

ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

М.З. Хасанов^{1,2*}, М.Г. Тухбатуллин², А.В. Ларюков^{1,2}, Н.А. Савельева^{1,2}, Г.Т. Басиашвили¹,
Е.Е. Фомина², Д.М. Хасанова³

¹ ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер Министерства здравоохранения Республики Татарстан им. профессора М.З. Сигала», Казань

² Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ, Казань

³ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Казань

MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN THE DIAGNOSTICS OF PROSTATE CANCER

M.Z. Khasanov^{1,2*}, M.G. Tukhbatullin², A.V. Laryukov^{1,2}, N.A. Savelyeva^{1,2}, G.T. Basiashvili¹,
E.E. Fomina², D.M. Khasanova³

¹ Prof. Sigal Republican Clinical Oncological Dispensary, Ministry of Health of, Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

² Kazan State Medical Academy – Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Kazan, Russia

³ Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Аннотация

Развитие диагностики рака предстательной железы на основе мультипараметрического ультразвукового исследования является перспективным направлением. **Цель исследования** – оценить возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике рака предстательной железы. **Материалы и методы.** Выполнен анализ данных мультипараметрического ультразвукового исследования предстательной железы (В-режим, доплерография, эластография сдвиговой волной и внутривенное контрастное усиление) 66 пациентов с подозрением на рак предстательной железы. **Результаты.** Рак предстательной железы был верифицирован у 41 пациента, доброкачественные изменения – у 25. Признаками рака считали гипоехогенное гиперваскулярное образование в периферической зоне с нечеткими, неровными контурами, с жесткостью $E_{mean} \geq 37.8$ кПа, с наличием двух признаков количественной оценки формы кривой «время – интенсивность» – угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ и угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$. Оценку информативности осуществляли для каждого используемого ультразвукового режима и при их сочетании. Наилучшие диагностические возможности продемонстрировала комбинация ультразвуковых признаков без учета данных доплерографических режимов. При таком сочетании чувствительность составила 100.0%, специфичность – 92.0%, точность – 97.0%, предсказательность положительного значения – 95.4%, предсказательность отрицательного значения – 100.0%. **Заключение.** Мультипараметрическое ультразвуковое исследование предстательной железы с использованием количественных тестов является информативным методом в диагностике рака предстательной железы.

Ключевые слова: предстательная железа, рак предстательной железы, мультипараметрическое ультразвуковое исследование, эластография сдвиговой волной, контраст-усиленное ультразвуковое исследование.

Abstract

Multi-parametric ultrasound in the diagnostics of prostate cancer is a promising direction. **Purpose.** To assess potentials of multi-parametric ultrasound examination in the diagnostics of prostate cancer. **Materials and methods.** Findings of the multi-parametric ultrasound examination of the prostate gland (B-mode, dopplerography, shear wave elastography and intravenous contrast enhancement) in 66 patients with suspected prostate cancer were analyzed. **Results.** Prostate cancer was verified in 41 patient, benign changes – in 25. Signs of cancer were considered to be the following: hypoechoic hypervascular formation in the peripheral zone with unclear, uneven contours, $E_{mean} \geq 37.8$ kPa, two signs of quantification of the shape of «time – intensity» curve – accumulation angle $\beta \geq 69.5^\circ$ and wash out angle $\alpha \leq 69.5^\circ$. The information content was assessed for each ultrasound mode used and for their combination. The best diagnostic potentials were demonstrated in the combination of ultrasound signs, but without consideration of dopplerographic modes data. With such a combination, sensitivity was equal to 100.0%, specificity – to 92.0%, accuracy – 97.0%, predictiveness of positive value – 95.4%, and predictiveness of negative value – 100.0%. **Conclusion.** Multi-parametric ultrasound examination of the prostate gland with quantitative tests is an informative tool in the diagnostics of prostate cancer.

Keywords: prostate gland, prostate cancer, multiparametric ultrasound, shear wave elastography, contrast enhanced ultrasound.

