

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-104-111>

Прогностическая модель диагностики клинически значимого рака предстательной железы при повторной биопсии

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

М.С. Жилов^{1, 2}, С.В. Котов^{1, 2}, Р.И. Гуспанов¹⁻³, А.Г. Юсуфов^{1, 2}, А.А. Черкасов¹, Д.А. Самойлов¹, С.О. Литвинов¹

¹ Российский научно-исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (Пироговский университет) Минздрава России, Москва, Россия

² Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка», Москва, Россия

³ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

Контакт: Жилов Максим Сергеевич, zhilovms@gmail.com

Аннотация:

Введение. Выполнение Фьюжн (fusion) техники является стандартом при повторной биопсии предстательной железы. Однако эффективность таргетного метода диагностики клинически значимого рака предстательной железы составляет от 23 до 40%. Использование калькуляторов риска позволяет стратифицировать пациентов с высоким риском диагностики клинически значимого рака предстательной железы и сократить количество выполняемых повторных биопсий.

Цель исследования – разработать универсальную прогностическую модель диагностики клинически значимого рака при повторной биопсии предстательной железы.

Материалы и методы. В исследование включены 246 пациентов, которым выполнена повторная биопсия при помощи FUSION техники. Оценивали предоперационные клинические, лабораторные, инструментальные данные. При статистическом анализе было влияние на диагностику клинически значимого рака предстательной железы (ISUP 2 и более).

Результаты. Проведенный анализ позволил выявить факторы, достоверно значимо влияющие на диагностику клинически значимого рака предстательной железы при повторной биопсии: наличие очага по данным пальцевого ректального исследования ($p=0,001$), наличие очага по шкале PIRADS v2.1 – 4 и 5 категории в периферической зоне по данным мультипараметрической магнитно-резонансной томографии ($p=0,001$); ($p=0,001$), размер очага >13 мм по данным мультипараметрической магнитно-резонансной томографии ($p=0,029$), плотность простатического специфического антигена $>0,16$ нг/мл/см³ ($p=0,001$), объем предстательной железы менее 56,00 см³ ($p<0,001$). Для выявленных параметров был проведен логистический регрессионный, ROC-анализ. Площадь под кривой AUC составила 0,806 с 95% доверительным интервалом – от 0,737 до 0,875. Разработан прогностический инструмент диагностики клинически значимого рака предстательной железы при повторной биопсии с точностью 84%. При валидации разработанного калькулятора чувствительность модели составила 95,5%, специфичность – 51,28%, при пороговом значении в 0,15 возможно воздержаться от 42% выполняемых повторных биопсий, при пропуске 1 случая клинически значимого рака предстательной железы.

Заключение. Прогностическая модель, разработанная на основе собственных данных, показывает высокую чувствительность, позволяет диагностировать 95,5% клинически значимый рак предстательной железы и на 42% уменьшить количество выполняемых повторных биопсий предстательной железы. Данный калькулятор можно использовать в ежедневной практике врача уролога, онколога для стратификации риска диагностики у пациента клинически значимого рака предстательной железы перед выполнением повторной биопсии.

Ключевые слова: повторная биопсия предстательной железы; FUSION биопсия предстательной железы; прогностическая модель диагностики рака предстательной железы.

Для цитирования: Жилов М.С., Котов С.В., Гуспанов Р.И., Юсуфов А.Г., Черкасов А.А., Самойлов Д.А., Литвинов С.О. Прогностическая модель диагностики клинически значимого рака предстательной железы при повторной биопсии. Экспериментальная и клиническая урология. 2026;19(2):104-111; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-104-111>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-104-111>

A prognostic model for diagnosing clinically significant prostate cancer at repeat biopsy

CLINICAL STUDY

M.S. Zhilov^{1, 2}, S.V. Kotov^{1, 2}, R.I. Guspanov¹⁻³, A.G. Yusufov^{1, 2}, A.A. Cherkasov¹, D.A. Samoylov¹, S.O. Litvinov¹

¹ Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov (Pirogov University), Moscow, Russia

² Moscow Multidisciplinary Clinical Center «Kommunarka», Moscow, Russia

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Contacts: Maksim S. Zhilov, zhilovms@gmail.com

Summary:

Introduction. Currently, the FUSION technique is the standard for repeated prostate biopsy. However, the effectiveness of the targeted method for the diagnosis of clinically significant prostate cancer ranges from 23 to 40%. The use of risk calculators allows you to select patients to select patients with a high risk of diagnosis of clinically significant prostate cancer and reduce the number of repeated biopsies performed.

The purpose of the study is to develop a universal prognostic model for the diagnosis of clinically significant prostate cancer after repeated biopsy. **Materials and methods.** The study included 246 patients who underwent repeated biopsy using FUSION technology. Preoperative clinical, laboratory, and instrumental data were evaluated. The result of the statistical analysis was the impact on the diagnosis of clinically significant prostate cancer (ISUP 2 or more).

Results. The analysis revealed factors that significantly affect the diagnosis of csPC during repeated biopsy: the presence of a lesion in the peripheral zone according to mpMRI ($p=0.001$); PIRADS v2.1 – 4 and 5 categories ($p=0.001$), the presence of a lesion according to finger rectal examination (PRI) ($p=0.001$), the size of the lesion according to mpMRI, mm: more than 13 ($p=0.029$), PSA density more than 0.16 ng/ml/cm³ ($p=0.001$), prostate volume less than 56.00 cm³ ($p<0.001$). A logistic regression and ROC analysis were performed for the identified parameters. The area under the AUC curve was 0,806 with a 95% confidence interval from 0,737 to 0,875. A prognostic tool for the diagnosis of clinically significant prostate cancer during repeated biopsy with an accuracy of 84% has been developed. When validating the developed calculator, the sensitivity of the model was 95.5%, the specificity was 51.28%, with a threshold value of 0.15, it is possible to refrain from 42% of repeated biopsies.

