

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-107-125

Практические подходы к использованию системы PI-RADS v2.1 при выполнении магнитно-резонансной томографии предстательной железы

Громов А.И.^{1,3*}, Капустин В.В.^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова” Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ “Московская городская онкологическая больница № 62 Департамента здравоохранения города Москвы”, Москва, Россия

³ Клиническая больница №2 АО Группа компаний “Медси”, Москва, Россия

Usage of PI-RADS v2.1 system for prostate MRI: a practical approach

Gromov A.I.^{1,3*}, Kapustin V.V.^{1,2}

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after AI Evdokimov of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

² Moscow Municipal Oncology Hospital No.62. of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

³ Clinical hospital No.2 of “Medsi group” Joint Stock Company, Moscow, Russia

В статье представлен подробный анализ положений методических рекомендаций Европейского общества урогенитальной радиологии и Американского радиологического колледжа по МР-диагностике рака предстательной железы PI-RADS v2.1, вышедших в свет в 2019 г. Структурированы отдельные разрозненные положения рекомендаций в разделы, посвященные получению данных, порядку их интерпретации, системе определения категории, определяющей уровень подозрительности на наличие рака предстательной железы у пациента. Статья иллюстрирована оригинальными клиническими наблюдениями, демонстрирующими основные положения классификации. Такая систематизация поможет читателю в изучении и освоении данных рекомендаций. В конце статьи выделены те положения документа, которые отличают его от предыдущей версии – PI-RADS v2.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, рак предстательной железы, система PI-RADS.

Ссылка для цитирования: Громов А.И., Капустин В.В. Практические подходы к использованию системы PI-RADS v2.1 при выполнении магнитно-резонансной томографии предстательной железы. *Медицинская визуализация*. 2019; 23 (3): 107–125. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-107-125.

The detailed an alysis of European Society of Urogenital Radiology (ESUR) and American College of Radiology (ACR) guide-linesforprostatecancer MRI system PI-RADS v.2.1 (2019) was presented. The several scattered theses of this system were structured in suchsectionsas: MRI data acquisition, interpretation, definition of lesion category for prostate cancer probability. This kind of systematization would be helpful for radiologists to master this newest guide-lines version. Finally, the differences between PI-RADS v.2.1 and the previousone were highlighted.

Keywords: magnetic resonance imaging, prostate cancer, PI-RADS System.

Recommended citation: Gromov A.I., Kapustin V.V. Usage of PI-RADS v2.1 system for prostate MRI: a practical approach. *Medical Visualization*. 2019; 23 (3): 107–125. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-3-107-125.

Введение

В начале 2019 г. рабочая группа представителей Европейского общества урогенитальной радиологии (ESUR) и Американского колледжа радиологии (ACR) выпустила методические реко-



мендации по МР-диагностике рака предстательной железы PI-RADS v2.1, которые стали третьей версией документа, предыдущие были опубликованы в 2012 и 2015 гг. [1, 2]. Как заявляют разработчики, данный документ предназначен для улучшения выявления, определения локализации и стратификации риска у пациентов с подозрением на рак предстательной железы (РПЖ). На сегодняшний день накоплен значительный опыт применения мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (мпМРТ) для выявления и стадирования РПЖ [3–5]. При этом наибольший практический интерес вызывают работы, посвященные сравнению эффективности “стандартных” систематических трансректальных биопсий простаты и прицельных (“таргетных”) биопсий, выполняемых с учетом МР-топографии опухолевого очага. Так, многоцентровое исследование (PROMIS), включавшее 740 мужчин, показало, что мпМРТ, выполняемая перед биопсией простаты, позволило бы на четверть снизить количество ненужных биопсий. Кроме того, мпМРТ уменьшает гипердиагностику клинически незначимых опухолей простаты и улучшает выявление клинически значимого РПЖ (кзРПЖ). Авторы полагают, что в будущем включение мпМРТ в комплекс обследования мужчин с подозрением на наличие РПЖ обеспечит снижение доли ненужных биопсий; улучшит выявление кзРПЖ и позволит снизить экономические затраты на диагностику РПЖ и выбор тактики ведения пациентов этой группы [6, 7]. Следует подчеркнуть, что выполнение мпМРТ перед биопсией простаты включено в последнюю версию рекомендаций Европейской ассоциации урологов [8]. Имеются также работы, демонстрирующие полезность выполнения мпМРТ и дополнительного проведения прицельных биопсий у пациентов с первичными негативными данными систематической биопсии [9]. Таким образом, совершенствование системы PI-RADS и адаптация ее для повседневного практического применения представляются крайне актуальными.

Нужно сразу сказать, что рекомендации не рассматривают вопросы выявления рецидива РПЖ, оценки прогрессирования заболевания, оценки поражения костей. Задачи, которые ставили разработчики при создании данной системы, были следующие: установить минимально приемлемые технические параметры для МРТ простаты; уменьшить вариативность интерпретаций МР-изображений; упростить и стандартизировать терминологию и содержание протоколов исследований; разработать категории оценки, определяющие уровень подозрительности на наличие РПЖ у пациента.

Следует отметить, что документ по своей форме составлен достаточно “вольно”, без четкой структурированности. Конкретные практические рекомендации зачастую перемежаются общими рассуждениями. Некоторые положения неоднократно повторяются в различных его частях. Исходя из этого, мы постарались более четко систематизировать данные, представленные в рекомендациях.

Цель работы

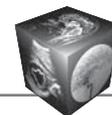
Систематизация сведений, содержащихся в новой версии методических рекомендаций PI-RADSV2.1, адаптация содержания данного документа к повседневной диагностической практике, а также выделение основных различий с предыдущей версией – PI-RADS v2.

Материал и методы

Подходы к МР-анатомии предстательной железы

Действительно, в протоколах исследований и в научной литературе можно встретить большое число терминов, отражающих те или иные отделы простаты – “доли, зоны, части, сегменты, секторы, регионы, этажи, трети, концы” [10, 11]. Поэтому очень важным является стандартизация терминологии, используемой специалистами лучевой диагностики.

В системе PI-RADS в основу оценки МР-структуры предстательной железы положена классическая классификация зонального строения простаты по J.E. McNeal [12]. Кроме того, согласно рекомендациям, железу традиционно делят на правую и левую доли срединной сагитальной плоскостью, а также на трети: основание железы, среднюю треть и верхушку. В каждой доле железы во всех третях предлагается выделять отдельные секторы. В каждой половине железы на всех трех уровнях периферическая зона делится на три сектора: передний, задний латеральный и задний медиальный; транзиторная на два – передний и задний секторы. Передняя фибромышечная строма имеет на всех уровнях один сектор в виде тонкой пластинки в переднем отделе. Только в основании железы в задних отделах имеется один сектор центральной зоны. Таким образом, в совокупности с двумя секторами, представляющими собой семенные пузырьки и одним сектором – постпростатической частью уретры, всего в железе выделен 41 сектор, который обозначается первыми буквами своих названий.



Характеристика МР-картины отдельных зон железы

Центральная зона (СZ) в норме обычно визуализируется на T2-взвешенных изображениях (ВИ) и диффузионно-взвешенных изображениях (ДВИ) как двусторонняя низкоинтенсивная ткань, окружающая семявыбрасывающие протоки от основания железы до семенного бугорка. Она симметрична, демонстрирует слабое повышение МР-сигнала на ДВИ с высоким b-фактором.

Передняя фибромышечная строма (AFMS) располагается в передних отделах простаты, имеет “серповидную” форму и низкую интенсивность сигнала (аналогичную таковой для запирающих мышц или мышц тазового дна) на T2ВИ, ИКД и ДВИ с высоким значением b-фактора.

В настоящей версии “поставлена точка” в старом споре о “капсуле” и “хирургической капсуле” простаты. Учитывая отсутствие реальной анатомической капсулы органа, низкоинтенсивную полосу, окружающую предстательную железу, рекомендуется называть “простатической капсулой”, взяв это словосочетание в кавычки, а гипointенсивный ободок, окружающий транзиторную зону и отделяющий ее от периферической зоны, рекомендуется обозначать как “псевдокапсула” или “хирургическая капсула”.

Рекомендации по получению данных

Представленный документ содержит ряд рекомендаций по основным параметрам проведения сканирования. Исследование должно быть проведено на МР-аппарате с высокой (не менее 1,5 Тл) напряженностью магнитного поля, применение эндоректальной катушки не является обязательным.

Для диагностики РПЖ рекомендовано выполнение мпМРТ, включающей в себя получение и оценку T2ВИ, ДВИ с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) и изображений, полученных при динамическом контрастном усилении (ДКУ). Впервые подробно разбирается возможность и целесообразность выполнения бипараметрической МРТ (бпМРТ) без использования контрастного усиления.

Отмечены положительные моменты бпМРТ: устранение нежелательных явлений и последствий накопления гадолиния; сокращение времени обследования и снижение затрат, что может привести к увеличению доступности МРТ. В то же время полностью исключить выполнение ДКУ не представляется возможным и проведение полноценной мпМРТ должно быть выполнено в следующих клинических ситуациях: при недостаточном

качестве ДВИ; у мужчин с подозрением на РПЖ, который не подтвердился при бпМРТ и при биопсии; у пролеченных больных.

В документе есть конкретные рекомендации, определяющие порядок проведения МР-исследования. В частности, неоднократно отмечается, что угол плоскости изображения, область зоны сканирования и толщина среза для всех последовательностей (T2ВИ, ДВИ и ДКУ) должны быть идентичными.

