

Магнитно-резонансная семиотика рака предстательной железы в соответствии с классификацией PI-RADS. Клинико-диагностический алгоритм исследования

А.С. Коробкин¹, врач-рентгенолог;

М.А. Шария¹, д. м. н., вед. науч. сотр. отдела томографии;

А.С. Чабан¹, ординатор отдела томографии;

Г.А. Восканян², уролог;

А.З. Винаров², д. м. н., профессор, заместитель директора НИИ уронефрологии и репродуктивного здоровья человека

¹ ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс»

Министерства здравоохранения РФ,

ул. 3-я Черепковская, 15а, Москва, 121552, Российская Федерация;

² Кафедра урологии лечебного факультета ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ,

ул. Б. Пироговская, 2, стр. 1, Москва, 119435, Российская Федерация

Magnetic resonance semiotics of prostate cancer according to the PI-RADS classification. The clinical diagnostic algorithm of a study

A.S. Korobkin¹, Radiologist;

M.A. Shariya¹, MD, PhD, DSc, Leading Researcher of Department of Tomography;

A.S. Chaban¹, Resident Physician of Department of Tomography;

G.A. Voskanyan², Urologist;

A.Z. Vinarov², MD, PhD, DSc, Professor, Deputy Director of the Institute Uronefrology, and Human Reproductive Health

¹ Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Ministry of Health of the RF, ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15a, Moscow, 121552, Russian Federation;

² Department of Urology, Faculty of Therapeutics, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the RF, ul. Bol'shaya Pirogovskaya, 2, stroenie 1, Moscow, 119435, Russian Federation

Цель исследования – определить магнитно-резонансные признаки рака предстательной железы (РПЖ) в соответствии с классификацией PI-RADS при проведении мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (мпМРТ).

Материал и методы. Обследованы 89 мужчин в возрасте от 20 до 82 лет. Группу контроля составили 8 (9%) здоровых добровольцев без урологического анамнеза в возрасте до 30 лет для получения контрольных изображений и графиков МРТ и 20 (22,5%) мужчин в возрасте 26–76 лет, у которых морфологические изменения носили воспалительный или гиперпластический характер. Во вторую группу, сопоставимую по возрасту, был включен 61 (68,5%) пациент с диагностированным при морфологическом исследовании раком простаты. Комплекс обследования включал: пальцевое ректальное исследование, сывороточный простатспецифический антиген, трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ) с биопсией. Всем пациентам проведена мпМРТ предстательной железы (ПЖ) на аппарате Achieva (Philips, Нидерланды) с напряженностью магнитного поля 3,0 Т.

Результаты. У пациентов в ходе мпМРТ выявлены признаки, характерные для РПЖ, представлена МР-семиотика по классификации PI-RADS. Определены значение и информативность каждой методики мпМРТ в выявлении РПЖ.

Заключение. Комплексный мультипараметрический подход в диагностике РПЖ увеличивает качество и диагностическую значимость МРТ-исследования простаты.

Введение

В последнее время мультипараметрическое магнитно-резонансное исследование предстательной железы (ПЖ) становится наибо-

лее распространенным методом уточняющей диагностики рака ПЖ (РПЖ) [1–6]. Пальцевое ректальное исследование (ПРИ), сывороточный простатспецифичес-

Objective: to elaborate the magnetic resonance imaging (MRI) signs of prostate cancer (PC) in accordance with the PI-RADS classification during multiparametric MRI (mpMRI).

Material and methods. A total of 89 men aged 20 to 82 years were examined. A control group consisted of 8 (9%) healthy volunteers younger than 30 years of age with no urological history to obtain control images and MRI plots and 20 (22.5%) men aged 26–76 years, whose morphological changes were inflammatory and hyperplastic. The second age-matched group included 61 (68.5%) patients diagnosed with prostate cancer at morphological examination. A set of studies included digital rectal examination, serum prostate-specific antigen, and transrectal ultrasound-guided prostate biopsy. All the patients underwent prostate mpMRI applying a 3.0 T Achieva MRI scanner (Philips, the Netherlands).