Ссылка для цитирования: Хасанов М.З., Тухбатуллин М.Г., Ларюков А.В., Савельева Н.А., Басиашвили Г.Т., Фомина Е.Е., Хасанова Д.М. Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике рака предстательной железы. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2025; 2: 34–37.

Актуальность проблемы рака предстательной железы (РПЖ) обусловлена прежде всего распространенностью данной патологии. Так, в нашей стране с 2022 г. данная патология стала ведущей в структуре онкологической заболеваемости мужского населения (17.0%), далее следуют заболевания тра-

хеи, бронхов, легкого (15.5%), которые долгое время были на первом ранговом месте [1]. Основными методами инструментальной диагностики рака предстательной железы являются ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Существуют различные режимы МРТ,

Таблица 1

Характеристика пациентов по клинико-лабораторным данным

Параметр	Группа сравнения (n = 25)	РПЖ (n = 41)	p
Возраст	66.5 58.0–70.0 46.0–82.0	68.0 60.5–72.5 50.0–81.0	0.219
ПСА, нг/мл	6.5 4.9–8.8 1.26–14.53	9.8 7.0–17.9 0.78–89.0	0.002
Объем ПЖ, мл	45.5 35.0–65.0 21.0–140.0	38.0 33.0–47.0 21.0–80.0	0.101
Размер очага, мм	9.0 7.0–11.0 4.0–17.0	14.0 10.0–22.0 5.0–50.0	0.000

Примечание. Первая строка ячейки – значение медианы, вторая строка ячейки – 25-й и 75-й перцентили, третья строка ячейки – минимальные и максимальные значения.

объединенные в мультипараметрическую МРТ (МпМРТ) [2]. На сегодняшний день МпМРТ является эталонным методом в диагностике и стадировании РПЖ [3]. Однако при всех преимуществах ограничениями метода являются стоимость процедуры, время ожидания и проведения исследования. Трансректальное УЗИ (ТРУЗИ) предстательной железы (ПЖ) является наиболее распространенным способом визуализации железы. Информативность стандартного ТРУЗИ в диагностике РПЖ недостаточна [4]. В связи с этим внедряются дополнительные режимы, позволяющие говорить о мультипараметрическом УЗИ (МпУЗИ). Развитие инструментальной диагностики РПЖ на основе мультипараметрического ультразвука представляется перспективным [5].

Цель исследования – оценить возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике рака предстательной железы.

Материалы и методы

В работе анализировали данные МпУЗИ 66 пациентов с подозрением на РПЖ по данным В-режима ТРУЗИ. Исследования выполняли на ультразвуковых аппаратах S 40 exr (Sonoscape, Китай), Resona 7 (Mindray, Китай), Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) до проведения системной и прицельных биопсий. Вначале оценивали состояние предстательной железы с использованием стандартных ультразвуковых режимов. По данным серошкального режима, РПЖ определяли при наличии любых двух признаков из следующих: гипоэхогенность очага, нечеткий контур, неровный контур. По данным цветового доплеровского картирования (ЦДК) и энергетического доплеровского картирования (ЭДК), осуществляли качественную оценку. Признаками РПЖ считали асимметричное распределение цветовых пятен с дезорганизацией сосудистого русла в периферической зоне.

Жесткость ПЖ оценивали с помощью ультразвуковой эластографии сдвиговой волной (УЭСВ) на сканере Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) внутримочевниковым микроконтактным датчиком (3–12 МГц). Эластомерию проводили в поперечной плоскости в зонах очагового образования и в интактном участке периферической зоны. Пороговым значением для РПЖ считали $E_{mean} \geq 37.8$ кПа или индекс жесткости $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$ [6]. УЗИ с внутривенным контрастным усилением (КУУЗИ) выполняли на ультразвуковом сканере Resona 7 (Mindray, Китай) с использованием внутримочевникового датчика 4–6 МГц в режиме Contrast (механический индекс (МИ) 0.08–0.12). Использовали ультразвуковой контрастный препарат (УКП) «Серы гексафторид» (Bracco Swiss, SA, Швейцария) в количестве 2.4 мл готовой смеси на одно исследование. Исследования проводили по стандартной методике в поперечной плоскости. Ретроспективно в режиме количественного анализа кривые строили в зонах очагового образования и в интактном участке периферической зоны. Пороговым значением для РПЖ считали одновременное наличие двух признаков: угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ и угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$ [7].

