

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26

Современный взгляд на принципы диагностики и лечения рака прямой кишки по данным МРТ (обзор литературы)

Гришко П.Ю.^{1*}, Балясникова С.С.^{1, 2, 3}, Самсонов Д.В.¹,
Мищенко А.В.¹, Карачун А.М.¹, Правосудов И.В.¹

¹ НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

² The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, UK

³ Imperial College London, London, UK

Contemporary view to the principles of rectal cancer diagnostics and treatment according to MRI (literature review)

Grishko P.Yu.^{1*}, Balyasnikova S.S.^{1, 2, 3}, Samsonov D.V.¹,
Mishchenko A.V.¹, Karachun A.M.¹, Pravosudov I.V.¹

¹ National Medical Research Center of Oncology named after N. N. Petrov, St. Petersburg, Russia

² The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, UK

³ Imperial College London, London, UK

В статье рассматриваются последние достижения лучевой диагностики при обследовании пациентов с предполагаемым и верифицированным раком прямой кишки на различных этапах лечебно-диагностического процесса. Показана высокая роль качественной визуализации в диагностике рака прямой кишки, подробно описываются возможности магнитно-резонансной томографии в первичной диагностике заболевания и при рестадировании опухоли после проведения неoadъювантного лечения, обсуждаются оптимальная методика проведения исследования и принципы интерпретации полученных данных в ежедневной практике.

Ключевые слова: рак прямой кишки, диагностика, оценка распространенности, неoadъювантное лечение, магнитно-резонансная томография.

Ссылка для цитирования: Гришко П.Ю., Балясникова С.С., Самсонов Д.В., Мищенко А.В., Карачун А.М., Правосудов И.В. Современный взгляд на принципы диагностики и лечения рака прямой кишки по данным МРТ (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (2): 7–26.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26.

In this article are reviewed the most recent diagnostic methods for patients with probable and verified rectal can-

cer, in different stages of treatment. The importance of high quality visualization of rectal cancer, opportunities of magnetic resonance imaging in primary diagnosis and restaging of the disease after neoadjuvant chemotherapy, optimal examination methods and interpretation of images in routine are discussed.

Key words: rectal cancer, diagnostics, disease extent assessment, neoadjuvant chemotherapy, magnetic resonance imaging.

Recommended citation: Grishko P.Yu., Balyasnikova S.S., Samsonov D.V., Mishchenko A.V., Karachun A.M., Pravosudov I.V. Contemporary view to the principles of rectal cancer diagnostics and treatment according to MRI (literature review). *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 7–26. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-7-26.

Эпидемиологические сведения

Рак прямой кишки (РПК) в настоящее время остается одним из самых распространенных онкологических заболеваний в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, отмечается непрерывный рост заболеваемости и смертности от РПК у представителей обоих полов [1].



Так, согласно мировой статистике Международного агентства по изучению рака (International Agency for Research on Cancer, IARC), выявляется до 1 млн новых случаев рака данной локализации ежегодно [2], в Российской Федерации – более 58 тыс. [3]. Известно, что частота возникновения колоректального рака увеличивается с возрастом; основную группу больных составляют лица в возрасте 60–64 лет [4]. Ежегодно более 500 тыс. человек по всему миру и более 8 тыс. в России погибает от этих новообразований [5].

Классификация и принципы стадирования колоректального рака

Большое количество типов гистологического строения и характерных особенностей роста послужило основой для появления разнообразных классификаций колоректального рака по различным признакам. По форме роста различают:

экзофитную – чаще всего имеет грибовидную форму, растущую внутрипросветно;

эндофитную – прорастает в толщу стенки кишки и представлена в виде инфильтрирующей язвы с закругленными валикообразными краями.

Основная часть всех карцином толстой кишки (95–98%) представлена аденокарциномами различной степени дифференцировки, слизеобразующими аденокарциномами и перстневидноклеточным раком, которые развиваются из аденом [1, 6]. Частота встречаемости других гистологических типов опухолей прямой и ободочной кишки варьирует в пределах 2–5%. Среди них: гастроинтестинальная стромальная опухоль (ГИСО или GIST), карциноидная опухоль, лейомиосаркома, лимфома, ангиосаркома Капоши и др. [7]. Опухоли анального канала представляют отдельную нозологическую группу заболеваний, которая включает в большинстве случаев плоскоклеточный рак, железисто-плоскоклеточный рак, базально-клеточный рак.

Общепринята международная классификация злокачественных новообразований объединенного Американского комитета по раку (The American Joint Committee on Cancer, AJCC) и Союза международного контроля над раковыми заболеваниями (Union for International Cancer Control, UICC) [8]. Согласно последней 8-й редакции, для стадирования аденокарцином прямой кишки используются следующие критерии TNM (табл. 1).

Таблица 1. TNM-критерии рака прямой кишки (AJCC, 8-е издание)

Table 1. TNM classification of rectal cancer (AJCC, 8th ed.)

Т-критерий (первичная опухоль)

TX: недостаточно данных для оценки первичной опухоли

T0: признаки первичной опухоли отсутствуют

Tis: карцинома *in situ*; представляет собой интраэпителиальный рак или рак с инвазией в собственную пластинку

T1: опухоль инфильтрирует подслизистый слой

T2: опухоль инфильтрирует собственную мышечную оболочку

T3: опухоль инфильтрирует субсерозный слой или паракишечную или параректальную клетчатку, не покрытую брюшиной

T4: опухоль распространяется на соседние органы или структуры и/или прорастает висцеральную брюшину

T4a: опухоль прорастает висцеральную брюшину

T4b: опухоль непосредственно прорастает другие органы и/или структуры

N-критерий (регионарные лимфатические узлы (ЛУ))

Nx: недостаточно данных для регионарных ЛУ

N0: метастатически пораженные ЛУ не определяются

N1: метастатическое поражение от 1 до 3 регионарных ЛУ

N1a: метастатическое поражение в 1 регионарном ЛУ

N1b: метастатическое поражение в 2–3 регионарных ЛУ

N1c: отсутствие пораженных регионарных ЛУ и наличие опухолевых депозитов в субсерозном слое, брыжейке, периколитической и мезоректальной клетчатке

N2: метастазы определяются в 4 и более регионарных ЛУ

N2a: метастазы в 4–6 регионарных ЛУ

N2b: метастазы в 7 и более регионарных ЛУ

M-критерий (отдаленные метастазы)

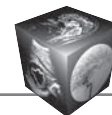
M0: отдаленные метастазы не визуализируются

M1: отдаленные метастазы

M1a: метастазы в 1 орган без поражения брюшины

M1b: метастазы в 2 или более органах без поражения брюшины

M1c: метастазы по брюшине определяются отдельно или совместно с другими метастазами в органы



Оценка местной распространенности РПК

В настоящее время основными методами стадирования РПК являются эндоскопическое ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография и магнитно-резонансная томография (МРТ). Все они в определенной мере позволяют оценить глубину инвазии кишечной стенки (Т-критерий по классификации TNM), вовлеченность ЛУ (N-критерий) и мезоректальной фасции (МРФ), инвазию анального сфинктера, экстрамуральную венозную инвазию, наличие отдаленных метастазов. Однако, по мнению ряда авторов, МРТ может считаться одним из наиболее информативных методов определения местной распространенности опухолевого процесса [9, 10]. МРТ благодаря высокой мягкотканной контрастности и изображениям высокого разрешения позволяет получать картину, максимально приближенную к анатомической [11], что в свою очередь способствовало широкому внедрению данного метода в клиническую практику [12]. В ходе исследований ряда авторов при сопоставлении степени местного распространения опухоли при Т2- и Т3-критериях МРТ показала высокую степень соответствия (от 75 до 92%) с данными гистологического исследования [13, 14]. МРТ также позволяет отчетливо локализовать уровень опухолевого процесса за счет хорошей дифференциации слоев кишечной стенки, мезоректальной клетчатки и фасции, создает условия для адекватной оценки глубины инвазии и степени поражения параректальных структур [15], определения инвазии соседних органов и ЛУ [16].

Методика МР-исследования

На сегодняшний день существует ряд рекомендаций по проведению МР-исследований у пациентов с РПК, утвержденных Европейским сообществом гастроэнтерологической и абдоминальной радиологии (European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology, ESGAR) в 2016 г., которые базируются на данных проспективного исследования MERCURY Group [10, 17, 18].

Основными положениями данных рекомендаций являются:

1. Оптимальная напряженность магнитного поля у томографа должна составлять не менее 1,5 Тл, что позволяет отчетливо дифференцировать все слои кишечной стенки.
2. Используется поверхностная фазированная катушка. Обычно применение эндоректальной катушки не рекомендуется.
3. Использование трансректального контрастирования не рекомендуется. Хотя существует

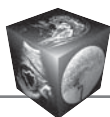
ряд работ, в которых авторы получали более высокие показатели чувствительности и специфичности при использовании внутрисигмоидного контрастирования благодаря расправлению стенок кишки и лучшей визуализации опухолей небольших размеров [19]. Однако было доказано, что перерастяжение стенок кишки приводит к сокращению истинной толщины мезоректума, что в свою очередь значительно снижает диагностическую точность МРТ [20].

4. Протокол исследования должен включать 2D T2-взвешенные последовательности в 3 плоскостях. Сагиттальные серии используются для определения продольной оси опухоли, оценки ее длины и высоты, взаимосвязи с брюшиной и другими соседними структурами. Затем выполняют высокоразрешающие последовательности с толщиной среза не более 3 мм (и минимальным FOV) по короткой и длинной оси кишки. Они необходимы для оценки глубины инвазии в пределах стенки кишки, МРФ и прилегающей мезоректальной клетчатки. Следует отметить, что для нижеампулярных опухолей прямой кишки, расположенных ниже пуборектальной мышцы, плоскость сканирования должна определяться относительно анального канала для оценки взаимоотношения со сфинктерным аппаратом и леваторами.

5. Иногда рекомендуется использовать дополнительные последовательности: аксиальные серии T1-взвешенных изображений (ВИ) и T2ВИ с большим FOV, от подвздошных гребней до бугристой седяльной кости, а также T2ВИ в коронарной плоскости с большим полем обзора для полного охвата зоны последующей операции с целью предоперационного планирования и выявления дополнительных индивидуальных особенностей.

6. Использование внутривенного контрастного усиления при стадировании опухолей прямой кишки и оценке поражения ЛУ не рекомендуется в повседневной практике. Внутривенное контрастирование гадолиний-содержащими препаратами широко используется в большом количестве медицинских учреждений. Однако проведенные исследования не показали увеличения диагностической эффективности как при оценке последовательностей с контрастированием отдельно, так и в сочетании с T2ВИ высокого разрешения [21]. Так, по данным S. Jao и соавт., точность при раздельной оценке Т-критерия на T2ВИ и изображений с контрастированием составила 75–82%, N-критерия – 65–69%, а при комбинированном анализе данных последовательностей 84–86% и 71–76% соответственно [22].

7. В протокол исследования после проведения предоперационной химиолучевой терапии (ХЛТ)



рекомендуется включить диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) с высоким b-фактором ≥ 800 . При этом исследование до лечения может не иметь ДВИ, так как отсутствует необходимость сравнения с ним, как в случае с Т2ВИ. Оценка изображений должна состоять из анализа ДВИ и карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Однако количественная оценка ИКД-карт в повседневной практике из-за отсутствия стандартизированных протоколов и валидированных пороговых значений, как правило, не выполняется. С другой стороны, ДВИ в большинстве случаев не дают дополнительных преимуществ при первичном стадировании РПК. В то же время некоторыми исследователями получены обнадеживающие данные, подтверждающие, что использование этого режима повышает диагностическую способность МРТ в оценке ответа на проводимую неоадьювантную химиолучевую терапию (НХЛТ) [23, 24].

8. Получению качественных МР-данных при РПК может помешать ряд обстоятельств, включающих в себя артефакты от движения (кишечника, мочевого пузыря и передней брюшной стенки), а также неоптимальное соотношение сигнал–шум. Артефакты от движения, обусловленные движением передней брюшной стенки, могут быть устранены путем размещения сатуратора в области передней брюшной стенки, перед мочевым пузырем; для снижения артефактов от кишечника можно использовать утяжелители (например, подушки с песком), размещаемые на животе, а также предварительный прием спазмолитических препаратов (например, бускопан, дротаверин, глюкагон).

Таким образом, качество получаемых изображений, от которых зависит информативность МРТ, напрямую зависит от используемых протоколов исследования и методики сканирования.

МР-анатомия прямой кишки

Прямая кишка – это терминальный отдел пищеварительного тракта, расположенный дистальнее сигмовидной кишки до уровня анального края, имеющий длину 15–18 см. Он разделен на несколько частей: анальный канал – узкая часть прямой кишки, проходящая через промежность, находящаяся дистальнее, ближе к анальному отверстию, и три отдела ампулярной части: нижне-, средне- и верхнеампулярный (протяженность каждого условно равняется 5 см). Ректосигмоидный отдел имеет переменное расположение от уровня мыса крестца до тела S_{III}-позвонка.

