke T.W., Hoskins W.J., Heller P.B. et al. Clinical patterns of tumor recurrence after radical hysterectomy in stage IB cervical carcinoma. *Obstet Gynecol* 1987;69:382–5.
4. Manfredi R., Baltieri S., Tognolini A. Recurrent uterine cancer after surgery: magnetic resonance imaging patterns and their changes after concomitant chemoradiation. *Radiol Med* 2008;113(8):1143–56.
5. Бохман Я.В. Руководство по онкогинекологии. СПб.: Фолиант, 2002.
6. Hille A., Weiss E., Hess C.F. Therapeutic outcome and prognostic factors in the radiotherapy of recurrences of cervical carcinoma following surgery. *Strahlenther Onkol* 2003;179(11):742–7.
7. Berek J.S., Novak E. Berek & Novak's gynecology. 14th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007; p. 1441.
8. Березовская Т.П., Дьячков А.А., Валькова В.Н. Магнитно-резонансная томография при опухолях матки и придатков. Архангельск, 2002.
9. Zola P., Fuso L., Piovano E. et al. Could follow-up different modalities play a role in asymptomatic cervical cancer relapses diagnosis? An Italian multicenter retrospective analysis. *Gynecol Oncol* 2007;107(1 Suppl 1):150–4.
10. Elit L., Fyles A.W., Devries M.C. et al. Follow-up for women after treatment for cervical cancer: a systematic review. *Gynecol Oncol* 2009;114(3):528–35.
11. Magne N., Chargari C., Devine C.E. et al. New trends in the evaluation and treatment of cervical cancer: the role of FDG-PET. *Cancer Treat Rev* 2008;43(8):671–81.
12. Yoon S.M., Shin K.H., Kim J.-Y. et al. Use of serum squamous cell carcinoma antigen for follow-up monitoring of cervical cancer patients who were treated by concurrent chemoradiotherapy. *Radiat Oncol* 2010;5:78–83.
13. Saida T., Tanaka Y.O., Ohara K. et al. Can MRI predict local control of uterine cervical cancer immediately after radiation therapy? *Magn Reson Med* 2010;9(3):141–8.
14. Jeong Y.Y., Kang H.K., Chung T.W. et al. Uterine cervical carcinoma after therapy: CT and MR imaging findings. *Radiographics* 2003;23:969–81.
15. Kaur H., Silverman P.M., Iyer R.B. et al. Diagnosis, staging, and surveillance of cervical carcinoma. *Am J Roentgenol* 2003;180:1621–32.
16. Wang J.Z., Mayr N.A., Zhang D. Sequential magnetic resonance imaging of cervical cancer: the predictive value of absolute tumor volume and regression ratio measured before, during, and after radiation therapy. *Cancer* 2010;116(21):5093–101.
17. Mayr N.A., Wang J.Z., Lo S.S. et al. Translating response during therapy into ultimate treatment outcome: a personalized 4-dimensional MRI tumor volumetric regression approach in cervical cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010;76:719–27.
18. Weber T.M., Sostman D.H., Spritzer C.E. et al. Cervical carcinoma: determination of recurrent tumor extent versus radiation changes with MR imaging. *Radiology* 1995;194:135–9.
19. Kinkel K., Ariche M., Tardivon A.A. et al. Differentiation between recurrent tumor and benign conditions after treatment of gynecologic pelvic carcinoma: value of dynamic contrast-enhanced subtraction MR imaging. *Radiology* 1997;204:55–63.
20. Liyanage S.H., Roberts S.A., Rockall A.G. MRI and PET scan for primary staging and detection of cervical cancer recurrence. *Women's Health* 2010;6(2):251–69.