

## Малый таз | Small pelvis

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1573>

## Ретроспективный анализ данных МРТ пациентов, перенесших фьюжн-биопсию предстательной железы

© Громов А.И.<sup>1, 2</sup>, Корякин А.В.<sup>1</sup>, Каприн А.Д.<sup>6, 3, 4</sup>,  
Алексеев Б.Я.<sup>6, 5</sup>, Сивков А.В.<sup>1</sup>, Толстов И.С.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; 105425 Москва, 3-я Парковая ул., д. 51, стр. 1, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России; 127006 Москва, ул. Долгоруковская, д. 4, Российская Федерация

<sup>3</sup> МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3, Российская Федерация

<sup>4</sup> ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России; 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, Российская Федерация

<sup>5</sup> ФГБОУ ВО “Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)” 125080 Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, Российская Федерация

<sup>6</sup> ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России; 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3, Российская Федерация

**Цель исследования:** определить причины низкой эффективности МРТ-критериев рака предстательной железы (РПЖ) на основе сопоставления с морфологическими данными, полученными при фьюжн-биопсии.

**Материал и методы.** Проведено ретроспективное изучение данных МРТ предстательной железы (ПЖ), на основании которых была выполнена фьюжн-биопсия 38 пациентам. Врач-рентгенолог с семилетним опытом проводил ретроспективное изучение результатов исследований. Проведено сопоставление выявленных подозрительных очагов с результатами морфологической оценки биоптатов, полученных из данного отдела ПЖ. Изучены и систематизированы причины ложных результатов.

**Результаты.** В протоколах МРТ-исследования было отмечено 54 МРТ-положительных очага, которые были подвергнуты фьюжн-биопсии. В 34 наблюдениях результаты МРТ были ложноположительными и обусловлены локальным воспалением со снижением интенсивности сигнала на T2-взвешенных изображениях (ВИ), с признаками ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата – 16 наблюдений, в том числе клиновидной формы; инкапсулированными узлами гиперплазии – 7 случаев; минимальными размерами изменений – 3 наблюдения. В 2 случаях имела место переоценка данных диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и динамического контрастного усиления (ДКУ). В 24 биоптатах, полученных при систематической биопсии, была выявлена аденокарцинома в участках, которые не были отмечены при МРТ-ложноотрицательных результатах. Дополнительный анализ результатов МРТ позволил ретроспективно обнаружить изменения в данных участках только в 1 случае. Чувствительность МРТ составила 45%, прогностичность положительного результата – 37%.

**Выводы.** Результаты исследования выявили существенную субъективность в интерпретации МРТ-данных при диагностике РПЖ. Гипердиагностика опухолевых изменений оказалась значительной, с частотой ложноположительных результатов 55% в периферической зоне (PZ) и 72% в транзиторной зоне (TZ). Наибольшая доля ложноположительных результатов – 26 (76%) из 34 – имела место в категории PI-RADS 3. Основной причиной ошибочной диагностики (32% случаев) стали морфологические изменения, обусловленные диффузным или локальным воспалением, которые имитировали опухоль: снижение сигнала на T2ВИ, ограничение диффузии и раннее контрастное усиление при ДКУ. В 21% случаев ложноположительные результаты в TZ были связаны с недостаточным вниманием к признаку полной инкапсулированности подозрительных узлов, который можно подтвердить при последовательном анализе T2ВИ на смежных срезах. Еще 15% ложноположительных результатов в PZ возникли из-за недооценки клиновидной формы очагов, являющейся ключевым дифференциальным признаком.

Полученные данные подчеркивают необходимость стандартизации критериев оценки данных МРТ, детального анализа выявленных очагов, учета клинических данных о воспалении и для снижения гипердиагностики.



**Ключевые слова:** PI-RADSV2.1; рак предстательной железы; мультипараметрическая МРТ; PIRADS; фьюжн-биопсия предстательной железы

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Громов А.И., Корякин А.В., Каприн А.Д., Алексеев Б.Я., Сивков А.В., Толстов И.С. Ретроспективный анализ данных МРТ пациентов, перенесших фьюжн-биопсию предстательной железы. *Медицинская визуализация*. 2025; 29 (4): 107–119. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1573>

**Поступила в редакцию:** 04.06.2025. **Принята к печати:** 27.06.2025. **Опубликована online:** 29.10.2025.

## Retrospective analysis of MRI data in patients undergoing fusion biopsy of the prostate

© Alexander I. Gromov<sup>1, 2</sup>, Andrey V. Koryakin<sup>1</sup>, Andrey D. Kaprin<sup>6, 3, 4</sup>, Boris Ya. Alekseev<sup>6, 5</sup>, Andrey V. Sivkov<sup>1</sup>, Ivan S. Tolstov<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of Russian Federation; 51-1, 3rd Parkovaya str., Moscow 105425, Russian Federation

<sup>2</sup> The Russian University of Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 4, Dolgorukovskaya str., Moscow 127006, Russian Federation

<sup>3</sup> P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 3, 2nd Botkinsky proezd, Moscow 125284, Russian Federation

<sup>4</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; 6, Miklukho-Maklay str., Moscow 117198, Russian Federation

<sup>5</sup> Russian Biotechnological University; 11, Volokolamskoye shosse, Moscow 125080, Russian Federation

<sup>6</sup> National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3, 2nd Botkinsky proezd, Moscow 125284, Russian Federation

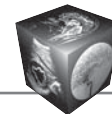
To investigate the causes of low diagnostic accuracy of MRI criteria for prostate cancer by correlation with histopathological findings from MRI-targeted fusion biopsy.

**Materials and methods.** A retrospective analysis of prostate MRI data was performed in 38 patients who subsequently underwent MRI-targeted fusion biopsy. All imaging studies were independently reviewed by a radiologist with 7 years of experience in prostate imaging. Identified suspicious lesions were correlated with histopathological findings from corresponding prostate biopsy samples. The causes of discordant results were systematically analyzed and categorized.

**Results.** The MRI studies identified 54 MRI-positive lesions that subsequently underwent fusion biopsy. Among these, 34 cases demonstrated false-positive MRI findings attributed to the following causes: localized inflammation exhibiting T2-weighted hypointensity, restricted diffusion, and early contrast enhancement (16 cases, including wedge-shaped lesions); encapsulated hyperplastic nodules (7 cases); and minimal lesion size (3 cases). Two cases resulted from overinterpretation of diffusion-weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI data. Systematic biopsy revealed adenocarcinoma in 24 tissue samples obtained from areas not identified as suspicious on MRI (false-negative results). Retrospective analysis of MRI findings allowed detection of subtle abnormalities in only one of these cases. The MRI demonstrated a sensitivity of 45% and positive predictive value of 37%.