Получение изображений

T1-взвешенные и T2-взвешенные изображения. Обязательным считается получение изображений в аксиальной плоскости. Допускается два варианта наклона – аксиальная плоскость относительно пациента или наклонная (“косая”) аксиальная плоскость, перпендикулярная длинной оси простаты. Помимо этого, обязательным является получение МР-изображений еще как минимум в одной плоскости сканирования, перпендикулярной аксиальной: сагиттальной и/или коронарной. Рекомендуется получать данные T2ВИ с толщиной среза 3 мм, FOV, достаточное для охвата простаты и семенных пузырьков. Дополнительно могут применяться трехмерные аксиальные последовательности, но не обязательно. Такие же параметры рекомендуются для T1ВИ, можно с меньшим пространственным разрешением.

Диффузионно-взвешенные изображения. ДВИ необходимо получать с той же толщиной среза, величиной FOV, что и предыдущие, со значениями b-фактора в диапазонах 50–100 с/мм², 800–1000 с/мм² и дополнительно в промежутке от 100 до 1000 с/мм². Кроме того, обязательно должны быть получены изображения с высоким значением b-фактора (1400 с/мм²), предпочтительно из отдельных последовательностей, но можно и путем экстраполяции из изображений с меньшими значениями.

Измеряемый коэффициент диффузии. Карты ИКД вычисляются на основе полученных данных с вышеуказанными двумя или тремя значениями b-фактора, максимальное из которых не должно превышать 1000 с/мм². Основой оценки карт ИКД является визуальный анализ. Количественные значения имеют второстепенное значение. Рекомендуемым порогом для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных изменений может быть $0,75-0,9 \times 10^{-3}$ мкм²/с.

Динамическое контрастное усиление. Временное разрешение должно быть не менее 15 с. Рекомендуется использовать технологии подавления жира и/или субтракции импульсов.



Интерпретация данных МР-исследования

T2-взвешенные изображения. РПЖ в PZ на T2ВИ имеет вид округлых или нечетко очерченных гипоинтенсивных очагов. Однако специфичность этого признака невысока. Аналогичная МР-картина может наблюдаться при воспалении, кровоизлиянии, атрофии желез, доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ), рубцовых изменениях. Кроме того, воспаление может проявляться признаками ограничения диффузии на ИКД-карте и даже ранним усилением при ДКУ, что делает дифференциальную диагностику еще более сложной.

Диагностика РПЖ в TZ затрудняется наличием у большинства больных ДГПЖ, которая приводит к появлению совокупности инкапсулированных узлов с четко очерченными контурами. Узлы железистой гиперплазии имеют повышенную интенсивность на T2ВИ, стромальной – сниженную. Последние могут имитировать или маскировать наличие рака. Основным отличием узлов ДГПЖ от опухолевых очагов является наличие гипоинтенсивной капсулы. Узлы ДГПЖ тоже могут иметь высокий уровень интенсивности МР-сигнала на ДВИ и признаки гиперваскуляризации при ДКУ. В рекомендациях подчеркивается, что нетипичные “экзофитные” узлы ДГПЖ могут обнаруживаться и в PZ, и в CZ простаты.

РПЖ в TZ должен выявляться как минимум в двух плоскостях и иметь вид нечетко очерченных, однородных, умеренно гипоинтенсивных очагов, отличающиеся от фоновых. Образно говоря, такие изменения называют картиной “стертого угля”, “нечеткого отпечатка пальца”. Другими признаками являются: линзовидная форма, наличие “звездчатых” краев – признаки инвазивного роста, частичное отсутствие капсулы.

Диффузионно-взвешенные изображения. Изменения на ИКД-картах должны всегда сравниваться с ДВИ с высоким b-фактором. РПЖ гипоинтенсивен на ИКД-картах и гиперинтенсивен на ДВИ при высоком значении b-фактора. Кальцификаты, зоны фиброза, кровоизлияния, а также AFMS могут быть также гипоинтенсивны на ИКД-картах, но они гипоинтенсивны и на всех ДВИ.

Оценка TZ в ДВИ сложна. “Подозрительными” должны считаться участки между узлами гиперплазии или отдельные узлы с более выраженным ограничением диффузии, чем фоновое. При этом нужно помнить, что в участках рака в TZ может и не быть ограничения диффузии, отличного от фонового.

Карты ИКД требуют настройки на конкретном МР-сканере так, чтобы очаги клинически значимого рака были заметно гипоинтенсивными. В дальнейшем все ИКД-карты следует просматривать с этими настройками.

Динамическое контрастное усиление. В настоящем документе высказано неоднозначное отношение к необходимости и целесообразности проведения ДКУ. Отмечено, что на сегодняшний день не доказана дополнительная диагностическая ценность ДКУ. Отсутствие раннего усиления не исключает возможность наличия рака, и наоборот, раннее усиление может регистрироваться в узлах ДГПЖ, а также быть обусловленным воспалительными изменениями. Помимо этого, в настоящее время недостаточно доказательств в поддержку ценности использования определенных типов фармакодинамических кривых.

Однако ДКУ может быть полезным при неадекватности ДВИ (т.е. категория оценки – “X”); при определении “ведущего” очага, при наличии нескольких участков опухолевого поражения.

“Положительными” данными ДКУ в отношении наличия опухолевого поражения рекомендовано считать очаг контрастного усиления, который визуализируется раньше или одновременно с накоплением контрастного препарата в окружающих нормальных тканях простаты и совпадает с изменениями на T2ВИ и/или ДВИ. При этом ранним усилением можно считать усиление очага, возникающее в течение 10 с после появления введенного контрастного препарата в бедренных артериях. Однако нужно учитывать временное разрешение, скорость введения контрастного препарата, сердечный выброс.

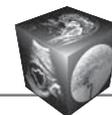
“Отрицательные” данные ДКУ – это отсутствие усиления в раннюю фазу по сравнению с окружающей простатой либо диффузное контрастное усиление, когда границы области контрастирования не соответствуют изменениям на T2ВИ и/или ДВИ.

Оценку результатов ДКУ рекомендуется проводить посредством просмотра данных в каждом срезе с помощью прокрутки вручную. Изменения, выявленные в режимах подавления жира, субтракции, на параметрических цветовых картах, должны подтверждаться на исходных изображениях.

Оценка CZ и AFMS

В последней версии PI-RADS имеются рекомендации по оценке центральной зоны и передней фибромышечной стромы.

Для РПЖ нетипично возникновение непосредственно в CZ, и если имеет место опухолевое поражение ее, то в большинстве случаев это распространение из прилежащих PZ или TZ. Признаками опухолевого поражения CZ следует считать раннее очаговое усиление, асимметрию между правой и левой частями CZ на T2ВИ, ИКД или ДВИ с высоким b-фактором.



Таким же образом считается, что РПЖ не возникает в AFMS, а распространяется туда из рядом расположенных зон. Признаками поражения AFMS являются изменения с повышенной интенсивностью сигнала на Т2ВИ; высокая интенсивность сигнала ДВИ с высоким значением b-фактора, низкий сигнал на ИКД по сравнению с интенсивностью сигнала соседних мышц; асимметричное увеличение; раннее усиление при ДКУ.

Измерения размеров простаты и выявленных очагов

Новая версия системы PI-RADS предлагает определенные рекомендации по измерению размеров предстательной железы и вычислению ее объема, а также измерению размеров выявленных очагов. В простате измеряются максимальные размеры на Т2ВИ: продольный и переднезадний размеры – на сагиттальных срезах, поперечный размер – на аксиальных (или косоаксиальных) срезах. Объем железы вычисляется по формуле эллипсоида, которая представляет собой произведение трех размеров, умноженное на коэффициент 0,52. Объем простаты рекомендуется указывать в протоколе, он может использоваться для расчета плотности простатспецифического антигена (пПСА = ПСА/объем простаты) в нг/мл/мл.

В практической работе достаточно измерения наибольшего размера очага на аксиальных изображениях. Если подозрительный очаг нечетко визуализируется на аксиальных изображениях или он больше на других срезах, тогда измерения проводят на тех изображениях, где он визуализируется максимально четко и/или имеет наибольшие размеры. При необходимости можно также определять объем очага по формуле эллипсоида. В PZ очаги следует измерять на ИКД, в TZ – на Т2ВИ. Если указанные последовательности недостаточно четкие, измерения следует выполнять в той последовательности, где очаг визуализируется наилучшим образом.

Расчет категорий (баллов) в системе PI-RADS

В данных рекомендациях представлена система определения категории (баллов) по пятибалльной шкале, которая отражает степень вероятности наличия кЗРПЖ у пациента.

Она построена следующим образом. В зависимости от выявленных изменений в каждой из так называемых “основных” последовательностей (для PZ это ДВИ с максимальным значением b-фактора и карты ИКД, а для TZ – Т2ВИ) определяется исходный балл в соответствии с разработанными рекомендациями. Таким образом, можно определить категорию (одну из пяти) на основании выявленных изменений. Для очагов, расположенных в PZ, “положительные” данные визуальной оценки ДКУ повышают категорию 3 до категории 4. Аналогичное дополнительное применение имеет оценка ДВИ/ИКД для очагов, локализующихся в TZ (см. далее). На основании полученных критериев в основных и дополнительных последовательностях можно определить окончательную категорию по PI-RADS, используя специально разработанные таблицы.

Расчет баллов по Т2ВИ в периферической зоне

В табл. 1 представлены изменения, выявляемые на Т2ВИ в периферической зоне, и соответствующий им балл, согласно рекомендациям.

- Категория 1. Однородный гиперинтенсивный сигнал

К данной категории относятся те случаи, когда периферическая зона имеет однородный сигнал высокой интенсивности без каких-либо гипоинтенсивных включений (рис. 1). Нужно отметить, что такая картина у пациентов старшей возрастной группы, особенно при наличии доброкачественной гиперплазии, встречается нечасто.