Results. The patients have been found to have mpMRI signs that were typical of PC; its MRI semiotics according to the PI-RADS classification is presented. Each mpMRI procedure has been determined to be of importance and informative value in detecting PC.

Conclusion. The comprehensive mpMRI approach to diagnosing PC improves the quality and diagnostic value of prostate MRI.

Ключевые слова:

рак предстательной железы, мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, классификация PI-RADS

Index terms:

prostate cancer, multiparametric magnetic resonance imaging, PI-RADS classification

Протокол мпМРТ-исследования органов малого таза

Показатели	T2-ВИ	T1-ВИ	ДВИ	3D-PRESS	e-THRIVE
Технические параметры исследования	TSE	TSE	SE	ECHO	FFE
TE	90 мс	10 мс	Shortest	130 мс	Shortest
TR	Shortest	Range min 400 мс max 600 мс	Range min 2000 мс max 3000 мс	1200 мс	Shortest
Поле обзора, мм	250×250	350×350	200×200		250×250
Толщина среза, мм	3	3	3		3
Шаг, мм	1	1	0	0	0
Количество срезов	35	30	30		85
Подавление сигнала от жировой ткани	Для выявления метастазов в костных структурах	Для выявления метастазов в костных структурах	SPAIR	SPAIR	SPAIR
Проекции	Сагиттальная, фронтальная, аксиальная	Фронтальная	Аксиальная	Сагиттальная, фронтальная, аксиальная	Аксиальная
Продолжительность исследования	5 мин 29 с	1 мин 03 с	3 мин 45 с	9–13 мин	1 мин 15 с (6 динамических повторов)

кий антиген (ПСА), трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ) с биопсией – основные диагностические методы при подозрении на заболевание простаты. Мультипараметрическая МРТ (мпМРТ) малого таза улучшает качество диагностики урологических больных. В мпМРТ входят T2-взвешенные изображения (T2-ВИ) и по крайней мере еще две функциональные МР-методики, которые оценивают анатомию ПЖ. Также в составе мпМРТ диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) и МР-спектроскопия (МРС), увеличивающие специфичность полученных изображений при РПЖ [4, 5, 7], а также МРТ с динамическим контрастным усилением (ДКУ), обладающая высокой чувствительностью в диагностике РПЖ [8, 9].

Цель нашего исследования – определить МРТ-признаки рака предстательной железы в соответствии с классификацией PI-RADS при проведении мультипараметрической МРТ.

Материал и методы

В основу работы положен анализ данных клинических и МР-исследований 89 пациентов

в возрасте от 20 до 82 лет. После клинико-лабораторного обследования (ПРИ, ПСА, ТРУЗИ) 81 (91%) пациенту проведена МРТ простаты. Показаниями к МРТ являлись: подозрение на РПЖ по данным не менее двух из трех клинических методов (ПСА и ПРИ; ПРИ и ТРУЗИ; ПСА и ТРУЗИ). Кроме того, томографию проводили при высоком значении ПСА и отрицательном результате пункционной биопсии (в большинстве случаев – однократной).

Трансректальное УЗИ было проведено всем пациентам с помощью ректального двухполостного датчика с частотой 6,5 МГц.

Мультипараметрическая МРТ проведена в отделе томографии НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова РКНПК на МР-томографе Achieva (Philips, Нидерланды) с напряженностью поля 3 Т, с использованием 32-канальной фазированной катушки для тела. Мы выполняли мультивоксельную протонную магнитно-резонансную спектроскопию (^1H -МРС), динамическую простатовезикулографию, полученные диффузионно-взвешенные изображения и карты

диффузии обрабатывали и сопоставляли данные. После оценки результатов МРТ 81 пациенту проведена трансректальная 12-точковая биопсия предстательной железы в НИИ урологии и репродуктивного здоровья человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. Также нами выполнено сравнение данных МРТ и патоморфологического исследования.