Conclusion. The prognostic model developed based on our own data shows high sensitivity and allows us to diagnose 95.5% of clinically significant prostate cancer and reduce the number of repeated prostate biopsies by 42%. This calculator can be used in the daily practice of a urologist or oncologist to assess the risk of diagnosis in a patient with cancer before performing a repeat biopsy.

Key words: repeated prostate biopsy; FUSION prostate biopsy; prognostic model for prostate cancer diagnosis.

For citation: Zhilov M.S., Kotov S.V., Guspanov R.I., Yusufov A.G., Cherkasov A.A., Samoylov D.A., Litvinov S.O. A prognostic model for the diagnosis of clinically significant prostate cancer at repeated biopsy. *Experimental and Clinical Urology*. 2026;19(2):104-111; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2026-19-2-104-111>

ВВЕДЕНИЕ

Рак предстательной железы (РПЖ) является одним из наиболее распространенных злокачественных новообразований у мужчин. Согласно данным GLOBOCAN 2022, РПЖ по частоте встречаемости занимает второе место во всем мире, по смертности – пятое место [1]. В России отмечается неуклонный рост распространенности РПЖ с 116,1 на 100 тыс. населения в 2014 г. до 234,9 на 100 тыс. населения в 2024 г. [2].

Согласно российским клиническим рекомендациям, при первичной диагностике РПЖ рекомендовано проведение мультифокальной трансректальной биопсии предстательной железы [3], однако отсутствие опухолевой ткани в гистологическом заключении может быть связано с неадекватной техникой выполнения либо поражением передних отделов предстательной железы [4].

Ранее мы уже опубликовали работу по результатам стандартной и таргетной техники (гистосканирование) в случае негативной первичной биопсии предстательной железы, однако данные оказались сопоставимы между собой, что потребовало проведения дополнительных исследований [5].

При отрицательном результате первичной биопсии рекомендовано выполнение сатурационной либо FUSION биопсии для улучшения диагностики клинически значимого РПЖ (кзРПЖ) [6].

Общепринятое определение кзРПЖ по данным AUA и EAU упоминается как группа ISUP 2 и более [7, 8].

По данным клинических рекомендаций Российского общества урологов, к РПЖ очень низкого

риска относятся пациенты с уровнем простатического специфического антигена (ПСА) <10 нг/мл, суммой баллов по шкале Глисон <7, наличием <3 положительных биоптатов, а опухоль в каждом биоптате не должна занимать площадь >50%. Клиническая стадия заболевания должна быть T1c–T2a. С точки зрения морфологии у пациентов с группой ISUP 1 отмечается низкая частота экстрапростатической инвазии (0,3%) и биохимического рецидива (3,5%), что позволяет считать данную группу «клинически незначимым РПЖ» [3].

В многоцентровом исследовании 2024 г. с выборкой 10 228 человек было выявлено, что в случае группы ISUP 1 с ПСА >20 нг/мл и поражением >50% биоптатов, наблюдается повышение риска канцеро-специфической смертности и общей смертности [9].

Фьюжн (fusion) биопсия может быть выполнена аппаратным, когнитивным, in bore (прямо под контролем МРТ), либо робот-ассистированным методом. По данным зарубежных и российских исследований, все методы оказываются сопоставимыми между собой, а диагностика рака ISUP 2 и выше составляет от 23 до 40% [10–15].

Использование калькуляторов риска может помочь врачу определить вероятность у пациента кзРПЖ на основании математического анализа суммарных данных пациента и сократить количество проводимых повторных биопсий. На сегодняшний день разработаны прогностические модели диагностики клинически значимого РПЖ при негативной первичной биопсии: European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC), Prostate Cancer Prevention Trial Risk Calculator Version 2.0 (PCPTRC 2.0.), 

Prostate Biopsy Collaborative Group (PBCG) и BioPrev-C (Biopsy Prevention Calculator). Факторы каждого калькулятора различаются, при этом данные мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (мпМРТ) учитывают не во всех моделях. MRI-ERSPC основан на таких параметрах, как возраст, уровень общего ПСА, данные пальцевого ректального исследования (ПРИ), объем предстательной железы, категория по шкале PIRADS [16]. PCPTRC 2.0. прогнозирует исход биопсии исходя из расы пациента, возраста, уровня общего и свободного ПСА, отягощенного семейного анамнеза, а также уровня PCA3 и онкомаркера T2:ERG [17]. Для прогностического расширенного PBCG калькулятора необходимы критерии: возраст, ПСА, ПРИ, раса, объем предстательной железы, семейный анамнез по РПЖ и молочной железы, прием ингибиторов 5 альфа редуктазы (и-5АР) [18]. BioPrev-C анализирует данные: возраст, общий ПСА, ПРИ, объем предстательной железы, семейный анамнез, прием и-5АР, категория по шкале PIRADS [19]. Однако данные прогностические калькуляторы не оценивают зону поражения по данным мпМРТ и размеры подозрительного очага, а также ограничением всех прогностических моделей является зависимость от распространенности РПЖ в отдельном регионе.

Цель исследования – разработать универсальную прогностическую модель диагностики клинически значимого рака при повторной биопсии предстательной железы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для построения прогностической модели успешной диагностики кзРПЖ при повторной биопсии предстательной железы на предоперационном этапе проводили расчет клинических, лабораторных и инструментальных предоперационных показателей 246 пациентов, которые вошли в исследования согласно критериям включения и исключения проводимого исследования.