Таблица 1. Характер изменений в периферической зоне предстательной железы на Т2ВИ и соответствующий им балл

Table 1. Prostate peripheral zone patterns on T2WI with corresponding scores

Балл	Изменения
1	Однородный гиперинтенсивный сигнал
2	Линейные, клиновидные зоны гипоинтенсивного сигнала или диффузное (средней интенсивности) снижение сигнала, обычно без четких границ
3	Гетерогенная интенсивность сигнала или неправильной формы округлые зоны умеренно сниженной интенсивности сигнала
4	Гомогенные четко отграниченные фокусы умеренно сниженной интенсивности сигнала максимальным размером не более 1,5 см
5	То же самое, что и категория 4, но размером более 1,5 см, или убедительные данные об экстрапростатическом распространении

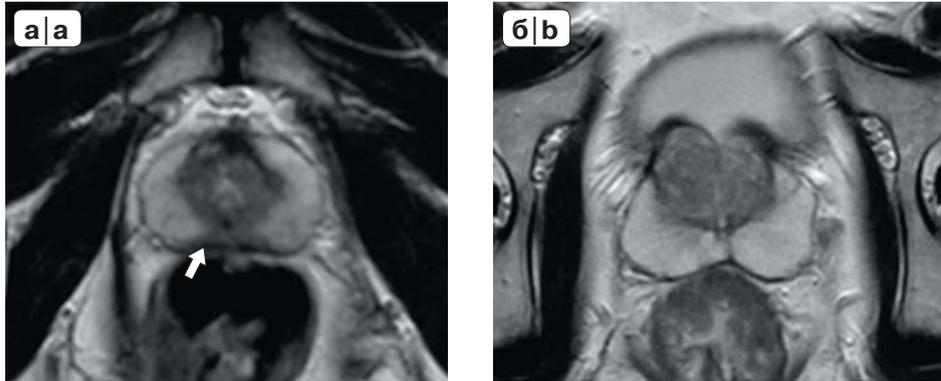


Рис. 1. T2ВИ, PZ, PI-RADS категория 1. Периферическая зона однородная, высокой интенсивности сигнала. а, б – различные наблюдения. а – небольшие симметричные участки в задних отделах основания простаты (стрелка) – отражение центральной зоны.

Fig. 1. T2WI, PZ, PI-RADS-1 category. The prostate peripheral zone demonstrates homogeneous, high intensity MR-signal. a, b – different cases. a – the tiny symmetrical areas in the bottom of prostate base – prostate CZ.

- Категория 2. Линейные, клиновидные зоны гипоинтенсивного сигнала или диффузное (средней интенсивности) снижение сигнала, обычно без четких границ

К данной категории должны относиться гипоинтенсивные изменения в PZ, имеющие линейную, четко очерченную форму (рис. 2, а, б) или границы. К ним, в том числе, относятся клиновидные гипоинтенсивные участки, особенностью расположения которых является то, что основание клина располагается на “капсуле” железы, а вершина направлена в центр простаты к семенному бугорку (рис. 2, в, г). Вероятно, они представляют собой отдельные дольки железы. Такая картина при УЗИ в свое время описывалась как симптом “гиперэхогенных треугольников”.

Общее однородное снижение интенсивности всей периферической зоны тоже должно быть отнесено к данной категории по PI-RADS (рис. 2, д, е).

- Категория 3. Гетерогенная интенсивность сигнала или неправильной формы округлые зоны умеренно сниженной интенсивности сигнала

Данная категория наиболее сложна в интерпретации и включает в себя те случаи, когда имеются заметные изменения в PZ в виде различных гипоинтенсивных участков, которые не имеют ровных, выпрямленных границ, и в то же время нет убедительных данных о наличии опухоли. Помимо этого, сюда относят случаи выраженной неоднородности всей PZ (рис. 3).

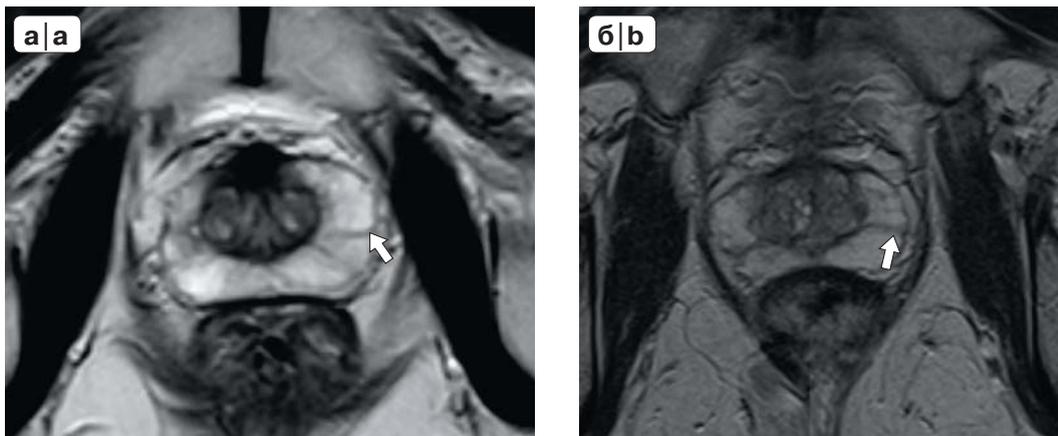


Рис. 2. T2ВИ, PZ, PI-RADS категория 2. а, б – линейные гипоинтенсивные зоны в PZ (стрелка).

Fig. 2. T2WI, PZ, PI-RADS-2 category. а, б – linear areas of MR-signal hypointensity in the PZ (arrow).

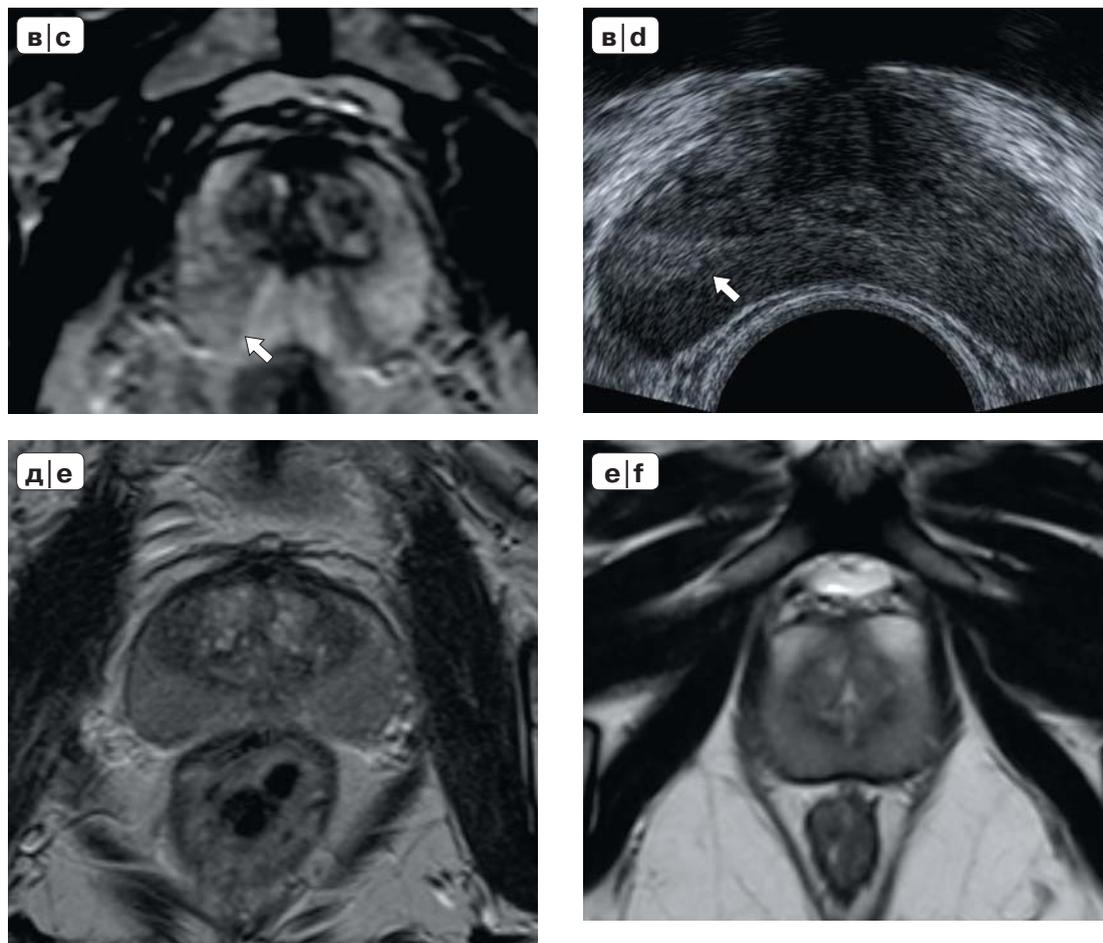
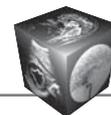


Рис. 2 (окончание). в – гипointенсивные зоны клиновидной формы в PZ (стрелка); г – УЗИ “гиперэхогенный треугольник” (стрелка), соответствующий гипointенсивной зоне клиновидной формы на T2ВИ; д, е – диффузное снижение сигнала в PZ.

Fig. 2 (end). c – hypointensive wedge-shaped areas in the PZ (arrow); d – US examination – “the hypoechoic triangle”, corresponding to the hypointensive wedge-shaped areas in the PZ (arrow); e, f – diffuse decreasing of MR-signal intensity in the PZ.

