

Современные подходы к таргетной биопсии предстательной железы

С.В. Попов^{1, 2, 3}, И.Н. Орлов^{1, 4}, С.М. Малевич¹, И.В. Сушина¹, Е.А. Гринь¹, А.М. Гулько¹, Т.М. Топузов¹, П.В. Вязовцев¹, Д.Ю. Чернышева¹, В.А. Нерадовский¹

¹СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»; Россия, 194044 Санкт-Петербург, ул. Чугунная, 46;

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; Россия, 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7–9;

³ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России; Россия, 194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6;

⁴ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; Россия, 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Контакты: Сергей Валерьевич Попов doc.popov@gmail.com

Рак предстательной железы (РПЖ) занимает 2-е место в структуре онкологической заболеваемости мужчин и 5-е место среди причин смерти населения в мире. Согласно данным мировой статистики в течение последних 20 лет отмечается рост первичной заболеваемости РПЖ, а также смертности от него. Основным методом диагностики РПЖ является биопсия предстательной железы. Тем не менее системная биопсия под трансректальным ультразвуковым контролем остается предметом дискуссии в онкоурологии, так как имеет значимые недостатки, которые влияют на качественный результат диагностики РПЖ. С учетом важности стадирования данного заболевания были предложены различные способы прицельной биопсии под магнитно-резонансным контролем.

В настоящем обзоре рассмотрены основные особенности и значимость таргетной биопсии предстательной железы, а также роль магнитно-резонансной томографии в ранней диагностике РПЖ. Таргетная биопсия предстательной железы позволяет улучшить показатели выявления РПЖ в отношении клинически значимых форм. Данный способ является крайне перспективным и требует дальнейшего изучения для дальнейшего повышения качества ранней диагностики РПЖ, особенно при отборе пациентов для радикального хирургического лечения.

Ключевые слова: биопсия предстательной железы, рак предстательной железы, магнитно-резонансная томография

Для цитирования: Попов С.В., Орлов И.Н., Малевич С.М. и др. Современные подходы к таргетной биопсии предстательной железы. Онкоурология 2021;17(1):153–8. DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-1-153-158.

DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-1-153-158



Modern aspects of targeted prostate biopsy

S.V. Popov^{1, 2, 3}, I.N. Orlov^{1, 4}, S.M. Malevich¹, I.V. Sushina¹, E.A. Grin¹, A.M. Gulko¹, T.M. Topuzov¹, P.V. Vyazovtsev¹, D. Yu. Chernysheva¹, V.A. Neradovskiy¹

¹St. Luka's Clinical Hospital; 46 Chugunnaya St., Saint-Petersburg 194044, Russia;

²Saint-Petersburg State University; 7–9 Universitetskaya Naberezhnaya, Saint-Petersburg 199034, Russia;

³S.M. Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia; 6 Akademika Lebedeva St., Saint-Petersburg 194044, Russia;

⁴I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Ministry of Health of Russia; 41 Kirochnaya St., Saint-Petersburg 191015, Russia

Prostate cancer (PCa) is in second place in oncological morbidity in males and is the fifth leading cause of death among the world's population. According to current world statistics, over the past 20 years there has been an increase in primary morbidity, as well as mortality from PCa. The key to diagnosing PCa is a prostate biopsy. Nevertheless, a systemic biopsy under transrectal ultrasound control is the subject of discussion and debate in oncurology, as it has significant drawbacks that affect the qualitative result of the diagnosis of PCa. Given the importance of adequate and staged PCa, various methods of targeted biopsy under magnetic resonance control have been proposed.

This review will examine the main features and significance of targeted prostate biopsy, as well as the role of magnetic resonance imaging in the early diagnosis of PCa. The method of targeted biopsy of the prostate gland can improve the detection of PCa in relation to clinically significant forms. In addition, this method is extremely promising and requires further study to further improve the quality of early diagnosis of PCa, especially when selecting patients for radical surgical treatment.