По данным проведенного МпУЗИ определяли зону интереса для проведения биопсии. Статистическую обработку проводили с помощью пакета статистических программ SPSS (версия 13.0). Информативность МпУЗИ оценивали путем расчета чувствительности, специфичности, точности, предсказательности положительного и отрицательного значений по общепринятым формулам. Достоверность различий переменных оценивали с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни, критерия χ^2 и критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение

По результатам биопсии были сформированы две группы (табл. 1).

Полученные данные МпУЗИ оценивали отдельно для каждого используемого режима и при их сочетании. Анализ информативности МпУЗИ проводили согласно диагностическим матрицам (табл. 2).

По результатам анализа была подтверждена низкая информативность стандартного ТРУЗИ в диагностике РПЖ (табл. 3). Так, серошкальный режим характеризовался большим числом ложноположительных результатов, а доплерографические режимы – большим числом ложноотрицательных. Информативность УЭСВ была наилучшей среди используемых режимов.

Добавление к В-режиму дополнительных модальностей повышает специфичность исследования, а в случае с УЭСВ повышение было максимальным. Комбинация В-режима и УЭСВ также показала высокие показатели ППЗ – 94.1%. Снижение чувствительности комплексов можно объяснить низкой специфичностью серошкальных признаков.

Мультипараметрический подход с учетом данных всех используемых режимов (В-режим, ЦДК, ЭДК, ультразвуковая эластография сдвиговой волной, контрастное усиленное) характеризовался семью ложноотрицательными результатами и двумя ложноположительными. С учетом высокого уровня ложноотрицательных результатов по данным ЦДК, ЭДК был произведен анализ без их учета. Такая комбинация обеспечила наилучшую информативность в диагностике РПЖ.

На основании полученных данных предложен алгоритм использования МпУЗИ в диагностике РПЖ (рис. 1).

Первым этапом проводится стандартное ТРУЗИ с выделением двух категорий пациентов: 1) с наличием очагового образования периферической зоны; 2) без очагового образования периферической зоны. Следующим этапом всем пациентам проводят УЭСВ. С учетом высоких показателей ППЗ параметров модуля Юнга пациенты с результатами эластографии периферической зоны « $E_{mean} \geq 37.8$ кПа, $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$ » направляются на стандартную биопсию ПЖ с указанием зон для прицельного забора, без учета данных стандартных УЗ режимов. Пациентам с очаговым образованием периферической зоны и с показателями эластографии ниже порогового значения ($E_{mean} < 37.8$ кПа или $SWE\text{-}ratio < 1.94$), учитывая высокие показатели чувствительности

Таблица 2

Диагностические комбинации МпУЗИ в диагностике РПЖ

УЗ режимы	Диагностические матрицы
В-режим	Регистрация любых двух и более признаков
ЦДК, ЭДК	Регистрация признака гиперваскуляризации
УЭСВ	$E_{mean} \geq 37.8$ кПа или $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$
КУУЗИ	Угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ + угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$
В-режим + ЦДК, ЭДК	Регистрация любых двух и более признаков В-режима + признак гиперваскуляризации
В-режим + УЭСВ	Регистрация любых двух и более признаков В-режима + $E_{mean} \geq 37.8$ кПа или $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$
В-режим + КУУЗИ	Регистрация любых двух и более признаков В-режима + угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ + угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$
МпУЗИ	Регистрация любых пяти и более из следующих признаков: нечеткий контур, неровный контур, гипоэхогенность очага, гиперваскуляризация по данным доплерографических режимов, $E_{mean} \geq 37.8$ кПа или $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$, угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ + угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$
МпУЗИ	Регистрация любых пяти и более из следующих признаков: нечеткий контур, неровный контур, гипоэхогенность очага, $E_{mean} \geq 37.8$ кПа или $SWE\text{-}ratio \geq 1.94$, угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ + угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$