**Conclusion.** The study results revealed substantial subjectivity in MRI data interpretation for prostate cancer diagnosis. Overdiagnosis of tumorous changes was significant, with false-positive rates of 55% in the peripheral zone (PZ) and 72% in the transition zone (TZ). The highest proportion of errors (76%) occurred in PI-RADS category 3 lesions, where 26 out of 34 false-positive findings were associated with this group. The primary cause of misdiagnosis (32% of cases) was morphologic changes caused by diffuse or localized inflammation mimicking tumor features: hypointensity on T2-weighted imaging (T2WI), restricted diffusion, and early enhancement on dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI. In 21% of TZ cases, errors were related to insufficient attention to the complete encapsulation sign of suspicious nodules, which can be confirmed through sequential analysis of T2WI on adjacent slices. An additional 15% of false-positive results in the PZ occurred due to underestimation of wedge-shaped lesion morphology, a key differential diagnostic feature. These findings highlight the need for standardized MRI evaluation criteria, detailed analysis of lesion characteristics, and incorporation of clinical inflammation data to reduce overdiagnosis.

**Keywords:** PI-RADSV2.1; prostate cancer; MRI; PIRADS; MRI-targeted fusion biopsy



**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** Gromov A.I., Koryakin A.V., Kaprin A.D., Alekseev B.Y., Sivkov A.V., Tolstov I.S. Retrospective analysis of MRI data in patients undergoing fusion biopsy of the prostate. *Medical Visualization*. 2025; 29 (4): 107–119. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1573>

**Received:** 04.06.2025.

**Accepted for publication:** 27.06.2025.

**Published online:** 29.10.2025.

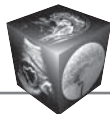
## Введение

В настоящее время мультипараметрическая магнитно-резонансная томография (мпМРТ) является общепризнанным методом визуализации изменений в предстательной железе (ПЖ) и используется для оценки целесообразности пункции и определения местоположения подозрительных участков для прицельной биопсии [1]. Интерпретация получаемых при мпМРТ данных должна проводиться в соответствии со специально разработанной системой оценки PI-RADS v2.1 [2–4]. Проведенные работы показали, что следование рекомендациям данной системы повышает показатели диагностической эффективности МРТ не только в диагностике рака предстательной железы (РПЖ), но и в оценке степени его злокачественности [5]. Объективная трудность МРТ-диагностики РПЖ, особенно в транзитной зоне, в передних отделах и в верхушке, обуславливает большое число ложноотрицательных и особенно ложноположительных результатов, что определяет низкие показатели специфичности метода. М.А. Arafat и соавт. (2023) [6] показали, что доля ложноположительных результатов МРТ составила 51,1%. В этих условиях, безусловно, представляют интерес любые попытки сопоставить изменения, обнаруженные при МРТ, с морфологическими данными в том же участке ПЖ. Такие возможности в настоящее время представляет исследование полученного морфологического материала не только при радикальной простатэктомии, но и при целенаправленной пункции. Однако большинство работ, основанных на сопоставлении данных МРТ, оцененных в соответствии с рекомендациями PI-RADS v2.1, с результатами морфологического исследования материала, полученного в результате пункции или простатэктомии, посвящено статистическому анализу частоты выявления рака по данным МРТ и, прежде всего, для различных вариантов систематической и направленной пункции. Показана большая частота встречаемости рака при PI-RADS 5, чем при PI-RADS 4 [7]. Y. Liu и соавт. (2023) [8], изучив 356 отдельных очагов, обнаруженных при МРТ, из которых 208 оказались очагами клинически значимого рака, показали преимущества таргетной биопсии при опухолях периферической зоны, в то время как при опухолях транзитной зоны таргетную биопсию рекомендовано было сочетать с сис-

тематической. F.J.H. Drost и соавт. (2019) [9] провели метаанализ 18 исследований, результатом которого явилось то, что использование МРТ позволяет повысить эффективность выявления рака по сравнению с систематической пункцией. Результатом проведенной работы L. Klotz и соавт. (2021) [10] явилось то, что клинически значимый РПЖ был выявлен в 35% при МРТ с прицельной биопсией против 30% при систематической.

Ряд работ посвящен оценке эффективности отдельных параметров МРТ в диагностике РПЖ. С. Artrick и соавт. (2019) [11] на основе результатов МРТ и морфологических сопоставлений сравнивали количественные данные диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и T2-взвешенных изображений (ВИ) в дифференциальной диагностике доброкачественной гиперплазии ПЖ (ДГПЖ) и рака в транзитной зоне ПЖ. Использование количественных T2ВИ не подтвердило возможность дифференцировать рак, железистую и стромальную ДГПЖ. Часть работ посвящена проблеме зависимости результатов МРТ от индивидуального опыта исследователя. Н.С. Kang и соавт. (2021) [12], сравнив частоту встречаемости ложных заключений при МРТ ПЖ, показали значительно большую точность в заключениях специалистов со значительным стажем в области оценки ПЖ и обычных абдоминальных рентгенологов – 80,1 и 54,6% соответственно.

Только некоторые работы посвящены анализу МРТ-семиотики РПЖ и оценке значимости отдельных МРТ-признаков опухоли, на которых, собственно, и основана МРТ-диагностика заболевания. J.S. Quon и соавт. (2015) [13] попытались проанализировать причины ложноположительных результатов, возникающих при мпМРТ ПЖ. В данном обзоре на основании анализа работ предыдущих лет поднимается вопрос о проблемах оценки изменений в центральной зоне и передней фибромышечной строме, в узлах доброкачественной гиперплазии, при остром и хроническом простатите, при последствиях предшествующих пункций. Работа C.S. Lim и соавт. (2021) [14] посвящена проблеме оценки не полностью инкапсулированных узлов транзитной зоны. Показано, что встречаемость рака в таких узлах была ниже (28%) по сравнению с обычными, неинкапсулированными участками PI-RADS 3 (44%). E. Rourke и соавт. (2019) [15] проанализировали



случаи ложноположительных результатов МРТ, которых оказалось 70,5%, и показали, что 54,5% поражений были обусловлены воспалением (морфологически подтвержденным).

В то же время работ, посвященных определению того, что явилось причиной принятия диагностического решения, которое оказалось ложным, в доступной литературе нами не обнаружено.

## Материал и методы

Проведено ретроспективное изучение данных МРТ, на основании которых была выполнена фьюжн-биопсия ПЖ 38 пациентам. МРТ этим пациентам выполнялась на томографах с напряженностью магнитного поля 1,5 и 3 Тл в различных учреждениях. Однако протокол всех исследований включал: FSE T2 в трех плоскостях с различной толщиной среза, аксиальные ДВИ, в том числе с высоким b-фактором – более 1400 с/мм<sup>2</sup>, с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), аксиальные изображения динамического контрастного усиления (ДКУ).

У этих пациентов было выявлено 54 МРТ-положительных очага в ПЖ, которые были отмечены в протоколе исследования. Все выявленные при МРТ очаги, подозрительные на РПЖ, были подвергнуты фьюжн-биопсии. При этом каждый из таких участков подвергался 3–4–5 пункциям в зависимости от размера. Помимо этого, во всех случаях дополнительно выполнялась систематическая биопсия ПЖ с суммарным количеством биопсийных выстрелов от 12 до 22.

Все полученные биоптаты были подвергнуты морфологическому исследованию с оценкой балла по Глисон и указанием процента поражения площади среза столбика.

Было проведено сопоставление выявленных подозрительных очагов, их местоположение, балл по классификации PI-RADS v.2-1 с результатами морфологической оценки биоптатов, полученных из данного отдела ПЖ.