Key words: prostate biopsy, prostate cancer, magnetic resonance imaging

For citation: Popov S.V., Orlov I.N., Malevich S.M. et al. Modern aspects of targeted prostate biopsy. Onkourologiya = Cancer Urology 2021;17(1):153–8. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9776-2021-17-1-153-158.

Введение

Рак предстательной железы (РПЖ) занимает 2-е место в структуре онкологической заболеваемости мужчин и 5-е место среди причин смерти населения в мире [1]. Согласно данным исследования GLOBOCAN в 2018 г. диагноз РПЖ был установлен 1 млн мужчин во всем мире. Было зарегистрировано 358 тыс. случаев смертности, летальность от онкологических заболеваний у мужчин составила 3,8 % [2, 3]. По прогнозам экспертов, к 2040 г. показатели заболеваемости увеличатся до 2,2 млн случаев [1].

Наибольшая заболеваемость РПЖ наблюдается среди мужчин старше 60 лет. С возрастом также увеличивается смертность от данной патологии, достигая почти 50 %. Для мужчин негроидной расы характерен высокий показатель заболеваемости, а также более высокая вероятность развития агрессивных форм рака по сравнению с мужчинами европеоидной расы [4].

В 2018 г. на территории России было зафиксировано 42500 случаев РПЖ. Уровень заболеваемости составил 62,4 на 100 тыс. мужского населения, показатель смертности – 13 тыс. случаев. С 1999 по 2018 г. отмечена тенденция к росту первичной заболеваемости РПЖ и смертности от него [5]. Наиболее часто встречается локализованная форма заболевания.

Частый симптом при РПЖ – затрудненное и учащенное мочеиспускание – также имеет место быть при доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ПЖ). Местно-распространенная форма РПЖ может осложняться хронической задержкой мочеиспускания и болью в поясничной области, поскольку позвоночник – частая локализация костного метастазирования [4].

Как правило, для РПЖ характерен высокий уровень общего простатического специфического антигена в крови (>4 нг/мл). При доброкачественных заболеваниях ПЖ данный показатель также может быть повышен, поэтому стандартной процедурой диагностики является биопсия ПЖ [6].

Классически диагноз РПЖ устанавливался на основании данных трансректальной ультразвуковой (ТРУЗ) системной биопсии, которая включала забор 12 биоптатов из различных анатомических областей органа. Несмотря на системный подход к манипуляции, около трети случаев клинически значимых форм РПЖ остаются не диагностированными. При этом ТРУЗ-биопсия повышает риск диагностики клинически незначимых форм заболевания [7].

С учетом клинической значимости достоверного стадирования РПЖ были предприняты попытки для более точной стратификации риска у мужчин, в том числе с использованием магнитно-резонансной томографии (МРТ). На сегодняшний день Европейская ассоциация урологов рекомендует в случае отрицательного результата предыдущей биопсии и сохранения

подозрения на РПЖ пациенту выполнять мультипараметрическую МРТ (мпМРТ) и последующую таргетную биопсию [8].

Дальнейшие улучшения диагностики РПЖ приведут к большим успехам в терапии, уменьшат частоту связанных с лечением побочных эффектов, оптимизируют использование ресурсов здравоохранения и улучшат показатели выживаемости пациентов.

Клиническое применение таргетной биопсии

Техника прицельной биопсии под магнитно-резонансным (МР) контролем позволила визуализировать и точно определять области для забора ткани ПЖ. Результатом появления такого диагностического инструмента стало увеличение процента обнаружения клинически значимого РПЖ [9, 10].

Так, в проспективном исследовании М. Siddiqui и соавт. сравнивали традиционную биопсию с таргетной биопсией под МР-контролем. В исследование были включены более 1000 мужчин. Сопоставление результатов биопсий оказалось возможным в 69 % случаев. Биопсия под МР-контролем значительно увеличила частоту выявления опухолей высокого риска (30 %) и снизила частоту обнаружения опухолей низкого риска (17 %) [9]. Аналогичные данные были получены в исследовании Ф.А. Коссова и соавт. При таргетной биопсии РПЖ высокого риска выявляли на 25,4 % чаще, клинически незначимый рак – на 14,5 % реже, чем при системной биопсии ПЖ [11].