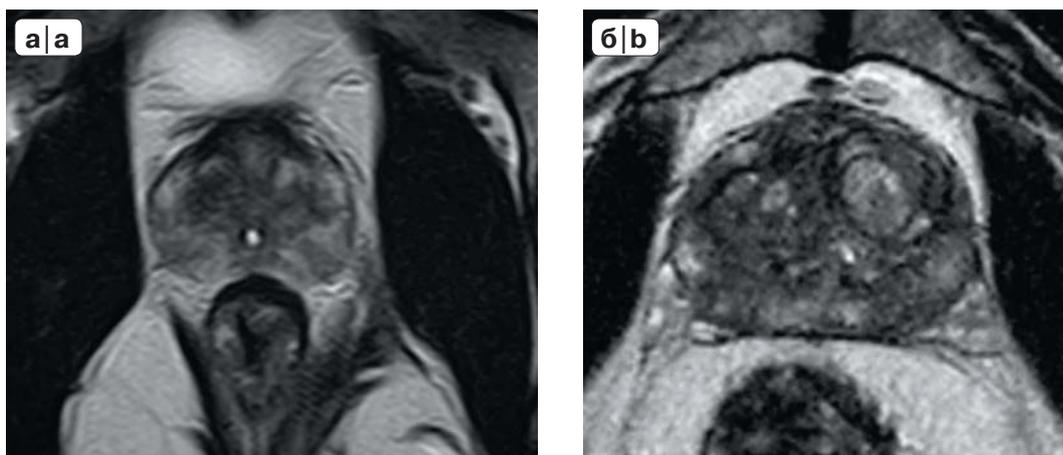


Рис. 3. T2ВИ, PZ, PI-RADS категория 3. Выраженная неоднородность PZ за счет гипointенсивных участков без четких границ. а, б – различные варианты.

Fig. 3. T2WI, PZ, PI-RADS-3 category. The pronounced heterogeneity of the MR-signal intensity due to hypointensive areas without the sharp-cut borders. a, b – different patterns.

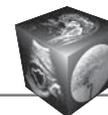


Таблица 2. Характер изменений в транзитной зоне предстательной железы на T2ВИ и соответствующий им балл
Table 2. Prostate transition zone patterns on T2WI with corresponding scores

Балл	Изменения
1	Однородный сигнал средней интенсивности или округлые, полностью инкапсулированные (“типичные”) узлы
2	Преимущественно (полностью или почти полностью) инкапсулированные узлы ИЛИ однородный очерченный узел без капсулы (“атипичный узел”) ИЛИ однородная зона слабой гипоинтенсивности между узлами
3	Участки неоднородной интенсивности МР-сигнала с нечеткими контурами, в том числе участки, которые не могут быть квалифицированы как 2, 4 или 5
4	Однородные линзообразные или неправильной формы очаги умеренно сниженного сигнала максимальным размером менее 1,5 см
5	То же самое, что и категория 4, но размером более 1,5 см, или убедительные данные об экстрапростатическом распространении

В транзитной зоне

В табл. 2 представлены изменения, выявляемые на T2ВИ в транзитной зоне, и соответствующий им балл, согласно рекомендациям.

- Категория 1. Однородный сигнал средней интенсивности или округлые, полностью инкапсулированные (“типичные”) узлы

К этой категории рекомендуется относить типичную картину транзитной зоны, которая имеет место в норме или при любой степени доброкачественной гиперплазии предстательной железы (рис. 6, а). Нужно иметь в виду, что речь о РПЖ в подавляющем числе случаев идет у пациентов старшей возрастной группы, у которых практически всегда имеется та или иная степень выраженности доброкачественной гиперплазии. Разрастание TZ во многих случаях сопровождается возникновением множественных отдельных узлов гиперплазии,

имеющих различную интенсивность сигнала. При этом в рекомендациях большое внимание уделено характеру границ этих отдельных узлов в TZ. Наличие тонкой гипоинтенсивной капсулы, полностью отграничивающей узел, считается однозначным доброкачественным критерием и позволяет отнести такой случай к PI-RADS категории 1 (рис. 6, б). Более того, такие узлы можно не описывать в протоколе исследования. При этом форме, структуре узла, в том числе наличию кистозных включений, или картине “узла в узле” не требуется уделять внимание. Их наличие не влияет на категорию по PI-RADS.

- Категория 2. Преимущественно (полностью или почти полностью) инкапсулированные узлы ИЛИ однородный очерченный узел без капсулы (“атипичный узел”) ИЛИ однородная зона слабой гипоинтенсивности между узлами



Рис. 6. T2ВИ, TZ, PI-RADS категория 1. а – однородная TZ низкой интенсивности сигнала; б – отдельные четко очерченные гипоинтенсивной капсулой узлы внутри TZ (стрелка).

Fig. 6. T2WI, TZ, PI-RADS-1 category. a – the homogeneous TZ with low MR-signal intensity; b – the distinct BHP nodules with hypointense rims (arrows).



К данной категории рекомендовано относить те случаи, когда в выявляемом в TZ узле не удается проследить гипоинтенсивную капсулу на всем протяжении (рис. 7, а) или такая капсула вовсе не прослеживается (рис. 7, б). Дополнительно обращается внимание на овальную форму узлов без капсулы, которая может быть отмечена в двух плоскостях.

- Категория 3. Участки неоднородной интенсивности МР-сигнала с нечеткими контурами, в том числе участки, которые не могут быть квалифицированы как 2, 4 или 5

Принципиальным для характеристики данной категории являются нечеткие контуры выявляемых в TZ участков, естественно отсутствие капсу-

лы (рис. 8). На практике в эту категорию попадают случаи, когда есть подозрение на наличие опухоли в TZ, в то же время картина не соответствует более высоким категориям.

- Категория 4. Однородные линзообразные или неправильной формы очаги умеренно сниженного сигнала максимальным размером менее 1,5 см

Важным критерием подозрительности на рак по данным рекомендациям является отсутствие шаровидной формы выявляемого образования сниженной интенсивности сигнала. Особенно подозрительными являются структуры, имеющие линзообразную форму (рис. 9).

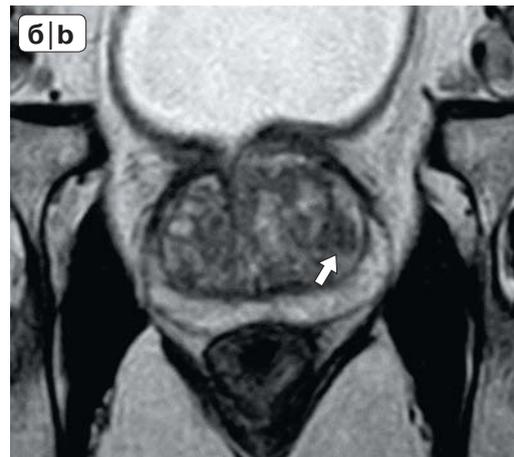
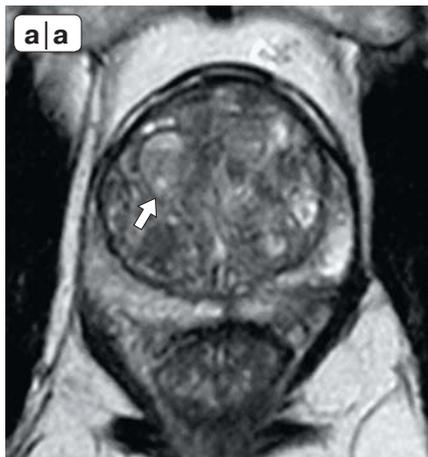


Рис. 7. T2ВИ, TZ, PI-RADS категория 2. а – узел в TZ, капсула которого прослеживается не на всем протяжении (стрелка); б – гипоинтенсивный узел без капсулы (стрелка).

Fig. 7. T2WI, TZ, PI-RADS-2 category. а – the BHP nodule in the TZ with the uncomplete rim (arrow); б – the hypointensive area without rim (arrow).

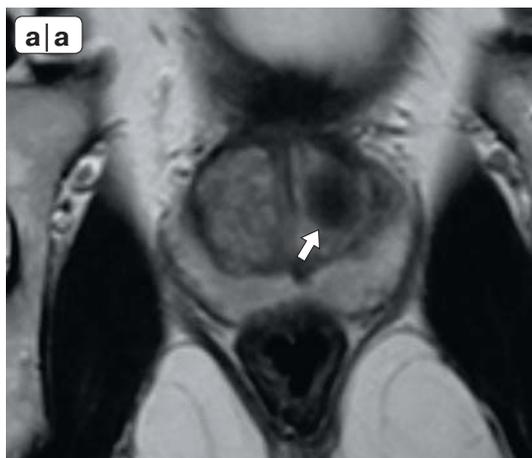


Рис. 8. T2ВИ, TZ, PI-RADS категория 3. Гипоинтенсивные фокусы в структуре относительно однородной TZ с нечеткими контурами (стрелки). а, б – варианты.

Fig. 8. T2WI, TZ, PI-RADS-3 category. The hypointensive areas without well-defined borders in the homogeneous TZ. а, б – different patterns.

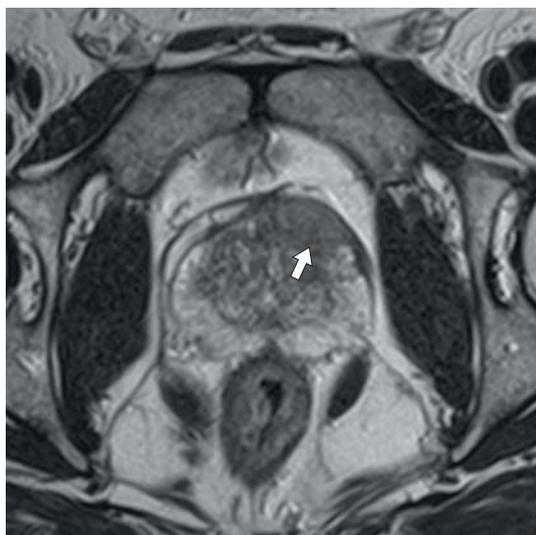
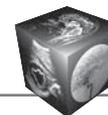


Рис. 9. T2ВИ, TZ, PI-RADS категория 4. Гипоинтенсивные фокусы линзообразной формы в переднем отделе TZ (стрелка).