## Методика фьюжн-биопсии ПЖ

Первым этапом явилась подготовка плана биопсии при помощи специального программного обеспечения MIM Symphony. Импорт данных МРТ осуществлялся из PACS (системы передачи и архивации изображений) или с USB- и DVD-носителя. После этого совместно с врачом-рентгенологом проводили загрузку в планирующую систему необходимых серий (T2 ax, T2 cor, DCE, DWI, ADC), производили оконтуривание ПЖ и подозрительных очагов (рис. 1).

Пункция ПЖ проводилась в условиях операционной. Устанавливался уретральный катетер Foley №16-20 Ch. В прямую кишку вводили специальный ультразвуковой датчик для чреспростежностных манипуляций, который закреплялся на брахитерапевтическом степпере. Производилось сканирование ПЖ от основания к верхушке с последующим совмещением полученных контуров МРТ с “живым” ультразвуковым изображением. После завершения совмещения изображений проводи-

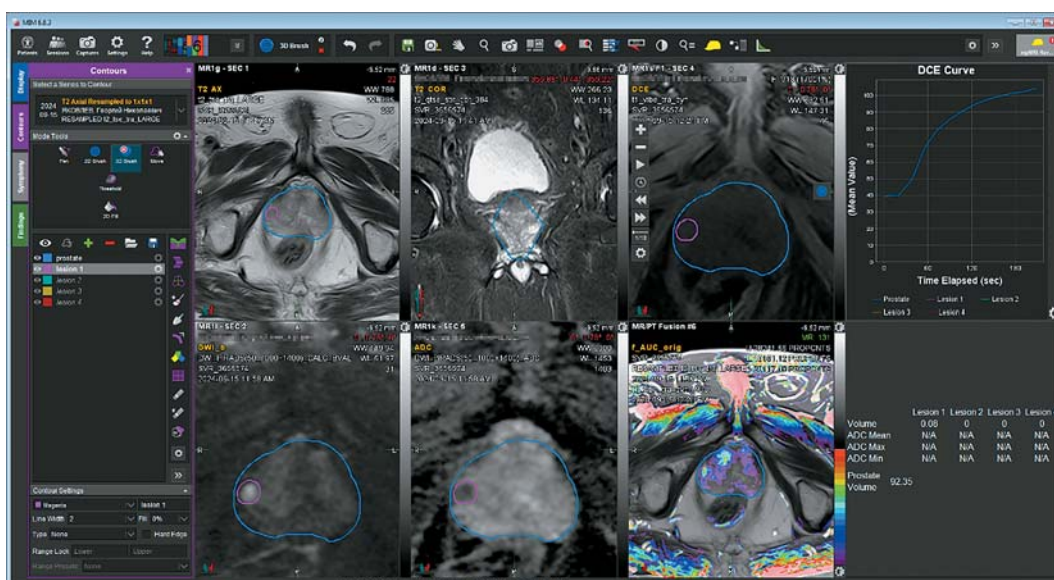
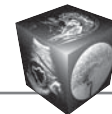


Рис. 1. Процесс оконтуривания предстательной железы и подозрительных очагов.

Fig. 1. Prostate gland and suspicious lesions contouring process.



**Рис. 2.** Ультразвуковой датчик, установленный на брахитерапевтическом степпере. Забор биоптатов производится через координатную решетку.

**Fig. 2.** Ultrasound transducer mounted on a brachytherapy stepper. Biopsy cores are obtained through the coordinate grid.

лась таргетная биопсия ПЖ с возможностью регистрации каждого биопсийного выстрела (рис. 2).

После окончания биопсии формировалась подробная 3D-карта – отчет с детальным описанием и наглядным графическим представлением каждого биопсийного выстрела, а также их фотографическое подтверждение (рис. 3).

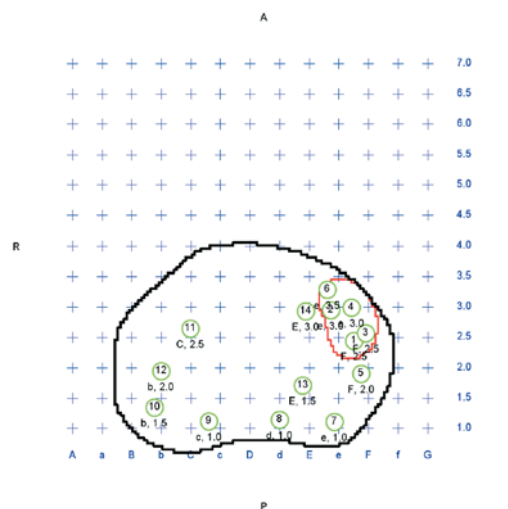
### Результаты исследования

В протоколах описания результатов МРТ ПЖ 38 пациентов было отмечено 54 отдельных очага с различной степенью вероятности наличия клинически значимого РПЖ. 29 очагов располагались в периферической зоне (PZ) и 25 – в транзитной зоне (TZ). В зависимости от балла, определенного в соответствии с классификацией PI-RADS v2.1, выявленные очаги были следующими: PI-RADS 3 – 30, PI-RADS 4 – 14, PI-RADS 5 – 10. Распределение выявленных очагов в зависимости от их зональной принадлежности и категории по PI-RADS представлено в табл. 1.

**Таблица 1.** Распределение выявленных очагов в зависимости от их зональной принадлежности и категории по PI-RADS v2.1

**Table 1.** Distribution of identified focal lesions according to zonal anatomy and PI-RADS v2.1 classification

Зона исследования Research area	PI-RADS 3 (30)	PI-RADS 4 (14)	PI-RADS 5 (10)
Периферическая Peripheral zone (PZ)	14	10	5
Транзитная Transition zone (TZ)	16	4	5

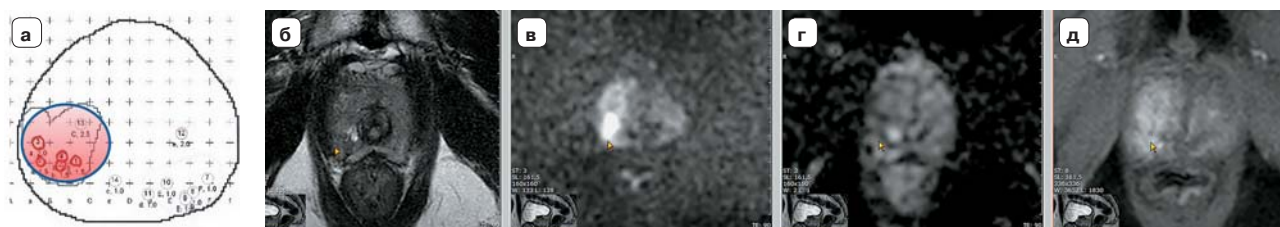


**Рис. 3.** Фрагмент постбиопсийного отчета. Схема расположения биоптатов в предстательной железе.

**Fig. 3.** Post-biopsy report excerpt. Diagram of biopsy core distribution within the prostate gland.

При первично установленной категории PI-RADS 5 из 10 отмеченных очагов в 5 было подтверждено наличие ацинарной аденокарциномы. Среди них Глисон (3+4) был у 2 и (4+3) был также у 2 и у 1 – Глисон 8 (4+4). В 4 случаях морфологического подтверждения наличия рака не было. Из них в 3 случаях повторный ретроспективный анализ клинических и МРТ-данных показал наличие диффузного воспаления в железе, сопровождающегося снижением интенсивности сигнала, ограничением диффузии и ранним контрастированием при ДКУ. В одном случае категория PI-RADS явно была завышена. И хотя отмечались изменения на ДВИ, они не подтверждались данными карты ИКД (рис. 4).

