



© Д.И. Куплевацкая^{1,2}, В.И. Куплевацкий¹, М.Э. Топузов³, С.С. Водопьян³,
 Н.В. Сурнин¹, Т.Н. Трофимова², Т.М. Топузов^{3,4}, М. Атамас³, С. Абузарова³

Сопоставление МРТ-семиотики категорий PI-RADS 3 и PI-RADS 4 с результатами стереотаксической МР-направленной биопсии предстательной железы

¹Общество с ограниченной ответственностью «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Сергея Березина», Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Клиническая больница Святого Луки», Санкт-Петербург, Российская Федерация

© Daria I. Kuplevatskaya^{1,2}, Vladimir I. Kuplevatsky¹, Marlen E. Topuzov³, Sergey S. Vodopyan³,
 Nikita V. Surnin¹, Tatyana N. Trofimova², Timur M. Topuzov^{3,4}, Mikhail Atamas³, Sabina Abuzarova³

Comparison of MRI Semiology of PI-RADS 3 and PI-RADS 4 Categories with the Results of Stereotactic MRI-Guided Prostate Biopsy

¹Diagnostic and Treatment Center of the Medical Institute named after Berezin Sergey, St. Petersburg, the Russian Federation

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, the Russian Federation

³North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, the Russian Federation

⁴Clinical Hospital of St. Luke, St. Petersburg, the Russian Federation

Введение. Рак предстательной железы — одно из наиболее распространенных онкологических заболеваний у мужчин. Мультипараметрическая МРТ позволяет стратифицировать очаги по вероятности клинически значимого рака согласно системе PI-RADS, однако тактика при PI-RADS 3 остается дискуссионной.

Цель. Сопоставить данные МР-семиотики категорий PI-RADS 3 и PI-RADS 4 с результатами стереотаксической МР-направленной биопсии предстательной железы.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ 80 МР-исследований предстательной железы, выполненных в 2019–2024 гг. на базе Медицинского института им. С. Березина. Оценено 98 целевых очагов PI-RADS 3 (n = 27) и PI-RADS 4 (n = 71). Всем пациентам выполнена МР-направленная стереотаксическая биопсия под контролем МРТ с последующим гистологическим исследованием.

Результаты. Верифицирован рак предстательной железы в 78 из 98 очагов — 79,6 % (70,8; 86,6 %). Частота выявления рака составила 48,1 % (30,3; 66,4 %) для PI-RADS 3 и 91,5 % (83,4; 96,4 %) для PI-RADS 4 (p < 0,0001). Для PI-RADS 3 преобладали очаги с Глисон 6 (3 + 3), тогда как для PI-RADS 4 — Глисон 7 (3 + 4). В 44,8 % (34,2; 55,9 %) случаев дополнительно выявлен мультифокальный рост вне целевого очага; при этом степень дифференцировки опухоли в дополнительных очагах рака была аналогичной или выше, чем в установленном целевом очаге. Медианное значение для размера очага (см³) составило 0,295 (0,13; 0,59), медианное значение для суммы Глисон — 7 (6; 7), значимой корреляции между ними не обнаружено (p = 0,08).

Introduction. Prostate cancer (PCa) is one of the most common malignancies in men. Multiparametric MRI (mpMRI) enables risk stratification of lesions using the PI-RADS system; however, the management of PI-RADS 3 lesions remains controversial.

Aim. To compare the MRI features of PI-RADS 3 and PI-RADS 4 lesions with the histopathological results of MRI-guided stereotactic prostate biopsy.

Materials and Methods. A retrospective analysis was conducted of 80 prostate MRI examinations performed between 2019 and 2024 at the Medical Institute named after Berezin Sergey. 98 target lesions were evaluated: 27 PI-RADS 3 and 71 PI-RADS 4. All patients underwent MRI-guided stereotactic prostate biopsy followed by histological verification.

Results. Prostate cancer was verified in 78 of 98 lesions (79.6; 95 % CI: 70.8–86.6 %). The cancer detection rate was 48.1 % (95 % CI: 30.3–66.4 %) for PI-RADS 3 and 91.5 % (95 % CI: 83.4–96.4 %) for PI-RADS 4 (p < 0.0001). PI-RADS 3 lesions were predominantly Gleason score 6 (3 + 3), whereas PI-RADS 4 lesions were predominantly Gleason score 7 (3 + 4). In 44.8 % (95 % CI: 34.2–55.9 %) of cases, multifocal growth outside the target lesion was additionally detected; the degree of tumor differentiation in additional foci was similar to or higher than that in the index lesion. The median lesion volume was 0.295 cm³ (IQR: 0.13–0.59), and the median Gleason score was 7 (IQR: 6–7); no significant correlation was found between these parameters (p = 0.08).

Выводы. Категория PI-RADS 4 ассоциирована с высокой вероятностью клинически значимого рака предстательной железы и требует обязательной таргетной биопсии. При PI-RADS 3 выполнение биопсии должно определяться индивидуально, с учетом показателей простатспецифического антигена, возраста и анамнеза. Полученные данные подтверждают ограниченность системы PI-RADSv2.1 в дифференциации доброкачественных и злокачественных изменений.

Ключевые слова: рак предстательной железы; PI-RADS; МР-направленная биопсия; мультифокальность; Глисон

Для цитирования: Куплевацкая Д.И., Куплевацкий В.И., Топузов М.Э., Водопьян С.С., Сурнин Н.В., Трофимова Т.Н., Топузов Т.М., Атамас М., Абужарова С. Сопоставление МРТ-семиотики категории PI-RADS 3 и PI-RADS 4 с результатами стереотаксической МР-направленной биопсии предстательной железы. *Вопросы онкологии*. 2026; 72(4): 861-871.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-4-2587

✉ Контакты: Куплевацкая Дарья Игоревна, dkupl@ldc.ru

Введение

Рак предстательной железы (РПЖ) — одно из наиболее распространенных онкологических заболеваний у мужчин [1, 2, 3]. Раннее выявление клинически значимого РПЖ (кзРПЖ) является сложной задачей: традиционная диагностика, основанная на уровне простатспецифического антигена (ПСА) и системной трансректальной биопсии под УЗ-контролем, сопряжена с риском гипердиагностики низкоагрессивных опухолей и пропуска значимых опухолей [4–9].

Внедрение в практику мультипараметрической МРТ (мпМРТ) значительно повысило эффективность выявления кзРПЖ. Ключевое достижение — высокая чувствительность таргетной биопсии под контролем мпМРТ (MRI-TB) в обнаружении агрессивных опухолей по сравнению с традиционной мультифокальной биопсией. В крупном исследовании PROMIS (2017) было показано, что MRI-TB обладает чувствительностью до 93 % для кзРПЖ, тогда как стандартная 12-точечная трансректальная УЗИ-биопсия — лишь 48 % [10]. Согласно результатам исследования PRECISION (2018), MRI-TB превосходит стандартную биопсию: частота обнаружения кзРПЖ составляет 38 против 26 % при стандартном подходе ($p = 0,005$) [11]. Другими словами, MRI-TB как первичное исследование позволяет выявить подавляющее большинство кзРПЖ, которые могли бы быть пропущены при одной лишь стандартной биопсии.