Fig. 9. T2WI, TZ, PI-RADS-4 category. The hypointensive lenticular areas in the anterior part of prostate (arrow).

- Категория 5. То же самое, что и категория 4, но размером более 1,5 см, или убедительные данные об экстрапростатическом распространении

Линзообразные или неправильной формы фокусы умеренно сниженной интенсивности сигнала в TZ размерами более 1,5 см являются в наибольшей степени подозрительными на рак простаты и получают наибольший балл при ранжировании (рис. 10).



Рис. 10. T2ВИ, TZ, PI-RADS категория 5. Линзообразной формы (а) (стрелка) и неправильной формы (б) (стрелка) гипоинтенсивные участки в TZ больших размеров.

Fig. 10. T2WI, TZ, PI-RADS-5 category. The huge hypointensive lenticular (a) (arrow) and irregular (b) (arrow) areas in the TZ anterior part of prostate.

Расчет баллов по ДВИ для периферической и транзитной зон

Картина изменений диффузии для PZ и TZ в рассматриваемых рекомендациях представлена единой, и во всех категориях она построена на сопоставлении этих данных на ИКД и на ДВИ с высоким b-фактором. Описание картины изменений в соответствии с уровнем балла представлено в табл. 3.

- Категория 1. Нет изменений на карте ИКД и на ДВИ с высокими значениями b-фактора

Нормальная картина предстательной железы на ИКД характеризуется высокой интенсивностью PZ и низкой – TZ. При высоких значениях b-фактора (более 1400 с/мм²) предстательная железа может практически не дифференцироваться и сливается с низкой интенсивности сигнала фоном (рис. 11).

- Категория 2. Линейные/клиновидные зоны гипоинтенсивного сигнала на ИКД-картах и/или линейные/клиновидные зоны гиперинтенсивного сигнала на ДВИ с высоким b-фактором. Для TZ дополнительно – неочаговая гипоинтенсивность на ИКД-картах и/или на ДВИ с высоким b-фактором

Линейные и клиновидные зоны, прежде всего в PZ, имеющие низкую интенсивность сигнала на T2ВИ (рис. 12, в), могут иметь отображение на диффузионных изображениях в виде гипоинтенсивных зон как на ДВИ, так и на картах ИКД (рис. 12, а, б).



Таблица 3. Характер изменений в периферической и транзитной зонах предстательной железы на ИКД и на ДВИ с высокими значениями b-фактора и соответствующий им балл

Table 3. Prostate peripheral and transition zone patterns on ADC and “high b-value” DWI with corresponding scores

Балл	Изменения
1	Нет изменений на карте ИКД и на ДВИ с высокими значениями b-фактора
2	Линейные/клиновидные гипоинтенсивные зоны на ИКД-картах и/или линейные/клиновидные зоны гиперинтенсивного сигнала на ДВИ с высоким b-фактором. Для TZ дополнительно – “неочаговая” гипоинтенсивность на ИКД картах и/или на ДВИ с высоким b-фактором
3	Отдельный гипоинтенсивный очаг (отличающийся от фона) на карте ИКД и/или гиперинтенсивный очаг на ДВИ с высоким b-фактором. Другой вариант: заметная гипоинтенсивность на карте ИКД или заметная гиперинтенсивность на ДВИ с высоким b-фактором, однако эти изменения не должны выявляться одновременно
4	Явный гипоинтенсивный очаг на карте ИКД с явным повышением интенсивности МР-сигнала в нем на ДВИ с высоким b-фактором максимальным размером менее 1,5 см
5	То же самое, что и категория 4, но размером более 1,5 см, или убедительные данные о экстрапростатическом распространении

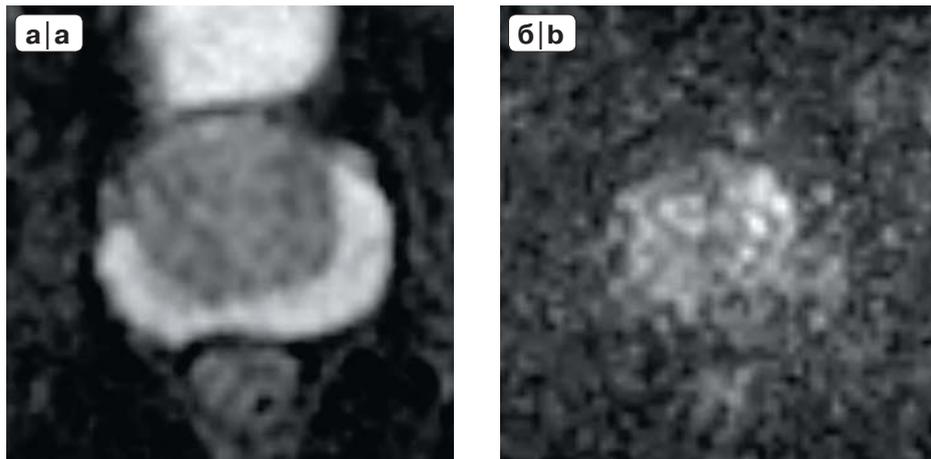


Рис. 11. ИКД и ДВИ, PI-RADS категория 1. Нормальная картина предстательной железы на карте ИКД (а) и ДВИ с высокими значениями b-фактора (б).

Fig. 11. DWI, PI-RADS-1 category. The normal MR prostate image: ADC-map (a) and high b-value DWI (b).



Рис. 12. ИКД и ДВИ, PI-RADS категория 2. Линейные гипоинтенсивные зоны в периферической зоне на ИКД-карте (стрелка) (а) и ДВИ с высоким b-фактором (стрелка) (б) и соответствующий им гипоинтенсивный линейный участок на Т2ВИ (стрелка) (в).

Fig. 12. DWI, PI-RADS-2 category. The wedge-shaped hypointensive areas in the PZ on ADC-map (arrow) (a) and high b-value DWI (arrow) (b); corresponds to wedge-shaped hypointensive focus on T2WI (arrow) (c).

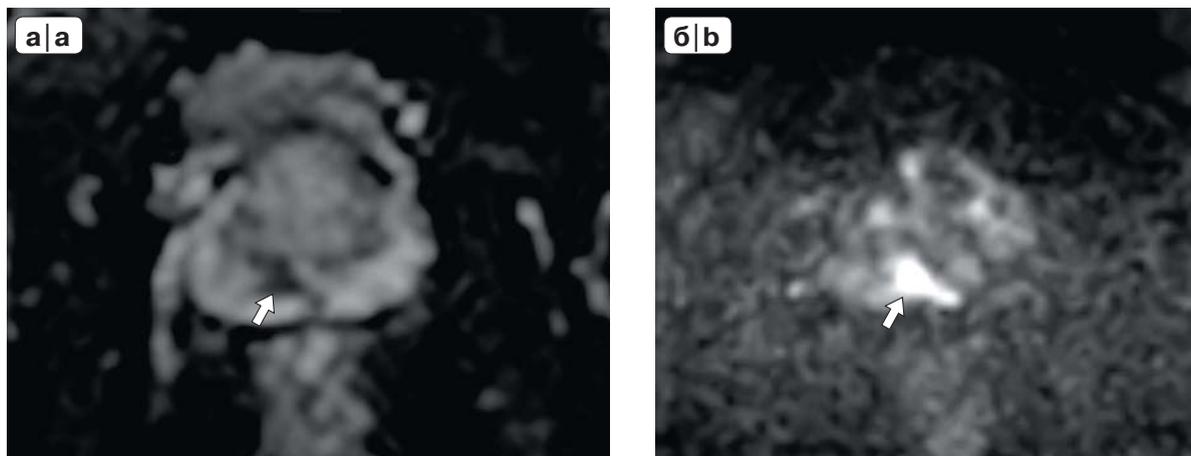
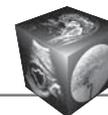


Рис. 13. ИКД и ДВИ, PI-RADS категория 3. Небольшой неправильной формы очаг в периферической зоне, имеющий низкую интенсивность на карте ИКД (стрелка) (а) и высокую интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором (стрелка) (б).

Fig. 13. DWI, PI-RADS-3 category. The tiny irregular focus in the PZ demonstrates low MR-signal intensity on ADC-map (a) (arrow) and hyperintensity at the high b-value DVI (b) (arrow).

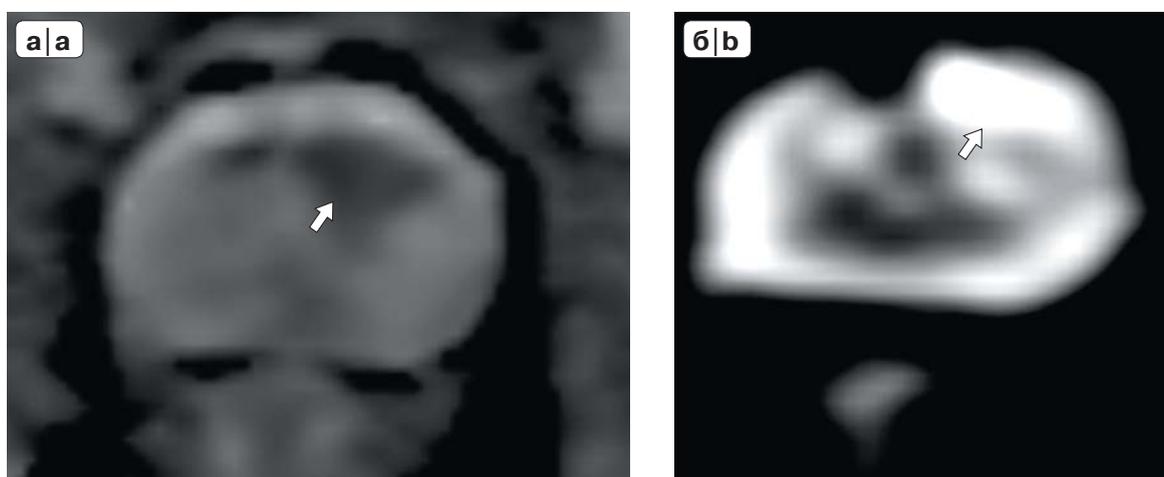


Рис. 14. ИКД и ДВИ, PI-RADS категория 4. Явно визуализируемый очаг, имеющий низкую интенсивность на карте ИКД (стрелка) (а) и высокую интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором (стрелка) (б).