На Т2ВИ высокого разрешения можно выделить три слоя стенки прямой кишки [10]. Самый

внутренний, слизистый, слой представлен в виде тонкой гипоинтенсивной полоски. Средний – подслизистый слой, имеет гиперинтенсивный МР-сигнал. Внешний, мышечный, слой состоит из внутреннего циркулярного и наружного продольного пучков мышц. Обычно слои мышечной оболочки дифференцировать не удается, и они визуализируются как один слой в виде изо-гипоинтенсивного МР-сигнала, имеющего четкую границу с мезоректальной клетчаткой.

Прямая кишка имеет серозную оболочку только выше уровня переходной складки брюшины, вдоль передней и боковых поверхностей в верхней трети и передней поверхности в средней трети прямой кишки. Переходная складка брюшины четко визуализируется на Т2ВИ в сагитальной и аксиальной проекциях в виде линии, идущей от задней поверхности семенных пузырьков (у мужчин), шейки или тела матки (у женщин) к передней поверхности кишечной стенки (рис. 1, а). На аксиальных срезах она определяется в виде V-образной тонкой гипоинтенсивной линии (рис. 1, б). Ниже уровня переходной складки брюшины прямая кишка окружена мезоректальной клетчаткой, которая ограничена тонкой МРФ, сливающейся с фасцией Денонвиллье или ретроагинальной фасцией клепреди и пресакральной фасцией кзади. МРФ полностью окружает прямую кишку только в нижней трети, представляет собой тонкий фасциальный футляр, ограничивающий прямую кишку и окружающую ее жировую клетчатку с параректальными сосудами и лимфатическими коллекторами (рис. 2). На Т2ВИ она визуализируется в виде гипоинтенсивной циркулярной линии. Книзу МРФ истончается и соприкасается с внутренней поверхностью *m. levator ani*, сливается с фасцией таза. Пресакральная фасция – это задняя часть париетального листка фасции таза, которая ограничивает пресакральную клетчатку, а также расположенные в ней пресакральные вены и сплетения.

M. levator ani – парная мышца, состоящая из *mm. puborectalis*, *pubococcygeus*, *illeococcygeus* и *lig. anococcygeus* (фиброзной связки).

Анальный канал – дистальный отдел прямой кишки. Его верхней границей является зубчатая линия (переход многослойного плоского неороговевающего эпителия анального канала в однослойный цилиндрический или кубовидный эпителий слизистой оболочки прямой кишки), ей анатомически соответствует уровень верхнего края *m. puborectalis*, которая окружает прямую кишку на уровне перехода леваторов в наружный сфинктер анального канала в виде петли. Анальный канал состоит из двух сфинктеров и межсфинктерного пространства. Внутренний сфинктер являет-

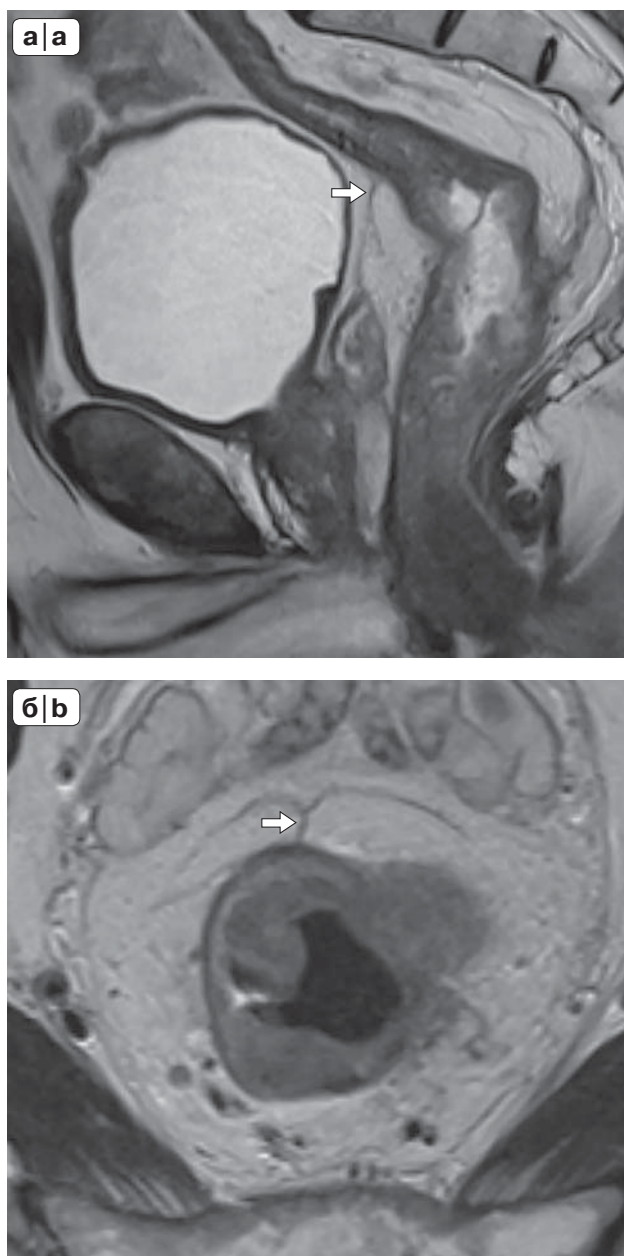
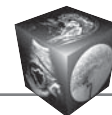


Рис. 1. МРТ, Т2ВИ в сагитальной (а) и аксиальной (б) плоскостях. Переходная складка тазовой брюшины (белая стрелка).

Fig. 1. MRI, sagittal (a) and axial (b) T2-weighted image. Anterior peritoneal reflection (white arrow).

ся продолжением циркулярных мышечных волокон мышечного слоя нижнеампулярного отдела прямой кишки, наружный сфинктер представлен поперечно-полосатыми мышечными волокнами.

Анальный канал заканчивается анальным краем – это граница, где дистальная граница анального канала достигает поверхности кожи, переход эпителия анального канала в многослойный ороговевающий эпителий перианальной кожи.

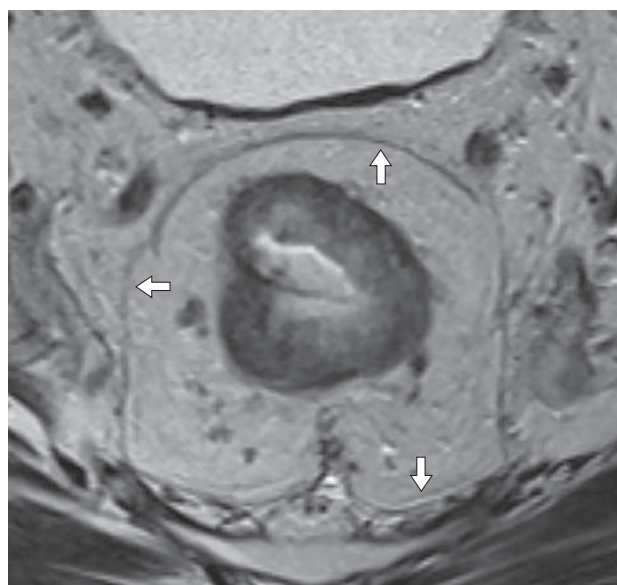


Рис. 2. МРТ, Т2ВИ в аксиальной плоскости на уровне среднеампулярного отдела прямой кишки. Мезоректальная фасция (белые стрелки).

Fig. 2. MRI, Axial T2-weighted image, mid rectum level. Mesorectal fascia (white arrows).

Локализация опухоли

Определение точной локализации опухоли и уровня поражения имеет принципиальное клиническое значение [25]. Помимо указания отдела прямой кишки, который она поражает, обязательным является регистрация расстояния от анального края и от уровня верхнего края *m. puborectalis* (зубчатой линии) до дистального края опухоли, поскольку данная информация позволит планировать лечение и прогнозировать возможное выполнение сфинктерсохраняющих вмешательств. Также измеряется протяженность опухолевых изменений и их распространенность по окружности относительно “часов условного циферблата”. Эти характеристики обязательно учитываются при определении дальнейшей тактики лечения, в том числе возможности выполнения радикальных хирургических вмешательств.

Т-критерий

Т-критерий отражает степень инвазии кишечной стенки опухолью и ее распространение за пределы мышечного слоя в окружающую клетчатку. Данный критерий является одним из ключевых в определении прогноза безрецидивной и общей выживаемости. Еще С. Dukes и соавт. в 1932 г. доказали, что наиболее неблагоприятным прогностическим фактором является выраженное экстрамуральное распространение опухоли, при этом



показатель общей выживаемости сокращается практически в 2 раза [26].

Проведенный метаанализ большого количества исследований в определении Т-критерия РПК при МРТ высокого разрешения (ВР-МРТ) показал, что точность данного метода составляет 85%, чувствительность – 87%, а специфичность – 75% [13].

На МР-изображениях в режиме Т2ВИ опухолевая ткань обычно имеет сигнал средней интенсивности и определяется (в зависимости от размеров и распространенности) как участок локального утолщения стенки кишки с закругленными краями, инфильтрирующий стенку кишки и мезоректальную клетчатку [27]. В свою очередь существуют опухоли, в структуре которых может определяться муцинозный компонент, характеризующийся гиперинтенсивным сигналом на Т2ВИ и чаще локализующийся в подслизистом или мышечном слое. При таком расположении опухоли часто не визуализируются при эндоскопии или имеют поверхностно-расположенные клетки доброкачественных аденом, а опухолевая инвазия располагается в более глубоких слоях стенки кишки, не доступных при стандартных “поверхностных биопсиях”, что затрудняет забор тканей при биопсии.

Минимальная поверхностная инвазия опухоли (Т1-критерий), согласно TNM-классификации, характеризуется инфильтрацией стенки кишки до мышечного слоя. Для стадирования и определения глубины прорастания опухоли в подслизистый слой (submucosa – sm) R. Kikuchi и соавт. [28] была предложена классификация степени инвазии подслизистого слоя опухолью:

Т1sm1 – (поверхностная подслизистая инвазия) опухоль прорастает до $\frac{1}{3}$ подслизистого слоя (на глубину 200–300 мкм);

Т1sm2 – (промежуточный уровень подслизистой инвазии) до $\frac{2}{3}$ подслизистого слоя;

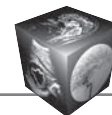
Т1sm3 – (глубокая подслизистая инвазия) инфильтрация опухолью всей толщины подслизистого слоя до мышечной оболочки.

Т2-критерий соответствует вовлечению мышечного слоя без признаков распространения на окружающую клетчатку. С точки зрения хирургического лечения, очень важным является четкое разграничение Т1- и Т2-критериев опухолевого распространения [29], так как при начальном распространении (частичное сохранение подслизистого слоя) возможно выполнение малоинвазивных органосохраняющих оперативных вмешательств. Надо признать, что на сегодняшний день МРТ не всегда позволяет эффективно дифференцировать степень инвазии подслизистого и мышечного слоев.

По этой причине эндоректальное УЗИ считается более достоверным инструментом в решении данной задачи [10]. Однако в последнее время отмечается появление работ, показывающих высокую точность (до 89%) в определении частичной или полной инвазии подслизистого слоя с помощью использования ВР-последовательностей на многоканальных МР-томографах с высокими градиентами [30].

Т3-критерий характеризуется распространением опухоли за пределы мышечного слоя в мезоректальную клетчатку. Было доказано, что ВР-МРТ на Т2-изображениях позволяет достоверно визуализировать нечеткость контуров и потерю непрерывности слоев мышечной оболочки за счет участков средней интенсивности от опухолевой ткани с точностью глубины инвазии до 0,5 мм мезоректальной клетчатки [31]. Как было описано ранее, глубина инвазии мезоректальной клетчатки имеет прогностическое значение, поэтому, согласно последней версии классификации AJCC, предложено стратифицировать Т3-критерий в зависимости от глубины инвазии клетчатки именно по данным МРТ: Т3а (<1 мм); Т3b (2–5 мм); Т3с (6–15 мм); Т3d (>15 мм) [32]. Так, по литературным данным, опухоли с Т3-критерием и распространением ≤ 5 мм в мезоректум имеют 5-летнюю выживаемость 85%, тогда как опухоли Т3 с экстрамуральным распространением >5 мм имеют 5-летнюю выживаемость 54% [17, 33]. Поэтому глубину экстрамурального распространения в миллиметрах необходимо обязательно указывать в заключении.

Необходимо констатировать тот факт, что многие исследователи описывают ряд сложностей при определении Т-критерия РПК. Так, например, иногда дифференцировка минимальной истинной инвазии опухолью (Т3а) мезоректума от перитуморальной десмопластической реакции в прилежащей клетчатке на уровне опухолевой площадки может быть затруднительной. Поэтому следует крайне внимательно анализировать изображения ВР-МРТ, качество которых имеет принципиальное значение. При этом оно позволяет отличить низкоинтенсивный сигнал от спикул, указывающий на десмопластическую реакцию или анатомический ход мышечных волокон, попавших в срез под определенным углом, а также наличие МР-сигнала средней интенсивности от опухолевой ткани. Следует отметить, что при первоначальном выявлении любых спикул в мезоректальной клетчатке такую ситуацию необходимо расценивать как возможную минимальную инвазию (Т2/Т3а). Тем более, что существенной разницы в тактике лечения пациентов с инвазией в пределах кишечной стенки



и пациентов с минимальной инвазией в параректальную клетчатку на сегодняшний день, как правило, не отмечается [34].