При установленной категории PI-RADS 4 биопсия подтвердила действительное наличие аденокарциномы в 10 случаях из 14 (Глисон 6 (3+3) – 6; Глисон 7 (3+4) – 2; Глисон 7 (4+3) – 1; Глисон 8 (4+4) – 1).



**Рис. 4.** Случай завышения категории PI-RADS. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительного участка по данным МРТ, из которого получали дополнительные таргетные биоптаты.); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. В PZ в правой доле определяется участок высокой интенсивности сигнала на ДВИ (b-фактор 1400) (стрелки) и признаками раннего накопления контрастного препарата при ДКУ, однако карта ИКД не подтверждает ограничение диффузии в данном участке.

**Fig. 4.** Case of PI-RADS category overestimation. **a** – Post-biopsy report (red indicates MRI-suspicious area for additional targeted cores); **б** – T2WI; **в** – High b-value DWI; **г** – ADC map; **д** – DCE. The PZ of the right lobe shows a hyperintense area on DWI ( $b = 1400 \text{ s/mm}^2$ , arrows) with early contrast enhancement on DCE, but the ADC map demonstrates no definitive diffusion restriction.

При установленной категории PI-RADS 3 биопсия подтвердила действительное наличие аденокарциномы только в 4 случаях из 30. Оценка по шкале Глисона была следующей: Глисон 6 (3+3) – 2; Глисон 8 (4+4) – 2.

Данные о распределении выявленных при МРТ очагов в зависимости от места положения и наличия морфологического подтверждения представлены в табл. 2.

Из представленных данных следует, что в 34 (63%) случаях имели место ложноположительные результаты при первичной оценке МРТ – морфо-

логическое исследование биоптатов из отмеченных участков ПЖ не показало наличия опухоли. В этих случаях оценка PI-RADS 3 была установлена в 26 случаях, PI-RADS 4 – в 4, PI-RADS 5 – в 4 случаях.

Для определения наличия различий значений простатспецифического антигена (ПСА) у пациентов с подтвержденным РПЖ и у пациентов, у которых он не подтвердился или был обнаружен только в одном участке при систематической пункции со значениями Глисон 6 (3+3), было проведено сопоставление таких данных (табл. 3).

**Таблица 2.** Распределение выявленных при МРТ очагов в зависимости от места положения и наличия морфологического подтверждения

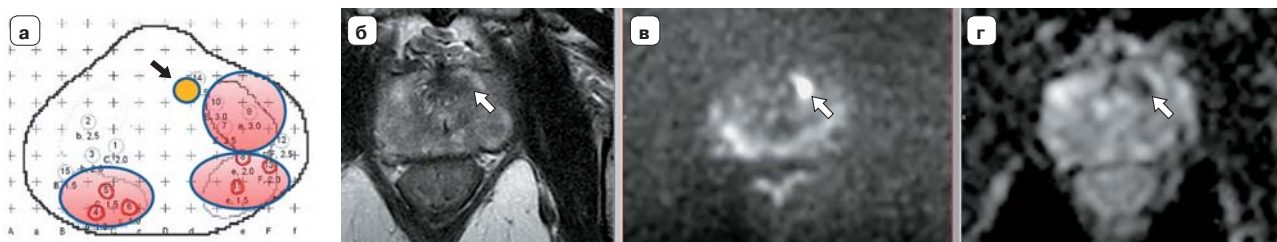
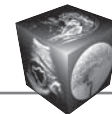
**Table 2.** Distribution of MRI-detected lesions by anatomical location and histopathological confirmation status

Зона исследования Research area	Морфологически подтверждено Histologically confirmed	Морфологически не подтверждено Not histologically confirmed
Периферическая Peripheral zone (PZ)	13	16
Транзитная Transition zone (TZ)	7	18
Всего Total	20	34

**Таблица 3.** Средние значения общего ПСА у пациентов с наличием и отсутствием морфологического подтверждения рака или его обнаружения в одном биоптате в зависимости от установленной категории PI-RADS

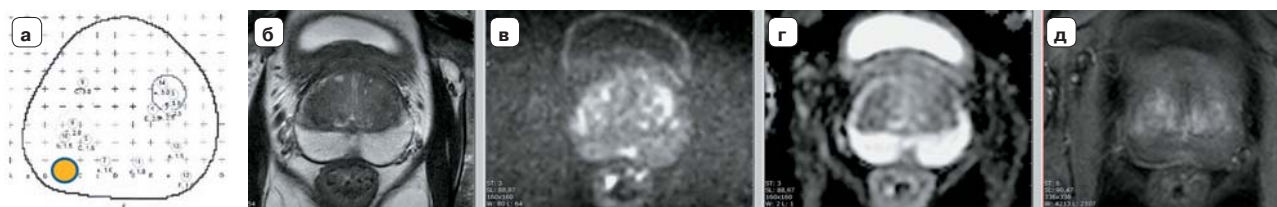
**Table 3.** Mean values of total PSA in patients with and without morphological confirmation of cancer or its detection in a single biopsy core depending on the established PI-RADS category

PI-RADS	Морфологически подтверждено Histologically confirmed	Морфологически не подтверждено Not histologically confirmed
PI-RADS 3	7,0	7,5
PI-RADS 4	6,6	6,5
PI-RADS 5	11,8	



**Рис. 5.** Очаг аденокарциномы (стрелка), обнаруженной при морфологическом исследовании материала, полученного при систематической пункции, не отмеченный при первичном описании МРТ. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительных участков по данным МРТ, из которых целенаправленно получали дополнительные биоптаты. Желтым цветом отмечен участок, при систематической пункции которого была выявлена аденокарцинома, однако изменения при МРТ в этом отделе не отмечались); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД. В TZ в нижней трети железы имеется очаг сниженной интенсивности МР-сигнала на Т2ВИ, в котором имеются признаки ограничения диффузии.

**Fig. 5.** Adenocarcinoma focus (arrow) detected on systematic biopsy but missed during initial MRI interpretation. **a** – Post-biopsy report (red indicates MRI-suspicious areas for targeted biopsies; yellow marks the systematic biopsy-proven adenocarcinoma site with no corresponding MRI findings); **б** – T2WI; **в** – High b-value DWI ( $b = 1400 \text{ s/mm}^2$ ); **г** – ADC map. The TZ in the inferior third of the gland shows a hypointense T2WI lesion with diffusion restriction features.