Критерии включения:

- отрицательный результат первичной биопсии;
- очаг по данным мпМРТ PIRADS v2.1 категории 3 и выше;

• выполненная пациентам повторная биопсия (аппаратная/когнитивная FUSION техникой).

Критерии исключения:

- верифицированный РПЖ по данным первичной биопсии;
- очаг по данным мпМРТ PIRADS v2.1 категории 1 и 2;
- наличие по данным мпМРТ местно-распространенного опухолевого процесса.

Всем пациентам выполнена fusion-биопсия предстательной железы (когнитивная трансректальная, ап-

паратная трансперинеальная). Исследовалось влияние предоперационных параметров на успешность диагностики клинически значимого рака при повторной биопсии предстательной железы.

Исследовались следующие параметры:

- возраст, лет;
- общий ПСА, нг/мл;
- плотность ПСА, нг/мл/см³;
- объем предстательной железы, см³;
- PIRADS v2.1 (3, 4 и 5 категории);
- зона очага по данным мпМРТ (периферическая, транзитная);
- размер очага по данным мпМРТ, мм;
- очаг по данным ПРИ (есть, нет);
- количество биопсий в анамнезе.

В качестве зависимой переменной выбран результат диагностики доброкачественной гиперплазии предстательной железы, клинически незначимый рак предстательной железы (кнзРПЖ) и кзРПЖ, под которым понималось наличие в гистологическом заключении группы ISUP 2 и более.

В табл. 1 представлен результат однофакторного анализа параметров влияющих на диагностику кзРПЖ. Статистически значимыми ($p < 0,05$) оказались сл. факторы: периферическая зона очага по данным мпМРТ, наличие очага по данным ПРИ, наличие очага PIRADS v2.1 4 и 5 категории по данным мпМРТ, плотность ПСА, объем предстательной железы и размер очага по данным мпМРТ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный многофакторный анализ позволил выявить факторы, достоверно влияющих на диагностику клинически значимого РПЖ при повторной биопсии. Результаты с указанием границ доверительного интервала и отношения шансов указаны в табл. 2.

На основании проведенного анализа получена прогностическая модель с 84% предиктивной точностью. Ее чувствительность составила 38,0%, специфичность – 95,5% при пороговой вероятности разбегания на классы 0,5. ROC-кривая представлена на рис. 1.

Площадь под кривой AUC составила 0,806 с 95% доверительным интервалом от 0,737 до 0,875, что соответствует хорошему качеству построенной прогностической модели. Индекс Джини соответственно составил 0,612.

На рис. 2 представлен разработанный нами калькулятор в программе Excel, с помощью которого возможно рассчитать риск диагностики кзРПЖ при повторной биопсии с вероятностью от 0 до 1.

С целью валидации полученной модели и определения оптимального порогового значения были проанализированы результаты 100 повторных биопсий предстательной железы. Количественные и кате-

Таблица 1. Анализ влияния факторов рака предстательной железы по клиническим результатам

Table 1. Analysis of the impact of prostate cancer factors by clinical outcomes

Фактор Factor		ДГПЖ, кнзРПЖ, n (%) BPH, CNSPC, n (%)	кзРПЖ, n (%) CSPC, n (%)	p
Зона очага по данным мпМРТ Zone of the lesion according to mpMRI	Периферическая Peripheral zone	73 (69,5)	32 (30,5)	0,001
	Транзиторная Transition zone	122 (86,5)	19 (13,5)	
Очаг по данным ПРИ Lesion according to DRE	Нет / No	144 (86,2)	23 (13,8)	<0,001
	Да / Yes	51 (64,6)	28 (35,4)	
PIRADS v2.1	3	80 (92,0)	7 (8,0)	<0,001
	4	81 (81,8)	18 (18,2)	
	5	34 (56,7)	26 (43,3)	
Биопсия по счету Number of biopsy	2	143 (79,9)	36 (20,1)	0,835
	3	35 (76,1)	11 (23,9)	
	4 и более	17 (81,0)	4 (19,0)	
Возраст, лет Age, years	≤68	104 (81,9)	23 (18,1)	0,295
	>68	91 (76,5)	28 (23,5)	
ПСА, нг/мл PSA ng/ml	≤9,45	101 (82,1)	22 (17,9)	0,271
	>9,45	94 (76,4)	29 (23,6)	
Плотность ПСА, нг/мл/см ³ PSA density, ng/ml/cm ³	≤0,16	112 (91,1)	11 (8,9)	<0,001
	>0,16	83 (67,5)	40 (32,5)	
Объем предстательной железы, см ³ Prostate volume, cm ³	≤56,00	87 (69,0)	39 (31,0)	<0,001
	>56,00	108 (90,0)	12 (10,0)	
Размер очага по данным мпМРТ, мм Size of the lesion according to mpMRI, mm	≤13	111 (84,7)	20 (15,3)	0,029
	>13	83 (73,5)	30 (26,5)	

Примечания. ДГПЖ – доброкачественная гиперплазия предстательной железы; кзРПЖ – клинически значимый рак предстательной железы; кнзРПЖ – клинически незначимый рак предстательной железы; мпМРТ – мультипараметрическая МРТ; ПРИ – пальцевое ректальное исследование
 Notes. BPH – benign prostate hyperplasia; CNSPC – clinically nonsignificant prostate cancer; CSPC – clinically significant prostate cancer; DRE – digital rectal examination; mpMRI – multiparametric MRI