Распространение опухолевого процесса на соседние органы стадируется как T4b-критерий и является не менее важным при планировании объема оперативного лечения. Наиболее подвержены такому распространению опухоли нижеампулярного отдела прямой кишки ввиду минимальной толщины мезоректальной клетчатки на этом уровне, а также опухоли на уровне переходной складки тазовой брюшины, которые при ее инвазии трактуются как T4a [10]. Таким образом, необходима достоверная оценка толщины жировой клетчатки между опухолью и смежным органом. Неадекватный (не перпендикулярный к просвету кишки на уровне опухолевой площадки) наклон при ориентации срезов даже при ВР-MPT может вызвать “размытие” границ соседних структур, что часто приводит к неправильной интерпретации результатов. Описаны 3 условных варианта отсутствия или наличия предполагаемой степени инвазии [35]: “без инвазии” – отчетливо определяется прослойка клетчатки между опухолью и органом; “возможная инвазия” – случаи, когда отчетливо проследить промежуточную жировую клетчатку не удается, однако в структуре прилежащего соседнего органа отсутствует МР-сигнал от опухолевой ткани; “явная инвазия” – отсутствует жировая клетчатка между опухолью и прилежащим органом и имеется замещение его структуры за счет участков с МР-сигналом, соответствующим опухолевой ткани.

Следует отметить, что при опухолях средне- и верхнеампулярного отделов прямой кишки необходимо тщательно оценивать инвазию переходной складки тазовой брюшины (T4a), так как неправильная трактовка переводит опухоль в T3-критерий, а опухоли с T4-критерием требуют проведения ХЛТ в особом режиме для снижения риска возникновения рецидива либо расширения объема оперативного вмешательства.

Таким образом, критерий глубины инвазии является одним из наиболее важных в определении тактики лечения больных РПК, позволяющий выявлять пациентов, которым необходимо проведение предоперационной или неоадьювантной ХЛТ.

N-критерий

Мезоректальные лимфатические узлы

Наряду с T-критерием оценка поражения ЛУ является важным фактором прогноза выживаемости, а также планирования предоперационного лечения. Обычно сначала происходит поражение ЛУ в мезоректальной клетчатке на уровне опухоле-

вых изменений и выше. Большое количество подозрительных на метастатическое поражение ЛУ, а также близкое расположение к потенциальному краю резекции (к МРФ) повышает вероятность возникновения локорегионарного рецидива [36], а следовательно, появляется необходимость в проведении курса НХЛТ. Однако было доказано, что хорошее качество выполнения хирургического вмешательства в объеме тотальной мезоректэктомии (Total mesorectal excision – TME), даже при наличии ЛУ в мезоректуме вблизи фасции, не приводит к увеличению риска возникновения рецидива [37]. При этом следует констатировать тот факт, что низкая точность выявления пораженных ЛУ при РПК характерна для всех методов лучевой диагностики [38]. Так, чувствительность и специфичность МРТ в определении метастатического поражения ЛУ составляет 77 и 71% [13], при этом использование только оценки размера ЛУ с различными пороговыми значениями от 3 до 10 мм как критерия их поражения приводит к ложноположительным результатам [39]. Чтобы несколько повысить точность выявления опухолевого поражения ЛУ было предложено использовать ряд дополнительных морфологических критериев для их оценки [40].

Так, согласно рекомендациям Европейского сообщества гастроэнтерологической и абдоминальной радиологии (ESGAR) от 2016 г., был разработан алгоритм комплексной оценки ЛУ [10].

Согласно этой системе, ЛУ являются метастатически пораженным, если:

- 1) диаметр ЛУ по короткой оси ≥ 9 мм;
- 2) диаметр ЛУ по короткой оси от 5 до 8 мм и определяются по крайней мере 2 дополнительных морфологических критерия*;
- 3) диаметр ЛУ по короткой оси < 5 мм и выявлены все 3 дополнительных морфологических критерия*.

Такой подход подтверждают исследования, в ходе которых было доказано, что только использование критерия размера ненадежно, так как от 30 до 50% всех метастатических узлов при РПК не превышают в диаметре 5 мм [41]. Таким образом, на сегодняшний день ранее считавшиеся необязательными для анализа критерии метастатического поражения ЛУ в виде наличия округлой формы, гетерогенности их структуры и нечеткости контуров становятся более весомыми. При мета-

* Дополнительные морфологические критерии, вызывающие подозрение о злокачественном поражении ЛУ:

- 1) округлая форма;
- 2) неровные контуры;
- 3) гетерогенная структура.



статическом поражении замещение лимфоидной ткани опухолью приводит к неоднородности структуры измененного ЛУ и отсутствию отчетливой визуализации коркового слоя, а распространение процесса за пределы капсулы к неровности контуров [40]. Сегодня данные критерии считаются наиболее достоверными, так как ВР-MPT позволяет четко оценивать первоначальную макроскопическую картину ЛУ. Существует мнение, что наличие большого количества увеличенных, но неизмененных морфологически ЛУ – это хороший признак, который свидетельствует о высоком иммунном ответе [42].

Более того, после проведения предоперационной ХЛТ обычно отмечается уменьшение количества ЛУ в мезоректальной клетчатке, при этом в первую очередь реагируют гиперплазированные ЛУ за счет уменьшения реактивного воспаления. С другой стороны, даже при полном регрессе первичной опухоли в структуре сохраняющихся ЛУ могут оставаться жизнеспособные опухолевые клетки без макроскопических признаков поражения по данным МРТ. Поэтому при планировании хирургического лечения стоит не только опираться на морфологические критерии, но и обязательно фиксировать в заключении ЛУ, диаметр которых по короткой оси ≥ 5 мм с маркировкой их локализации.

Экстрамезоректальные лимфатические узлы

Помимо мезоректальных ЛУ, необходимо характеризовать ЛУ в клетчатке таза (вдоль наружных, внутренних, общих подвздошных сосудов). Нередко обнаружение подозрительных на метастатическое поражение ЛУ этих групп принципиально меняет план лучевой терапии (ЛТ). Также такие находки требуют расширения хирургического поля с выполнением латеральной лимфодиссекции, поскольку эти ЛУ не могут быть удалены путем выполнения стандартной операции ТМЕ [17]. Для оценки тазовых ЛУ рекомендовано использование качественных критериев, описанных выше для мезоректальных ЛУ. Поэтому ЛУ, имеющие гетерогенный сигнал, нечеткие контуры, вне зависимости от размера с высокой вероятностью следует считать пораженными [10, 17, 35].

Таким образом, основными критериями метастатического поражения ЛУ являются их морфологические критерии. И несмотря на то что достоверная оценка пораженности ЛУ в мезоректальной клетчатке и клетчатке таза часто вызывает большие трудности, их стадирование крайне необходимо для определения тактики лечения и оценки ответа на неоадьювантную терапию.

Инвазия экстрамуральных венозных сосудов мезоректума

Венозный отток от прямой кишки хорошо изучен и характеризуется наличием прямокишечных вен, по которым венозная кровь оттекает от разных отделов прямой кишки. Особенностью опухолевого распространения РПК следует считать диссеминацию клеток по венозным коллекторам с формированием венозной инвазии. Экстрамуральная венозная инвазия (extramural venous invasion – EMVI) формируется вследствие “блокирования” сосуда опухолевым депозитом и последующей инвазией его стенок с разрастанием опухолевой ткани вокруг сосуда.

В своем исследовании N. Smith и соавт. доказали, что данный признак является фактором риска для возникновения местных и отдаленных рецидивов, в особенности формирования метастазов в печень, и, как результат, причиной снижения общей и безрецидивной выживаемости практически в 2 раза [43]. На МР-изображениях EMVI определяется в виде промежуточного МР-сигнала от опухолевой ткани, схожего с МР-сигналом первичной опухоли, и прорастающая венозные сосуды в мезоректальной клетчатке. Кроме того, EMVI характеризуется увеличением калибра пораженного сосуда, а при более выраженном распространении выходом за пределы его стенок и инвазией окружающей клетчатки и, возможно, соседних структур. Группой экспертов ESGAR в 2016 г. было предложено проводить оценку EMVI не только при первичной диагностике, но и при рестадировании опухоли после НХЛТ. В своей работе M. Chand и соавт. в 2014 г. доказали, что изменение EMVI с положительной на отрицательную после проведения НХЛТ значительно улучшает показатели 3-летней безрецидивной выживаемости [44]. Однако гистологическое исследование, по-видимому, обладает меньшей чувствительностью к выявлению EMVI, особенно после проведения НХЛТ [45]. Поэтому, зная результаты МРТ, гистологическое исследование может быть проведено более тщательно, что позволит улучшить показатели в обнаружении венозной инвазии.

Отдельным прогностическим критерием, который часто ассоциирован с венозной инвазией, является наличие узловых структур, которые представляют собой опухолевые депозиты (N1c) и локализуются в субсерозном слое, мезоректальной или параколической клетчатке. При гистологическом исследовании в них полностью отсутствуют лимфоидная ткань, сосудистые и нервные элементы. На МР-томограммах такие депозиты характеризуются связью с расширенным сосудом и отличаются от ЛУ отсутствием капсулы и нечет-

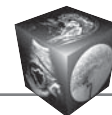


Таблица 2. TNM-стадирование рака анального канала (AJCC, 8-е издание)

Table 2. TNM classification of anal canal (AJCC, 8th ed)

Т-критерий (первичная опухоль)	
TX:	недостаточно данных для оценки первичной опухоли
T0:	признаки первичной опухоли отсутствуют
Tis:	карцинома <i>in situ</i>
T1:	опухоль в наибольшем измерении 2 см или меньше
T2:	опухоль в наибольшем измерении >2 см, но < 5 см
T3:	опухоль в наибольшем измерении >5 см
T4:	опухоль любого размера, поражающая соседние органы
N-критерий (регионарные ЛУ)	
NX:	недостаточно данных для регионарных ЛУ
N0:	метастатически пораженные ЛУ не определяются
N1:	метастазы в регионарных ЛУ
N1a:	метастазы в паховых, мезоректальных, и/или во внутренних подвздошных ЛУ
N1b:	метастазы в наружных подвздошных ЛУ
N1c:	метастазы в наружных подвздошных и в паховых, мезоректальных и/или внутренних подвздошных ЛУ
M-критерий (отдаленные метастазы)	
M0:	отдаленные метастазы не визуализируются
M1:	наличие отдаленных метастазов

костью контуров. При их наличии и при обнаружении признаков венозной инвазии эти опухолевые депозиты отмечаются в заключении как EMVI+, N1c. Однако если депозиты определяются без признаков опухолевой венозной инвазии, то в этом случае в заключении указывается EMVI-, N1c.

Инвазия анального сфинктера

Оценка состояния анального сфинктера необходима при низких опухолях прямой кишки или при опухолях, распространяющихся ниже уровня *m. puborectalis*. Полученные данные помогут принять решение о выборе типа оперативного вмешательства и его радикальности, а также необходимости проведения предоперационной ХЛТ для возможности выполнения сфинктерсохраняющей операции. Для качественной оценки рекомендуется получать Т2ВИ с высоким разрешением в аксиальной и корональной плоскостях строго перпендикулярно и параллельно стенкам анального сфинктера. При интерпретации полученных изображений необходимо указывать протяженность изменений в анальном канале, состояние леваторов, а также отмечать поражение внутреннего сфинктера, распространение на межсфинктерное пространство и наружный сфинктер.

Для определения Т-критерия плоскоклеточного рака анального канала используется следующая классификация (табл. 2).

Общие принципы лечения РПК

Хирургическое лечение

Тактика лечения РПК зависит от локализации опухоли, степени инвазии стенки, наличия пораженных ЛУ и отдаленных гематогенных метастазов [46]. В настоящее время хирургический метод является основным в лечении больных с нематастическим РПК. При распространении опухоли в пределах слизистой (Tis) возможно эндоскопическое иссечение опухоли, которое включает в себя эндоскопическую диссекцию и ТЭО (транс-анальная эндоскопическая операция) – является частным видом ТЕМ (transanal endoscopic microsurgery). При более глубоком распространении опухоли (T1sm2-3, T2), как правило, выполняют ТМЕ. Как было указано выше, ТМЕ на сегодняшний день признана основной наиболее распространенной хирургической методикой. Ее принцип заключается в выполнении резекции прямой кишки единым блоком в пределах фасциального футляра МРФ, который включает опухоль с прямой кишкой и мезоректальную клетчатку с параректальными лимфатическими коллекторами. Первым, кто описал “цилиндрическую концепцию” распространения опухоли прямой кишки и обосновал необходимость такого принципа удаления опухоли, был William Ernest Miles в 1908 г. [47]. Благодаря применению данной методики удалось снизить количество местных рецидивов с 90 до 29,5%. Тем не менее прошло более 80 лет, прежде чем R.J. Heald (1988, 1998) разработал современную технику и подробно описал методику ТМЕ, доказав значимое снижение местного рецидивирования РПК при использовании предложенной им технологии [48, 49]. Таким образом, произошло изменение основных принципов хирургических вмешательств у больных РПК, а полученные успешные результаты лечения сделали ТМЕ “золотым стандартом” оперативного лечения таких больных.