Fig. 14. DWI, PI-RADS-4 category. The evident focus with low MR-signal intensity on ADC-map (arrow) (a) and hyperintensity at the high b-value DVI (arrow) (b).

- Категория 3. Отдельный гипоинтенсивный очаг (отличающийся от фона) на карте ИКД и/или гиперинтенсивный очаг на ДВИ с высоким b-фактором. Другой вариант: заметная гипоинтенсивность на карте ИКД или заметная гиперинтенсивность на ДВИ с высоким b-фактором, однако эти изменения не должны выявляться одновременно

Как всегда, понимание категории 3 наиболее трудно. Два варианта картины изменений, представленных в рекомендациях, можно свести к одному: в данную категорию включаются те случаи, когда в предстательной железе выявляется от-

дельный участок, имеющий низкую интенсивность на карте ИКД или имеющий высокую интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором (рис. 13). При этом указанные изменения могут сочетаться или нет.

- Категория 4. Явный гипоинтенсивный очаг на карте ИКД с явным повышением интенсивности МР-сигнала в нем на ДВИ с высоким b-фактором, максимальным размером менее 1,5 см
В данную категорию попадают очаги, явно визуализирующиеся как на картах ИКД, так и на ДВИ с высоким b-фактором (рис. 14). Остается не до

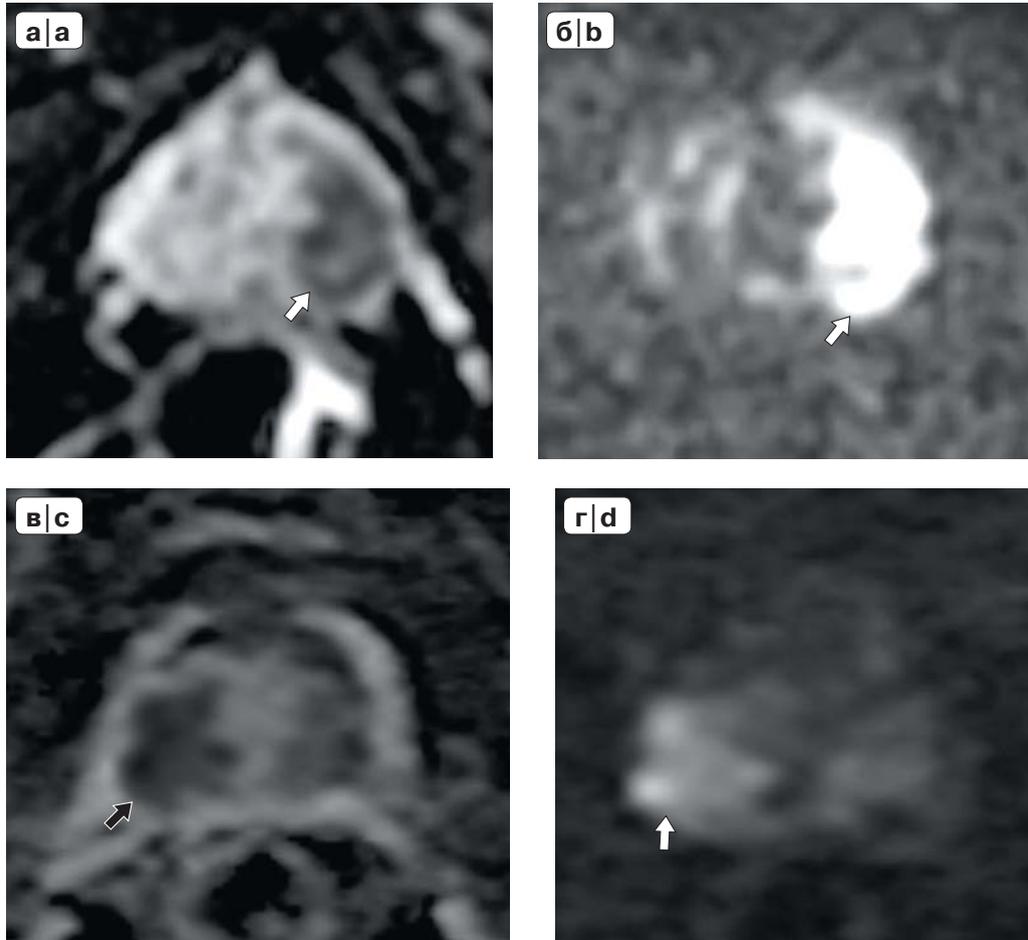


Рис. 15. ИКД и ДВИ, PI-RADS категория 5. Явно визуализируемый очаг больших размеров (более 1,5 см), имеющий низкую интенсивность на карте ИКД (стрелка) (а) и высокую интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором (стрелка) (б); очаг в периферической зоне правой доли с явными признаками экстензии на карте ИКД (стрелка) (в) и ДВИ с высоким b-фактором (стрелка) (г).

Fig. 15. DWI, PI-RADS-5 category. The evident huge focus (>1,5 cm) with low MR-signal intensity on ADC-map (a) (arrow) and hyperintensity on high b-value DVI (b) (arrow); the lesion in TZ with the evident extracapsular extension on ADC-map (arrow) (v) and the high b-value DVI (d) (arrow).

конца понятным, чем отличаются подозрительные очаги, выявляемые одновременно на картах ИКД и ДВИ в категориях 3 и 4. Видимо, ключевым словом является “явный” очаг – категория 4.

- Категория 5. То же самое, что и категория 4, но размером более 1,5 см, или убедительные данные о экстрапростатическом распространении.

Данная категория отличается от предыдущей большими размерами выявляемых участков (рис. 15, а, б) или явными признаками экстрапростатического распространения (рис. 15, в, г).

Расчет категории по ДКУ

Обновленная версия системы PI-RADS предусматривает только визуальную оценку ДКУ в раннюю фазу сканирования (методика проведения

МР-исследования, см. выше). Соответственно этому по данным ДКУ различают: “отрицательную” и “положительную” категории (табл. 4). Положительные данные ДКУ подразумевают наличие очага раннего накопления контрастного препарата по сравнению с окружающей паренхимой простаты, по локализации соответствующего очаговым изменениям МР-сигнала на Т2ВИ и/или ДВИ (рис. 16). Отрицательные данные ДКУ основываются на отсутствии очага раннего накопления или равномерном диффузном накоплении контрастного препарата. Кроме того, “отрицательными” считаются: диффузное мультифокальное контрастное усиление, не соответствующее выявленным очаговым изменениям МР-сигнала на Т2ВИ и/или ДВИ; локальное накопление контрастного препарата, соответствующее узлам доброка-

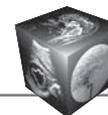


Таблица 4. Характер накопления контрастного препарата при ДКУ и соответствующая ему категория
Table 4. Dynamic contrast enhanced MRI patterns with corresponding category

Категория	Характер контрастирования
“Отрицательная”	Нет раннего накопления контрастного препарата или накопление равномерное. Диффузное мультифокальное усиление, НЕ соответствующее выявленному на Т2ВИ и/или ДВИ. Локальное накопление контрастного препарата, соответствующее узлам доброкачественной гиперплазии на Т2ВИ (включая доброкачественные узлы, расположенные в PZ)
“Положительная”	Очаговое раннее накопление контрастного препарата по сравнению с окружающей паренхимой простаты, соответствующее подозрительному очагу на Т2ВИ и/или ДВИ

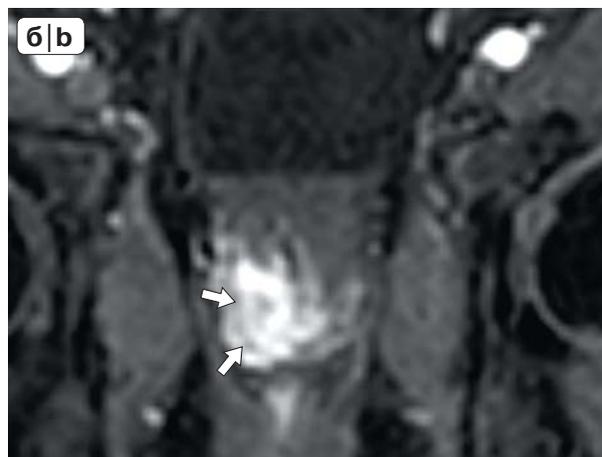
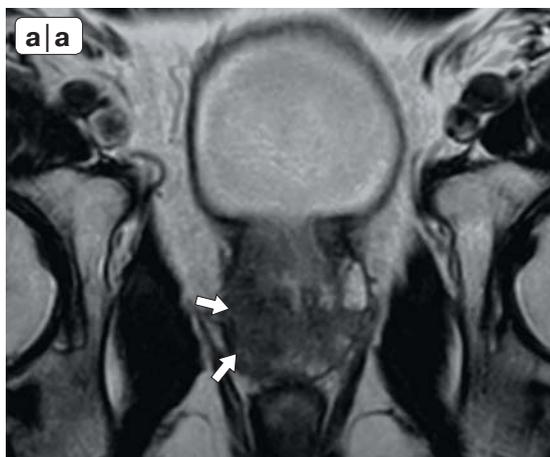


Рис. 16. “Положительные” данные при ДКУ. а – на аксиальных Т2ВИ определяется крупный очаг пониженного МР-сигнала в правой доле простаты (стрелки); б – ПКЦИ демонстрируют асимметричное очаговое раннее контрастирование правой доли простаты, совпадающее по локализации с изменениями на Т2ВИ (стрелки).