Таблица 2. Показатели относительного риска

Table 2. Relative risk indicators

Фактор Factor		95% нижняя граница доверительного интервала 95% lower confidence interval limit	95% верхняя граница доверительного интервала 95% upper confidence interval limit	Соотношение шансов Odds ratio
Зона очага по данным мпМРТ Zone of the lesion according to mpMRI	Периферическая Peripheral zone	0,188	0,672	0,355
	Транзиторная Transition zone			
Изменения ПРИ DRE findings	Нет / No	1,817	6,502	3,437
	Да / Yes			
Размер очага максимальный, мм Max size of the lesion, mm	≤13	1,065	3,779	2,006
	>13			
Объем предстательной железы, см ³ Prostate volume, cm ³	≤56,00	0,122	0,502	0,248
	>56,00			
Плотность ПСА, нг/мл/см ³ PSA density, ng/ml/cm ³	≤0,16	2,376	10,133	4,907
	>0,16			

Примечания. мпМРТ – мультипараметрическая магнитно-резонансная томография; ПРИ – пальцевое ректальное исследование; ПЖ – предстательная железа; ПСА – простатический специфический антиген

Note. mpMRI – multiparametric magnetic resonance imaging; DRE – finger rectal examination; PSA – prostate specific antigen

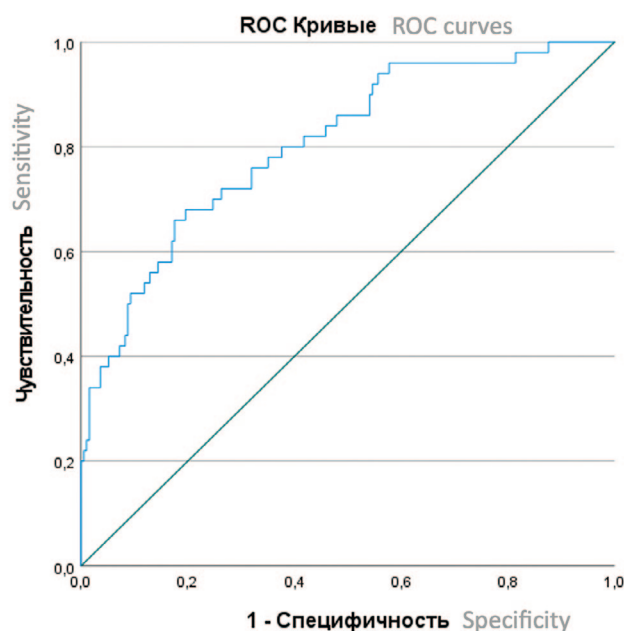


Рис. 1. ROC-кривая полученной модели прогнозирования клинически значимого рака при повторной биопсии

Fig. 1. ROC curve of the developed model for predicting clinically significant cancer at repeat biopsy

Исходные характеристики пациента	
Плотность ПСА (нг/мл/см ³)	0,15
Объем ПЖ (см ³)	35,00
Размер очага максимальный (мм)	15
PIRADS (3, 4 или 5 баллов)	5
Зона очага (транзиторная или периферическая)	периферическая
Изменения ПРИ (есть или нет)	да

в эти ячейки вставляем характеристики пациента

Вероятность РПЖ

0,55272

здесь получаем оценку скоринга пациента от 0 до 1

Рис. 2. Прогностический калькулятор диагностики клинически значимого рака предстательной железы при повторной биопсии

Fig. 2. Prognostic calculator for the diagnosis of clinically significant prostate cancer at repeat biopsy

гориальные характеристики пациентов представлены в табл. 3, 4.

Для данной выборки пациентов выполнена калибровка порогового значения в 0,15. С помощью полученной модели кзРПЖ был диагностирован верно в

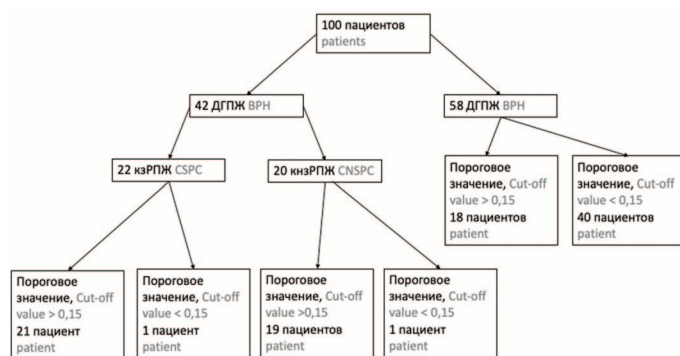


Рис. 3. Распределение в зависимости от результата гистологического заключения

Fig. 3. Distribution according to histopathological results

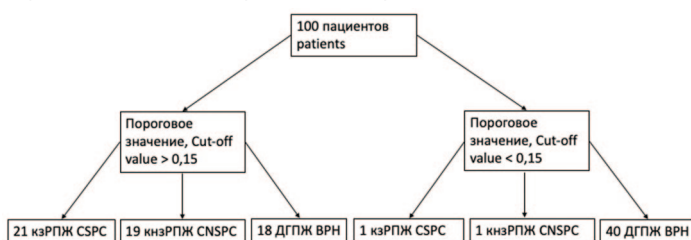


Рис. 4. Распределение в зависимости от порогового значения прогностической модели

Fig. 4. Distribution according to the threshold of the prognostic model

21 из 22 случаев, что составило 95,5%. При пороговом значении модели менее 0,15 возможно воздержаться от выполнения повторной биопсии в 42% при пропуске 1 случая кзРПЖ (4,5%). Чувствительность модели составила 95,45%, специфичность – 51,28%. На рис. 3, 4 указано распределение пациентов в зависимости от результатов прогностической модели.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нами не обнаружено русскоязычных прогностических моделей диагностики кзРПЖ. В настоящее время в России отмечается развитие технологий искусственного интеллекта для диагностики РПЖ по результатам мпМРТ, как альтернатива калькуляторам риска.