Метаанализ многочисленных исследований, посвященных сравнению биопсии под ТРУЗ-контролем с таргетной биопсией под МР-контролем, продемонстрировал сходные общие показатели выявления рака, причем таргетная биопсия имела большую чувствительность (0,91) для клинически значимого РПЖ, позволяя избежать диагностики опухолей низкого риска [12]. Важно отметить, что такое повышение аналитической ценности методики не связано с увеличением частоты осложнений. Так, в исследовании А.А. Кельна и соавт. были показаны отсутствие осложнений III степени тяжести по классификации Clavien–Dindo и уменьшение числа осложнений II степени на 17,5 % при использовании таргетной биопсии ПЖ по сравнению с системной биопсией [13].

Несмотря на явное преимущество в выявлении клинически значимого рака, обсуждаются оптимальная роль и сроки выполнения МР-таргетной биопсии. Одной из ситуаций, при которой использование fusion-биопсии становится все более признанным, является наличие отрицательных результатов предшествующих биопсий [14]. Так, у 38 % мужчин с отрицательными результатами предшествующих биопсий после выполнения таргетной биопсии был диагностирован рак [15]. Еще более оптимистичные данные были получены в исследовании А.В. Зырянова и соавт.

Среди 38 мужчин, ранее перенесших ТРУЗ-биопсию ПЖ с отрицательными результатами, у 20 (52,7 %) пациентов с помощью fusion-биопсии был выявлен РПЖ [16].

В многоцентровом исследовании PROMIS 576 мужчинам с повышенным уровнем простатического специфического антигена или подозрением на РПЖ, которым ранее не выполнялась биопсия, была проведена мпМРТ, а затем – системная и таргетная биопсия [17]. Авторы пришли к выводу о том, что выполнение МРТ до биопсии в целях отбора пациентов может предотвратить проведение ненужной биопсии в 27 % случаев, диагностировать большее количество случаев клинически значимого рака и меньшее число опухолей низкого риска [17].

Считается, что РПЖ имеет более агрессивные формы и развивается в более раннем возрасте у мужчин негроидной расы [18]. В исследовании M. Kongnyuu и соавт. с помощью мпМРТ продемонстрировали, что у мужчин негроидной расы с отрицательными результатами предшествующих биопсий риск поражения передней части ПЖ в 2 раза выше [19]. По сравнению с подобранной группой «белых» пациентов у мужчин негроидной расы отмечен более высокий уровень выявления рака (63,3 % против 50,0 %) при выполнении таргетной биопсии [20]. Возможность исследовать трудные для биопсии области позволит уменьшить время диагностики у пациентов групп высокого риска. Так, в работе A. Labra и соавт. показано, что применение таргетной fusion-биопсии значительно увеличивает частоту выявления РПЖ, по сравнению с системной биопсией, при локализации образований в передней части железы [21].

Другим важным аспектом является отбор пациентов для активного наблюдения, который в значительной степени зависит от особенностей биопсии. В данном случае МР-таргетная биопсия имеет решающее значение.

В метаанализе W. Хуе и соавт. оценивалась эффективность МР-таргетной биопсии у пациентов, находящихся на активном наблюдении [22]. Авторы проанализировали данные 14 исследований, в которых сравнивалась МР-таргетная биопсия со стандартной техникой биопсии для диагностики РПЖ у 1693 пациентов, находящихся на активном наблюдении. Были учтены данные только тех пациентов, которым были выполнены системная и МР-таргетная биопсии. Поскольку в разных исследованиях пациенты имели различные периоды активного наблюдения, результаты были разделены на 3 группы: группа подтверждающей биопсии через 6–12 мес после первичной биопсии; группа очередной биопсии после подтверждающей биопсии; группа активного наблюдения, содержащая данные из обеих групп и результаты исследований, в которых не было получено различий между подтверждающей и последующей биопсиями.