**Рис. 6.** Наблюдение пациента, у которого при морфологическом исследовании: “В одном из четырнадцати столбиков ткани предстательной железы (№8) определяется очаг, подозрительный на ацинарную аденокарциному”. №8 располагается в периферической зоне справа в ПЗ (д). **а** – постбиопсийный отчет (желтым цветом отмечено местоположение участка, из которого получено морфологическое подтверждение); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. При МРТ данных о наличии РПЖ не получено.

**Fig. 6.** Case study of a patient with histopathological findings: “One of fourteen prostate tissue cores (Core 8) contained a focus suspicious for acinar adenocarcinoma”. Core 8 was located in the right peripheral zone (PZ) (panel d). **a** – Post-biopsy report (yellow indicates the biopsy-proven location); **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – High b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – Apparent diffusion coefficient (ADC) map; **д** – Dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI. No MRI findings suggestive of prostate cancer were identified in this case.

Таким образом, у пациентов, у которых РПЖ не был обнаружен при морфологическом исследовании или обнаружен единичный очаг при систематической пункции, значения ПСА не отличались от таковых у больных с подтвержденным раком ни в категории PI-RADS 3, ни в PI-RADS 4.

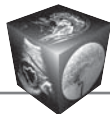
### Ложноотрицательные результаты

В 24 биоптатах, полученных при систематической биопсии, была выявлена аденокарцинома в участках, которые не были отмечены при МРТ. Дополнительный анализ результатов МРТ позволил ретроспективно обнаружить изменения в таком участке только в 1 случае. В TZ в нижней трети железы имелся очаг сниженной интенсивности МР-сигнала на Т2ВИ, в котором имелись признаки ограничения диффузии (рис. 5). Во всех остальных

23 случаях изменений на МР-томограмме в области, где был получен биоптат с положительным морфологическим заключением, обнаружено не было (рис. 6). Во всех случаях балл по Глисон составил 6 (3+3). В тех случаях, когда в протоколе морфологического исследования была отмечена площадь среза столбика, она составляла до 10% в 4 случаях и до 20% в 2 случаях.

### Обсуждение

Вначале нужно отметить, что у данного исследования есть некоторые ограничения. Во-первых, было принято за истину, что таргетные биоптаты получены именно из того участка ПЖ, который был отмечен в протоколе МРТ. Во-вторых, повторную оценку результатов МРТ проводил единственный врач-рентгенолог, что, безусловно, вносит опре-



**Таблица 4.** Причины ложноположительных результатов  
**Table 4.** Causes of false-positive results

Причина Cause	PI-RADS 3 (26)	PI-RADS 4 (4)	PI-RADS 5 (4)
Наличие полей снижения интенсивности МР-сигнала на Т2ВИ с признаками раннего контрастирования при ДКУ и умеренного ограничения диффузии, но имеющих диффузное распространение, в том числе двустороннее, что характерно для воспаления The presence of areas with reduced signal intensity on T2-weighted images showing early enhancement on DCE-MRI and moderate diffusion restriction, but demonstrating diffuse (including bilateral) distribution, which is characteristic of inflammatory changes	6	1	4
Не принято во внимание наличие капсулы, полностью окружающей узел в TZ, в том числе с признаками ограничения диффузии The presence of a capsule completely surrounding the nodule in the TZ (transition zone), including features of diffusion restriction, was not taken into account	6	1	
Наличие полей снижения интенсивности МР-сигнала на Т2ВИ с признаками раннего контрастирования при ДКУ и умеренного ограничения диффузии, но имеющих форму клина Presence of areas with reduced signal intensity on T2-weighted imaging (T2WI) demonstrating early enhancement on dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) and moderate diffusion restriction, but exhibiting a wedge-shaped morphology	3	2	
Наличие отдельных участков, имеющих повышенную интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором и низкой интенсивностью на карте ИКД, однако имеющих минимальный размер и отражающихся только на одном срезе Presence of focal areas showing high signal intensity on high b-value DWI with corresponding low signal intensity on ADC maps, though demonstrating minimal size and visibility on only a single slice	5		
Переоценка данных ДВИ при отсутствии изменений на карте ИКД Reassessment of DWI findings is warranted in the absence of ADC map changes	1		
Переоценка данных ДКУ, в том числе в TZ Reassessment of DCE-MRI findings, including in the transition zone (TZ)	1		
Нет объяснения. Изменения на МРТ не обнаружены No explanation. No MRI changes were detected	4		

деленный субъективизм. Кроме того, следует отметить, что низкие показатели диагностической ценности мпМРТ обусловлены тем, что большая часть пациентов получила значение PI-RADS 3.

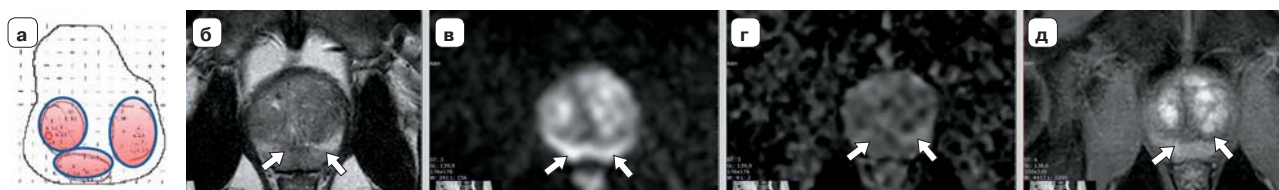
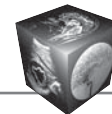
Анализ полученных данных показал, что число очагов, подозрительных на РПЖ, располагающихся в TZ, превышал их число в PZ – 29 и 25 соответственно (см. табл. 1). Однако этот факт не опровергает распространенное мнение, что РПЖ возникает прежде всего в PZ. Вероятно, это обусловлено тем, что в настоящее время из-за сложности картины TZ на фоне различного рода узлов доброкачественной гиперплазии число участков, которые вызывают подозрение на опухолевые, велико. Безусловно, данный факт обусловлен, прежде всего, значительной субъективностью, которая присутствует при анализе МР-картины ПЖ.

Проведен анализ 34 случаев ложноположительных результатов МРТ. Попытка систематизи-

ровать причины данных ложных заключений с указанием, какую МР-картину имели подозрительные участки в ПЖ, представлена в табл. 4. Конечно, нужно отметить, что такая систематизация в значительной степени субъективна, так как основана на мнении одного рентгенолога, получившего впечатление от анализа имеющегося материала.

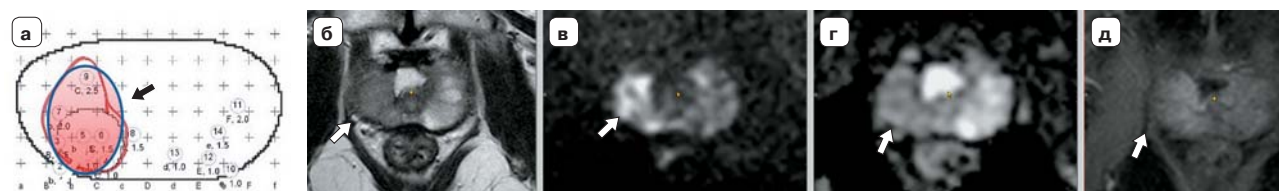
Представленные данные свидетельствуют о том, что подавляющее число ложноположительных заключений было в категории PI-RADS 3 (26 из 34), что совершенно объяснимо.