Таблица 3

Информативность ультразвуковых режимов в диагностике РПЖ, %

Режим	Чувствительность	Специфичность	Точность	ППЗ	ПОЗ
В-режим	87.8	40.0	69.7	70.6	66.7
ЦДК, ЭДК	31.7	60.0	42.4	56.5	34.9
УЭСВ	87.8	92.0	89.4	94.7	82.1
КУУЗИ	92.7	80.0	87.9	88.4	87.0
В-режим + ЦДК, ЭДК	85.4	68.0	78.8	81.4	73.9
В-режим + УЭСВ	78.1	92.0	83.3	94.1	71.9
В-режим + КУУЗИ	92.7	68.0	83.3	82.6	85.0
МпУЗИ: В-режим + ЦДК + ЭДК + УЭСВ + КУУЗИ	82.9	92.0	86.4	94.4	76.7
МпУЗИ: В-режим + УЭСВ + КУУЗИ	100.0	92.0	97.0	95.4	100.0

Примечание. ППЗ – предсказательность положительного значения, ПОЗ – предсказательность отрицательного значения.

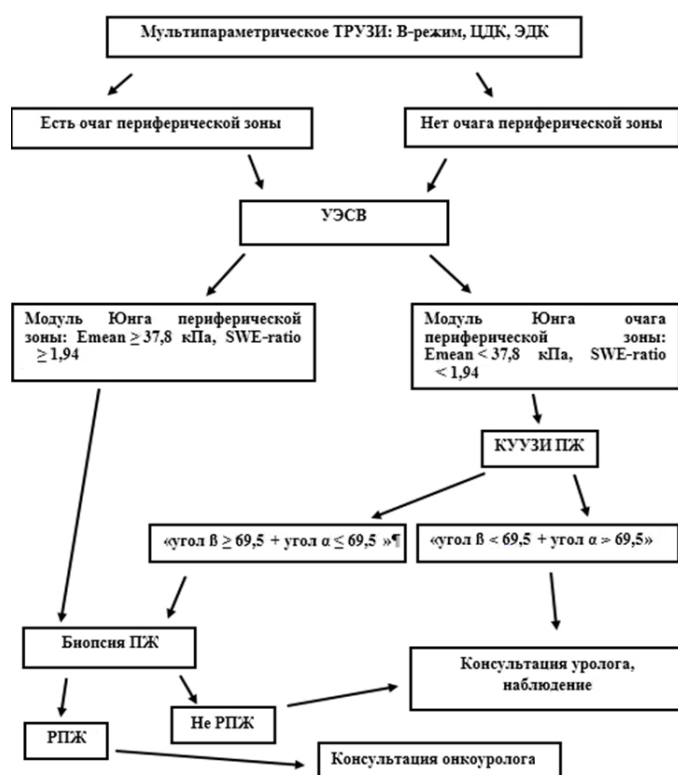


Рис. 1. Схема применения МпУЗИ в диагностике РПЖ

В-режима, рекомендовано проведение УЗИ с контрастным усилением с расчетом углов накопления и вымывания. При получении положительных пороговых значений углов для РПЖ (угол накопления $\beta \geq 69.5^\circ$ + угол вымывания $\alpha \leq 69.5^\circ$) рекомендовано провести биопсию ПЖ с прицельными заборами. Остальным пациентам избирается тактика динамического наблюдения с использованием стандартных методов исследования ПЖ и УЭСВ. Использование данной схемы позволяет выявить большее количество подозрительных очагов для последующего проведения прицельного забора материала на гистологическое исследование. Высокие показатели информативности количественных тестов МпУЗИ обуславливают диагностическую ценность данного алгоритма. На рис. 2 представлен пример применения МпУЗИ в диагностике РПЖ.