Было показано, что диагностическая точность МР-таргетной биопсии для реклассификации пациентов, находящихся на активном наблюдении, лежит в диапазоне от средней до значительной с высокими специфичностью и показателем площади под ROC-кривой, демонстрирующими потенциальное значение МР-таргетной биопсии для активного наблюдения, так как отрицательные результаты указывают на то, что опухоль маловероятна. Однако показатель относительной чувствительности предполагает, что для принятия решения должна использоваться комбинация с другими исследованиями (оценкой уровня простатического специфического антигена и плотности ПЖ) [22].

Еще одним важным аспектом является оценка прогрессирования заболевания у таких пациентов. Показано, что таргетная биопсия эффективна для выявления патологического прогрессирования у пациентов с РПЖ низкого и среднего риска, находящихся на активном наблюдении, позволяет обнаружить на 26 % больше случаев патологического прогрессирования по сравнению с классической техникой биопсии [23]. В исследовании J. V. Gordetsky и соавт. таргетная биопсия оказалась более эффективной в выявлении перинеуральной инвазии РПЖ – независимом предикторе рецидива рака после местного лечения [24, 25].

В метаанализе X. Ту и соавт. изучалась диагностическая роль МР-таргетной биопсии ПЖ у мужчин, ранее не подвергавшихся биопсии [26]. Изучены данные 31 клинического исследования, опубликованного до декабря 2018 г. Всего были включены 4020 мужчин, которым ранее не выполнялась биопсия, с положительными данными МРТ. МР-таргетная и системная техники биопсии не различались по качеству обнаружения любого РПЖ (отношение рисков (ОР) 0,98; 95 % доверительный интервал (ДИ) 0,92–1,05). Тем не менее МР-таргетная биопсия позволила обнаружить большее число клинически значимых опухолей (ОР 1,19, 95 % ДИ 1,10–1,30) и больше случаев РПЖ с суммой баллов по шкале Глисона $\geq 3 + 4$ (ОР 1,20; 95 % ДИ 1,07–1,34). Использование МР-таргетной биопсии в качестве эталона, исключая системную биопсию, привело к обнаружению на 12,81 % меньше клинически значимых новообразований и на 20,76 % меньше клинически незначимых опухолей, а исключение таргетной биопсии – к выявлению на 25,69 % меньше клинически значимых новообразований и на 10,8 % больше карцином *in situ*. Для пациентов с отрицательными данными МРТ исключение стандартной биопсии привело к упущению 30,29 % случаев любого РПЖ, 10,9 % из которых составил клинически значимый рак. Таким образом, комбинация МР-таргетной биопсии и стандартной биопсии повысила диагностическую точность выявления клинически значимого РПЖ для мужчин, ранее не подвергавшихся биопсии,

с положительными данными МРТ, а исключение стандартной биопсии у пациентов с отрицательными данными МРТ привело к упущению 10,9 % клинически значимого рака [26].

В систематическом обзоре и метаанализе N.J. Sathianathan и соавт. оценивались чувствительность и специфичность МР-таргетной биопсии в выявлении клинически значимого РПЖ [27]. В исследование было включено 15 работ. Сообщается, что чувствительность диагностики клинически значимого РПЖ с помощью МР-таргетной биопсии и нацеливания только на подозрительные участки, выявленные при МРТ, составляет 78,3 % (95 % ДИ 75,0–81,4 %). Это сопоставимо с чувствительностью одной только таргетной биопсии в проспективном исследовании с участием 1042 мужчин [28]. Тем не менее суммарная чувствительность ниже, чем в метаанализе, в котором данный показатель для МР-таргетной биопсии в обнаружении клинически значимого заболевания составил 91 % (95 % ДИ 87–94 %) [12].