Отрицательный результат MRI-TB (категории PI-RADS 1–2) заметно снижает вероятность наличия кзРПЖ. По данным разных исследований, отрицательная MRI-TB позволяет избежать порядка 25–30 % биопсий без ущерба для выявления кзРПЖ [10]. Метаанализы, проведенные под эгидой Европейской ассоциации урологов,

Conclusion. PI-RADS 4 lesions are strongly associated with clinically significant prostate cancer and warrant mandatory targeted biopsy. For PI-RADS 3 lesions, the decision to perform biopsy should be individualized based on prostate-specific antigen level, patient age, and clinical history. These findings highlight the limitations of the PI-RADS v2.1 system in differentiating benign from malignant lesions.

Keywords: prostate cancer; PI-RADS; MRI-guided biopsy; multifocality; Gleason

For Citation: Daria I. Kuplevatskaya, Vladimir I. Kuplevatsky, Marlen E. Topuzov, Sergey S. Vodopyan, Nikita V. Surnin, Tatyana N. Trofimova, Timur M. Topuzov, Mikhail Atamas, Sabina Abuzarova. Comparison of MRI Semiology of PI-RADS 3 and PI-RADS 4 Categories with the Results of Stereotactic MRI-Guided Prostate Biopsy. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2026; 72(4): 861-871.-DOI: 10.37469/0507-3758-2026-72-4-2587

подтвердили высокую надежность MRI-TB: суммарная отрицательная прогностическая ценность достигает 90–95 % [12, 13].

Совокупность данных привела к пересмотру клинических подходов. Сейчас мпМРТ рекомендована перед первичной биопсией у пациентов с подозрением на РПЖ, что отражено в современных рекомендациях (EAU 2025, AUA 2023) [4, 5, 14, 15, 16]. Такая тактика («MRI-триаж») позволяет выполнять биопсию только у пациентов с подозрительными очагами, повышая верификацию кзРПЖ и снижая частоту выявления инцидентных малозначимых опухолей [17].

Стандартизация оценки мпМРТ-изображений по системе PI-RADS позволяет стратифицировать подозрительные очаги по риску наличия кзРПЖ. Категория PI-RADS 3 считается неопределенной (equivocal): вероятность рака средней степени, очаг требует корреляции с клиническими данными. PI-RADS 4 — высокая вероятность наличия кзРПЖ [4, 5]. Практический вопрос для уролога — какова реальная прогностическая ценность этих категорий и тактика при PI-RADS 3

Данные литературы указывают, что категория PI-RADS 4 существенно более подозрительна на рак, чем PI-RADS 3, при этом очаги категории 3 в большинстве случаев окажутся доброкачественными изменениями или низкодифференцированным раком, тогда как очаги категории 4 с высокой вероятностью содержат клинически значимый рак [18]. Систематическая биопсия всех PI-RADS 3 ведет к значительному числу негативных биопсий или выявлению индолентных опухолей [18, 19]. Поэтому продолжают разрабатываться дополнительные критерии стратификации PI-RADS 3 [12]. Тем не менее, консенсусной тактикой при PI-RADS 3 остается проведение биопсии (таргетной в сочетании с системной) с учетом индивидуальных факторов риска [11, 20].

Трансректальная системная 12-точечная биопсия предстательной железы (ПЖ) на протяжении десятилетий была стандартом верификации РПЖ. Ее недостатки хорошо известны: высокий процент ложноотрицательных результатов (по различным данным, до 20–30 % случаев рака могут быть пропущены при первичной биопсии), а также частое выявление клинически незначимых опухолей — в том числе малых очагов с низкой степенью злокачественности (ISUP 1, Глисон 6), не влияющих на прогноз заболевания (гипердиагностика) [21, 22].

Современные подходы направлены на повышение точности обнаружения клинически значимых опухолевых очагов (ISUP ≥ 2) и минимизацию как случайных пропусков, так и выявления инцидентальных, прогностически малозначимых новообразований. На сегодняшний день накоплены убедительные доказательства превосходства MRI-TB над одной лишь системной биопсией [13, 23, 24].

Однако полностью отказаться от системной биопсии по-прежнему не представляется возможным: таргетная биопсия может пропустить часть опухолей, которые не визуализируются при МРТ-исследовании [24]. С учетом мультифокального характера опухолевого процесса при РПЖ, системная биопсия позволяет выявлять и верифицировать дополнительные очаги, что дает более точное представление о характере и распространенности процесса [13, 25]. Поэтому многие руководства (EAU 2025, AUA 2023) рекомендуют выполнять сочетание таргетной и системной биопсии у пациентов с PI-RADS ≥ 3 , чтобы обеспечить максимально полную верификацию опухолевого поражения [4, 5, 14].

В совокупности интеграция мпМРТ, таргетной и системной биопсии представляет собой значительный шаг вперед в диагностике РПЖ; при этом оптимальной стратегией представляется индивидуализированный подход: объем и тактика биопсии (только таргетная, таргетная + системная, повторная биопсия и т. д.) должны определяться совокупностью факторов риска, данными мпМРТ и предыдущих исследований.

Таким образом, сохраняется необходимость разработки конкретных алгоритмов выбора тактики ведения и верификации диагноза у пациентов с подозрением на РПЖ по результатам мпМРТ-исследования.

Материалы и методы

Выполнен ретроспективный анализ результатов 80 МР-исследований ПЖ пациентов в возрасте от 49 до 78 лет (медиана — 65 лет), проведенных на базе учреждения с 2019 по 2024 г., и результатов гистологического иссле-

дования материала, полученного при стереотаксической (СТ) биопсии ПЖ под контролем МРТ у этих пациентов. В зависимости от результатов МР-исследования пациенты были стратифицированы на несколько групп:

- группа 1 — пациенты с одиночным очагом категории PI-RADS 4 — 49 человек (61 % случаев);

- группа 2 — пациенты с одиночным очагом категории PI-RADS 3 — 14 человек (18 %);

- группа 3 — пациенты с мультифокусными изменениями категорий PI-RADS 3 и PI-RADS 4 — 17 человек (21 % случаев).

Всего было проанализировано 98 таргетных очагов, подозрительных на РПЖ, из них 27 очагов категории PI-RADS 3 (27,5 %) и 71 очаг категории PI-RADS 4 (72,5 % случаев). Размеры очагов колебались от 0,03 до 11,3 см³ (медиана — 0,53 см³).