По данным исследования в В-режиме были отмечены неоднородность и утолщение периферической зоны слева. Анализируемые серошкальные признаки не определялись. Признак гиперваскуляризации, по данным ЭДК, был положительным. Значение E_{mean} в периферической зоне слева составило до 69 кПа, $SWE\text{-}ratio$ в периферической зоне справа – до 4.5. Пороговые значения по углам кривой «время – интенсивность» также были положительными для РПЖ. По результатам биопсии в левой доле ПЖ диагностирована ацинарная аденокарцинома в 6 баллов по Глиссону (3 + 3) (рис. 3).

Таким образом, мультипараметрический подход в данном примере помог правильно интерпретировать выявленные изменения и определить зону для прицельной биопсии.

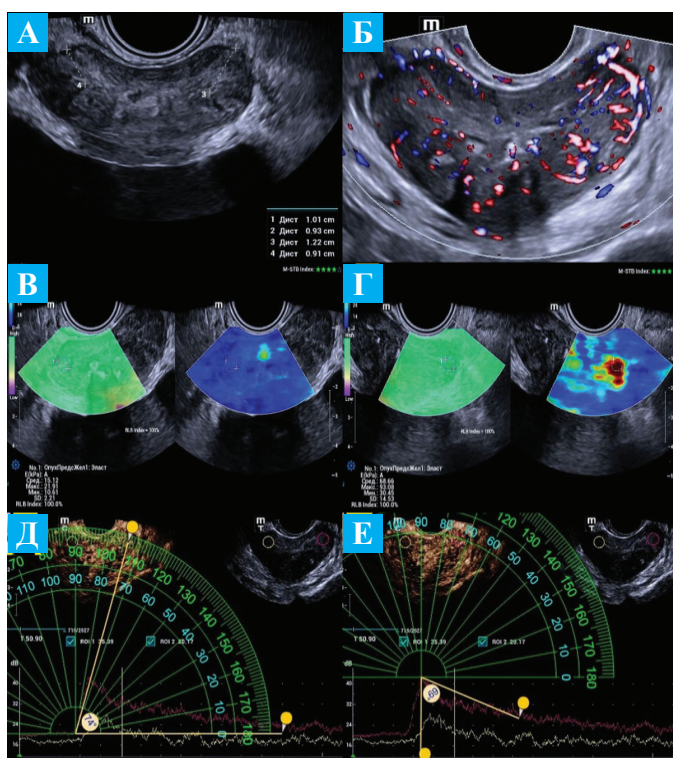


Рис. 2. Рак предстательной железы, МпУЗИ:
А – серошкальный режим; **Б** – режим ЭДК;
В, Г – режим УЭСВ; **Д** – КУУЗИ: измерение угла накопления;
Е – КУУЗИ: измерение угла вымывания

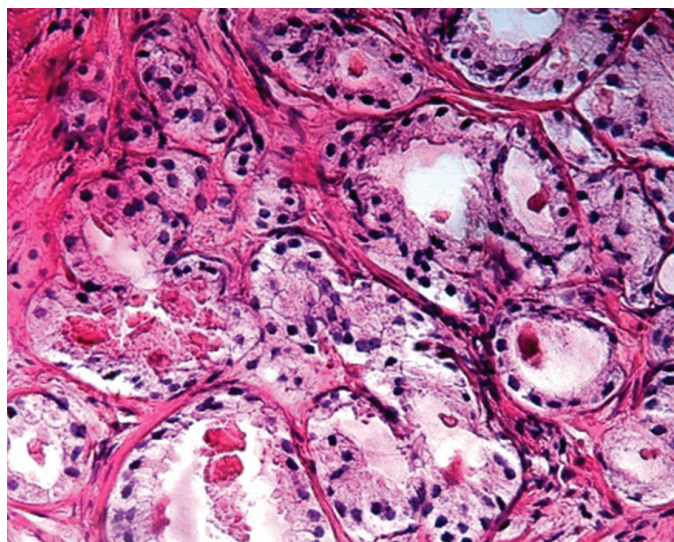


Рис. 3. Микропрепарат гистологического исследования рака предстательной железы. Окраска гематоксилин и эозин, × 400