В исследовании U. Patel и соавт. оценивали, позволяет ли проведение МРТ на аппарате 3-Т с последующей таргетной биопсией увеличить точность определения анатомической и онкологической характеристики опухоли ПЖ и приводит ли это к снижению показателей положительного хирургического края после радикальной простатэктомии [29]. Авторы выполнили ретроспективный анализ данных 201 пациента, которым была проведена робот-ассистированная радикальная простатэктомия в период с июля 2012 г. по июль 2014 г. В исследуемую группу вошли 63 пациента, которым выполнялась 3-Т МРТ с последующей таргетной и системной биопсией ПЖ; в контрольную группу – 138 пациентов, которым была проведена только системная биопсия. По данным МРТ у 73 % пациентов был точно определен опухолевый очаг. Точность, стратифицированная в соответствии с системой PI-RADS для категорий 5, 4 и 3, составила 94, 75 и 60 % соответственно. Точность, стратифицированная по максимальному диаметру опухоли (МДО) $\leq 0,7$; ≤ 1 и > 1 см, – 50, 57 и 79 % соответственно. Наблюдалась положительная линейная корреляция данных МРТ с гистологическим МДО ($r = 0,42$; 95 % ДИ 0,16–0,63; $p = 0,002$). Однако данные МРТ в целом недооценивали МДО: среднее значение МДО, измеренное по данным МРТ, составляло 1,51 см (95 % ДИ 1,29–1,72) против среднего гистологического МДО 2,15 см (95 % ДИ 1,86–2,43). Кроме этого, таргетная биопсия выявила на 37 % больше случаев рака, чем системная биопсия. Таким образом, показано, что выполнение МРТ до биопсии позволяет точно определить локализацию опухоли ПЖ, особенно у пациентов с большей категорией по системе PI-RADS и большим диаметром опухоли. Последующая таргетная биопсия выявляет значительно больше опухолевой

ткани на очаг и является более точной в отношении оценки суммы баллов по шкале Глисона, но не первичной оценки по шкале Глисона. Однако данных МРТ не достаточно для точной оценки МДО, в связи с чем показатели положительного хирургического края не были значительно снижены в представленном исследовании [29].

Несмотря на преимущества, МРТ имеет ограничения в применении в клинической практике. Например, при небольших опухолях, которые трудно визуализировать и технически сложно пунктировать, возможность успешного нацеливания на фокус диаметром 2 мм с использованием таргетной биопсии составляет менее 26 % [30, 31]. Кроме этого, в исследовании показано, что при оценке поражений для биопсии или хирургического планирования мпМРТ часто недооценивает размер поражения в среднем на 11 мм в диаметре и общий объем в 3 раза [32].

Основным сдерживающим фактором для широкого использования технологии fusion-биопсии являются затраты на платформы программной оценки. Однако W. Venderink и соавт. в своей работе смоделировали долгосрочные эффекты fusion-биопсии на основе скорректированных по качеству лет жизни и определили, что данный вид биопсии оказался более экономически эффективным по сравнению с другими методами [33]. Данные упомянутого европейского исследования PROMIS также были проанализированы на предмет экономической эффективности таргетной биопсии. Авторы смоделировали затраты на обнаружение или отсутствие клинически значимого рака и на лечение на основании этих результатов и определили, что выполнение мпМРТ до fusion-биопсии было более рентабельным, чем проведение стандартной биопсии [34].

Заключение

С учетом важности правильного стадирования РПЖ были предложены методы таргетной биопсии под МР-контролем. В настоящее время мпМРТ ПЖ является наиболее точным методом оценки очагов для последующей биопсии. Данная диагностика позволяет улучшить качество диагностики РПЖ в отношении клинически значимых форм, а также общую точность выявления злокачественного новообразования. Таргетная биопсия уже активно используется специалистами в случаях отрицательного результата предыдущей биопсии [8].