Еще одним подтверждением важности выполнения ТМЕ у больных РПК стали результаты, опубликованные патоморфологом P. Quirke в 2000 г. [37]. Им был предложен новый термин – циркулярный (латеральный) край резекции (circumferential resection margin, CRM), который анатомически представлен МРФ и является в своем роде хирургической плоскостью, ограничивающей резекцию при выполнении ТМЕ [17, 35]. P. Quirke доказал, что при анализе удаленного препарата необходимо проводить качественную оценку про-



веденной ТМЕ, так как повреждение МРФ и положительный циркулярный край резекции существенно повышают риск возникновения местного рецидива и отдаленных метастазов [37, 50]. Для этого он предложил производить последовательные поперечные срезы послеоперационного материала толщиной 5–10 мм для оценки латерального распространения опухоли.

Следует помнить, что CRM относится к неперионезированной части прямой кишки [35]. Так, например, опухоль верхнеампулярного отдела прямой кишки по передней стенке, распространяющаяся на брюшину, будет стадирована как T4a, но при этом характеризоваться отрицательным CRM. При низких опухолях, когда МРФ уже не определяется, для определения CRM важно оценивать отношение опухоли к *m. levator ani* и межсфинктерному пространству. Несмотря на то что CRM является хирургическим и патоморфологическим критерием, с целью прогностической оценки успеха хирургического лечения в ходе мультицентрового исследования MERCURY (2011) была разработана и апробирована концепция использования оценки CRM при анализе МР-томограмм. Исследование MERCURY показало, что при вовлеченном CRM на предоперационных томограммах риск локального рецидивирования был значительно выше, а безрецидивная выживаемость уменьшалась [51, 52]. Оценка mrCRM производится путем измерения кратчайшего расстояния между самым внешним краем опухоли до плоскости границы резекции (при ТМЕ – до МРФ) и указывается позицией на “часах условного циферблата”. Доказано, что ВР-МРТ является наиболее точной методикой определения CRM-инвазии с высокими показателями чувствительности 94% и специфичности 85% [53, 54]. Однако следует отметить, что, помимо самой опухоли, положительный край резекции может быть обусловлен наличием прилежащих метастатически пораженных ЛУ в мезоректальной клетчатке и опухолевых венозных депозитов [17]. Таким образом, mrCRM-статус расценивается как: а) “отрицательный”, если расстояние от опухоли, ЛУ, депозитов до МРФ > 1 мм; б) “положительный”, если расстояние между опухолью, ЛУ, депозитами и МРФ < 1 мм. В своем исследовании F. Taylor и соавт. продемонстрировали, что частота локального рецидивирования отмечалась всего лишь в 3% случаев при расстоянии более 1 мм от опухоли до МРФ по данным МРТ [55].

Еще одним критерием резектабельности опухоли, который необходимо указывать при анализе МР-томограмм, является расстояние до боковой стенки таза. При высоких опухолях прямой кишки

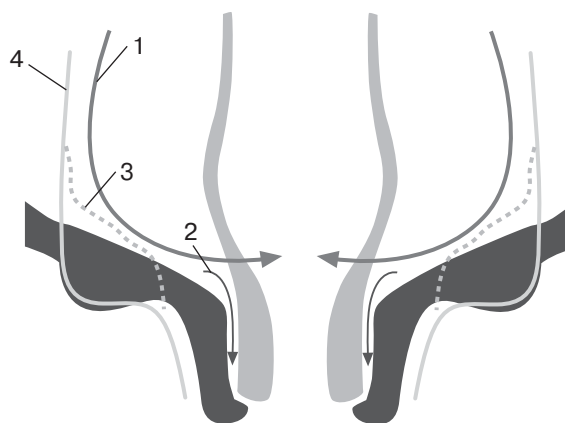


Рис 3. Схема резекции основных типов хирургического вмешательства: передняя резекция (1); межсфинктерная резекция (2); брюшно-промежностная экстирпация (3); экстраlevatorная брюшно-промежностная экстирпация (4) [77].

Fig. 3. The scheme of resection of the main types of surgical intervention: anterior resection (1), intersphincteric resection (2), abdomino-perineal resection (3); extralevator abdomino-perineal excision (4) [77].

или при большом распространении опухолевого процесса необходимо оценивать расстояние до боковой стенки таза и ее вовлеченность, а также расстояние до подвздошных сосудов.

Таким образом, в зависимости от распространности опухолевого процесса и его локализации существует ряд основных типов возможного оперативного вмешательства (рис. 3):

1. Передняя резекция (ПР) (Anterior Resection – AR)

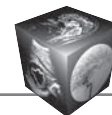
Выполняется при верхнеампулярном раке с парциальной мезоректумэктомией и формированием анастомоза либо без восстановления непрерывности кишки с формированием колостомы. Однако анальный канал и сфинктер сохраняются, что оставляет возможность отсроченного восстановления непрерывности кишки.

2. Низкая ПР (Low Anterior Resection – LAR)

Выполняется при раке средне- и нижеампулярного отделов прямой кишки (не ниже 1 см от зубчатой линии) с выполнением ТМЕ – I тип по Rullier [56]. Сфинктер сохраняется.

3. Интесфинктерная резекция (Intersphincteric APR)

Проводится при распространении опухоли ближе 1 см от зубчатой линии, при условии, что межсфинктерное пространство интактно. Включает в себя как частичную интесфинктерную резекцию (partial intersphincteric resection – pISR), так и при инвазии внутреннего сфинктера тотальную интесфинктерную резекцию (tISR – total intersphincteric resection) – II и III тип по Rullier соответ-



ственно. При этом сохраняется только наружный сфинктер.

4. Брюшно-промежностная экстирпация (БПР) (Abdomino-perineal resection – APR)

Включает удаление прямой кишки, анального канала и сфинктера с пересечением леваторов. Данный тип оперативного вмешательства проводится при опухолях, вовлекающих анальный канал с инвазией наружного сфинктера (IV тип по Rullier). Условно включает в себя экстралеваторную брюшно-промежностную экстирпацию, при которой пересечение леваторов выполняется у их проксимального края.

5. Эвисцирация таза

Проводится при распространении опухолевого процесса на соседние органы. Представляет собой удаление прямой кишки со всеми пораженными тазовыми органами (простата, семенные пузырьки, мочевой пузырь, влагалище и / или матка).

Таким образом, оценка локализации, степени распространения опухоли в пределах стенки кишки и в пределах мезоректальной клетчатки, оценка потенциального латерального края резекции, а также поражение соседних структур кардинально меняют не только вид лечения, но и определяют конкретную модификацию оперативного лечения, что, бесспорно, подчеркивает всю колоссальную важность результатов МРТ.

Предоперационная ХЛТ

При местнораспространенных формах опухоли применение только лишь хирургического метода приводит к 20–50% 5-летней безрецидивной выживаемости из-за высокой частоты локорегионарных рецидивов и появления отдаленных метастазов [57]. В связи с этим современные тенденции лечения РПК подразумевают сочетанный подход (комбинированное лечение), включающий в себя, помимо хирургического лечения, лучевую и химиотерапию [46, 58]. Однако было установлено, что пациенты с местнораспространенными опухолями (T3; T4-критерии) и метастатически пораженными ЛУ (N1-N2), с предварительно проведенным длительным курсом НХЛТ имеют более низкую 5-летнюю частоту возникновения местных рецидивов (6% против 13%) по сравнению с пациентами, которым применялась послеоперационная пролонгированная ХЛТ [59]. Следует отметить, что предоперационная ХЛТ может применяться как в качестве самостоятельного метода, так и с целью уменьшения размеров самой опухоли, сокращения распространенности опухолевого процесса, что приводит к повышению резектабельности и улучшению показателей безрецидивной и общей выживаемости [60]. По данным ряда исследова-

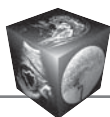
ний отмечалось снижение стадии опухолевого процесса более чем в 70% случаев после проведения НХЛТ [61–63].

Стандартной методикой лучевого компонента предоперационной терапии является пролонгированное облучение пресакральной области, уровня крестца, задней стенки мочевого пузыря, предстательной железы или влагалища стандартным фракционированием разовой очаговой дозы 1,8–2,0 Гр, суммарно до 45–50 Гр. Для повышения эффекта, как правило, используют радиосенсибилизирующие препараты (5-фторурацил и капецитабин) [64], а при наличии показаний дополняют курс лечения неоадьювантной полихимиотерапией (НАПХТ). Однако, согласно рекомендациям Национальной всеобщей онкологической сети (Clinical Practice Guidelines in Oncology – NCCN) и Практических рекомендаций по лечению злокачественных опухолей Российского общества клинической онкологии (RUSSCO), применение НХЛТ имеет ряд ограничений и зависит от локализации опухоли и наличия отдаленных метастазов [34]. При наличии противопоказаний к НХЛТ возможно проведение НАПХТ, где в качестве химиотерапевтических препаратов, используемых в монорежиме, общеизвестна высокая эффективность препаратов платины (оксалиплатин) в комбинации с фторпиримидинами (режимы FOLFOX или XELOX). При местнораспространенном РПК редукция опухоли достигается в 20% случаев, а 3-летняя безрецидивная выживаемость – в 78% [65].

Таким образом, в качестве предоперационного лечения возможно проведение как НХЛТ, так и НАПХТ. При этом выбор тактики лечения напрямую зависит от достоверной визуализации местного распространения опухоли, ее локализации, а также наличия отдаленных метастазов.

Оценка эффекта неоадьювантной терапии

Одной из наиболее важных задач в диагностике РПК является оценка изменений после проведения НХЛТ, или рестадирование опухоли (как часто используют это понятие в зарубежной литературе). Достоверная визуализация является необходимой для оценки ответа опухоли на проводимую предоперационную терапию. Несмотря на то что послеоперационное гистологическое исследование является “золотым стандартом”, только предоперационное исследование позволяет выявить пациентов как с полным ответом, которым может быть выполнено органосохраняющее лечение, так и пациентов со слабым ответом, которым необходимо проведение дополнительной, консолидирующей терапии.



В настоящее время МРТ является не только методом выбора для оценки предоперационного лечения местнораспространенного РПК, но и помогает в оценке резектабельности опухоли после проведения НХЛТ, изменении режима неoadъювантного лечения при ее прогрессировании, в планировании сфинктеросохраняющих и радикальных операций [10, 17, 66].

Помимо определения изменения Т-критерия после проведенной предоперационной ХЛТ, важным прогностическим фактором для больных РПК является степень регресса опухоли (Tumour regression grade – TRG) [61, 67]. Для адекватной оценки терапии необходимо сравнение данных МРТ после терапии с первичным МР-исследованием. Согласно рекомендациям, повторную МРТ необходимо выполнять через 6–8 нед после завершения НХЛТ, так как этот срок является оптимальным для достижения наилучшего ответа на проводимое лечение, с последующим более эффективным оперативным вмешательством [10, 67]. Следует отметить, что при “рестадировании” опухоли после предоперационного лечения, в том числе при описании Т- и N-критериев, указывается префикс “у”.

Применяя принципы патоморфологической оценки ответа опухоли на предоперационную ХЛТ (pTRG), предложенные Mandart и соавт. (1994) и O. Dworak и соавт. (1997), была разработана система оценки постлучевого регресса на основе данных МРТ (mrTRG) [18], а ее эффективность подтверждена проведенными исследованиями [68, 69].

Оценка ответа опухоли на основе МРТ (MRI tumour regression grade – mrTRG, Modified Mandart)

mrTRG 1. Полный ответ: нет макроскопических признаков остаточной опухолевой ткани/визуализируется минимальный участок фиброза (тонкий рубец) и макроскопический МР-сигнал опухолевой ткани не определяется.

mrTRG 2. Выраженный ответ (почти полный ответ): плотный фиброзный рубец (сигнал низкой интенсивности), при этом МР-макроскопических признаков опухолевой ткани не определяется (клетки опухолевой ткани отсутствуют/единичные на фоне плотного фиброза по данным патоморфологии).

mrTRG 3. Умеренный ответ: фиброз преобладает (>50%), при этом визуализируется МР-сигнал средней интенсивности, характерный для опухолевой ткани.

mrTRG 4. Минимальный ответ: МР-сигнал от опухолевой ткани преобладает с небольшим/минимальным количеством фиброза в структуре.

mrTRG 5. Ответ на проводимое лечение отсутствует/прогрессирование заболевания: только МР-сигнал средней интенсивности, характерный для опухолевой ткани, без признаков фиброза.