Критериями исключения из исследования были изменения категории PI-RADS 5, выявленные при МР-исследованиях.

У всех пациентов установлены клинические признаки, подозрительные на РПЖ, уровень ПСА — от 1,9 до 36,0 нг/мл (медиана — 8,95 (6,4; 12,4) нг/мл), которые в сочетании с МР-картиной определяли показания к выполнению МР-направленной СТ-биопсии ПЖ.

МРТ ПЖ были выполнены на томографах Siemens с напряженностью магнитного поля 3 Тл (Verio, Skyra, Vida) и на томографе Siemens с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл (Aera).

Протокол МРТ-исследования включал в себя следующие последовательности: T2w sag, T2 tra high-resolution прицельно на ПЖ, T2 cor high-resolution прицельно на ПЖ, DWI tra/cor b-values of 50, 400, 1400–2500 с автоматическим построением ADC-карт, T1 tra FS до контрастирования, T2 cor FS на область малого таза от бифуркации аорты до паховых областей включительно, T1-градиентное эхо с динамическим болюсным контрастным усилением. Контрастное вещество гадобутрол 1 ммоль/мл вводилось по весу пациента, скорость инъекции — 2–3 мл/с. Количественная и качественная оценка изменений ПЖ осуществлялась согласно рекомендациям PI-RADSV2.1 с помощью программного обеспечения для просмотра МРТ-изображений (Syngo Via, Radiant, Efilm).

В каждом случае врач-рентгенолог с опытом работы в МРТ ПЖ более 10 лет присутствовал при выполнении МРТ-исследования, и все полученные протоколы МРТ анализировались непосредственно после их выполнения. По направлению онкоуролога и на основании результатов проведенного МР-исследования всем пациентам была выполнена МР-направленная СТ-биопсия ПЖ с применением устройства для

СТ наведения под контролем МРТ (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие от 21.03.2019, № РЗН2019/8219).

Конструкция и механизмы регулировки устройства для МР-направленной СТ-биопсии ПЖ имеют многоуровневые степени свободы в трех плоскостях, которые позволяют выполнять трансректальную биопсию ПЖ под МР-навигацией пациентам различного телосложения, различных анатомических особенностей положения органов малого таза и любых отделов ПЖ, семенных пузырьков и основания полового члена.

МР-направленная СТ биопсия включала в себя забор образцов ткани из целевого очага или нескольких целевых очагов категории PI-RADS 4 и PI-RADS 3 (схема 1), а также одновременное выполнение системной биопсии ткани ПЖ.

Порядок выполнения системной биопсии по секторам определялся местом расположения целевого очага. Каждый полученный образец ткани был помещен в отдельный промаркированный флакон с формалином и направлен на гистологическое исследование. Результаты гистологического исследования оформлялись в виде таблицы с точным указанием гистологической структуры каждого пронумерованного образца ткани ПЖ. По результатам МР-направленной СТ-биопсии ПЖ — РПЖ выявлен в 80 случаях (81,6 %), доброкачественные изменения установлены в 18 случаях (18,4 %).

Распределение результатов гистологического исследования материала, полученного при МР-направленной СТ-биопсии ПЖ, по шкале Глисон: в 16 случаях (20 %) — Глисон 6 (3 + 3), 44 случая (55 %) — Глисон 7 (3 + 4), 11 (13,7 %) случаев — Глисон 7 (4 + 3), восемь случаев (10 %) — Глисон 8 (4 + 4), один случай (1,3 %) — Глисон 9 (4 + 5).

Анализ категориальных показателей проводился с помощью точного двустороннего критерия Фишера, для описания указывались доли (в %) от общего числа наблюдений и 95 %-ный доверительный интервал для долей, рассчитанный методом Джеффриса (Jeffreys' CI for proportion).

Для количественных данных проводилась проверка нормальности распределения (критерий Колмогорова — Смирнова), сравнение групп по нормально распределенным показателям проводилось с помощью дисперсионного анализа (ANOVA), для показателей с распределением, отличным от нормального, использовался критерий Манна — Уитни. Взаимосвязь количественных показателей оценивалась с помощью коэффициентов корреляции. Для описания нормально распределенных показателей приводились среднее и стандартное отклонение $M (SD)$, в случае распределения, отличного от

нормального — медиана и 25- и 75 %-ные квартили $Me (Q25; Q75)$.

Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты

Ретроспективный анализ результатов гистологического исследования материала, полученного при МР-направленной СТ целевой биопсии 98 очагов категории PI-RADS 3 и PI-RADS 4 и сопоставление этих данных с МР-исследованиями, выполненными перед проведением биопсии, состоял из трех этапов.

На первом этапе были проанализированы случаи верифицированного РПЖ, который установлен в результате выполнения биопсии из целевого очага — 78 случаев (97,5 % от общего количества случаев верифицированного рака). При этом РПЖ был выявлен в очагах категории PI-RADS 4 в 65 случаях, 91,5 % (83,4; 96,4 %) всех очагов категории PI-RADS 4 и в 13 очагах категории PI-RADS 3, 48,1 % (30,3; 66,4 %) всех очагов категории PI-RADS 3. Таким образом, было установлено, что рак в очаге PI-RADS 4 выявлен значимо чаще, чем в очаге PI-RADS 3 ($p < 0,0001$).

Анализ соотношения очагов PI-RADS 3 и PI-RADS 4 со степенью дифференцировки верифицированных случаев РПЖ в целевом очаге установил, что в очаге PI-RADS 3 значимо чаще был выявлен Глисон 6 (3 + 3) — 61,5 % (35,0; 83,5 %) против 13,9 % (7,1; 23,8 %) ($p = 0,0007$), а в фокусе PI-RADS 4 значимо чаще был выявлен Глисон 7 (3 + 4 и 4 + 3) — 73,9 % (62,3; 83,3 %) против 38,5 % (16,5; 65,0 %) ($p = 0,021$); результаты сопоставления данных представлены в табл. 1.

Медианное значение для размера очага ($см^3$) составило 0,295 (0,13; 0,59), медианное значение для суммы Глисон — 7 (6; 7). При анализе размеров выявленных очагов категорий PI-RADS 3 и PI-RADS 4 не обнаружено значимой корреляции между размерами очага PI-RADS в $см^3$ и суммой Глисон в целевом очаге ($p = 0,08$).