До сих пор нет единого мнения по поводу значимости МР-диагностики в отношении скрининга РПЖ, а также роли таргетных биопсий в стадировании онкологического процесса. Дальнейшие научные работы помогут ответить на данные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Rawla P. Epidemiology of Prostate Cancer. *World J Oncol* 2019;10(2):63–89. DOI: 10.14740/wjon1191.
2. Bray F., Ferlay J., Soerjomataram I. et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2018;68(6):394–424. DOI: 10.3322/caac.21492.
3. Ferlay J., Colombet M., Soerjomataram I. et al. Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *Int J Cancer* 2019;144(8):1941–53. DOI: 10.1002/ijc.31937.
4. Berger A.P., Gozzi C., Steiner H. et al. Complication rate of transrectal ultrasound guided prostate biopsy: a comparison among 3 protocols with 6, 10 and 15 cores. *J Urol* 2004;171(4):1478–80. DOI: 10.1097/01.ju.0000116449.01186.f7.
5. Петрова Г.В., Каприн А.Д., Грецова О.П. и др. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2019. 511 с. [Petrova G.V., Kaprin A.D., Gretsova O.P. et al. Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality). Moscow: MNIOI im. P.A. Gertsena – filial FGBU “NMIITS radiologii” Minzdrava Rossii, 2019. 511 p. (In Russ.)].
6. Vanden Berg R.N.W., McClure T.D., Margolis D.J.A. A review of prostate biopsy techniques. *Semin Roentgenol* 2018;53(3):213–8. DOI: 10.1053/j.ro.2018.04.001.
7. Hübner N., Shariat S., Remzi M. Prostate biopsy: guidelines and evidence. *Curr Opin Urol* 2018;28(4):354–9. DOI: 10.1097/mou.0000000000000510.
8. Heidenreich A., Bastian P.J., Bellmunt J. et al. EAU guidelines on prostate cancer. Part 1: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent-update 2013. *Eur Urol* 2014;65(1):124–37. DOI: 10.1016/j.eururo.2013.09.046.
9. Siddiqui M., Rais-Bahrami S., Turkbey B. et al. Comparison of MR/ultrasound fusion-guided biopsy with ultrasound-guided biopsy for the diagnosis of prostate cancer. *JAMA* 2015;27(4):390–7. DOI: 10.1001/jama.2014.17942.
10. Valerio M., Donaldson I., Emberton M. et al. Detection of clinically significant prostate cancer using magnetic resonance imaging-ultrasound fusion targeted biopsy: a systematic review. *Eur Urol* 2015;68(1):8–19. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.10.026.
11. Коссов Ф.А., Камолов Б.Ш., Абдуллин И.И. и др. Применение МРТ/УЗИ fusion-биопсии в диагностике клинически значимого рака предстательной железы. *Онкоурология* 2017;13(3):61–70. [Kossov Ph.A., Kamolov B.Sh., Abdullin I.I. et al. The use of MRI/ultrasound fusion biopsy in the diagnosis of clinically significant prostate cancer. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2017;13(3):61–70. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2017-13-3-61-70.
12. Schoots I.G., Roobol M.J., Nieboer D. et al. Magnetic resonance imaging-targeted biopsy may enhance the diagnostic accuracy of significant prostate cancer detection compared to standard transrectal ultrasound-guided biopsy: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2015;68(3):438–50. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.11.037.
13. Кельн А.А., Зырянов А.В., Измайлов А.А. и др. Сравнительный анализ нежелательных явлений при использовании различных методик биопсии предстательной железы. *Онкоурология* 2019;15(1):66–74. [Keln A.A., Zyryanov A.V., Izmailov A.A. et al. Comparative analysis of adverse events using different methods of prostate biopsy. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2019;15(1):66–74. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2019-15-1-66-74.
14. Rosenkrantz A.B., Verma S., Choyke P. et al. Prostate magnetic resonance imaging and magnetic resonance imaging targeted biopsy in patients with a prior negative biopsy: a consensus statement by AUA and SAR. *J Urol* 2016;196(6):1613–8. DOI: 10.1016/j.juro.2016.06.079.
15. Vourganti S., Rastinehad A., Yerram N. et al. Multiparametric magnetic resonance imaging and ultrasound fusion biopsy detect prostate cancer in patients with prior negative transrectal ultrasound biopsies. *J Urol* 2012;188(6):2152–7. DOI: 10.1016/j.juro.2012.08.025.
16. Зырянов А.В., Кельн А.А., Суриков А.С. и др. Диагностическая ценность повторной биопсии предстательной железы под fusion-контролем. *Онкоурология* 2017;13(3):71–5. [Zyryanov A.V., Keln A.A., Surikov A.S. et al. The prognostic value of repeated prostate fusion biopsy. *Onkourologiya = Cancer Urology* 2017;13(3):71–5. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2017-13-3-71-75.
17. Ahdoot M., Wilbur A.R., Reese S.E. et al. MRI-targeted, systematic, and combined biopsy for prostate cancer diagnosis. *N Engl J Med* 2020;382(10):917–28. DOI: 10.1056/NEJMoa1910038.
18. Powell I.J., Bock C.H., Ruterbusch J.J. et al. Evidence supports a faster growth rate and/or earlier transformation to clinically significant prostate cancer in black than in white American men, and influences racial progression and mortality disparity. *J Urol* 2010;183(5):1792–6. DOI: 10.1016/j.juro.2010.01.015.
19. Kongnyuy M., George A.K., Rastinehad A.R. et al. Magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided prostate biopsy: review of technology, techniques, and outcomes. *Curr Urol Rep* 2016;17(4):32. DOI: 10.1007/s11934-016-0589-z.
20. Kongnyuy M., Siddiqui M.M., George A.K. et al. Multiparametric MRI/ultrasound fusion-guided biopsy decreases detection of indolent cancer in African-American men. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 2017;20(3):348–51. DOI: 10.1038/pcan.2017.21.
21. Labra A., González F., Silva C. et al. MRI/TRUS fusion vs. systematic biopsy: intra-patient comparison of diagnostic accuracy for prostate cancer using PI-RADS v2. *Abdom Radiol (NY)* 2020;45(7):2235–43. DOI: 10.1007/s00261-020-02481-y.
22. Xue W., Huang Y., Li T. et al. Magnetic resonance imaging-guided targeted biopsy in risk classification among patients on active surveillance: a diagnostic meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2019;98(26):e16122. DOI: 10.1097/MD.00000000000016122.
23. Frye T.P., George A.K., Kilchevsky A. et al. Magnetic resonance imaging-transrectal ultrasound guided fusion biopsy to detect progression in patients with existing lesions on active surveillance for low and intermediate risk prostate cancer. *J Urol* 2017;197(3):640–6. DOI: 10.1016/j.juro.2016.08.109.
24. Gordetsky J.B., Nix J.W., Rais-Bahrami S. Perineural invasion in prostate cancer is more frequently detected by multiparametric MRI targeted biopsy compared with standard biopsy. *Am J Surg Pathol* 2016;40(4):490–4. DOI: 10.1097/PAS.0000000000000546.
25. Gordetsky J.B., Thomas J.V., Nix J.W. et al. Higher prostate cancer grade groups are detected in patients undergoing multiparametric MRI-targeted biopsy compared with standard biopsy. *Am J Surg Pathol* 2017;41(1):101–5. DOI: 10.1097/PAS.0000000000000723.
26. Tu X., Liu Z., Zhang C. et al. Diagnostic role of magnetic resonance imaging-targeted biopsy for prostate cancer in biopsy-naïve men: a meta-analysis. *Urol Int* 2020;104(3–4):187–98. DOI: 10.1159/000504028.
27. Sathianathen N.J., Butaney M., Bongiorno C. et al. Accuracy of the magnetic resonance imaging pathway in the detection of prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Prostate*