И.А. Абоян и соавт. опубликовали результаты использования сверточной нейронной сети, основанной на архитектуре U-Net. По результатам валидации нейросеть корректно локализовала РПЖ в 78% случаев, в то время как радиолог – в 55% [20].

Таблица 3. Описательная статистика количественных переменных пациентов для валидации
Table 3. Descriptive statistics of quantitative patient variables for validation

Показатели / Variables	Результаты / Results
Возраст, М±SD Age, М±SD	69,00±6,70
ПСА на момент биопсии, Ме PSA at the moment of biopsy, Me	9,50
Объем предстательной железы, см ³ , Ме Prostate volume, cm ³ , Me	54,95
Плотность, Ме Density, Me	0,18
Размер очага, мм, Ме Size of lesion, mm, Me	13,00

Таблица 4. Описательная статистика категориальных переменных пациентов для валидации
Table 4. Descriptive statistics of categorical patient variables in the validation cohort

Показатели Variables	Категории Categories	n (%)
PIRADS	3	29 (29,0)
	4	43 (43,0)
	5	28 (28,0)
Локализация очага по данным мпМРТ Zone of the lesion according to mpMRI	Периферическая / Peripheral zone	57 (57,0)
	Транзиторная / Transition zone	43 (43,0)
Очаг по данным ПРИ Lesion on DRE	Отсутствие / Negative	70 (70,0)
	Наличие / Positive	30 (30,0)
Результаты гистологии Histology results	ДГПЖ / BPH	58 (58,0)
	РПЖ / PC	42 (42,0)
	кзРПЖ / CSPC	22 (22,0)
ISUP	0	58 (58,0)
	1	20 (20,0)
	2	12 (12,0)
	3	4 (4,0)
	4	4 (4,0)
	5	2 (2,0)

Примечания. кзРПЖ – клинически значимый рак предстательной железы; мпМРТ – мультипараметрическая МРТ; ПРИ – пальцевое ректальное исследование; РПЖ – рак предстательной железы

Note. BPH – benign prostate hyperplasia; CSPC – clinically significant prostate cancer; DRE – digital rectal examination; mpMRI – multiparametric MRI; PC – prostate cancer

Группой авторов разработана система компьютерной диагностики на базе глубокого обучения (DL-CAD) для минимизации влияния ручной сегментации на определение оценок PI-RADS. Система DL-CAD показала среднюю точность 78%, чувствительность – 60% и специфичность – 84% при обнаружении поражений. Коэффициент сходства Dice для сегментации предстательной железы составил 0,71, а площадь под ROC-кривой (AUROC) – 81,16% [12].

Одним из первых калькулятор риска РПЖ ERSРC, разработанный на основе результатов скрининга 6288 мужчин, был зарегистрирован в 2006 г. Ограничение данной модели – это проведение пациентам 6-точечной биопсии предстательной железы. С внедрением мпМРТ в стандарт диагностики данная прогностическая модель была обновлена в 2019 г., что позволило использовать данные PIRADS для стратификации пациентов [21].

P. Davik и соавт. провели валидизацию 303 пациентов, в 21% случаев в анамнезе была отрицательная биопсия. Большей части пациентов выполнялась систематическая трансректальная биопсия ($n=264$), трансректальная fusion-биопсия ($n=35$), промежностная когнитивная биопсия ($n=4$). AUC для ERSРC составила 0,82 (95% ДИ 0,77–0,87) для кзРПЖ и 0,77 (95% ДИ 0,72–0,82) для РПЖ. AUC для MRI-ERSРC-RC составила 0,89 (95% ДИ 0,85–0,93) для кзРПЖ и 0,85 (95% ДИ 0,81–0,90) для всего РПЖ. Используя порог риска $\geq 4\%$ кзРПЖ или 20% для всего РПЖ позволило избежать 12,5% (38/303) биопсий в когорте исследований, пропустив 3% (5/167) случаев РПЖ, без упущения ни одного кзРПЖ [22].

В 2019 г. D.P. Ankerst и соавт. создали новый прогностический калькулятор, основанный на 15 611 об-

следованных мужчин PBCG. При валидизации на 5992 пациентов AUC составила 75,5% (95% доверительный интервал: 74,2–76,8), что являлось статистически значимо лучшим результатом по сравнению с AUC на 72,3% (70,9–73,7) для PCPTRC ($p<0,0001$) [18].

В 2025 г. J.J. Tosoian и соавт. опубликовал данные валидизации теста MyProstateScore (MPS) 2.0 в сравнении с моделью PCPTRt (Prostate Cancer Prevention Trial Risk) для 266 мужчин, у 20% из которых с отрицательным результатом первичной биопсии. Данный тест оценивает экспрессию 18 генов в моче, специфичных к РПЖ. В популяции повторной биопсии чувствительность MPS 2.0 составила 93%, что оказалось сопоставимо с калькулятором PCPTRt, однако специфичность оказалось выше для MPS 2.0 и составила 44%, а для PCPTRt – всего 2,6% [23].

В 2024 г. швейцарскими учеными разработан и валидизирован калькулятор BioPrev-C. Для создания калькулятора оценена когорта из 391 пациента, 29,2% из которых с отрицательной биопсией в анамнезе. Валидизация проводилась на 156 мужчинах (16,7% – с повторной биопсией) и сравнивалась с калькуляторами PBCG RC и MRI-ERSРC-RC. AUC как PBCG RC (0,71, 95% ДИ 0,63–0,79), так и MRI-ERSРC-RC (0,84, 95% ДИ 0,77–0,90) были значительно ниже по сравнению с BioPrev-C (0,88, 95% ДИ 0,82–0,93; BioPrev-C vs PBCG, $p<0,001$; BioPrev-C vs MRI-ERSРC-RC, $p=0,02$) [19].