Таким образом, в результате проведенного анализа результатов гистологического исследования материала, полученного в результате МР-направленной СТ-биопсии из целевого очага, установлено, что в очаге категории PI-RADS 3 РПЖ установлен только в половине случаев (48,1 % (30,3; 66,4 %)), при этом значимо чаще был выявлен высокодифференцированный рак по шкале Глисон 6 (3 + 3). В очаге категории PI-RADS 4 РПЖ установлен в подавляющем большинстве случаев (91,5 % (83,4 %; 96,4 %)), при этом значимо чаще был выявлен

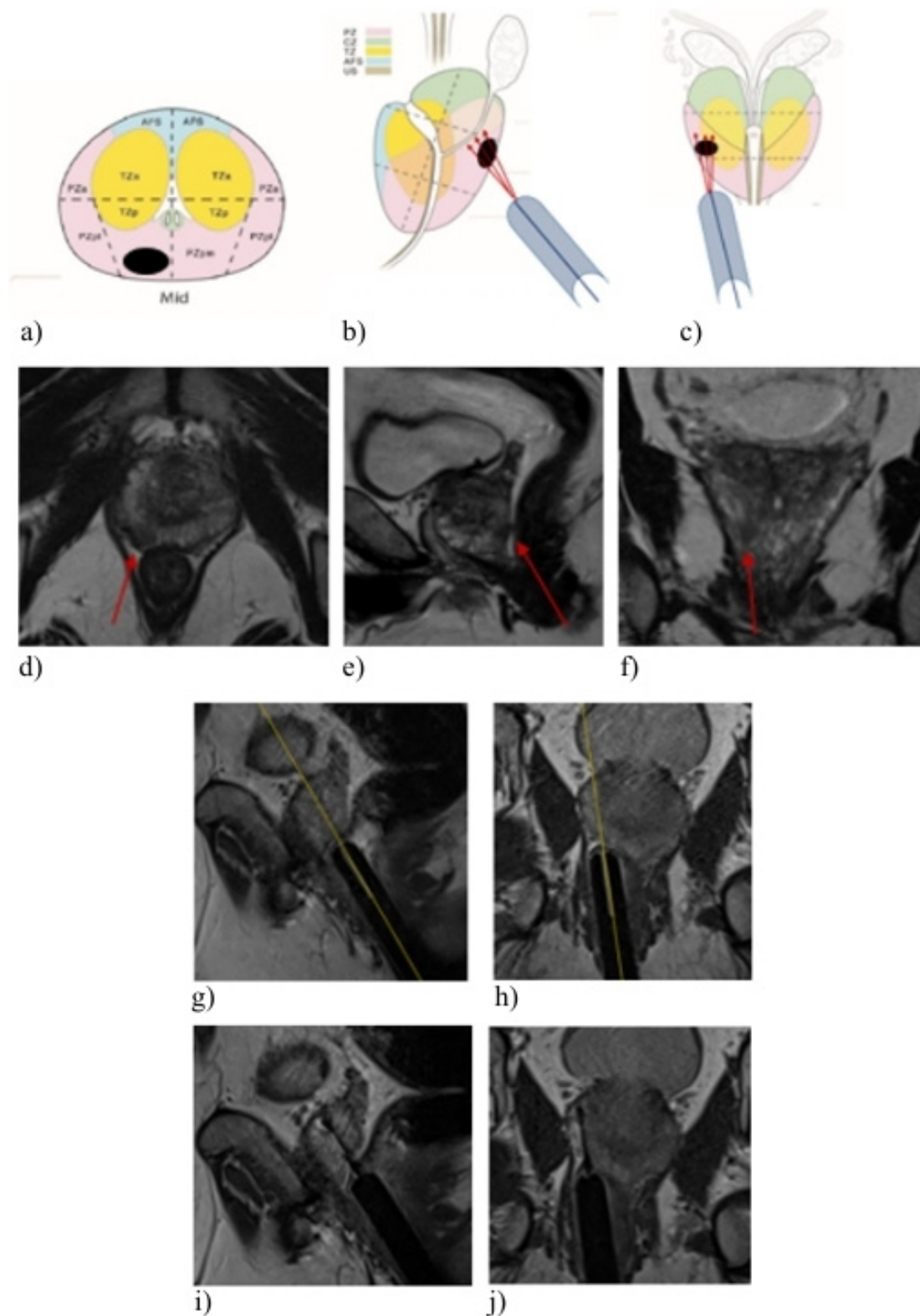


Схема 1. Разметка целей и МР-контроль забора ткани из очага категории PI-RADS 4 в среднем секторе правой периферической зоны
 а), б), в) схематичное изображение очага PI-RADS 4 в аксиальной, сагитальной и косококорональной плоскостях; д) T2 tra high res, очаг PI-RADS 4 в среднем секторе правой периферической зоны сегменте PZpl (указан стрелкой); е) T2 sag, очаг PI-RADS 4 (указан стрелкой); ф) T2 cor, очаг PI-RADS 4 (указан стрелкой); г), h) быстрые T2 sag, T2 cor — визуализация проводника биопсийной иглы с разметкой прохождения биопсийной иглы через центр целевого очага; и), j) быстрые T2 sag, T2 cor — контроль прохождения биопсийной иглы через центр целевого очага

Scheme 1. Target marking and MRI control of tissue sampling from a PI-RADS 4 lesion in the mid-sector of the right peripheral zone
 a, b, c) Schematic representation of a PI-RADS 4 lesion in axial, sagittal, and oblique-coronal planes; d) T2 tra high res: PI-RADS 4 lesion in the mid-sector of the right peripheral zone (segment PZpl), indicated by arrow; e) T2 sag: PI-RADS 4 lesion, indicated by arrow; f) T2 cor: PI-RADS 4 lesion, indicated by arrow; g, h) Fast T2 sag, T2 cor — visualization of the biopsy needle guide with marking of the trajectory through the center of the target lesion; i, j) Fast T2 sag, T2 cor — control of the biopsy needle passage through the center of the target lesion

Таблица 1. Сопоставление очагов PI-RADS 3 и PI-RADS 4 со степенью дифференцировки верифицированных случаев РПЖ в целевых очагах

			Глисон в очаге					Итого
			3 + 3	3 + 4	4 + 3	4 + 4	4 + 5	
PI-RADS	3	n	8	5	0	0	0	13
		%	61,50 %	38,50 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	100,00 %
	4	n	9	38	10	7	1	65
		%	13,80 %	58,50 %	15,40 %	10,70 %	1,50 %	100,00 %
Итого		n	15	43	10	7	1	78
		%	19,20 %	55,10 %	12,80 %	8,90 %	1,30 %	100,00 %

Table 1. Correlation between PI-RADS 3 and PI-RADS 4 lesions and the differentiation grade of histologically confirmed prostate cancer in target lesions

			Gleason score in the lesion					Total
			3 + 3	3 + 4	4 + 3	4 + 4	4 + 5	
PI-RADS	3	n	8	5	0	0	0	13
		%	61.50 %	38.50 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	100.00 %
	4	n	9	38	10	7	1	65
		%	13.80 %	58.50 %	15.40 %	10.70 %	1.50 %	100.00 %
Total		n	15	43	10	7	1	78
		%	19.20 %	55.10 %	12.80 %	8.90 %	1.30 %	100.00 %