- Cancer Prostatic Dis 2019;22(1):39–48. DOI: 10.1038/s41391-018-0075-4.
28. Filson C.P., Natarajan S., Margolis D.J. et al. Prostate cancer detection with magnetic resonance-ultrasound fusion biopsy: the role of systematic and targeted biopsies. *Cancer* 2016; 122(6):884–92. DOI: 10.1002/cncr.29874.
 29. Patel U., Dasgupta P., Challacombe B. et al. Pre-biopsy 3-Tesla MRI and targeted biopsy of the index prostate cancer: correlation with robot-assisted radical prostatectomy. *BJU Int* 2017;119(1):82–90. DOI: 10.1111/bju.13525.
 30. Vargas H.A., Hötker A.M., Goldman D.A. et al. Updated prostate imaging reporting and data system (PIRADS v2) recommendations for the detection of clinically significant prostate cancer using multiparametric MRI: critical evaluation using whole-mount pathology as standard of reference. *Eur Radiol* 2016;26(6):1606–2. DOI: 10.1007/s00330-015-4015-6.
 31. Wegelin O., Henken K.R., Somford D.M. et al. An *ex vivo* phantom validation study of an MRI-transrectal ultrasound fusion device for targeted prostate biopsy. *J Endourol* 2016;30(6):685–91. DOI: 10.1089/end.2015.0864.
 32. Priester A., Natarajan S., Khoshnoodi P. et al. Magnetic resonance imaging underestimation of prostate cancer geometry: use of patient specific molds to correlate images with whole mount pathology. *J Urol* 2017;197(2):320–6. DOI: 10.1016/j.juro.2016.07.084.
 33. Venderink W., Govers T.M., de Rooij M. et al. Cost-effectiveness comparison of imaging-guided prostate biopsy techniques: systematic transrectal ultrasound, direct in-bore MRI, and image fusion. *AJR Am J Roentgenol* 2017;208(5):1058–63. DOI: 10.2214/AJR.16.17322.
 34. Faria R., Soares M.O., Spackman E. et al. Optimising the diagnosis of prostate cancer in the era of multiparametric magnetic resonance imaging: a cost-effectiveness analysis based on the Prostate MR Imaging Study (PROMIS). *Eur Urol* 2018;73(1):23–30. DOI: 10.1016/j.eururo.2017.08.018.