Заключение

Изолированное использование ультразвуковых режимов не обеспечивает эффективную диагностику РПЖ. В нашем исследовании объединение их в мультипараметрическое УЗИ позволило получить наилучшие показатели информативности. Ультразвуковое исследование предстательной железы с комплексным использованием современных ультразвуковых режимов позволяет детально оценить очаговые изменения. Дальнейшее изучение возможностей МпУЗИ в диагностике РПЖ представляется перспективным направлением развития ультразвуковой диагностики.

Литература

1. Каприн А.Д. и др. Злокачественные новообразования в России в 2023 году (заболеваемость и смертность). – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. – 2024. – С. 276. [Kaprin A.D. et al. Malignant neoplasms in Russia in 2023 (morbidity and mortality). – M.: MSROI named after P.A. Herzen – branch of the FSBI "NMRC of Radiology" Ministry of Health of Russia. – 2024. – P. 276. In Russian].
2. Junker D. et al. Potentials and limitations of real-time elastography for prostate cancer detection: a whole mount step section analysis // The Scientific World Journal. – 2012. – V. 2012. – P. 1–6. DOI: 10.1100/2012/193213.
3. Zawaideh J.P. et al. Diagnostic accuracy of biparametric versus multiparametric prostate MRI: assessment of contrast benefit in clinical practice // European Radiology. – 2020. DOI: 10.1007/s00330-020-06782-0.
4. Smeenge M. et al. Role of transrectal ultrasonography (TRUS) in focal therapy of prostate cancer: report from a Consensus Panel // BJU International. – 2012. – V. 110. – No 7. – P. 942–948. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2012.11072.x.
5. Correas J.-M. et al. Advanced ultrasound in the diagnosis of prostate cancer // World Journal of Urology. – 2020. – P. 1–16. DOI: 10.1007/s00345-020-03193-0.
6. Mannaerts C.K. 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 International. – 2020. – V. 126. – No 4. – P. 481–493. DOI: 10.1111/bju.15093.
7. Хасанов М.З. и др. Возможности трансректальной ультразвуковой эластометрии сдвиговой волной в диагностике рака предстательной железы // Актуальные вопросы и современные технологии ультразвуковой диагностики в клинической практике: сб. науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Чуваш. гос. ун-т им. И.Н. Ульянова: Чебоксары. – 2024. – С. 8–14. [Khasanov M.Z. et al. The possibilities of transrectal ultrasound elastometry by shear wave in the diagnosis of prostate cancer // Current issues and modern ultrasound diagnostics technologies in clinical practice: Collection of scientific papers of the Russian Scientific and Practical conference with international participation. – Chuvash State University named after I.N. Ulyanov: Cheboksary. – 2024. – P. 8–14. In Russian].
8. Хасанов М.З. и др. Значение трансректального ультразвукового исследования с контрастным усилением в дифференциальной диагностике очаговой патологии предстательной железы: одноцентровое ретроспективное сравнительное исследование // Кубанский научный медицинский вестник. – 2023. – Т. 30. – № 1. – С. 58–68. [Khasanov M.Z. et al. Contrast-Enhanced Transrectal Ultrasound for Differential Diagnosis of Focal Pathology of Prostate: Single-Center Retrospective Comparative Study // Kuban Scientific Medical Bulletin. – 2023. – V. 30. – No 1. – P. 58–68. In Russian]. DOI: <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-1-58-68>.