Таблица 2. Результаты сопряжения данных гистологического исследования образцов ткани из целевого очага и образцов ткани, полученной при системной МР-направленной биопсии

Таргетная биопсия	Системная биопсия		
0 — доброкачественные изменения в целевом очаге 1 — рак есть в целевом очаге	0 — доброкачественные изменения вне целевого очага 1 — рак есть вне целевого очага	N	% от N = 98 (95 %-ный доверительный интервал)
0	0	18	18,4 % (11,7; 26,9 %)
0	1	2	2,0 % (0,4; 6,6 %)
1	0	45	45,9 % (36,3; 55,8 %)
1	1	33	33,7 % (24,9; 43,4 %)

Table 2. Correlation between histological findings of tissue samples obtained from the target lesion and those obtained during systematic MRI-guided biopsy

Targeted biopsy	Systematic biopsy		
0 — benign changes in the target lesion 1 — cancer in the target lesion	0 — benign changes outside the target lesion 1 — cancer outside the target lesion	N	% of N = 98 (95 % CI)
0	0	18	18.4 % (11.7; 26.9 %)
0	1	2	2.0 % (0.4; 6.6 %)
1	0	45	45.9 % (36.3; 55.8 %)
1	1	33	33.7 % (24.9; 43.4 %)

среднедифференцированный рак по шкале Глисон 7 (3 + 4 — 58,5 %; 4 + 3 — 15,4 %).

На втором этапе проводился анализ результатов гистологического исследования материала, полученного при МР-направленной СТ системной биопсии ПЖ, сопоставления полученных данных с результатами гистологического исследования материала, полученного при МР-направленной СТ таргетной биопсии ПЖ и результатов

МРТ-исследований, проведенных перед выполнением биопсии. Из 78 случаев верифицированного РПЖ — рак в целевом очаге, в 45 случаях (45,9 % (36,3; 55,8 %)) при системной биопсии данных за рак в других гистологических зонах и секторах ПЖ не обнаружено. В 33 случаях (42,31 % (31,8; 53,4 %)) выявлены дополнительные фокусы рака вне целевого очага, которые четко не дифференцировались при первичном

Таблица 3. Результаты сопряженности данных гистологического исследования образцов ткани из таргетного очага и образцов ткани, полученной при системной МР-направленной биопсии

			Глисон вне таргетного очага			Итого
			6	7	8	
Глисон в фокусе	6	Частота	1	0	0	1
		%	100,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
	7	Частота	10	16	3	29
		%	34,5 %	55,2 %	10,3 %	100,0 %
	8	Частота	0	1	0	1
		%	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
	9	Частота	2	0	0	2
		%	100,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
Итого		Частота	13	17	3	33
		%	39,4 %	51,5 %	9,1 %	100,0 %

Table 3. Correlation between Gleason scores in the target lesion and in additional foci detected by systematic MRI-guided biopsy

			Gleason score outside the target lesion			Total
			6	7	8	
Gleason score in the target lesion	6	Absolute frequency	1	0	0	1
		%	100.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %
	7	Absolute frequency	10	16	3	29
		%	34.5 %	55.2 %	10.3 %	100.0 %
	8	Absolute frequency	0	1	0	1
		%	0.0 %	100.0 %	0.0 %	100.0 %
	9	Absolute frequency	2	0	0	2
		%	100.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %
Total		Absolute frequency	13	17	3	33
		%	39.4 %	51.5 %	9.1 %	100.0 %

и ретроспективном анализе МРТ. При анализе системных биопсий (98 случаев, 100 %) в двух случаях (2,0 % (0,4; 6,6 %)) установлен РПЖ вне таргетного очага, при этом в таргетном очаге рак не выявлен. Сопоставление данных гистологического исследования и результатов МРТ-исследования установило, что ложноотрицательные результаты МРТ были связаны с ошибкой в интерпретации данных сканирования, при пересмотре очага категории PI-RADS 3, в которых верифицирован РПЖ, визуализировались в обоих случаях в структуре ПЖ. Результаты сопряжения данных гистологического исследования образцов ткани, полученных из таргетного очага, и образцов ткани, полученной при системной МР-направленной биопсии, представлены в табл. 2.

В 33 случаях наличия дополнительных очагов РПЖ, найденных при системной биопсии, был проведен анализ степени дифференцировки опухолевого процесса в таргетном очаге и фокусах рака, выявленных при системной биопсии у одного и того же пациента. Установлено, что

только в трех случаях (9,1 % (2,6; 22,3 %)) значения Глисон вне таргетного очага были выше значения Глисон в таргетном очаге, в 17 случаях (51,5 % (34,9; 67,8 %)) баллы Глисон в таргетном очаге и вне таргетного очага были идентичны. В 13 случаях (39,4 % (24,2; 56,4 %)) значения Глисон вне таргетного очага были ниже баллов Глисон в таргетном очаге ПЖ. Результаты сопряжения данных гистологического исследования, полученных из таргетных очагов с результатами СТ МР-направленной системной биопсии, представлены в табл. 3.

Таким образом, из 33 случаев выявления дополнительных очагов рака в результате МР-направленной СТ системной биопсии в 30 наблюдениях (90,9 % (77,7; 97,4 %)) значения Глисон вне таргетного очага были такие же или меньше, чем значения Глисон в таргетном очаге.

Отдельно были проанализированы случаи (17 пациентов, 21,3 % (13,4; 31,1 %)) случаев многофокальных изменений категорий PI-RADS 3 и PI-RADS 4 в одной ПЖ, выявленных в результате МРТ-исследования. При этом у 16 пациентов