Степень ответа опухоли (TRG), уТ- и уN - критерии, CRM-статус оценивают путем сопоставления и изучения интенсивности сигнала на Т2-изображениях до и после лечения с обязательным использованием ВР-МРТ и ориентацией срезов относительно оси опухоли и стенки кишки. В первую очередь необходимо определить изменение размера опухоли в краниокаудальном направлении, так как сокращение размеров, в большинстве случаев, облегчает оперативное вмешательство. Затем производится оценка интенсивности сигнала от опухоли в подслизистом и мышечном слоях, определяются наличие экстрамурального компонента, уТ-критерий. Далее необходимо повторно оценить CRM-статус. Если между МРФ и опухолью отмечается появление “жировой прослойки” толщиной более 1 мм (которая ранее отсутствовала), это указывает, что CRM-статус изменился и вовлечение предполагаемого края больше не отмечается [10, 17]. При оценке ЛУ наиболее достоверными критериями являются изменение размеров узла и появление однородности в его структуре [10]. Однако при интерпретации данных может возникнуть ряд трудностей из-за изменений в тканях после ХЛТ, которые прямо пропорциональны суммарной очаговой дозе и длительности облучения. Одним из проявлений постлучевых изменений является отек подслизистого слоя в виде утолщения стенки кишки, характеризующийся однородным гиперинтенсивным сигналом на Т2ВИ, что в свою очередь может затруднить визуализацию остаточной опухолевой ткани. В ряде случаев пальцевое и эндоскопическое исследования имеют большую информативность и могут помочь в интерпретации данных. Следует помнить, что утолщение МРФ по окружности может быть обусловлено постлучевым фиброзом и не связано с распространением опухолевого процесса. После НХЛТ опухолевые изменения, которые ранее полностью инфильтрировали стенку кишки и могли распространяться в мезоректальную клетчатку, могут быть представлены выраженным фиброзом в виде гипоинтенсивного сигнала на Т2ВИ (рис. 4). Однако если на изображениях присутствует только лишь низкий МР-сигнал в проекции ранее определяемой опухоли, мы все равно не можем исключить наличие остаточных жизнеспособных опухолевых клеток в структуре фиброза. Только полное исчезновение опухоли с признаками восстановления структур-

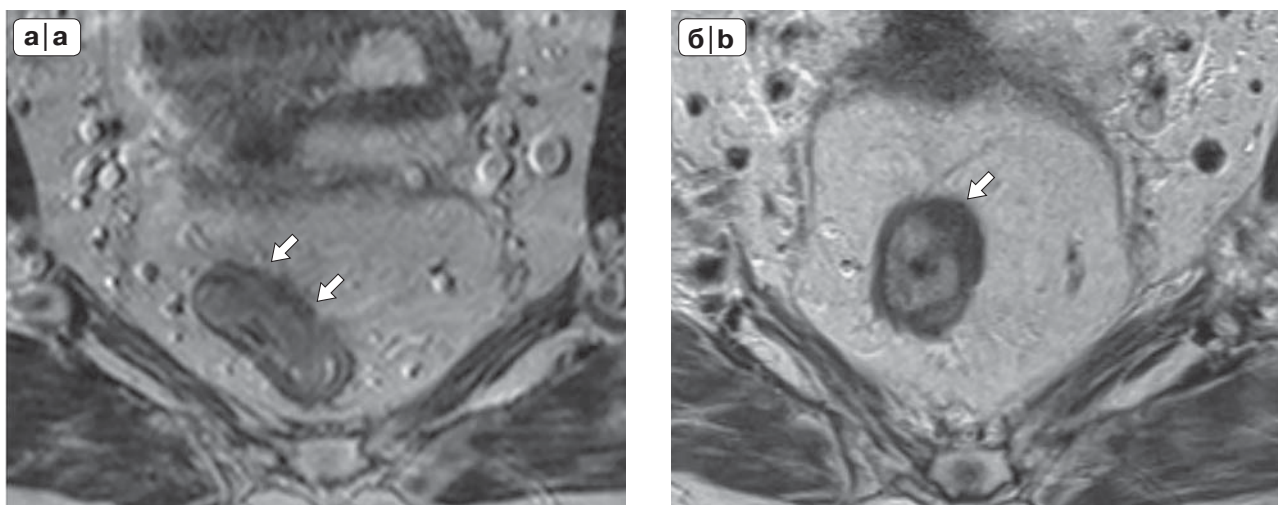
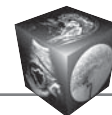


Рис. 4. МРТ, T2ВИ в аксиальной плоскости на уровне среднеампулярного отдела прямой кишки. РПК. До НХЛТ (а), в секторе 12–3 ч визуализируется первичная опухоль (стрелки). Состояние после НХЛТ (б), в секторе 12–3 ч визуализируется низкий гипоинтенсивный сигнал (стрелка). Выраженный ответ на проведенное лечение с преобладанием МР-сигнала фиброзной ткани (mrTRG II, mod Mandard).

Fig. 4. Axial T2-weighted image, midrectum level. Rectal cancer. Before nCRT (a), primary tumor is visualized in the 12–3 o'clock sector (arrows). After nCRT (b), hypointense signal is visualized in the 12–3 o'clock sector (arrow). Good response to the treatment with a predominance of MR-signal from fibrous tissue (mrTRG II, mod Mandard).

ности стенок прямой кишки является признаком umrT0, т.е. полным патоморфологическим ответом.

Помимо использования стандартных T2-изображений, некоторые авторы рекомендуют дополнить протокол ДВИ для более точной оценки реакции опухоли и лучшего отбора пациентов, которым возможно проведение выжидательной тактики (“наблюдай и жди” – “watch and wait”) с отсроченным хирургическим вмешательством [10, 70]. По определению, на ДВИ остаточная опухоль определяется в виде участка повышенного сигнала при высоком b-факторе ≥ 800 с/мм² и характеризуется низким сигналом на ИКД-картах [71]. Однако на сегодняшний день отсутствуют какие-либо многоцентровые и систематизированные данные, которые подтверждают значимую эффективность применения ДВИ в оценке ответа на НХЛТ. Кроме того, количественные измерения с использованием ИКД-карт не были стандартизированы и их достаточно трудно интерпретировать и повторять на разных аппаратах [72]. До сих пор не было опубликовано каких-либо преимуществ ДВИ в сравнении с mrTRG, при оценке ответа опухоли, общей и безрецидивной выживаемости. Помимо этого не рекомендуется использовать ДВИ для достоверной оценки поражения ЛУ [73].

В настоящее время проводятся исследования по оценке точности МРТ с динамическим контрастным усилением (ДКУ) в определении ответа опухоли на НХЛТ при РПК. МРТ с ДКУ представляет собой методику, позволяющую анализировать

различные параметры кровотока в опухоли. В своем исследовании W. Alberda и соавт. получили положительные результаты для стадирования ЛУ, но не для стадирования самой опухоли, состояния CRM и определения ответа [74]. В ряде работ были получены противоречивые данные о корреляции между степенью дифференцировки опухоли и различными параметрами контрастного усиления, такими как перфузионный индекс и тип кривой “интенсивность сигнал–время” [75, 76]. Все это свидетельствует о том, что в рутинной практике использование T1ВИ с КУ в настоящее время не может рекомендоваться в качестве базовой методики как при первичном стадировании, так и при оценке опухоли после предоперационного лечения [10].

Таким образом, с помощью МРТ возможна стратификация пациентов в зависимости от степени риска, связанных с наличием тех или иных неблагоприятных прогностических факторов. Кроме того, достоверная оценка ответа опухоли на предоперационное лечение с использованием системы классификации TRG возможно позволит в будущем использовать МРТ для изменения тактики лечения за счет выявления пациентов с хорошим и плохим ответом на неоадьювантную терапию.

Заключение

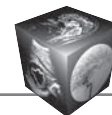
Качественная предоперационная визуализация опухоли играет принципиальную роль как в первичной диагностике РПК, так и при выборе



необходимой тактики и оптимизации планирования лечения. МРТ имеет высокую точность в определении T-, N-критериев, состояния предполагаемого CRM и EMVI, она позволяет провести достоверную оценку резектабельности опухоли после проведения НЛХТ. Поэтому использование протоколов МРТ, дополненных высокоразрешающими последовательностями с толщиной среза не более 3 мм и малым полем сканирования, является обязательным для адекватной оценки степени распространенности РПК при первичном стадировании, а также для рестадиrowания после проведения НХЛТ. МРТ позволяет получить достаточную информацию для определения тактики лечения пациента и планирования хирургического вмешательства.

Список литературы

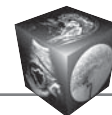
- Glynne-Jones R., Wyrwicz L., Tiret E., Brown G., Rodel C., Cervantes A., Arnold D., ESMO Guidelines Committee. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncol.* 2017; 28 (Suppl. 4): 22–40. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx224>.
- American Cancer Society. Cancer Facts & Figures. 2017. Available at: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2017/cancer-facts-and-figures-2017.pdf> (accessed August 12, 2018).
- Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2009 г. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН.* 2011; 22 (3, Прил. 1) (85): 1–170.
- 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. 250 с.
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, 2018. 250 с.
- Morson B. President's address. The polyp-cancer sequence in the large bowel. *Proc. Royal Soc. Med.* 1974; 67 (6): 451–457.
- Kang H., O'Connell J.B., Leonardi M.J., Maggard M.A., McGory M.L., Ko C.Y. Rare tumors of the colon and rectum: a national review. *Int. J. Colorectal Dis.* 2007; 22 (2): 183–189.
- Union for International Cancer Control (UICC). Available at: <https://www.hoofdhalskanker.info/wpavl/wp-content/uploads/TNM-Classification-of-Malignant-Tumours-8th-edition.pdf>. (accessed August 12, 2018).
- Balyasnikova S., Brown G. Imaging Advances in Colorectal Cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2016; 12 (3): 162–169. <http://doi.org/10.1007/s11888-016-0321-x>.
- Beets-Tan R.G.H., Lambregts D.M.J., Maas M., Bipat S., Barbaro B., Curvo-Semedo L., Fenlon H.M., Gollub M.J., Gourtsoyianni S., Halligan S., Hoeffel C., Kim S.H., Laghi A., Maier A., Rafaelsen S.R., Stoker J., Taylor S.A., Torkzad M.R., Blomqvist L. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: Updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (4): 1465–1475. <http://doi.org/10.1007/s00330-017-5026-2>.
- Peschaud F., Benoist S., Julie C., Penna C., Nordlinger B. The mesorectum: an anatomical entity that is difficult to evaluate with MRI. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes.* 2005; 89 (286): 126–130.
- Rodel C., Sauer R., Fietkau R. The Role of Magnetic Resonance Imaging to Select Patients for Preoperative Treatment in Rectal Cancer. *Strahlentherapie Onkol.* 2009; 185 (8): 488–492. <http://doi.org/10.1007/s00066-009-2043-3>.
- Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Beyene J., Victor J.C., Schmock S., Brown G., McLeod R., Kennedy E. Diagnostic Accuracy of MRI for Assessment of T Category, Lymph Node Metastases, and Circumferential Resection Margin Involvement in Patients with Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (7): 2212–2223. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-2210-5>.
- Karatag O., Karatag G.Y., Ozkurt H., Degirmenci H.K., Avlanmis O., Basak M., Baykan A. The ability of phased-array MRI in preoperative staging of primary rectal cancer: correlation with histopathological results. *Diagn. Interv. Radiol.* 2012; 18 (1): 20–26. <http://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.3394-10.2>.
- Kim S.H., Lee J.M., Park H.S., Eun H.W., Han J.K., Choi B.I. Accuracy of MRI for Predicting the Circumferential Resection Margin, Mesorectal Fascia Invasion, and Tumor Response to Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Locally Advanced Rectal Cancer. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2009; 29 (5): 1093–1101. <http://doi.org/10.1002/jmri.21742>.
- Koh D.M., Brown G., Temple L., Blake H., Raja A., Toomey P., Bett N., Farhat S., Norman A.R., Daniels I., Husband J.E. Distribution of mesorectal lymph nodes in rectal cancer: in vivo MR imaging compared with histopathological examination. Initial observations. *Eur. Radiol.* 2005; 15 (8): 1650–1657. <http://doi.org/10.1007/s00330-005-2751-8>.
- Nougaret S., Reinhold C., Mikhael H.W., Rouanet P., Bibeau F., Brown G. The Use of MR Imaging in Treatment Planning for Patients with Rectal Carcinoma: Have You Checked the “DISTANCE”? *Radiology.* 2013; 268 (2): 329–343. <http://doi.org/10.1148/radiol.13121361>.
- Patel U.B., Taylor F., Blomqvist L., George C., Evans H., Tekkis P., Quirke P., Sebag-Montefiore D., Moran B., Heald R., Guthrie A., Bees N., Swift I., Pennert K., Brown G. Magnetic Resonance Imaging-Detected Tumor Response for Locally Advanced Rectal Cancer Predicts Survival Outcomes: MERCURY Experience. *J. Clin. Oncol.* 2011; 29 (28): 3753–3760. <http://doi.org/10.1200/JCO.2011.34.9068>.
- Piippo U., Paakko E., Makinen M., Makela J. Local staging of rectal cancer using the black lumen magnetic resonance imaging technique. *Scand. J. Surg.* 2008; 97 (3): 237–242. <http://doi.org/10.1177/145749690809700306>.
- Mulla M., Deb R., Singh R. MRI in T staging of rectal cancer: How effective is it? *Indian J. Radiol. Imaging.* 2010; 20 (2): 118–121. <http://doi.org/10.4103/0971-3026.63055>.
- Vliegen R.F.A., Beets G.L., von Meyenfeldt M.F., Kessels A.G.H., Lemaire E., van Engelshoven J.M.A., Beets-Tan R.G.H. Rectal cancer: MR Imaging in local staging – Is gadolinium-based contrast material helpful?