Fig. 16. DCE, “Positive” PI-RADS category. Axial T2WI – the massive hypointense focus in the right prostate lobe (a) (arrows); b – DCE – asymmetrical focal early enhancement of right lobe prostate, corresponds to T2WI findings (arrows).

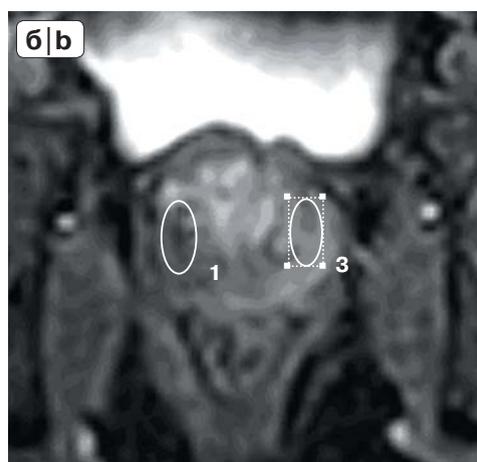
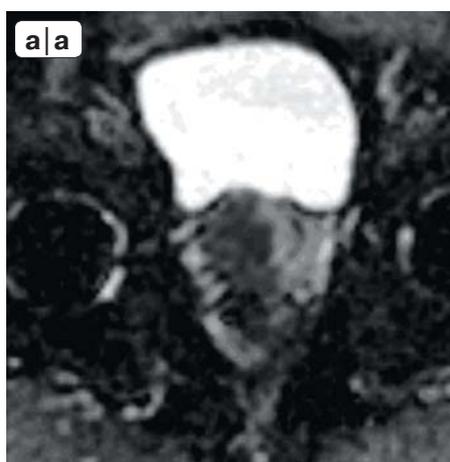


Рис. 17. “Отрицательные” данные при ДКУ. а – на ИКД-карте определяется очаговое снижение интенсивности в правой доле простаты; б – ДКУ демонстрирует сходное симметричное контрастирование обеих долей простаты.

Fig. 17. DCE, “Negative” PI-RADS category. a – ADC-map – focal hypointensity in the prostate right lobe; b– DCE – symmetrical diffuse enhancement of both prostate lobes.



чественной гиперплазии на T2ВИ, включая доброкачественные узлы, расположенные в PZ (рис. 17).

Общая (окончательная) категория PI-RADS

Совокупность баллов, определенных по результатам оценки основных и дополнительных последовательностей, позволяет рассчитать окончательную категорию PI-RADS, которая соответствует степени вероятности наличия клинически значимого рака у конкретного пациента (табл. 5).

Расчет производится исходя из следующих правил.

Для PZ основной последовательностью, определяющей категорию, являются ДВИ.

Для TZ основной последовательностью, определяющей категорию, является T2ВИ.

Таким образом, баллы 1–2 и 4–5, определенные для PZ по результатам анализа ДВИ, напрямую определяют окончательную категорию PI-RADS, а для TZ – окончательная категория аналогичным образом определяется по T2ВИ 1 и 4–5.

Только если МР-изображения в основной последовательности соответствуют категории 3 (а для TZ еще и категории 2), дополнительная оценка МР-изображений в других последовательностях может изменить общую категорию PI-RADS. К таким ситуациям относятся:

- если в очаге в PZ (ДВИ балл 3) имеются признаки очагового раннего накопления контрастного препарата (категория ДКУ+), то общая категория PI-RADS повышается до 4;
- если в атипичном узле в TZ (T2ВИ балл 2) выявлено заметное ограничение диффузии (ДВИ балл ≥ 4), то такой очаг переводят в категорию PI-RADS 3;
- если в атипичном узле вTZ (T2ВИ балл 3) выявлено выраженное ограничение диффузии (ДВИ балл 5), то такой очаг переводят в категорию PI-RADS 4.

В рекомендациях предусмотрены подходы к определению общей категории PI-RADS даже

Таблица 5. Категории вероятности наличия клинически значимого рака предстательной железы

Table 5. Categories of clinically significant prostate cancer probability

Категория	Вероятность наличия клинически значимого рака предстательной железы
PI-RADS 1	Очень низкая
PI-RADS 2	Низкая
PI-RADS 3	Неопределенная
PI-RADS 4	Высокая
PI-RADS 5	Очень высокая

в тех случаях, когда какие-то последовательности общего мультипараметрического исследования оказались неадекватного качества, т.е. PI-RADS “X”.

При неадекватных данных ДВИ оценка изменений как в TZ, так и в PZ проводится по данным T2ВИ. При этом “повышающий коэффициент” в обеих зонах – это положительные данные ДКУ, которые в категории T2ВИ 3 переводят в общую PI-RADS категорию 4.

При отсутствии адекватного ДКУ окончательной категорией в PZ являются данные ДВИ без “повышающих коэффициентов”.

При отсутствии адекватных ДВИ и ДКУ для TZ окончательной категорией будет категория по T2ВИ.

Стадирование

Признаками внекапсулярного распространения опухоли рекомендуется считать: прилегание опухоли к капсуле более 1,0 см; асимметрию или инвазию сосудисто-нервных пучков; “выбухание” контура предстательной железы; нечеткие или звездчатые контуры простаты; облитерацию ректопростатического угла; МР-картину прямого распространения опухоли за пределы железы и/или инвазии в мочевой пузырь и/или прямую кишку.

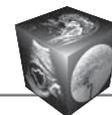
МР-признаками инвазии в семенные пузырьки (СП) считают: очаговую или диффузную низкую интенсивность сигнала в СП на T2ВИ; патологическое контрастное усиление в структуре СП; патологическое контрастное усиление и/или ограничение диффузии в окружающих СП тканях; облитерацию простатосеменных углов; МР-картину прямой опухолевой инвазии в СП и/или окружающие ткани.

Оценка тазовых и забрюшинных лимфатических узлов

Должны быть оценены общие бедренные, запираемые, наружные подвздошные, внутренние подвздошные, общие подвздошные, параректальные, пресакральные, паракавальные, а также парааортальные до уровня бифуркации аорты. Подозрительными считаются лимфатические узлы более 8 мм в измерении по короткой оси.

Шаблоны протоколов

В представленном документе впервые даны рекомендации по написанию протокола по результатам проведенной мпМРТ. Обращается внимание на то, что общие категории степени вероятности наличия РПЖ могут быть установлены только при корректном проведении МР-исследования и ис-



пользовании системы интерпретации данных в соответствии с предлагаемой системой PI-RADS. Недопустимо выставлять эти категории умозрительно, по принципу “мне так кажется” или “я думаю, что...”.

Протокол по PI-RADS должен включать следующие сведения:

Показания (включая уровень ПСА, дату выполнения анализа, результаты предыдущих биопсий, их результат), предшествующую терапию, данные предыдущих МР-исследований, существенные клинические данные о наличии воспаления простаты.

Технические характеристики: импульсные последовательности, их параметры, использованные катушки, порядок и скорость введения контрастного препарата.

Сравнение с предыдущими исследованиями, если они выполнялись.

В тексте протокола должны быть указаны размеры или объем предстательной железы в см³ (с вычислением плПСА), отмечено наличие кровотока, описана МР-картина периферической и транзитной зон.

Отдельно описывается каждый выявленный подозрительный участок по предложенной стандартной схеме: местоположение – сегмент, номер среза; описание изменений на Т2ВИ, ДВИ, ДКУ с указанием балла по PI-RADS. Дополнительно характеризуется “капсула” простаты. В конце определяется общая категория PI-RADS.

Помимо этого, обязательно характеризуются сосудисто-нервные пучки (указывается расстояние от подозрительного участка), семенные пузырьки, другие органы малого таза, лимфатические узлы.

В заключение выносится общая категория PI-RADS. При возможности определяется стадия TNM.

Основные отличия PI-RADS 2 и PI-RADS 2.1

Несмотря на то что рекомендации PI-RADS 2 и PI-RADS 2.1 содержат в основном один и тот же материал, в последней версии есть некоторые уточнения, которые нашли отражение в вышепредставленном материале.

В параметрах сбора данных:

- определены обязательные плоскости сканирования в Т2ВИ (как минимум две перпендикулярные);
- уточнены значения b-фактора для получения ДВИ и расчета ИКД-карт (50–100, 800–1000 с/мм², дополнительно в промежутке от 100 до 1000, 1400 с/мм²);

- определено временное разрешение ДКУ (≤ 15 с).

В оценке результатов исследования:

- впервые подробно представлены данные по интерпретации изменений в CZ и AFMS;
- уточнены критерии для расчета баллов по Т2ВИ для категорий 1 и 2 в TZ – типичные узлы ДГПЖ не учитываются;
- пересмотрены подходы к определению общей оценки категории в TZ с учетом данных ДВИ (повышение категории PI-RADS с 2 до 3 и с 3 до 4 при получении данных о заметном или выраженном ограничении диффузии);
- пересмотрены критерии для расчета баллов по ДВИ для категорий 2 и 3;
- уточнены различия между положительным и отрицательным характером усиления при ДКУ;
- уточнены рекомендации в расчете объема простаты (измерение переднезаднего размера на сагиттальных изображениях);
- внесены незначительные изменения в карте секторов (добавлены два сектора PZ в основании железы);
- введено понятие бипараметрической МРТ (выполняемой без контрастного усиления).