H.D. Patel и соавт. в 2022 г. опубликовали данные о разработке калькулятора риска основанном на мпМРТ – Prospective Loyola University multiparametric MRI (PLUM) и сравнение его с PBCG RC при валидации. В исследование включены 1010 пациентов, ■

460 из них – с отрицательной биопсией. В конечную модель были включены следующие параметры: возраст, раса, семейный анамнез, ПРИ, отрицательная биопсия в анамнезе, ПСА, плотность ПСА, объем предстательной железы, PIRADS, PLUM RC превзошел PBCG RC во внутренних (AUC 88,2% vs 67,8%; $p < 0,001$) и внешних (AUC 83,9% vs 69,4%, $p < 0,001$) валидационных выборках для обнаружения кзРПЖ [24].

Преимуществом созданной нами прогностической модели является то, что она разработана на прицельных методах повторной биопсии, валидизация проводилась исключительно на пациентах с предыдущей негативной биопсией, выявлены новые статистические параметры диагностики кзРПЖ (размер очага и локализация очага по данным мпМРТ).

Стоит отметить, что для каждого калькулятора необходима калибровка пороговых значений исходя из заболеваемости в отдельном регионе. Ограничением зарубежных моделей является отсутствие возможности воспользоваться в открытом доступе. Из имеющихся прогностических калькуляторов доступны онлайн PCPT RC, PBCG RC, MRI-ERSPC-RC, однако данные мпМРТ учитываются только в последнем. По данным обзора литературы, MRI-ERSPC-RC уступает современ-

ным калькуляторам риска, что создает необходимость разработки новых прогностических моделей.

Анализ результатов прогнозирования кзРПЖ с помощью разработанного нами калькулятора показали высокую чувствительность, сопоставимую с зарубежными работами. Несмотря на невысокую специфичность, полученные нами результаты оказались лучше по сравнению с тестом MPS (51,28% vs 44%). Благодаря нашей прогностической модели возможно сократить количество повторных биопсий на 42%, по сравнению с MRI-ERSPC-RC, на при использовании которого возможно воздержаться всего от 12,5% биопсий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогностическая модель, разработанная на основе собственных данных, показывает высокую чувствительность, позволяет диагностировать 95,5% кзРПЖ и на 42% уменьшить количество выполняемых повторных биопсий предстательной железы.