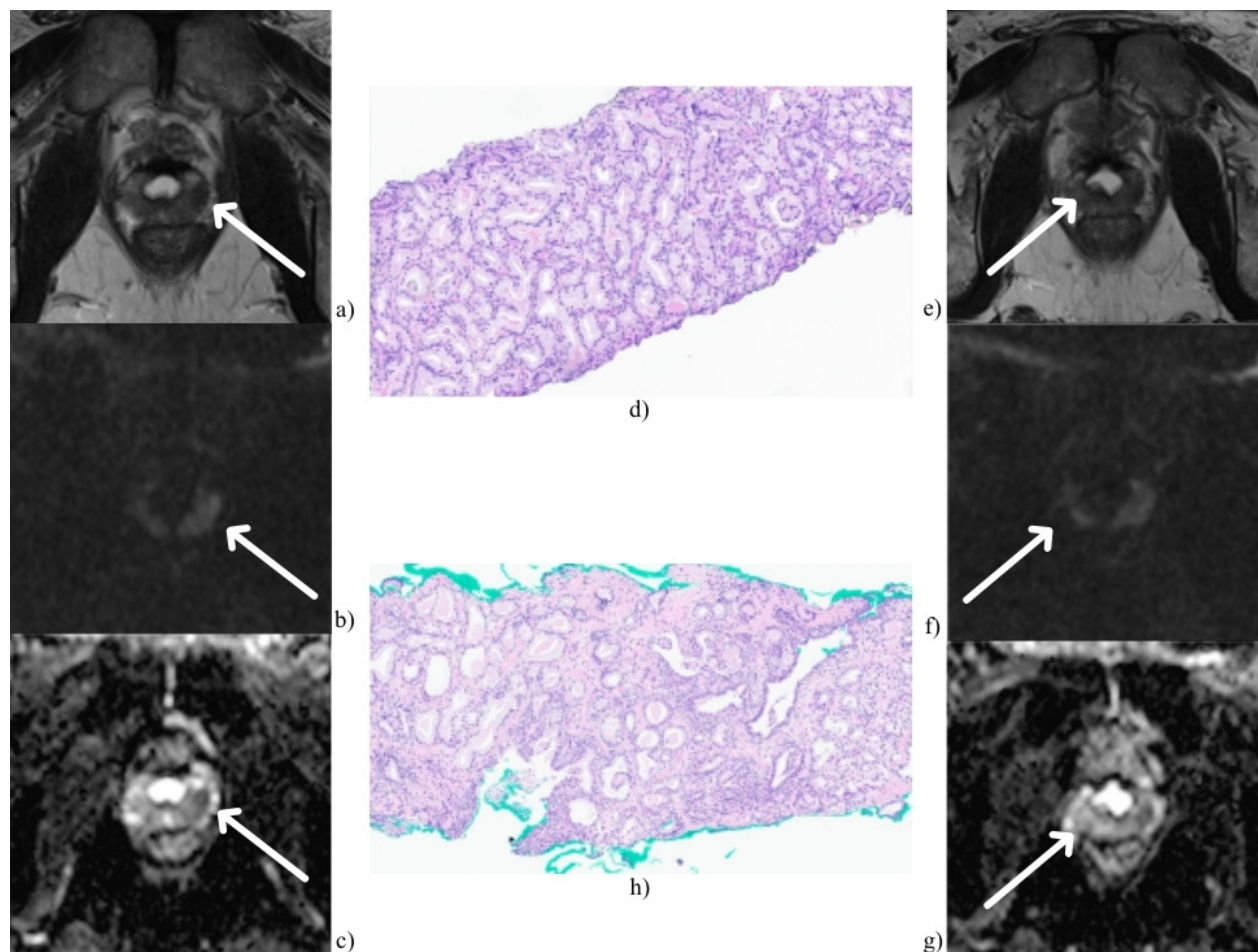


Рис. 1. (a–d). МРТ ПЖ, очаг категории PI-RADS 4 в периферической зоне слева; (e–h) МРТ ПЖ, очаг категории PI-RADS 3 в периферической зоне справа. а) Т2 ВИ высокого разрешения в аксиальной плоскости; б) диффузно-взвешенные изображения (ДВИ) с высоким b-фактором (2500 сек/мм²); в) измеряемый коэффициент диффузии (ИКД) — карта; д) снимок гистологического препарата — увеличение окуляра 100. Столбик ткани с РПЖ Глисон 8 (4 + 4); е) Т2 ВИ высокого разрешения в аксиальной плоскости; ф) ДВИ с высоким b-фактором (2500 сек/мм²); г) ИКД-карта; h) снимок гистологического препарата — увеличение окуляра 100. Столбик ткани с РПЖ Глисон 6 (3 + 3)

Fig. 1. (a–d) Prostate MRI showing a PI-RADS 4 lesion in the left peripheral zone; (e–h) Prostate MRI showing a PI-RADS 3 lesion in the right peripheral zone. (a) High-resolution axial T2-weighted image; (b) Diffusion-weighted image with a high b-value (2500 s/mm²); (c) ADC map; (d) Histological specimen (magnification × 100): tissue core with prostate cancer, Gleason score 8 (4 + 4); (e) High-resolution axial T2-weighted image; (f) Diffusion-weighted image with a high b-value (2500 s/mm²); (g) ADC map; (h) Histological specimen (magnification × 100): tissue core with prostate cancer, Gleason score 6 (3 + 3)

(94,1 % (75,6; 99,4 %)) одновременно выявлено два таргетных очага, у одного пациента (5,9 % (0,6; 24,4 %)) — три таргетных очага. Всего выявлено 35 таргетных очагов, при этом 13 очагов категории PI-RADS 3 (37,1 % (22,7; 53,7 %)), 22 очага категории PI-RADS 4 (62,8 % (46,4; 77,3 %)). При гистологическом исследовании материала, полученного из каждого таргетного очага, рак верифицирован в 25 очагах (71,4 % (55,2 %; 84,3 %)) у 13 пациентов (76,4 % (53,3; 91,5 %)).

Анализ результатов гистологического исследования материала у пациентов с многоочаговыми изменениями по данным МРТ, полученных при МР-направленной СТ таргетной и системной биопсии ПЖ, подтвердил, что в случаях обнаружения дополнительных фокусов рака вне таргетных очагов (10 случаев, 35,7 %) значительно чаще (девять случаев, 90 %) значения

Глисон в них были такие же или меньше значений Глисон в таргетных очагах.

Клиническое наблюдение

Пациент, 61 год, направлен на МРТ-исследование по поводу динамики роста ПСА (7,1; 8,6; 9,1 нг/мл), в анамнезе — трансуретральная резекция ПЖ по поводу доброкачественной гиперплазии. При МР-исследовании на фоне структурных изменений транзиторной зоны после трансуретральной резекции и диффузных изменений периферических зон выявлены очаговые изменения в левой периферической зоне (рис. 1, а, б, в) и в правой периферической зоне (рис. 1, е, ф, г, h). Пациенту выполнена МР-направленная СТ таргетная биопсия из очагов в левой и в правой периферических зонах, в результате которой верифицирован рак в левой пе-

риферической зоне Глисон 8 (4 + 4) (рис. 1, d), а также рак в правой периферической зоне Глисон 6 (3 + 3).

Обсуждение

Анализ случаев верифицированного РПЖ, установленного по результатам гистологического исследования материала, полученного при МР-направленной СТ таргетной и системной биопсии, подтверждает концепцию мультифокального поражения при РПЖ [26, 27]. В результате проведенного исследования кзРПЖ был установлен при МР-направленной СТ биопсии в 79,6 % (70,8; 86,6 %) случаев, а дополнительные очаги онкологического процесса, выявленные в результате МР-направленной СТ системной биопсии, имели степень дифференцировки аналогичную или выше, чем в верифицированном таргетном очаге.