- Radiology*. 2005; 234 (1): 179–188.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2341031403>.
22. Jao S.Y., Yang B.Y., Weng H.H., Yeh C.H., Lee L.W. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. *Colorectal Dis*. 2010; 12 (11): 1139–1148.
<http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2009.01959.x>.
 23. Lambregts D.M.J., Vandecaveye V., Barbaro B., Bakers F.C.H., Lambrecht M., Maas M., Haustermans K., Valentini V., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MRI for selection of complete responders after chemoradiation for locally advanced rectal cancer: a multicenter study. *Ann. Surg. Oncol*. 2011; 18 (8): 2224–2231. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-1607-5>.
 24. Foti P.V., Privitera G., Piana S., Palmucci S., Spatola C., Bevilacqua R., Raffaele L., Salamone V., Caltabiano R., Magro G., Destri G.L., Milone P., Ettore G.C. Locally advanced rectal cancer: Qualitative and quantitative evaluation of diffusion-weighted MR imaging in the response assessment after neoadjuvant chemoradiotherapy. *Eur. J. Radiol. Open*. 2016; 3: 145–152.
<http://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.06.003>.
 25. Brown G. Thin section MRI in multidisciplinary preoperative decision making for patients with rectal cancer. *Br. J. Radiol*. 2005; 78: 117–127.
<http://doi.org/10.1259/bjr/15128198>.
 26. Dukes C.E. The classification of cancer of the rectum. *The Journal of Pathology and Bacteriology*. 1932; 35 (3): 323–332.
 27. Brown G. Staging rectal cancer: endoscopic ultrasound and pelvic MRI. *Cancer Imaging*. 2008; 8 (A): 43–45.
<http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.9008>.
 28. Kikuchi R., Takano M., Takagi K., Fujimoto N., Nozaki R., Fujiyoshi T., Uchida Y. Management of early invasive colorectal-cancer – risk of recurrence and clinical guidelines. *Dis. Colon. Rectum*. 1995; 38 (12): 1286–1295.
 29. Puli S.R., Bechtold M.L., Reddy J.B.K., Choudhary A., Antillon M.R. Can Endoscopic Ultrasound Predict Early Rectal Cancers That Can Be Resected Endoscopically? A Meta-Analysis and Systematic Review. *Dig. Dis. Sci*. 2010; 55 (5): 1221–1229.
<http://doi.org/10.1007/s10620-009-0862-9>.
 30. Balyasnikova S., Read J., Wotherspoon A., Rasheed S., Tekkis P., Tait D., Cunningham D., Brown G. Diagnostic accuracy of high-resolution MRI as a method to predict potentially safe endoscopic and surgical planes in patients with early rectal cancer. *BMJ Open Gastroenterol*. 2017; 4 (1): e000151.
<http://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000151>.
 31. Brown G., Daniels I.R., Heald R.J., Quirke P., Blomqvist L., Sebag-Montefiore D., Moran B.J., Holm T., Strassbourg J., Peppercorn P.D., Fisher S.E., Mason B., Grp M.S. Diagnostic accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting curative resection of rectal cancer: prospective observational study. *Br. Med. J*. 2006; 333 (7572): 779–782.
<http://doi.org/10.1136/bmj.38937.646400.55>.
 32. Kaur H., Choi H., You Y.N., Rauch G.M., Jensen C.T., Hou P., Chang G.J., Skibber J.M., Ernst R.D. MR imaging for preoperative evaluation of primary rectal cancer: practical considerations. *Radiographics*. 2012; 32 (2): 389–409. <http://doi.org/10.1148/rq.322115122>.
 33. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. Preoperative high-resolution magnetic resonance imaging can identify good prognosis stage I, II, and III rectal cancer best managed by surgery alone a prospective, multicenter, european study. *Ann. Surg*. 2011; 253 (4): 711–719.
<http://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31820b8d52>.
 34. Benson A.B. 3rd, Venook A.P., Al-Hawary M.M., Cederquist L., Chen Y.-J., Ciombor K.K., Cohen S., Cooper H.S., Deming D., Engstrom P.F., Grem J.L., Grothey A., Hochster H.S., Hoffe S., Hunt S., Kamel A., Kirilcuk N., Krishnamurthi S., Messersmith W.A., Meyerhardt J., Mulcahy M.F., Murphy J.D., Nurkin S., Saltz L., Sharma S., Shibata D., Skibber J.M., Sofocleous C.T., Stoffel E.M., Stotsky-Himelfarb E., Willett C.G., Wuthrick E., Gregory K.M., Gurski L., Freedman-Cass D.A. Rectal Cancer, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw. (JNCCN)*. 2018; 16 (7): 874–901.
<http://doi.org/10.6004/jnccn.2018.0061>.
 35. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Brown G., Schmoekler S., Kennedy E. User's Guide for the Synoptic MRI Report for Rectal Cancer. Cancer Care Ontario. Canadian Cancer Society. Available at: <http://www.osumcradiology.org/resources/High-Yield-Rad-info/Rectal-MRI.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian).
 36. Moran M.R., James E.C., Rothenberger D.A., Goldberg S.M. Prognostic value of positive lymph-nodes in rectal-cancer. *Dis. Colon. Rectum*. 1992; 35 (6): 579–581.
 37. Quirke P., Williams G. Minimum dataset for colorectal cancer histopathology reports. London: Royal College of Pathologists, 2000.
 38. Bipat S., Glas A.S., Slors F.J.M., Zwinderman A.H., Bossuyt P.M.M., Stoker J. Rectal cancer: Local staging and assessment of lymph node involvement with endoluminal US, CT, and MR imaging – A meta-analysis. *Radiology*. 2004; 232 (3): 773–783.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2323031368>.
 39. Schnall M.D., Furth P.E.E., Rosato E.F., Kressel H.Y. Rectal tumor stage – correlation of endorectal MR-imaging and pathological findings. *Radiology*. 1994; 190 (3): 709–714.
<http://doi.org/10.1148/radiology.190.3.8115616>.
 40. Brown G., Richards C.J., Bourne M.W., Newcombe R.G., Radcliffe A.G., Dallimore N.S., Williams G.T. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. *Radiology*. 2003; 227 (2): 371–377.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2272011747>.
 41. Kotanagi H., Fukuoka T., Shibata Y., Yoshioka T., Aizawa O., Saito Y., Tur G.E., Koyama K. The size of regional lymph-nodes does not correlate with the presence or absence of metastasis in lymph-nodes in rectal-cancer. *J. Surg. Oncol*. 1993; 54 (4): 252–254.
 42. Markl B., Rossle J., Arnholdt H.M., Schaller T., Krammer I., Cacchi C., Jahnig H., Schenkirsch G., Spatz H., Anthuber M. The clinical significance of lymph node size in colon cancer. *Mod. Pathol*. 2012; 25 (10): 1413–1422.
<http://doi.org/10.1038/modpathol.2012.92>.
 43. Smith N.J., Shihab O., Arnaut A., Swift R.I., Brown G. MRI for detection of extramural vascular invasion in rectal cancer. *Am. J. Roentgenol*. 2008; 191 (5): 1517–1522.
<http://doi.org/10.2214/AJR.08.1298>.
 44. Chand M., Swift R.I., Tekkis P.P., Chau I., Brown G. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer. *Br. J. Cancer*. 2014; 110 (1): 19–25.
<http://doi.org/10.1038/bjc.2013.603>.



45. Chand M., Evans J., Swift R.I., Tekkis P.P., West N.P., Stamp G., Heald R.J., Brown G. The prognostic significance of postchemoradiotherapy high-resolution MRI and histopathology detected extramural venous invasion in rectal cancer. *Ann. Surg.* 2015; 261 (3): 473–479. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000848>.
46. Faes S., Gie O., Demartines N., Hahnloser D. Multidisciplinary treatment of locally advanced rectal cancer. *Rev. Med. Suisse.* 2016; 12 (523): 1185–1189. (In French)
47. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon. *The Lancet.* 1908; 172 (4451): 1812–1813.
48. Heald R.J. The holy plane of rectal surgery. *J. R. Soc. Med.* 1988; 81 (9): 503–508. PMID: 3184105.
49. Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D.H., Sexton R., MacFarlane J.K. Rectal cancer – the basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997. *Arch. Surg.* 1998; 133 (8): 894–898.
50. Quirke P., Dixon M.F., Durdey P., Williams N.S. Local recurrence of rectal adenocarcinoma due to inadequate surgical resection – histopathological study of lateral tumor spread and surgical excision. *Lancet.* 1986; 2 (8514): 996–999.
51. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B.J., Blomqvist L., Swift I.R., Sebag-Montefiore D., Tekkis P., Brown G. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J. Clin. Oncol.* 2014; 32 (1): 34–114. <http://doi.org/10.1200/JCO.2012.45.3258>.
52. Bown E.J., Lloyd G.M., Boyle K.M., Miller A.S. Rectal cancer: prognostic indicators of long-term outcome in patients considered for surgery. *Int. J. Colorectal. Dis.* 2014; 29 (2): 147–155. <http://doi.org/10.1007/s00384-013-1772-z>.
53. Zhao J., Du C.Z., Sun Y.S., Gu J. Patterns and prognosis of locally recurrent rectal cancer following multidisciplinary treatment. *Wld J. Gastroenterol.* 2012; 18 (47): 7015–7020. <http://doi.org/10.3748/wjg.v18.i47.7015>.
54. Purkayastha S., Tekkis P.P., Athanasiou T., Tilney H.S., Darzi A.W., Heriot A.G. Diagnostic precision of magnetic resonance imaging for preoperative prediction of the circumferential margin involvement in patients with rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2007; 9 (5): 402–411. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2006.01104.x>.
55. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., St Rose S., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. One millimetre is the safe cut-off for magnetic resonance imaging prediction of surgical margin status in rectal cancer. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (6): 872–879. DOI: 10.1002/bjs.7458.
56. Rullier E., Denost Q., Vendrely V., Rullier A., Laurent C. Low rectal cancer: classification and standardization of surgery. *Dis. Colon. Rectum.* 2013; 56 (5): 560–567. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31827c4a8c>.
57. Perez R., Habr-Gama A., Camargo A., Souza S., Parmigiani R., Galante P., Salim A., Souza J., Quevedo B., Felicio N., Gama-Rodrigues J. Prediction of response to neoadjuvant chemoradiation therapy in patients with distal rectal cancer by gene expression using last generation sequencing. *Dis. Colon. Rectum.* 2011; 54 (5): E7–E7.
58. Черниковский И.Л. Мультидисциплинарный подход в диагностике и лечении резектабельного рака прямой кишки. *Практическая онкология.* 2015; 16 (2): 69–76.
59. Sauer R., Becker H., Hohenberger W., Rodel C., Wittekind C., Fietkau R., Martus P., Tschmelitsch J., Hager E., Hess C.F., Karstens J.H., Liersch T., Schmidberger H., Raab R., German Rectal Cancer Study Group. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *New Engl. J. Med.* 2004; 351 (17): 1731–1740. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa040694>.
60. Hotker A.M., Tarlinton L., Mazaheri Y., Woo K.M., Gonen M., Saltz L.B., Goodman K.A., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI in the assessment of response of rectal cancer to neoadjuvant chemoradiotherapy: A comparison of morphological, volumetric and functional MRI parameters. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4303–4312. <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4283-9>.
61. Dworak O., Keilholz L., Hoffmann A. Pathological features of rectal cancer after preoperative radiochemotherapy. *Int. J. Colorectal Dis.* 1997; 12 (1): 19–23.
62. Camma C., Giunta M., Fiorica F., Pagliaro L., Craxi A., Cottone M. Preoperative radiotherapy for resectable rectal cancer – a meta-analysis. *J. Am. Med. Ass.* 2000; 284 (8): 1008–1015.
63. Bhangu A., Ali S.M., Cunningham D., Brown G., Tekkis P. Comparison of long-term survival outcome of operative vs nonoperative management of recurrent rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (2): 156–163. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2012.03123.x>.
64. Тюреева Е.И. Химиолучевое лечение рака прямой кишки. *Практическая онкология.* 2008; 9 (1): 31–38.
65. Keam S.J., Dunn C.J., Figgitt D.P. Oxaliplatin – in operable colorectal cancer. *Drugs.* 2005; 65 (1): 89–96. <http://doi.org/10.2165/00003495-200565010-00005>.
66. Hoetker A.M., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI of rectal cancer in the assessment of response to therapy: a systematic review. *Dis. Colon Rectum.* 2014; 57 (6): 790–799. <http://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000127>.
67. Evans J., Tait D., Swift I., Pennert K., Tekkis P., Wotherpoon A., Chau I., Cunningham D., Brown G. Timing of surgery following preoperative therapy in rectal cancer: the need for a prospective randomized trial? *Dis. Colon Rectum.* 2011; 54 (10): 1251–1259. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e3182281f4b>.
68. Patel U.B., Brown G., Rutten H., West N., Sebag-Montefiore D., Glynne-Jones R., Rullier E., Peeters M., Van Cutsem E., Ricci S., Van de Velde C., Kjell P., Quirke P. Comparison of magnetic resonance imaging and histopathological response to chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (9): 2842–2852. <http://doi.org/10.1245/s10434-012-2309-3>.
69. Patel U.B., Brown G. MRI-based assessment of tumor regression in rectal cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2013; 9 (2): 136–145. <http://doi.org/10.1007/s11888-013-0169-2>.
70. Sassen S., de Booi M., Sosef M., Berendsen R., Lammering G., Clarijs R., Bakker M., Beets-Tan R., Warmerdam F., Vliegen R. Locally advanced rectal cancer: is diffusion weighted MRI helpful for the identification of complete responders (ypT0N0) after neoadjuvant chemoradiation therapy? *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3440–3449. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-2956-1>.