У 11 пациентов, у которых не было подтверждено наличие РПЖ, при ретроспективной оценке данных МРТ было обнаружено наличие больших полей сниженного МР-сигнала на Т2ВИ, при этом в этих же участках отмечались признаки ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата при ДКУ (рис. 7, 8). Безусловно, совокупность таких признаков могла быть основанием



**Рис. 7.** Обширное поле в обеих половинах PZ, имеющее все признаки злокачественности (стрелки), не подтвержденное морфологическим исследованием, очевидно, обусловленное воспалением. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительных участков по данным МРТ, из которых целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – T2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. Снижение интенсивности МР-сигнала на T2ВИ; повышение интенсивности МР-сигнала на ДВИ; снижение интенсивности на карте ИКД; диффузное интенсивное накопление контрастного препарата в раннюю фазу ДКУ.

**Fig. 7.** Extensive bilateral PZ involvement exhibiting all malignant features (arrows), ultimately confirmed as inflammation on histopathological examination. **a** – Post-biopsy report (red indicates MRI-suspicious areas selected for targeted biopsy); **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – High b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – Apparent diffusion coefficient (ADC) map; **д** – Dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI.



**Рис. 8.** Диффузная неоднородность PZ правой доли железы на фоне дефекта от трансуретральной резекции, очевидно, обусловленное воспалением. **а** – постбиопсийный отчет (цветом отмечено местоположение подозрительных участков по данным МРТ, из которых целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – T2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД. Снижение интенсивности МР-сигнала на T2ВИ; повышение интенсивности МР-сигнала на ДВИ; снижение интенсивности на карте ИКД; диффузное интенсивное накопление контрастного препарата в раннюю фазу ДКУ.

**Fig. 8.** Diffuse heterogeneity in the right PZ secondary to TUR defect, likely inflammatory in nature. **a** – Post-biopsy report (color-coded MRI-suspicious areas for targeted biopsy); **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – High b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – Apparent diffusion coefficient (ADC) map.

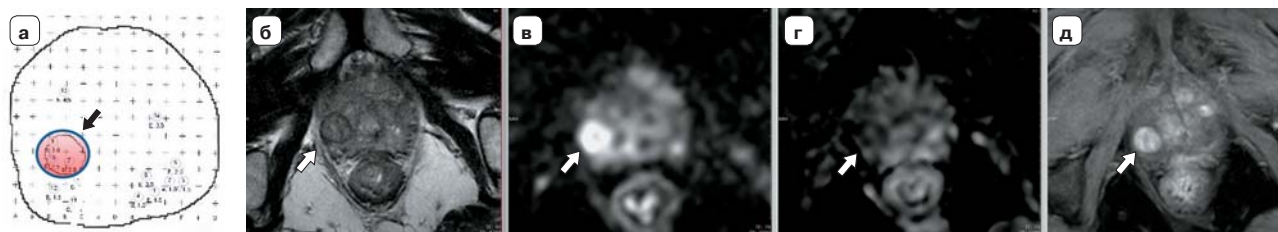
для подозрения наличия злокачественного поражения, причем в 4 случаях была установлена категория PI-RADS 5 и в одном PI-RADS 4. Объяснить такую МР-картину в ПЖ можно только наличием воспаления и, вероятно, в стадии обострения.

В 7 случаях в протоколе МРТ были отмечены как подозрительные участки в TZ, представляющие собой полностью инкапсулированные узлы. Сомнение в их доброкачественности вызвало наличие признаков ограничения диффузии в виде снижения интенсивности сигнала на карте ИКД и повышения интенсивности МР-сигнала на ДВИ с высоким b-фактором (рис. 9). Вероятно, чтобы избежать таких ошибок нужно оценивать наличие капсулы на нескольких срезах. Помощь в визуализации капсулы могут оказать контрастные изображения, при которых в некоторых случаях капсула прослеживается более отчетливо.

В 5 случаях ретроспективная оценка участков, которые были подозрительными, но морфологическое подтверждение РПЖ в них получено не

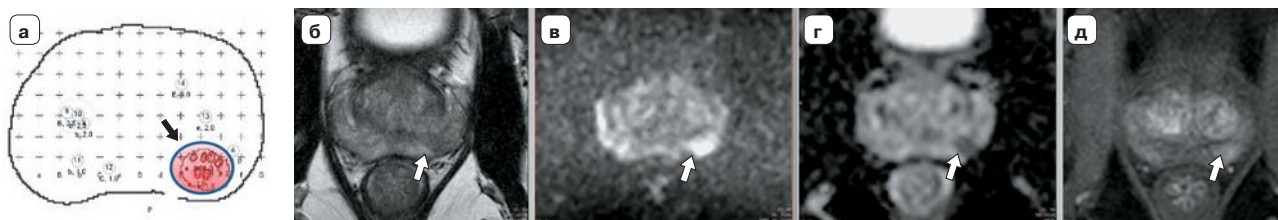
было, показала, что участки имели форму клина с выпрямленными контурами (рис. 10). Это можно было зафиксировать на T2ВИ, на карте ИКД и в некоторых случаях наиболее отчетливо на изображениях после контрастирования (рис. 11). На ДВИ форма клина прослеживалась менее отчетливо. Нужно отметить, что впечатление о том, что участок клиновидный, могло создаться при просмотре нескольких рядом расположенных срезов. Данные участки показывали признаки ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата, что и сделало их подозрительными на РПЖ.

В 5 наблюдениях на месте участка, который был отмечен как подозрительный на опухолевый, при повторном просмотре обнаруживались отдельные мелкие очаги, имеющие повышенную интенсивность сигнала на ДВИ с высоким b-фактором и низкой интенсивностью на карте ИКД, при этом отражались они только на одном единственном срезе (рис. 12).



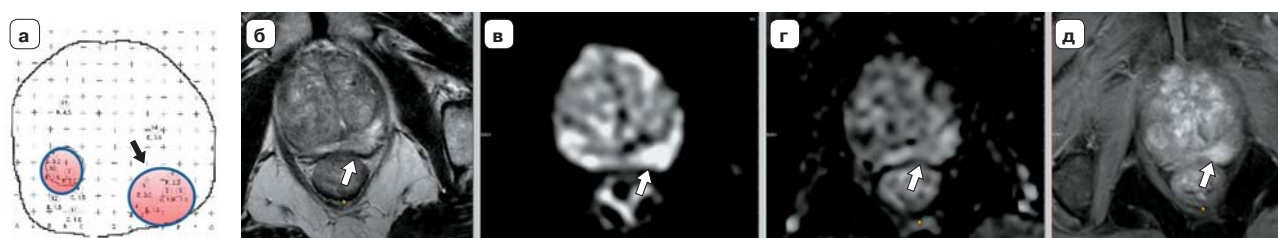
**Рис. 9.** Очаг в TZ правой доли предстательной железы, вызвавший подозрение на возможность злокачественности (стрелки). **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительных участков по данным МРТ, из которых целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. Узел полностью инкапсулирован на Т2ВИ и при ДКУ.