Данный калькулятор возможно использовать в ежедневной практике врача уролога и онколога для стратификации риска диагностики у пациента кзРПЖ перед выполнением повторной биопсии. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024;74(3):229–63. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>.
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О., Золотарева Н.Ю. Злокачественные новообразования в России в 2024 году (заболеваемость). Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2025. 178 с. [Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O., Zolotareva N.Y. Malignant Neoplasms in Russia in 2024 (Incidence). Moscow: P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology, a branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2025. 178 p. (In Russian)].
- Каприн А.Д., Алексеев Б.Я., Матвеев А.Б., Пушкар Д.Ю., Говоров А.В., Горбань Н.А. и др. Клинические рекомендации. Рак предстательной железы. Разработчик клинической рекомендации Ассоциация онкологов России, Общероссийская общественная организация "Российское общество урологов", Общероссийская общественная организация "Российское общество онкоурологов", Общероссийская общественная организация "Российское общество клинической онкологии". Одобрено Научно-практическим Советом Минздрава России. Год утверждения 2021. [Kaprin A.D., Alekseev B. Ya., Matveev A.B., Pushkar D. Yu., Govorov A.V., Gorban N.A., et al. Clinical guidelines. Prostate cancer. Developer of the clinical guideline: Russian Oncologists Association, All-Russian Public Organization "Russian Society of Urologists", All-Russian Public Organization "Russian Society of Oncourologists", All-Russian Public Organization "Russian Society of Clinical Oncology". Approved by the Scientific and Practical Council of the Ministry of Health of the Russian Federation. Year of approval: 2021. (In Russian)]. https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/12_3.
- Xue J, Qin Z, Cai H, Zhang C, Li X, Xu W, et al. Comparison between transrectal and transperineal prostate biopsy for detection of prostate cancer: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Oncotarget*. 2017;8(14):23322–36. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.15056>.
- Котов С.В., Гуспанов Р.И., Пульбере С.А., Юсуфов А.Г., Хачатрян А.Л., Бядретдинов И.Ш. и др. Результаты использования аппарата HistoScanning™ для диагностики рака предстательной железы в сравнении со стандартной мультифокальной биопсией. *Вестник урологии*. 2023;11(4):62–71. [Kotov S.V., Guspanov R.I., Pulbere S.A., Yusufov A.G., Khachatryan A.L., Byadretdinov I.Sh., et al. Histoscanning™ vs. standard multifocal biopsy for prostate cancer diagnosis: a comparison of diagnostic methods. *Vestnik Urologii = Urology Herald*. 2023;11(4):62–71. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2023-11-4-62-71>.
- Walz J, Graefen M, Chun FK-H, Erbersdobler A, Haese A, Steuber T, et al. High incidence of prostate cancer detected by saturation biopsy after previous negative biopsy series. *Eur Urol*. 2006;50(3):498–505. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2006.03.026>.
- Mottet N, van den Bergh RCN, Briers E, Van den Broeck T, Cumberbatch MG, De Santis M, et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on prostate cancer – 2020 update. Part 1: screening, diagnosis, and local treatment with curative intent. *Eur Urol*. 2021;79(2):243–62. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2020.09.042>.
- Wei JT, Barocas D, Carlsson S, Coakley F, Eggen S, Etzioni R, et al. Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline part II: considerations for a prostate biopsy. *J Urol*. 2023;210(1):54–63. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000003492>.
- Tilki D, Chen M-H, Huland H, Graefen M, D'Amico A V. Mortality risk for patients with biopsy Gleason grade group 1 prostate cancer. *Eur Urol Oncol*. 2024;7(6):1520–6. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2024.06.009>.
- Wegelin O, Exterkate L, van der Leest M, Kummer JA, Vreuls W, de Bruin PC, et al. The FUTURE Trial: A multicenter randomised controlled trial on target biopsy techniques based on magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer in patients with prior negative biopsies. *Eur Urol*. 2019;75(4):582–90. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.11.040>.
- Kaufmann S, Russo GI, Bamberg F, Löwe L, Morgia G, Nikolau K, et al. Prostate cancer detection in patients with prior negative biopsy undergoing cognitive-, robotic- or in-bore MRI target biopsy. *World J Urol*. 2018;36(5):761–8. <https://doi.org/10.1007/s00345-018-2189-7>.
- He M, Еникеев М.Э., Рзаев Р.Т., Черненко И.М., Фельдшер М.В., Ли Не и др. Разработка системы на базе глубокого обучения для помощи в принятии врачебных решений в определении оценок по системе PI-RADS: международное многоцентровое исследование. *Онкоурология*. 2024;20(4):15–23. [Mingze He, Enikeev M.E., Rzaev R.T., Chernenky I.M., Feldsherov M.V., Li He, et al. Development of a deep learning-based system for aiding in the determination of Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) scores: an international multicenter study. *Oncourologia = Cancer Urology*. 2024;20(4):15-23. (In Russian)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2024-20-4-15-23>.
- Колонтарев К.Б., Грицков И.О., Говоров А.В., Васильев А.О., Пушкар Д.Ю. Робот-ассистированные технологии для проведения таргетной биопсии предстательной железы: обзор литературы. *Вестник урологии*. 2023;11(2):132–43. [Kolontarev K.B., Gritskov I.O., Govorov A.V., Vasiliev A.O., Pushkar D.Y. Robot-assisted technologies for targeted prostate biopsy: literature review. *Vestnik Urologii = Urology Herald*. 2023;11(2):132–43. (In Russian)]. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2023-11-2-132-141>.
- Романов Р.А., Корякин А.В., Толстов И.С., Кирпатовский В.И., Алексеев Б.Я. Промежуточная фьюжн-биопсия предстательной железы. Диагностическая ценность в сравнении со стандартной биопсией. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2023;16(1):48–54. [Romanov R.A., Koryakin A.V., Tolstov I.S., Kirpatovskiy V.I., Alekseev B.Ya. Transperineal fusion prostate biopsy. Diagnostic value in comparison with a standard biopsy. *Experimentalnaya i Klinicheskaya Urologiya = Experimental and Clinical Urology*. 2023;16(1):48–54. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2023-16-1-48-54>.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

15. Жиллов М.С., Юсуфов А.Г., Гуспанов Р.И., Котов С.В. Результаты применения таргетных методов при повторной биопсии предстательной железы у пациентов с отрицательным результатом первичной системной биопсии. *Онкоурология*. 2025;21(3):82–90. [Zhilov M. S., Yusufov A. G., Guspanov R. I., Kotov S. V. Results of using targeted methods in repeat prostate biopsy in patients with negative results of primary systemic biopsy. *Onkourologiya = Cancer Urology*. 2025;21(3):82–90. (In Russian)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2025-21-3-82-90>.
16. Breza J, Subin F, Bernadic M, Tomas M, Pindak D. The use of European randomized study of screening for prostate cancer calculator as a diagnostic tool for prostate biopsy indication. *Bratislava Med J*. 2019;120(5):331–5. https://doi.org/10.4149/BLL_2019_054.
17. Maruf M, Fascelli M, George AK, Siddiqui MM, Kongnyuy M, DiBianco JM, et al. The prostate cancer prevention trial risk calculator 2.0 performs equally for standard biopsy and MRI/US fusion-guided biopsy. *Prostate Cancer Prostatic Dis*. 2017;20(2):179–85. <https://doi.org/10.1038/pcan.2016.46>.
18. Ankerst DP, Straubinger J, Selig K, Guerrios L, De Hoedt A, Hernandez J, et al. A contemporary prostate biopsy risk calculator based on multiple heterogeneous cohorts. *Eur Urol*. 2018;74(2):197–203. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.05.003>.
19. Hermanns T, Wettstein MS, Kaufmann B, Lautenbach N, Kaufmann E, Saba K, et al. BioPrev-C – development and validation of a contemporary prostate cancer risk calculator. *Front Oncol*. 2024;14. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1343999>.
20. Абаян И.А., Редькин В.А., Назарук М.Г., Поляков А.С., Пакус С.М., Лемешко С.И.,