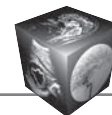
71. Park M.J., Kim S.H., Lee S.J., Jang K.M., Rhim H. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy. *Radiology*. 2011; 260 (3): 771–780. <http://doi.org/10.1148/radiol.11102135>.
72. Boone D., Taylor S.A., Halligan S. Diffusion weighted MRI: overview and implications for rectal cancer management. *Colorectal Dis*. 2013; 15 (6): 655–661. <http://doi.org/10.1111/codi.12241>.
73. Heijnen L.A., Lambregts D.M.J., Mondal D., Martens M.H., Riedl R.G., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MR imaging in primary rectal cancer staging demonstrates but does not characterise lymph nodes. *Eur. Radiol*. 2013; 23 (12): 3354–3360. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-2952-5>.
74. Alberda W.J., Dassen H.P.N., Dwarkasing R.S., Willemsen F.E.J.A., van der Pool A.E.M., de Wilt J.H.W., Burger J.W. A., Verhoef C. Prediction of tumor stage and lymph node involvement with dynamic contrast-enhanced MRI after chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer. *Int. J. Colorectal Dis*. 2013; 28 (4): 573–580. <http://doi.org/10.1007/s00384-012-1576-6>.
75. Hylton N. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging as an imaging biomarker. *J. Clin. Oncol*. 2006; 24 (20): 3293–3298. <http://doi.org/10.1200/JCO.2006.06.8080>.
76. Fusco R., Sansone M., Petrillo M., Avallone A., Delrio P., Petrillo A. Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Rectal Cancer. Rectal Cancer-A Multidisciplinary Approach to Management / Giulio D., Santoro A. InTech. 2011; 75–98.
77. Arya S., Das D., Engineer R., Saklani A. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI. *Indian J. Radiol. Imaging*. 2015; 25 (2): 148–161. <http://doi.org/10.4103/0971-3026.155865>.
7. Kang H., O'Connell J.B., Leonardi M.J., Maggard M.A., McGory M.L., Ko C.Y. Rare tumors of the colon and rectum: a national review. *Int. J. Colorectal Dis*. 2007; 22 (2): 183–189.
8. Union for International Cancer Control (UICC). Available at: <https://www.hoofdhalskanker.info/wpavl/wp-content/uploads/TNM-Classification-of-Malignant-Tumours-8th-edition.pdf>. (accessed August 12, 2018). (In Russian)
9. Balyasnikova S., Brown G. Imaging Advances in Colorectal Cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep*. 2016; 12 (3): 162–169. <http://doi.org/10.1007/s11888-016-0321-x>.
10. Beets-Tan R.G.H., Lambregts D.M.J., Maas M., Bipat S., Barbaro B., Curvo-Semedo L., Fenlon H.M., Gollub M.J., Gourtsoyanni S., Halligan S., Hoeffel C., Kim S.H., Laghi A., Maier A., Rafaelsen S.R., Stoker J., Taylor S.A., Torkzad M.R., Blomqvist L. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: Updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur. Radiol*. 2018; 28 (4): 1465–1475. <http://doi.org/10.1007/s00330-017-5026-2>.
11. Peschard F., Benoist S., Julie C., Penna C., Nordlinger B. The mesorectum: an anatomical entity that is difficult to evaluate with MRI. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes*. 2005; 89 (286): 126–130.
12. Rodel C., Sauer R., Fietkau R. The Role of Magnetic Resonance Imaging to Select Patients for Preoperative Treatment in Rectal Cancer. *Strahlentherapie Onkol*. 2009; 185 (8): 488–492. <http://doi.org/10.1007/s00066-009-2043-3>.
13. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Beyene J., Victor J.C., Schmock S., Brown G., McLeod R., Kennedy E. Diagnostic Accuracy of MRI for Assessment of T Category, Lymph Node Metastases, and Circumferential Resection Margin Involvement in Patients with Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann. Surg. Oncol*. 2012; 19 (7): 2212–2223. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-2210-5>.
14. Karatag O., Karatag G.Y., Ozkurt H., Degirmenci H.K., Avlanmis O., Basak M., Baykan A. The ability of phased-array MRI in preoperative staging of primary rectal cancer: correlation with histopathological results. *Diagn. Interv. Radiol*. 2012; 18 (1): 20–26. <http://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.3394-10.2>.
15. Kim S.H., Lee J.M., Park H.S., Eun H.W., Han J.K., Choi B.I. Accuracy of MRI for Predicting the Circumferential Resection Margin, Mesorectal Fascia Invasion, and Tumor Response to Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Locally Advanced Rectal Cancer. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 29 (5): 1093–1101. <http://doi.org/10.1002/jmri.21742>.
16. Koh D.M., Brown G., Temple L., Blake H., Raja A., Toomey P., Bett N., Farhat S., Norman A.R., Daniels I., Husband J.E. Distribution of mesorectal lymph nodes in rectal cancer: in vivo MR imaging compared with histopathological examination. Initial observations. *Eur. Radiol*. 2005; 15 (8): 1650–1657. <http://doi.org/10.1007/s00330-005-2751-8>.
17. Nougaret S., Reinhold C., Mikhael H.W., Rouanet P., Bibeau F., Brown G. The Use of MR Imaging in Treatment Planning for Patients with Rectal Carcinoma: Have You Checked the “DISTANCE”? *Radiology*. 2013; 268 (2): 329–343. <http://doi.org/10.1148/radiol.13121361>.
18. Patel U.B., Taylor F., Blomqvist L., George C., Evans H., Tekkis P., Quirke P., Sebag-Montefiore D., Moran B., Heald R., Guthrie A., Bees N., Swift I., Pennert K., Brown G. Magnetic Resonance Imaging-Detected Tumor Response

References

1. Glynn-Jones R., Wyrwicz L., Tiet E., Brown G., Rodel C., Cervantes A., Arnold D., ESMO Guidelines Committee. Rectal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncol*. 2017; 28 (Suppl. 4): 22–40. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdx224>.
2. American Cancer Society. Cancer Facts & Figures. 2017. Available at: <https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/annual-cancer-facts-and-figures/2017/cancer-facts-and-figures-2017.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian)
3. Davydov M.I., Aksel E.M. Cancer statistics in Russia and CIS in 2009. *Journal of N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center RAMS*. 2011; 22 (3, Suppl. 1) (85): 1–170. (In Russian)
4. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. The state of oncological care for the population of Russia in 2017. M.: MNIOL im. P.A. Gertzena – filial FGBU “NMITZ radiologii” Minzdrava Rossii, 2018. 250 p. (In Russian)
5. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2016 (morbidity and mortality). M.: MNIOL im. P.A. Gertzena – filial FGBU “NMITZ radiologii” Minzdrava Rossii, 2018. 250 p. (In Russian)
6. Morson B. President's address. The polyp-cancer sequence in the large bowel. *Proc. Royal Soc. Med*. 1974; 67 (6): 451–457.



- for Locally Advanced Rectal Cancer Predicts Survival Outcomes: MERCURY Experience. *J. Clin. Oncol.* 2011; 29 (28): 3753–3760.
<http://doi.org/10.1200/JCO.2011.34.9068>.
19. Piippo U., Paakko E., Makinen M., Makela J. Local staging of rectal cancer using the black lumen magnetic resonance imaging technique. *Scand. J. Surg.* 2008; 97 (3): 237–242.
<http://doi.org/10.1177/145749690809700306>.
 20. Mulla M., Deb R., Singh R. MRI in T staging of rectal cancer: How effective is it? *Indian J. Radiol. Imaging.* 2010; 20 (2): 118–121.
<http://doi.org/10.4103/0971-3026.63055>.
 21. Vliegen R.F.A., Beets G.L., von Meyenfeldt M.F., Kessels A.G.H., Lemaire E., van Engelshoven J.M.A., Beets-Tan R.G.H. Rectal cancer: MR Imaging in local staging – Is gadolinium-based contrast material helpful? *Radiology.* 2005; 234 (1): 179–188.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2341031403>.
 22. Jao S.Y., Yang B.Y., Weng H.H., Yeh C.H., Lee L.W. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2010; 12 (11): 1139–1148.
<http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2009.01959.x>.
 23. Lambregts D.M.J., Vandecaveye V., Barbaro B., Bakers F.C.H., Lambrecht M., Maas M., Haustermans K., Valentini V., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MRI for selection of complete responders after chemoradiation for locally advanced rectal cancer: a multicenter study. *Ann. Surg. Oncol.* 2011; 18 (8): 2224–2231. <http://doi.org/10.1245/s10434-011-1607-5>.
 24. Foti P.V., Privitera G., Piana S., Palmucci S., Spatola C., Bevilacqua R., Raffaele L., Salamone V., Caltabiano R., Magro G., Destri G.L., Milone P., Ettorre G.C. Locally advanced rectal cancer: Qualitative and quantitative evaluation of diffusion-weighted MR imaging in the response assessment after neoadjuvant chemoradiotherapy. *Eur. J. Radiol. Open.* 2016; 3: 145–152.
<http://doi.org/10.1016/j.ejro.2016.06.003>.
 25. Brown G. Thin section MRI in multidisciplinary preoperative decision making for patients with rectal cancer. *Br. J. Radiol.* 2005; 78: 117–127.
<http://doi.org/10.1259/bjr/15128198>.
 26. Dukes C.E. The classification of cancer of the rectum. *The Journal of Pathology and Bacteriology.* 1932; 35 (3): 323–332.
 27. Brown G. Staging rectal cancer: endoscopic ultrasound and pelvic MRI. *Cancer Imaging.* 2008; 8 (A): 43–45.
<http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.9008>.
 28. Kikuchi R., Takano M., Takagi K., Fujimoto N., Nozaki R., Fujiyoshi T., Uchida Y. Management of early invasive colorectal-cancer – risk of recurrence and clinical guidelines. *Dis. Colon. Rectum.* 1995; 38 (12): 1286–1295.
 29. Puli S.R., Bechtold M.L., Reddy J.B.K., Choudhary A., Antillon M.R. Can Endoscopic Ultrasound Predict Early Rectal Cancers That Can Be Resected Endoscopically? A Meta-Analysis and Systematic Review. *Dig. Dis. Sci.* 2010; 55 (5): 1221–1229.
<http://doi.org/10.1007/s10620-009-0862-9>.
 30. Balyasnikova S., Read J., Wotherspoon A., Rasheed S., Tekkis P., Tait D., Cunningham D., Brown G. Diagnostic accuracy of high-resolution MRI as a method to predict potentially safe endoscopic and surgical planes in patients with early rectal cancer. *BMJ Open Gastroenterol.* 2017; 4 (1): e000151.
<http://doi.org/10.1136/bmjgast-2017-000151>.
 31. Brown G., Daniels I.R., Heald R.J., Quirke P., Blomqvist L., Sebag-Montefiore D., Moran B.J., Holm T., Strassbourg J., Peppercorn P.D., Fisher S.E., Mason B., Grp M.S. Diagnostic accuracy of preoperative magnetic resonance imaging in predicting curative resection of rectal cancer: prospective observational study. *Br. Med. J.* 2006; 333 (7572): 779–782.
<http://doi.org/10.1136/bmj.38937.646400.55>.
 32. Kaur H., Choi H., You Y.N., Rauch G.M., Jensen C.T., Hou P., Chang G.J., Skibber J.M., Ernst R.D. MR imaging for preoperative evaluation of primary rectal cancer: practical considerations. *Radiographics.* 2012; 32 (2): 389–409. <http://doi.org/10.1148/rg.322115122>.
 33. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. Preoperative high-resolution magnetic resonance imaging can identify good prognosis stage I, II, and III rectal cancer best managed by surgery alone a prospective, multicenter, european study. *Ann. Surg.* 2011; 253 (4): 711–719.
<http://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31820b8d52>.
 34. Benson A.B. 3rd, Venook A.P., Al-Hawary M.M., Cederquist L., Chen Y.-J., Ciombor K.K., Cohen S., Cooper H.S., Deming D., Engstrom P.F., Grem J.L., Grothey A., Hochster H.S., Hoffe S., Hunt S., Kamel A., Kirilcuk N., Krishnamurthi S., Messersmith W.A., Meyerhardt J., Mulcahy M.F., Murphy J.D., Nurkin S., Saltz L., Sharma S., Shibata D., Skibber J.M., Sofocleous C.T., Stoffel E.M., Stotsky-Himelfarb E., Willett C.G., Wutrick E., Gregory K.M., Gurski L., Freedman-Cass D.A. Rectal Cancer, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Canc. Netw. (JNCCN).* 2018; 16 (7): 874–901.
<http://doi.org/10.6004/jnccn.2018.0061>.
 35. Al-Sukhni E., Milot L., Fruitman M., Brown G., Schmocker S., Kennedy E. User's Guide for the Synoptic MRI Report for Rectal Cancer. Cancer Care Ontario. Canadian Cancer Society. Available at: <http://www.osumcraology.org/resources/High-Yield-Rad-info/Rectal-MRI.pdf> (accessed August 12, 2018). (In Russian).
 36. Moran M.R., James E.C., Rothenberger D.A., Goldberg S.M. Prognostic value of positive lymph-nodes in rectal-cancer. *Dis. Colon. Rectum.* 1992; 35 (6): 579–581.
 37. Quirke P., Williams G. Minimum dataset for colorectal cancer histopathology reports. London: Royal College of Pathologists, 2000.
 38. Bipat S., Glas A.S., Slors F.J.M., Zwinderman A.H., Bossuyt P.M.M., Stoker J. Rectal cancer: Local staging and assessment of lymph node involvement with endoluminal US, CT, and MR imaging – A meta-analysis. *Radiology.* 2004; 232 (3): 773–783.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2323031368>.
 39. Schnall M.D., Furth P.E.E., Rosato E.F., Kressel H.Y. Rectal tumor stage – correlation of endorectal MR-imaging and pathological findings. *Radiology.* 1994; 190 (3): 709–714.
<http://doi.org/10.1148/radiology.190.3.8115616>.
 40. Brown G., Richards C.J., Bourne M.W., Newcombe R.G., Radcliffe A.G., Dallimore N.S., Williams G.T. Morphologic predictors of lymph node status in rectal cancer with use of high-spatial-resolution MR imaging with histopathologic comparison. *Radiology.* 2003; 227 (2): 371–377.
<http://doi.org/10.1148/radiol.2272011747>.
 41. Kotanagi H., Fukuoka T., Shibata Y., Yoshioka T., Aizawa O., Saito Y., Tur G.E., Koyama K. The size of regional lymph-