**Fig. 9.** Suspicious focal lesion in the right TZ suggestive of potential malignancy (arrows). **a** – Post-biopsy report (red indicates MRI-suspicious locations for targeted biopsy sampling); **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – High b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – Apparent diffusion coefficient (ADC) map; **д** – Dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI. The nodule demonstrates complete encapsulation on both T2WI and DCE sequences.



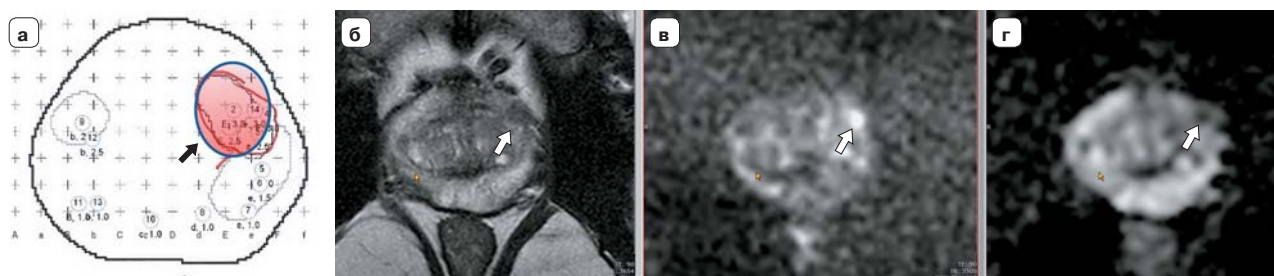
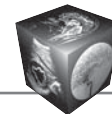
**Рис. 10.** Очаг в PZ левой доли предстательной железы, вызвавший подозрение на возможность злокачественности, имеющий форму клина (стрелки), не подтвержденный морфологическим исследованием. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительного участка по данным МРТ, из которого целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. Снижение интенсивности МР-сигнала в клиновидном участке с выпрямленными краями на Т2ВИ, с признаками ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата при ДКУ.

**Fig. 10.** Wedge-shaped lesion in the left PZ with suspicious malignant features (arrows), not confirmed by histopathology. **a** – Post-biopsy report (red indicates MRI-suspicious area for targeted biopsy); **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – High b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – Apparent diffusion coefficient (ADC) map; **д** – Dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI.



**Рис. 11.** Очаг в PZ левой доли предстательной железы, вызвавший подозрение на возможность злокачественности, имеющий форму клина (стрелки), не подтвержденный морфологическим исследованием. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительных участков по данным МРТ, из которых целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД; **д** – ДКУ. Подозрительный очаг имеет сниженную интенсивность МР-сигнала на Т2ВИ, признаки ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата при ДКУ. Наиболее отчетливо клиновидная форма участка и его выпрямленные контуры видны на контрастных изображениях.

**Fig. 11.** A wedge-shaped lesion (arrows) in the peripheral zone (PZ) of the left prostatic lobe, suggestive of malignancy but not confirmed by histopathological analysis. **a** – shows the post-biopsy report with MRI-suspicious areas marked in red, corresponding to sites of targeted biopsy sampling; **б** – T2-weighted imaging (T2WI); **в** – high b-value diffusion-weighted imaging (DWI); **г** – apparent diffusion coefficient (ADC) map; **д** – dynamic contrast-enhanced (DCE) imaging. The lesion exhibits hypointense signal on T2WI, restricted diffusion, and early contrast enhancement on DCE. Its wedge-shaped morphology and straight borders are most conspicuous on contrast-enhanced sequences.



**Рис. 12.** Мелкий участок ограничения диффузии в левой доле, не подтвержденный морфологически. **а** – постбиопсийный отчет (красным цветом отмечено местоположение подозрительного участка по данным МРТ, из которого целенаправленно получали дополнительные биоптаты); **б** – Т2ВИ; **в** – ДВИ с высоким b-фактором; **г** – карта ИКД. Очаг в левой доле ПЖ, имеющий сниженную интенсивность сигнала на Т2ВИ, признаки ограничения диффузии. Однако он виден только на одном срезе.

**Fig. 12.** A small area of restricted diffusion in the left lobe not confirmed by pathological examination. The post-biopsy report (**a**) shows the MRI-suspicious location marked in red indicating the site of targeted additional biopsy sampling; **б** – T2-weighted imaging; **в** – high b-value diffusion-weighted imaging; **г** – apparent diffusion coefficient map. The lesion in the left lobe of the prostate gland demonstrates hypointense signal on T2-weighted imaging and features of restricted diffusion, though it is only visible on a single imaging slice.

В одном случае подозрение на злокачественность было основано на выявлении участка, имевшего высокую интенсивность сигнала на ДВИ, при этом на карте ИКД никакие изменения обнаружены не были (см. рис. 4).

В одном случае в участке, который был обозначен как подозрительный, кроме раннего контрастирования при ДКУ, никаких других признаков злокачественности обнаружено не было.

В 5 наблюдениях при повторном просмотре данных МРТ никаких изменений в участке, указанном в первичном протоколе как подозрительный, обнаружено не было. Это могло быть технической ошибкой или опiskой в протоколе.

Таким образом, проведенный анализ показал, что в большинстве случаев ложноположительная диагностика РПЖ при МРТ была обусловлена объективными причинами и, в первую очередь, трудностями дифференциальной диагностики опухолевых и воспалительных изменений, которые имеют однотипные изменения на всех соответствующих последовательностях мпМРТ. В то же время учет анамнестических, клинических и лабораторных данных, тщательная оценка распространенности выявленных изменений при МРТ, выявление разлитого и диффузного распространения в PZ или, наоборот, четко ограниченного участка клиновидной формы могут позволить отнести данные изменения к воспалительным.

## Выводы

1. Чувствительность МРТ в выявлении очагов вероятного наличия рака предстательной железы составила 45%, прогностичность положительного результата – 37%.

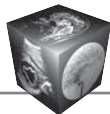
2. Имеется значительная гипердиагностика рака предстательной железы при МРТ, при этом число ложноположительных результатов в очагах периферической зоны составило 55%, транзиторной зоны – 72%.

3. Наибольшее число ложных результатов МРТ имеется в категории PI-RADS 3. Из 34 ложноположительных результатов 26 (76%) оказались в этой категории.

4. Наиболее частой причиной ложноположительной диагностики рака явилось диффузное или локальное воспаление предстательной железы (32%). Локальные участки воспаления имеют все признаки опухоли: снижение МР-сигнала на Т2ВИ, ограничение диффузии и раннее накопление контрастного препарата при ДКУ.

5. В 21% случаев причиной ложноположительной диагностики рака явилась недооценка признака полной инкапсулированности подозрительных узлов TZ. Последовательный просмотр Т2ВИ на соседних срезах позволяет убедиться в наличии такой капсулы.

6. В 15% случаев причиной ложноположительной диагностики рака явилась недооценка признака клиновидной формы подозрительных участков PZ. Такие участки в предстательной железе могут иметь признаки ограничения диффузии и раннего накопления контрастного препарата. Это и делает их подозрительными на рак. Последовательный просмотр Т2ВИ на соседних срезах и оценка картины в позднюю фазу контрастирования позволяют убедиться именно в клиновидной форме подозрительного участка.