- и др. Искусственный интеллект в диагностике рака предстательной железы с помощью магнитно-резонансной томографии. Новый подход. *Онкоурология*. 2024;20(2):35–43. [Aboyan I.A., Redkin V.A., Nazaruk M.G., Polyakov A.S., Pakus S.M., Lemesheko S.I., et al. Artificial intelligence in diagnosis of prostate cancer using magnetic resonance imaging. New approach. *Onkourologiya = Cancer Urology*. 2024;20(2):35–43. (In Russian)]. <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2024-20-2-35-43>.
21. Radtke JP, Giganti F, Wiesenfarth M, Stabile A, Marenco J, Orczyk C, et al. Prediction of significant prostate cancer in biopsy-naïve men: validation of a novel risk model combining MRI and clinical parameters and comparison to an ERSPC risk calculator and PI-RADS. *PLoS One*. 2019;14(8):e0221350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221350>.
22. Davik P, Remmers S, Elschot M, Roobol MJ, Bathen TF, Bertilsson H. Reducing prostate biopsies and magnetic resonance imaging with prostate cancer risk stratification. *BJUI Compass*. 2022;3(5):344–53. <https://doi.org/10.1002/bco.2146>.
23. Tosoian JJ, Zhang Y, Meyers JI, Heaton S, Siddiqui J, Xiao L, et al. Clinical validation of MyProstateScore 2.0 testing using first-catch, non-digital rectal examination urine. *J Urol*. 2025;213(5):581–9. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000004421>.
24. Patel HD, Koehne EL, Shea SM, Fang AM, Gerena M, Gorboson A, et al. A prostate biopsy risk calculator based on MRI: development and comparison of the Prospective Loyola University multiparametric MRI (PLUM) and Prostate Biopsy Collaborative Group (PBCG) risk calculators. *BJU Int*. 2023;131(2):227–35. <https://doi.org/10.1111/bju.15835>.

Сведения об авторах:

Жиллов М.С. – аспирант кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет); Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 1167726, <https://orcid.org/0000-0001-6322-7868>

Котов С.В. – д.м.н., заведующий кафедрой урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), руководитель Университетской клиники урологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 667344, <https://orcid.org/0000-0003-3764-6131>

Гуспанов Р.И. – д.м.н., доцент кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), врач-уролог урологического отделения ГБУЗ «ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова ДЗМ», онколог 4-го онкологического отделения (онкоурологии) ГБУЗ «ММКЦ «Коммунарка» Департамента здравоохранения г. Москвы; Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 875574, <https://orcid.org/0000-0003-2321-6237>

Юсуфов А.Г. – к.м.н., доцент кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), заведующий урологическим отделением ГБУЗ ММКЦ «Коммунарка» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 902934, <https://orcid.org/0000-0001-8202-3844>

Черкасов А.А. – ординатор кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 1021198, <https://orcid.org/0000-0001-8355-3644>

Самойлов Д.А. – ординатор кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 1309392, <https://orcid.org/0009-0000-4842-6551>

Литвинов С.О. – ординатор кафедры урологии и андрологии им. акад. Н.А. Лопаткина ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет), Москва, Россия; РИНЦ Author ID: 1308784, <https://orcid.org/0009-0000-8006-1513>

Вклад авторов:

Жиллов М.С. – обработка и поиск материала, написание текста, 30%
Котов С.В. – концепция и дизайн исследования, 25%
Гуспанов Р.И. – сбор и статистическая обработка материала, 15%
Юсуфов А.Г. – сбор и статистическая обработка материала, 15%
Черкасов А.А. – сбор и статистическая обработка материала, 5%
Самойлов Д.А. – сбор и статистическая обработка материала, 5%
Литвинов С.О. – сбор и статистическая обработка материала, 5%

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена без финансовой поддержки.

Соблюдение прав пациентов. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию.

Статья поступила: 11.01.2026

Результаты рецензирования: 01.02.2026

Исправления получены: 10.03.2026

Принята к публикации: 28.05.2026

Information about authors:

Zhilov M.S. – postgraduate student at the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia; RSCI Author ID: 1167726, <https://orcid.org/0000-0001-6322-7868>

Kotov S.V. – Dr. Sci., Professor, Head of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Oncologist of the 4th oncological department of the Moscow multidisciplinary clinical center «Kommunarka», Moscow, Russia; RSCI Author ID: 667344, <https://orcid.org/0000-0003-3764-6131>

Guspanov R.I. – Dr. Sci., Associate Professor of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), urologist of the urological department of the City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov, oncologist of the 4th oncological department (oncology) Moscow Multidisciplinary Clinical Center «Kommunarka», Moscow, Russia; RSCI Author ID: 875574, <https://orcid.org/0000-0003-2321-6237>

Yusufov A.G. – PhD, Associate Professor of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Pirogov University), Head of the Urological department of the MMCC Kommunarka of the Moscow Department of Health, Moscow, Russia; RSCI Author ID: 902934, <https://orcid.org/0000-0001-8202-3844>

Cherkasov A.A. – medical resident of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia; Author ID: 1021198 <https://orcid.org/0000-0001-8355-3644>

Samoylov D.A. – medical resident of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia; RSCI Author ID: 1309392, <https://orcid.org/0009-0000-4842-6551>

Litvinov S.O. – medical resident of the Department of Urology and Andrology named after Acad. N.A. Lopatkin of the Pirogov Russian National Research Medical (Pirogov University), Moscow, Russia; RSCI Author ID: 1308784, <https://orcid.org/0009-0000-8006-1513>

Authors' contributions:

Zhilov M.S. – processing and searching of the material, writing the text, 30%
Kotov S.V. – concept and design of research, 25%
Guspanov R.I. – collection and statistical processing of material, 15%
Yusufov A.G. – collection and statistical processing of material, 15%
Cherkasov A.A. – collection and statistical processing of material, 5%
Samoylov D.A. – collection and statistical processing of material, 5%
Litvinov S.O. – collection and statistical processing of material, 5%

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

Financing. The article was made without financial support.

Compliance with patient rights. The patients gave written informed consent to the publication.

Received: 11.01.2026

Peer review: 01.02.2026

Corrections received: 10.03.2026

Accepted for publication: 28.05.2026