Результаты проведенного исследования показывают, что при наличии очага категории PI-RADS 4 кзРПЖ верифицируется в подавляющем большинстве случаев, что подтверждает необходимость проведения таргетной биопсии из очагов категории PI-RADS 4 и соответствует результатам многочисленных исследований [4, 8, 10, 13, 14, 17, 27].

При изменениях категории PI-RADS 3 в данном исследовании только в половине случаев верифицирован рак; при этом степень дифференцировки значимо выше, чем при изменениях категории PI-RADS 4. Общепринятые качественные характеристики категории PI-RADS 3 не позволяют более точно дифференцировать доброкачественные и злокачественные изменения при МРТ ПЖ и требуют разработки дополнительных количественных критериев оценки очаговых изменений ПЖ, подозрительных на рак.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает необходимость выполнения таргетной биопсии во всех случаях категории PI-RADS 4, выявленных в результате МРТ-исследования. Результаты гистологического исследования материала, полученного при таргетной и системной биопсии, указывают, что визуализация подозрительного очага категории PI-RADS 4 на МРТ определяет наиболее клинически значимый фокус, даже при наличии дополнительных очагов рака, выявленных при системной биопсии. Поэтому необходимость системной биопсии при наличии очагов категории PI-RADS 4 представляется сомнительной и требует дальнейшего изучения.

Верификация изменений категории PI-RADS 3, которые определялись на основа-

нии общепринятых критериев по версии PI-RADS v2.1, продемонстрировала ограничения данной системы анализа МРТ-исследований в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных изменений ПЖ. Поэтому необходимость выполнения биопсии при наличии изменений категории PI-RADS 3 должна основываться на совокупности анамнестических данных, лабораторных анализов и МР-картины у каждого пациента индивидуально и включать в себя сочетание таргетной и системной биопсии для исключения недооценки опухолевого процесса.

Таким образом, полученные данные о степени дифференцировки фокусов опухоли из таргетного очага и вне таргетного очага требуют дальнейшего изучения и обсуждения вопроса о необходимости и объеме системной биопсии при наличии визуализируемого таргетного очага при МРТ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding

The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА в редакции 2013 г. Все пациенты, включенные в исследование, получали лечение в рамках рутинной практики после подписания информированного согласия на лечение. Персональные данные пациентов не использовались при проведении исследования.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

This trial was conducted in accordance with the World Medical Association (WMA) Declaration of Helsinki (2013 revision). All patients included in the study received treatment as part of routine practice after providing written informed consent for treatment. Personal data of the patients were not used during the study.

Участие авторов

Куплевацкая Д.И. — дизайн исследования, ведение пациентов, сбор материала исследования, обработка материала, составление черновика рукописи, анализ и интерпретация данных;

Куплевацкий В.И. — ведение пациентов, сбор материала исследования, обработка материала, анализ и интерпретация данных;

Топузов М.Э. — научное редактирование и утверждение текста статьи, анализ источников литературы;

Водополян С.С. — анализ научной литературы, научное редактирование;

Сурнин Н.В. — статистическая обработка данных, аналитика;

Трофимова Т.Н. — дизайн исследования, научное редактирование;

Топузов Т.М. — анализ научной литературы, научное редактирование и утверждение текста статьи;

Атамась М., Абузарова С. — анализ научной литературы, редактирование текста статьи, оформление иллюстраций. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Authors' contributions

Kuplevatskaya D.I. — study design, patient management, acquisition of study material, data processing, drafting of the manuscript, data analysis and interpretation;

Kuplevatsky V.I. — patient management, acquisition of study material, data processing, data analysis and interpretation; Topuzov M.E. — scientific editing and final approval of the manuscript, analysis of literature sources;

Vodopyan S.S. — literature analysis, scientific editing;

Surnin N.V. — statistical data processing, analytical work;

Trofimova T.N. — study design, scientific editing;

Topuzov T.M. — literature analysis, scientific editing and final approval of the manuscript;

Atamas M., Abuzarova S. — literature analysis, editing of the manuscript, preparation of illustrations.