### Участие авторов

Громов А.И. – концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор данных, обработка материала, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Корякин А.В. – разработка методологии, сбор данных, валидация данных, статистический анализ, редактирование и доработка статьи.

Каприн А.Д. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Алексеев Б.Я. – интерпретация данных, критический пересмотр статьи на предмет важного интеллектуального содержания, утверждение окончательного варианта статьи.

Сивков А.В. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Толстов И.С. – проведение исследования, сбор данных, обработка материала, валидация данных, написание статьи.

### Authors' participation

Gromov A.I. – concept and design of the study, concept and design of the study, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Koryakin A. V. – methodology development, Data collection, Data validation, Statistical analysis, Editing and revision of the manuscript.

Kaprin A.D. – conducting the research, analysis and interpretation of the data, participation in the study design, accountability for all aspects of the article, approval of the final version of the article.

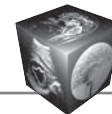
Alekseev B.Y. – interpretation of data, critical revision of the article for important intellectual content, approval of the final version of the article.

Sivkov A.V. – conducting the research, analysis and interpretation of the data, participation in the study design, accountability for all aspects of the article, approval of the final version of the article.

Tolstov I.S. – data collection, material processing, data validation.

### Список литературы [References]

1. EAU - EANM - ESTRO - ESUR - SIOG Guidelines on Prostate Cancer, 2024.
2. Prostate Imaging – Reporting and Data System 2019 Version 2.1. American College of Radiology, 2019.
3. 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; 3: 107–125. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-3-107-125>  
Gromov A.I., Kapustin V.V. Usage of PI-RADS v2.1 system for prostate MRI: a practical approach. *Medical Visualization*. 2019; 3: 107–125. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2019-3-107-125> (In Russian)
4. Громов А.И., Капустин В.В. Использование системы PI-RADS версии 2.1 при выполнении магнитно-резонансной томографии предстательной железы: Методическое пособие. М.: Стром фирма, 2019. 43 с.  
Gromov A.I., Kapustin V.V. Using the PI-RADS system version 2.1 when performing magnetic resonance imaging of the prostate gland. *Methodological guide*. M.: LLC "Strom Firm", 2019. 44 p.: (In Russian)
5. Zhu L.Y., Ding X.F., Huang T.B. Correlation analysis between prostate imaging report and data system score and pathological results of prostate cancer. *Chinese J. Oncol.* 2020; 100 (34): 2663–2668. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112137-20200523-01626>
6. Arafa M.A., Rabah D.M., Khan F. et al. False-positive magnetic resonance imaging prostate cancer correlates and clinical implications. *Urol. Ann.* 2023; 15 (1): 54–59. <https://doi.org/10.4103/ua.ua.22.22>
7. Wang Y.M., Shang J.W., Dong L. Analysis of the relationship between PI-RADS scores and the pathological results of targeted biopsy based on MRI. *Chinese J. Oncol.* 2023; 45 (11): 942–947. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112152-20220805-00538>
8. Liu Y., Wang S., Xu G. Accuracy of MRI-Ultrasound Fusion Targeted Biopsy Based on PI-RADS v2.1 Category in Transition/Peripheral Zone of the Prostate. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2023; 58 (3): 709–717. <https://doi.org/10.1002/jmri.28614>
9. Drost F.J.H., Osses D.F., Nieboer D. Prostate MRI, with or without MRI-targeted biopsy, and systematic biopsy for detecting prostate cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2019; 2019 (4): CD012663. <https://doi.org/10.1002/14651858>
10. Klotz L., Chin J., Black P.C. Comparison of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging–Targeted Biopsy With Systematic Transrectal Ultrasonography Biopsy for Biopsy-Naïve Men at Risk for Prostate Cancer. *JAMA Oncol.* 2021; 7 (4): 534–542. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2020.7589>
11. Aritrack C., Gallan A.J., Dianning A. Revisiting quantitative multi-parametric MRI of benign prostatic hyperplasia and its differentiation from transition zone cancer. *Abdom. Radiol.* 2019; 44 (6): 2233–2243. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-01936-1>
12. Kang H.C., Jo N., Bamashmos A.S. Accuracy of Prostate Magnetic Resonance Imaging: Reader Experience Matters. *Eur. Urol. Open. Sci.* 2021; 27: 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.euros.2021.03.004>
13. Quon J.S., Moosavi B., Khanna M. et al. False positive and false negative diagnoses of prostate cancer at multiparametric prostate MRI in active surveillance. *Insights Imaging*. 2015; 6 (4): 449–463. <https://doi.org/10.1007/s13244-015-0411-3>
14. Lim C.S., Abreu-Gomez J., Carrion I. Prevalence of Prostate Cancer in PI-RADS Version 2.1 Transition Zone Atypical Nodules Upgraded by Abnormal DWI: Correlation With MRI-Directed TRUS-Guided Targeted Biopsy. *Am. J. Roentgenol.* 2021; 216 (3): 683–690. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.23932>
15. Rourke E., Sunnapwar A., Mais D., Inflammation appears as high Prostate Imaging–Reporting and Data System scores on prostate magnetic resonance imaging (MRI) leading to false positive MRI fusion biopsy. *Investig. Clin. Urol.* 2019; 60 (5): 388–395. <https://doi.org/10.4111/icu.2019.60.5.388>



**Для корреспонденции\*:** Толстов Иван Сергеевич – ivan.tolstov2015@yandex.ru

**Громов Александр Игоревич** – доктор мед. наук, профессор, руководитель группы лучевых методов диагностики и лечения НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9014-9022>

**Корякин Андрей Викторович** – канд. мед. наук, заведующий инновационным отделом НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6595-8234>

**Каприн Андрей Дмитриевич** – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; директор МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; заведующий кафедрой онкологии и рентгенодиагностики им. В.П. Харченко ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

**Алексеев Борис Яковлевич** – доктор мед. наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России; заведующий кафедрой онкологии ФГБОУ ВО “Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3398-4128>

**Сивков Андрей Владимирович** – канд. мед. наук, заместитель директора по науке НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

**Толстов Иван Сергеевич** – младший научный сотрудник инновационного отдела НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0009-0000-2123-4701>

**Contact\*:** Ivan S. Tolstov – ivan.tolstov2015@yandex.ru

**Alexander I. Gromov** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiation Diagnostics and Treatment Group, N. A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of Russian Federation; professor of the Department of Radiological Diagnostics, The Russian University of Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9014-9022>

**Andrey V. Koryakin** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Innovation Department, N. A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6595-8234>

**Andrey D. Kaprin** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Director General, National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation; Director, P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Head of the Department of Oncology and Roentgenology named after V.P. Kharchenko, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

**Boris Ya. Alekseev** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director General for Scientific Work, National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation; Head of the Department of Oncology, Russian Biotechnological University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3398-4128>

**Andrey V. Sivkov** – Cand. of Sci. (Med.), Deputy Director for Scientific Work, N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

**Ivan S. Tolstov** – junior researcher, Innovation Department, N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0009-0000-2123-4701>