Вклад авторов

С.В. Попов, И.Н. Орлов: разработка дизайна исследования;
 С.М. Малевич, А.М. Гулько: получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи;
 И.В. Сушина, Т.М. Топузов, П.В. Вязовцев, Д.Ю. Чернышева, В.А. Нерадовский: обзор публикаций по теме статьи;
 Е.А. Гринь: написание текста рукописи.

Authors' contributions

S.V. Popov, I.N. Orlov: developing the research design;
 S.M. Malevich, A.M. Gulko: obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, article writing;
 I.V. Sushina, T.M. Topuzov, P.V. Vyazovtsev, D.Yu. Chernysheva, V.A. Neradovskiy: reviewing of publications of the article's theme;
 E.A. Grin': article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

С.В. Попов / S.V. Popov: <https://orcid.org/0000-0003-2767-7153>
 И.Н. Орлов / I.N. Orlov: <https://orcid.org/0000-0001-5566-9789>
 С.М. Малевич / S.M. Malevich: <https://orcid.org/0000-0002-9175-2261>
 Е.А. Гринь / E.A. Grin': <https://orcid.org/0000-0002-8685-6525>
 А.М. Гулько / A.M. Gulko: <https://orcid.org/0000-0003-4847-9519>
 Т.М. Топузов / T.M. Topuzov: <https://orcid.org/0000-0002-5040-5546>
 Д.Ю. Чернышева / D.Yu. Chernysheva: <https://orcid.org/0000-0002-0469-7007>
 В.А. Нерадовский / V.A. Neradovskiy: <https://orcid.org/0000-0003-4113-0525>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Financing. The work was performed without external funding.

Статья поступила: 29.11.2020. **Принята к публикации:** 05.02.2021.

Article submitted: 29.11.2020. **Accepted for publication:** 05.02.2021.