All authors have approved the final version of the article before publication, agreed to assume responsibility for all aspects of the work, implying proper review and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена. 2014; 262. ISBN: 978-5-85502-297-1. [A.D. Kaprin, V.V. Starinskii, A.O. Shakhzadova, eds. The state of oncological care for the population of Russia in 2023. Moscow: P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute. 2014; 262. ISBN: 978-5-85502-297-1 (In Rus)].
2. World Health Organization. Global cancer burden growing amidst mounting need for services. 2024.-URL: www.who.int/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing--amidst-mounting-need-for-services (10.11.2025).
3. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации по диагностике и лечению рака предстательной железы. 2022.-URL: www.oncology-association.ru/wp-content/uploads/2022/06/rak-predstatelnoj-zhelezy.pdf (10.11.2025). [Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of prostate cancer. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2022.-URL: www.oncology-association.ru/wp-content/uploads/2022/06/rak-predstatelnoj-zhelezy.pdf (in Rus)].
4. Mottet N., Cornford P., van den Bergh R.C.N., et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-ISUP-SIOG Guidelines on prostate cancer-2024 update. Part I: Screening, diagnosis, and local treatment with curative intent. *Eur Urol*. 2024; 86(2): 148-163.-DOI: 10.1016/j.eururo.2024.03.027.
5. European Association of Urology. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Paris 2024. Arnhem: EAU Guidelines Office. 2024. ISBN: 978-94-92671-23-3.-URL: www.uroweb.org/guidelines/prostate-cancer/chapter/diagnostic-evaluation (10.11.2025).
6. Thompson I.M., Pauler D.K., Goodman P.J., et al. Prevalence of prostate cancer among men with a prostate-specific antigen level ≤ 4.0 ng per milliliter. *N Engl J Med*. 2004; 350: 2239-2246.-DOI: 10.1056/nejmoa031918.
7. Merriel S.W.D., Walter F.M., Martin R.M., et al. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of prostate-specific antigen (PSA) for the detection of prostate cancer in symptomatic patients. *BMC Med*. 2022; 20: 54.-DOI: 10.1186/s12916-021-02230-y.
8. Correas J.-M., Halpern E., Barr R., et al. Advanced ultrasound in the diagnosis of prostate cancer. *World J Urol*. 2021; 39: 661-676.-DOI: 10.1007/s00345-020-03193-0.
9. Grey A.D.R., Scott R., Allen C., et al. Multiparametric ultrasound versus multiparametric MRI to diagnose prostate cancer (CADMUS): a prospective, multicentre, paired-cohort, confirmatory study. *Lancet Oncol*. 2022; 23: 428-438.-DOI: 10.1016/S1470-2045(22)00016-X.
10. Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., et al.; PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017; 389(10071): 815-822.-DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32401-1.
11. Kasivisvanathan V., Rannikko A., Borghi M., et al. Prostate evaluation for clinically important disease: Sampling using image-guidance or not? (The PRECISION study, NCT02380027). *Eur Urol Suppl*. 2018; 17: e1716-e1717.-DOI: 10.1016/S1569-9056(18)32040-2.
12. Goldberg H. Can MRI replace prostate biopsy? 38th Congress of the Société Internationale d'Urologie (SIU); 2018 Oct 4-7; Seoul, South Korea. UroToday.-URL: www.urotoday.com/conference-highlights/siu-2018/107319-siu-2018-can-mri-replace-prostate-biopsy.html (accessed 10.11.2025).
13. Kasivisvanathan V., Rannikko A.S., Borghi M., et al. MRI-targeted or standard biopsy for prostate-cancer diagnosis. *N Engl J Med*. 2018; 378(19): 1767-1777.-DOI: 10.1056/NEJMoa1801993.
14. Robinson D., Abdulkareem R., Nasrollah D., et al. Frequency of biopsy and tumor grade before vs after introduction of prostate magnetic resonance imaging. *JAMA Netw Open*. 2023; 6(8): e2330233.-DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.30233.
15. Wei J.T., Barocas D., Carlsson S., et al. Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline. Part I: prostate cancer screening. *J Urol*. 2023; 210(1): 46-53.-DOI: 10.1097/ju.0000000000003491.
16. Cornford P., Tilki D., van den Bergh R.C.N., et al. Prostate cancer. European Association of Urology Guidelines. 2025.-URL: <http://uroweb.org/guidelines/compilations-of-all-guidelines/> (10.11.2025).
17. Donato P., Morton A., Yaxley J., et al. Improved detection and reduced biopsies: the effect of a multiparametric magnetic resonance imaging-based triage prostate cancer pathway in a public teaching hospital. *World J Urol*. 2020; 38(2): 371-379.-DOI: 10.1007/s00345-019-02774-y.
18. Oerther B., Engel H., Bamberg F., et al. Cancer detection rates of the PI-RADSv2.1 assessment categories: systematic review and meta-analysis on lesion level and patient level. *Prostate Cancer Prostatic Dis*. 2022; 25(2): 256-263.-DOI: 10.1038/s41391-021-00417-1.
19. Mannaerts C.K., Kajtazovic A., Lodeizen O.A., et al. Detection of clinically significant prostate cancer in biopsy-naïve men: direct comparison of systematic biopsy, multiparametric MRI- and contrast-ultrasound-dispersion imaging-targeted biopsy. *BJU Int*. 2020; 126: 481-493.-DOI: 10.1111/bju.15093.
20. Barkovich E.J., Shankar P.R., Westphalen A.C. A systematic review of the existing prostate imaging reporting and data system version 2 (PI-RADSv2) Literature and subset me-

- ta-analysis of PI-RADSV2 categories stratified by Gleason scores. *AJR Am J Roentgenol.* 2019; 212(4): 847-854.-DOI: 10.2214/AJR.18.20571.
21. Claros O.R., Tourinho-Barbosa R.R., Fregeville A., et al. Comparison of initial experience with transrectal magnetic resonance imaging cognitive guided micro-ultrasound biopsies versus established transperineal robotic ultrasound magnetic resonance imaging fusion biopsies for prostate cancer. *J Urol.* 2020; 203(5): 918-925.-DOI: 10.1097/JU.0000000000000692.
 22. Drost F.H., Osses D., Nieboer D., et al. Prostate magnetic resonance imaging, with or without magnetic resonance imaging-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer: A cochrane systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2020; 77(1): 78-94.-DOI: 10.1007/s00345-019-02774-y.
 23. Padhani A.R., Barentsz J., Villeirs G., et al. PI-RADS steering committee: The PI-RADS multiparametric MRI and MRI-directed biopsy pathway. *Radiology.* 2019; 292(2): 464-474.-DOI: 10.1148/radiol.2019182946.
 24. Panebianco V., Barchetti G., Simone G., et al. Negative multiparametric magnetic resonance imaging for prostate cancer: What's next? *Eur Urol.* 2018; 74(1): 48-54.-DOI: 10.1016/j.eururo.2018.03.007.
 25. Short E., Varma M. Prostate gland & seminal vesicles. Acinar / ductal adenocarcinomas. Adenocarcinoma. PathologyOutlines.com. Updated 2025.-URL: www.pathologyoutlines.com/topic/prostateadenoNOS.html (12.05.2025).
 26. Andreoiu M., Cheng L. Multifocal prostate cancer: Biologic, prognostic, and therapeutic implications. *Hum Pathol.* 2010; 41(6): 781-93.-DOI: 10.1016/j.humpath.2010.02.011.
 27. Erickson A., Hayes A., Rajakumar T., et al. A systematic review of prostate cancer heterogeneity: Understanding the clonal ancestry of multifocal disease. *Eur Urol Oncol.* 2021; 4(3): 358-369.-DOI: 10.1016/j.euo.2021.02.008.
- Поступила в редакцию / Received / 19.01.2026
 Прошла рецензирование / Reviewed / 07.03.2026
 Принята к печати / Accepted for publication / 19.03.2026

Сведения об авторах / Author Information / ORCID

Дарья Игоревна Куплевацкая / Daria I. Kuplevatskaya / ORCID ID: 0000-0002-3395-7269; SPIN-code: 9602-6779.

Владимир Игоревич Куплевацкий / Vladimir I. Kuplevatsky / ORCID ID: 0000-0001-9753-1913; SPIN-code: 9128-7545.

Марлен Эскендерович Топузов / Marlen E. Topuzov / ORCID ID: 0000-0001-7765-0122; SPIN-code: 3061-6420.

Сергей Сергеевич Водопьян / Sergey S. Vodopyan / ORCID ID: 0009-0009-8708-8044; SPIN-code: 5406-4277.

Никита Валерьевич Сурнин / Nikita V. Surmin / ORCID ID: 0009-0001-9621-3822; SPIN-code: 8300-9754.

Татьяна Николаевна Трофимова / Tatyana N. Trofimova / ORCID ID: 0000-0003-4871-2341; SPIN-code: 9733-2755.

Тимур Марленович Топузов / Timur M. Topuzov / ORCID ID: 0000-0002-5040-5546; SPIN-code: 8468-4547.

Михаил Атамас / Mikhail Atamas / ORCID ID: 0009-0001-5211-1170; SPIN-code: 2450-0640.

Сабина Абузарова / Sabina Abuzarova / ORCID ID: 0009-0009-4075-3588; SPIN-code: 3653-9183.