- nodes does not correlate with the presence or absence of metastasis in lymph-nodes in rectal-cancer. *J. Surg. Oncol.* 1993; 54 (4): 252–254.
42. Markl B., Rossle J., Arnholdt H.M., Schaller T., Krammer I., Cacchi C., Jahnig H., Schenkirsch G., Spatz H., Anthuber M. The clinical significance of lymph node size in colon cancer. *Mod. Pathol.* 2012; 25 (10): 1413–1422. <http://doi.org/10.1038/modpathol.2012.92>.
43. Smith N.J., Shihab O., Arnaout A., Swift R.I., Brown G. MRI for detection of extramural vascular invasion in rectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (5): 1517–1522. <http://doi.org/10.2214/AJR.08.1298>.
44. Chand M., Swift R.I., Tekkis P.P., Chau I., Brown G. Extramural venous invasion is a potential imaging predictive biomarker of neoadjuvant treatment in rectal cancer. *Br. J. Cancer.* 2014; 110 (1): 19–25. <http://doi.org/10.1038/bjc.2013.603>.
45. Chand M., Evans J., Swift R.I., Tekkis P.P., West N.P., Stamp G., Heald R.J., Brown G. The prognostic significance of postchemoradiotherapy high-resolution MRI and histopathology detected extramural venous invasion in rectal cancer. *Ann. Surg.* 2015; 261 (3): 473–479. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000848>.
46. Faes S., Gie O., Demartines N., Hahnloser D. Multidisciplinary treatment of locally advanced rectal cancer. *Rev. Med. Suisse.* 2016; 12 (523): 1185–1189. (In French)
47. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon. *The Lancet.* 1908; 172 (4451): 1812–1813.
48. Heald R.J. The holy plane of rectal surgery. *J. R. Soc. Med.* 1988; 81 (9): 503–508. PMID: 3184105.
49. Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D.H., Sexton R., MacFarlane J.K. Rectal cancer – the basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997. *Arch. Surg.* 1998; 133 (8): 894–898.
50. Quirke P., Dixon M.F., Durdey P., Williams N.S. Local recurrence of rectal adenocarcinoma due to inadequate surgical resection – histopathological study of lateral tumor spread and surgical excision. *Lancet.* 1986; 2 (8514): 996–999.
51. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B.J., Blomqvist L., Swift I.R., Sebag-Montefiore D., Tekkis P., Brown G. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J. Clin. Oncol.* 2014; 32 (1): 34–114. <http://doi.org/10.1200/JCO.2012.45.3258>.
52. Bown E.J., Lloyd G.M., Boyle K.M., Miller A.S. Rectal cancer: prognostic indicators of long-term outcome in patients considered for surgery. *Int. J. Colorectal. Dis.* 2014; 29 (2): 147–155. <http://doi.org/10.1007/s00384-013-1772-z>.
53. Zhao J., Du C.Z., Sun Y.S., Gu J. Patterns and prognosis of locally recurrent rectal cancer following multidisciplinary treatment. *Wld J. Gastroenterol.* 2012; 18 (47): 7015–7020. <http://doi.org/10.3748/wjg.v18.i47.7015>.
54. Purkayastha S., Tekkis P.P., Athanasiou T., Tilney H.S., Darzi A.W., Heriot A.G. Diagnostic precision of magnetic resonance imaging for preoperative prediction of the circumferential margin involvement in patients with rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2007; 9 (5): 402–411. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2006.01104.x>.
55. Taylor F.G.M., Quirke P., Heald R.J., Moran B., Blomqvist L., Swift I., St Rose S., Sebag-Montefiore D.J., Tekkis P., Brown G., Grp M.S. One millimetre is the safe cut-off for magnetic resonance imaging prediction of surgical margin status in rectal cancer. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (6): 872–879. DOI: 10.1002/bjs.7458.
56. Rullier E., Denost Q., Vendrely V., Rullier A., Laurent C. Low rectal cancer: classification and standardization of surgery. *Dis. Colon. Rectum.* 2013; 56 (5): 560–567. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31827c4a8c>.
57. Perez R., Habr-Gama A., Camargo A., Souza S., Parmigiani R., Galante P., Salim A., Souza J., Quevedo B., Felicio N., Gama-Rodrigues J. Prediction of response to neoadjuvant chemoradiation therapy in patients with distal rectal cancer by gene expression using last generation sequencing. *Dis. Colon. Rectum.* 2011; 54 (5): E7–E7.
58. Chernikovskii I.L. Multidisciplinary approach in the diagnosis and treatment of resectable rectal cancer. *Practical oncology.* 2015; 16 (2): 69–76. (In Russian)
59. Sauer R., Becker H., Hohenberger W., Rodel C., Wittekind C., Fietkau R., Martus P., Tschmelitsch J., Hager E., Hess C.F., Karstens J.H., Liersch T., Schmidberger H., Raab R., German Rectal Cancer Study Group. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *New Engl. J. Med.* 2004; 351 (17): 1731–1740. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa040694>.
60. Hotker A.M., Tarlinton L., Mazaheri Y., Woo K.M., Gonen M., Saltz L.B., Goodman K.A., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI in the assessment of response of rectal cancer to neoadjuvant chemoradiotherapy: A comparison of morphological, volumetric and functional MRI parameters. *Eur. Radiol.* 2016; 26 (12): 4303–4312. <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4283-9>.
61. Dworak O., Keilholz L., Hoffmann A. Pathological features of rectal cancer after preoperative radiochemotherapy. *Int. J. Colorectal Dis.* 1997; 12 (1): 19–23.
62. Camma C., Giunta M., Fiorica F., Pagliaro L., Craxi A., Cottone M. Preoperative radiotherapy for resectable rectal cancer – a meta-analysis. *J. Am. Med. Ass.* 2000; 284 (8): 1008–1015.
63. Bhangu A., Ali S.M., Cunningham D., Brown G., Tekkis P. Comparison of long-term survival outcome of operative vs nonoperative management of recurrent rectal cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (2): 156–163. <http://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2012.03123.x>.
64. Tyuryaeva E.I. Chemoradiotherapy for rectal cancer. *Practical oncology.* 2008; 9 (1): 31–38. (In Russian)
65. Keam S.J., Dunn C.J., Figgitt D.P. Oxaliplatin – in operable colorectal cancer. *Drugs.* 2005; 65 (1): 89–96. <http://doi.org/10.2165/00003495-200565010-00005>.
66. Hoetker A.M., Garcia-Aguilar J., Gollub M.J. Multiparametric MRI of rectal cancer in the assessment of response to therapy: a systematic review. *Dis. Colon Rectum.* 2014; 57 (6): 790–799. <http://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000127>.
67. Evans J., Tait D., Swift I., Pennert K., Tekkis P., Wotherpoon A., Chau I., Cunningham D., Brown G. Timing of surgery following preoperative therapy in rectal cancer: the need for a prospective randomized trial? *Dis. Colon Rectum.* 2011; 54 (10): 1251–1259. <http://doi.org/10.1097/DCR.0b013e318281f4b>.
68. Patel U.B., Brown G., Rutten H., West N., Sebag-Montefiore D., Glynne-Jones R., Rullier E., Peeters M., Van Cutsem E., Ricci S., Van de Velde C., Kjell P., Quirke P. Comparison of magnetic resonance imaging and histopathological response to chemoradiotherapy in



- locally advanced rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (9): 2842–2852.
<http://doi.org/10.1245/s10434-012-2309-3>.
69. Patel U.B., Brown G. MRI-based assessment of tumor regression in rectal cancer. *Curr. Colorectal Cancer Rep.* 2013; 9 (2): 136–145.
<http://doi.org/10.1007/s11888-013-0169-2>.
 70. Sassen S., de Booi M., Sosef M., Berendsen R., Lammering G., Clarijs R., Bakker M., Beets-Tan R., Warmerdam F., Vliegen R. Locally advanced rectal cancer: is diffusion weighted MRI helpful for the identification of complete responders (ypT0N0) after neoadjuvant chemoradiation therapy? *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3440–3449.
<http://doi.org/10.1007/s00330-013-2956-1>.
 71. Park M.J., Kim S.H., Lee S.J., Jang K.M., Rhim H. Locally advanced rectal cancer: added value of diffusion-weighted MR imaging for predicting tumor clearance of the mesorectal fascia after neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy. *Radiology.* 2011; 260 (3): 771–780.
<http://doi.org/10.1148/radiol.11102135>.
 72. Boone D., Taylor S.A., Halligan S. Diffusion weighted MRI: overview and implications for rectal cancer management. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (6): 655–661.
<http://doi.org/10.1111/codi.12241>.
 73. Heijnen L.A., Lambregts D.M.J., Mondal D., Martens M.H., Riedl R.G., Beets G.L., Beets-Tan R.G.H. Diffusion-weighted MR imaging in primary rectal cancer staging demonstrates but does not characterise lymph nodes. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (12): 3354–3360.
<http://doi.org/10.1007/s00330-013-2952-5>.
 74. Alberda W.J., Dassen H.P.N., Dwarkasing R.S., Willemsen F.E.J.A., van der Pool A.E.M., de Wilt J.H.W., Burger J.W. A., Verhoef C. Prediction of tumor stage and lymph node involvement with dynamic contrast-enhanced MRI after chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer. *Int. J. Colorectal Dis.* 2013; 28 (4): 573–580.
<http://doi.org/10.1007/s00384-012-1576-6>.
 75. Hylton N. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging as an imaging biomarker. *J. Clin. Oncol.* 2006; 24 (20): 3293–3298.
<http://doi.org/10.1200/JCO.2006.06.8080>.
 76. Fusco R., Sansone M., Petrillo M., Avallone A., Delrio P., Petrillo A. Dynamic Contrast Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Rectal Cancer. Rectal Cancer-A Multidisciplinary Approach to Management / Giulio D., Santoro A. InTech. 2011; 75–98.
 77. Arya S., Das D., Engineer R., Saklani A. Imaging in rectal cancer with emphasis on local staging with MRI. *Indian J. Radiol. Imaging.* 2015; 25 (2): 148–161.
<http://doi.org/10.4103/0971-3026.155865>.

Для корреспонденции*: Гришко Павел Юрьевич – 197758, п. Песочный, Ленинградская область, Ленинградская ул., д. 68, ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”. Тел.: +7-921-595-05-63. E-mail: dr.grishko@mail.ru

Гришко Павел Юрьевич – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Балясникова Светлана Сергеевна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург; Radiologist at the Department of Radiology The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, SM2 5PT UK; Imperial College London, London, UK.

Самсонов Денис Владимирович – канд. мед. наук, врач-онколог хирургического отделения абдоминальной онкологии 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” СПбГУ, Санкт-Петербург.

Карачун Алексей Михайлович – доктор мед. наук, заведующий хирургическим отделением абдоминальной онкологии, ведущий научный сотрудник научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург.

Правосудов Игорь Витальевич – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова”, профессор кафедры онкологии медицинского факультета СПбГУ, Санкт-Петербург.

Contact*: Pavel Yu. Grishko – 197758 Russian Federation, St. Petersburg, Pesochny, Leningradskaya str., 68. N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Phone: 7-921-595-05-63. E-mail: dr.grishko@mail.ru

Pavel Yu. Grishko – radiologist at the Department of Radiology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Svetlana S. Balyasnikova – cand. of med. sci., radiologist at the Department of Radiology, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg; Radiologist at the Department of Radiology The Royal Marsden Hospital, NHS Foundation Trust, Downs Road, Sutton, Surrey, SM2 5PT UK; Imperial College London, London, UK.

Denis V. Samsonov – cand. of med. sci., oncologist at the Department of Abdominal Oncology N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

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

Alexey M. Karachun – doct. of med. sci., Head of the Department of abdominal oncology, Leading researcher of the Department of Gastrointestinal Tumors, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Igor V. Pravosudov – doct. of med. sci., Professor, Leading researcher of the Department of Gastrointestinal Tumors, N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg.

Поступила в редакцию 28.01.2019.

Принята к печати 02.04.2019.

Received on 28.01.2019.

Accepted for publication on 02.04.2019.