Обсуждение

Представленные рекомендации, безусловно, имеют большой интерес, прежде всего определяя подходы к визуализации участков в предстательной железе, которые имеют ту или иную степень вероятности оказаться фокусами кзРПЖ. При этом подробно описана картина изменений на Т2ВИ, ДВИ и при ДКУ. Обобщенный авторами опыт позволил определить основные и дополнительные последовательности для диагностики кзРПЖ для PZ и TZ. Отмечено высокое диагностическое значение ДВИ и прежде всего карт ИКД. Конечно, использование этих подходов позволит повысить эффективность диагностики РПЖ при МРТ.

В то же время разработанная система категорий, определяющих степень подозрительности на наличие кзРПЖ, а также предложенный шаблон написания протокола исследования предназначены прежде всего для определения местоположения подозрительного на рак участка простаты для его последующей прицельной пункции. Такие пункции в настоящее время внедряются в практику. Они проводятся под фьюжн-наведением при совмещении МР- и УЗ-изображений или под непосредственным МР-наведением внутри МР-томографа. Однако доля прицельных пункций в настоящее время невелика, и основной метод получения морфологического материала это “слепые” систематические пункции простаты. Такая



ситуация во многом умаляет значение некоторых положений рекомендаций PI-RADS. Тем не менее знание местоположения подозрительного на рак участка в простате позволяет даже при проведении систематической пункции получить дополнительный материал из выявленного фокуса.

Интерес представляют новые рекомендации по стадированию РПЖ, в том числе определены признаки внекапсулярного распространения опухоли, инвазии опухоли в семенные пузырьки, подходы к оценке выявляемых лимфатических узлов. Использование этих данных позволит уменьшить разночтение в подходах к столь сложному вопросу МР-исследования.

Впервые введенное в последних рекомендациях понятие бипараметрической МРТ требует дифференцированного подхода к планированию МР-исследования у конкретного больного. У больных, впервые обследующихся при подозрении на рак простаты, при достаточном качестве ДВИ в протоколе сканирования можно исключить ДКУ. Это позволит уменьшить продолжительность исследования, снизить стоимость, сделать его более доступным, а также исключить токсическое воздействие контрастного препарата на пациента.

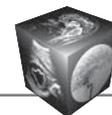
Представленная статья не может претендовать на оригинальное научное исследование, однако она, безусловно, принесет пользу нашим врачам-рентгенологам в освоении данных рекомендаций за счет систематизации ее положений, комментариев по отдельным позициям.

Список литературы

1. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Fütterer J.J.; European Society of Urogenital Radiology. European Society of Urogenital Radiology. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (4): 746–757. <http://doi.org/10.1007/s00330-011-2377-y>.
2. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L., Cornud F., Haider M.A., Macura K.J., Margolis D., Schnall M.D., Shtern F., Tempany C.M., Thoeny H.C., Verma S. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol.* 2016; 69 (1): 16–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>.
3. Radtke J.P., Teber D., Hohenfellner M., Hadaschik B.A. The current and future role of magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management. *Transl. Androl. Urol.* 2015; 3: 326–341. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2223-4683.2015.06.05>.
4. Boesen L. Multiparametric MRI in detection and staging of prostate cancer. *Dan. Med. J.* 2017; 64 (2): B5327.
5. Monni F., Fontanella P., Grasso A., Wiklund P., Ou Y.C., Randazzo M., Rocco B., Montanari E., Bianchi G. Magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management: a systematic review. *Minerva Urol. Nefrol.* 2017; 69 (6): 567–578. <http://doi.org/10.23736/S0393-2249.17.02819-3>.
6. Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., Gabe R., Kaplan R., Parmar M.K., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A.P., Oldroyd R., Parker C., Emberton M.; PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet.* 2017; 25; 389 (10071): 815–822. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32401-1](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32401-1).
7. Brown L.C., Ahmed H.U., Faria R., El-Shater Bosaily A., Gabe R., Kaplan R.S., Parmar M., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A., Oldroyd R., Parker C., Bott S., Burns-Cox N., Dudderidge T., Ghei M., Henderson A., Persad R., Rosario D.J., Shergill I., Winkler M., Soares M., Spackman E., Sculpher M., Emberton M. Multiparametric MRI to improve detection of prostate cancer compared with transrectal ultrasound-guided prostate biopsy alone: the PROMIS study. *Health Technol. Assess.* 2018; 22 (39): 1–176. <http://doi.org/10.3310/hta22390>.
8. Guidelines of European Association of Urology <https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/?type=summary-of-changes>.
9. Kesch C., Radtke J.P., Distler F., Boxler S., Klein T., Hüttenbrink C., Hees K., Roth W., Roethke M., Schlemmer H.P., Hohenfellner M., Hadaschik B.A. Multiparametric MRI and MRI-TRUS fusion biopsy in patients with prior negative prostate biopsy. *Urologe A.* 2016; 55 (8): 1071–1077. <http://doi.org/10.1007/s00120-016-0093-6>.
10. Rifkin M.D., Dähnert W., Kurtz A.B. State of the art: endorectal sonography of the prostate gland. *Am. J. Roentgenol.* 1990; 154 (4): 691–700.
11. Coakley F.V., Hricak H. Radiologic anatomy of the prostate gland: a clinical approach. *Radiol. Clin. N. Am.* 2000; 38 (1): 15–30.
12. McNeal J.E. The Zonal Anatomy of the Prostate. *The Prostate.* 1981; 2: 35–49.

References

1. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Fütterer J.J.; European Society of Urogenital Radiology. European Society of Urogenital Radiology. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (4): 746–757. <http://doi.org/10.1007/s00330-011-2377-y>.
2. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L., Cornud F., Haider M.A., Macura K.J., Margolis D., Schnall M.D., Shtern F., Tempany C.M., Thoeny H.C., Verma S. PI-RADS Prostate Imaging – Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol.* 2016; 69 (1): 16–40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>.
3. Radtke J.P., Teber D., Hohenfellner M., Hadaschik B.A. The current and future role of magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management. *Transl. Androl. Urol.* 2015; 3: 326–341. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2223-4683.2015.06.05>.
4. Boesen L. Multiparametric MRI in detection and staging of prostate cancer. *Dan. Med. J.* 2017; 64 (2): B5327.
5. Monni F., Fontanella P., Grasso A., Wiklund P., Ou Y.C., Randazzo M., Rocco B., Montanari E., Bianchi G. Magnetic resonance imaging in prostate cancer detection and management: a systematic review. *Minerva Urol. Nefrol.* 2017; 69 (6): 567–578. <http://doi.org/10.23736/S0393-2249.17.02819-3>.



6. Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., Gabe R., Kaplan R., Parmar M.K., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A.P., Oldroyd R., Parker C., Emberton M.; PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017; 25; 389 (10071): 815–822. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32401-1](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32401-1).
7. Brown L.C., Ahmed H.U., Faria R., El-Shater Bosaily A., Gabe R., Kaplan R.S., Parmar M., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A., Oldroyd R., Parker C., Bott S., Burns-Cox N., Dudderidge T., Ghei M., Henderson A., Persad R., Rosario D.J., Shergill I., Winkler M., Soares M., Spackman E., Sculpher M., Emberton M. Multiparametric MRI to improve detection of prostate cancer compared with transrectal ultrasound-guided prostate biopsy alone: the PROMIS study. *Health Technol. Assess.* 2018; 22 (39): 1–176. <http://doi.org/10.3310/hta22390>.
8. Guidelines of European Association of Urology <https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/?type=summary-of-changes>.
9. Kesch C., Radtke J.P., Distler F., Boxler S., Klein T., Hüttenbrink C., Hees K., Roth W., Roethke M., Schlemmer H.P., Hohenfellner M., Hadaschik B.A. Multiparametric MRI and MRI-TRUS fusion biopsy in patients with prior negative prostate biopsy. *Urologe A*. 2016; 55 (8): 1071–1077. <http://doi.org/10.1007/s00120-016-0093-6>.
10. Rifkin M.D., Dähnert W., Kurtz A.B. State of the art: endorectal sonography of the prostate gland. *Am. J. Roentgenol.* 1990; 154 (4): 691–700.
11. Coakley F.V., Hricak H. Radiologic anatomy of the prostate gland: a clinical approach. *Radiol. Clin. N. Am.* 2000; 38 (1): 15–30.
12. McNeal J.E. The Zonal Anatomy of the Prostate. *The Prostate*. 1981; 2: 35–49.

Для корреспонденции*: Громов Александр Игоревич – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 6, корп. 3. Клиническая больница МЕДСИ в Боткинском проезде. Тел.: +7-495-737-61-82, доб. 42021. E-mail: gai8@mail.ru

Громов Александр Игоревич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “МГМСУ имени А.И. Евдокимова” Минздрава России; заведующий отделением лучевой диагностики Клинической больницы №2 АО Группы компаний “Медси”, Москва.

Капустин Владимир Викторович – доктор мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “МГМСУ имени А.И. Евдокимова” Минздрава России; заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”, Москва.

Contact*: Alexander I. Gromov – 6/3, 2nd Botkinski pr., Moscow, 125284, Russia. Clinical hospital No.2 of “Medsi group” Joint Stock Company. Phone: +7-495-737-61-82 (42021). E-mail: gai8@mail.ru

Alexander I. Gromov – doct. of med. sci., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov; Head of Radiology Department of Clinical hospital No.2 of “Medsi group” Joint Stock Company, Moscow.

Vladimir V. Kapustin – doct. of med. sci., Associated Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov; Head of Ultrasound Diagnostics Department, Moscow Municipal Oncology Hospital No.62 of Moscow Healthcare Department, Moscow.

Поступила в редакцию 30.06.2019.

Received on 30.06.2019.

Принята к печати 15.08.2019.

Accepted for publication on 15.08.2019.