В результате проведенного обследования пациенты были разделены на две группы. В 1-ю группу включены 8 (9%) здоровых добровольцев до 30 лет для получения контрольных изображений и графиков МРТ. В состав этой группы вошли также 20 (22,5%) мужчин в возрасте от 26 до 76 лет, у которых при последующей биопсии предстательной железы диагностирован простатит и аденома простаты. Во 2-ю группу включен 61 (68,5%) пациент с верифицированным РПЖ.

Полный протокол мультипараметрической МРТ органов малого таза (табл. 1) включал:

- T2-ВИ (аксиальная плоскость);
- T2-ВИ (фронтальная плоскость);

- T2-ВИ (сагиттальная плоскость);
- T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани (поперечная плоскость);
- T1-ВИ (фронтальная плоскость);
- ДВИ (поперечная плоскость);
- спектроскопия;
- динамическое контрастное усиление (ДКУ).

Базовыми импульсными последовательностями в нашей работе являлись спин-эхо и градиентные последовательности в режиме T2-ВИ, импульсные последовательности с подавлением сигнала от жировой ткани, а также контрастная динамическая простатовезикулография.

На первом этапе пациентам выполняли стандартное МР-исследование, e-THRIVE (enhanced – T1-Weighted High Resolution Isotropic Volume Examination) в аксиальной плоскости, T2-ВИ в сагиттальной, фронтальной и аксиальной плоскостях, T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в поперечной плоскости, T1-ВИ во фронтальной плоскости.

Блок срезов устанавливался индивидуально, преимущественно по костным ориентирам головок бедренных и крыльям подвздошных костей.

Сначала выполняли динамическую 3D-программу e-THRIVE без контрастирования, длительностью 26 с, с помощью которой прослеживались постбиопсийные и геморрагические изменения.

По полученным изображениям позиционировали T2-ВИ в аксиальной, сагиттальной и фронтальной плоскостях. На полученных изображениях изучали зональное строение предстательной железы, целостность капсулы, парапростатическую и параректальную клетчатку, сосудистые сплетения, семенные пузырьки.

Затем получали T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в аксиальной плоскости для осмотра костей таза на нали-

чие метастазов, благодаря высокому контрастному разрешению детально просматривали периферическую зону и исследовали целостность капсулы железы.

Далее получали T1-ВИ во фронтальной плоскости с большим полем обзора для обследования лимфатических узлов и костей таза для исключения метастазов в верхней трети бедренных костей, поясничных и крестцовых позвонках.

Протокол ДВИ включал следующие параметры: размер вокселя – RL 2,7 мм, AP 2,65 мм, TR – range min 2000 мс, max 3000 мс, TE shortest, поле обзора 430 мм, матрица 243×512, толщина среза 3 мм, интервал 0,0 мм, угол поворота 90°, подавление сигнала от жировой ткани SPAIR, значение фактора диффузии b от 0 до 1000 с/мм² (0, 300, 600, 1000 с/мм²) для всех направлений. Общее время получения ДВИ составляло 3–4 мин и зависело от параметров сканирования (в том числе количества b-факторов).

Показаниями к МРС было наличие у пациента подозрения на рак простаты по данным биохимического (ПСА более 4 нг/мл) и инструментального (ТРУЗИ) исследований. Всем пациентам выполнялась мультивоксельная протонная МРС до введения контрастного препарата. На МРС-спектрограммах оценивали 10 вокселей, соответствующих локализации процесса. В этом объеме рассчитывалось соотношение холин + креатин (Cho+Cr) к цитрату (Cit): (Cho+Cr)/Cit.

В нашей работе мы применяли метод PRESS (Point-resolved spectroscopy), который является предпочтительным для протонной спектроскопии. Метод PRESS – это метод объем-селекции, позволяющий выбрать объем интереса (VOI) за одно измерение (возбуждение). Последовательность PRESS содержит 90-градусный импульс возбуждения, за которым следуют два 180-градусных эхоимпульса.

После томографического исследования пациентам была вы-

полнена 12-точечная пункционная биопсия. Показанием к биопсии было наличие признаков рака предстательной железы по данным динамической простатовезикулографии, ДВИ и МРС.

После получения T2-ВИ и оценки признаков наличия опухоли на них выполнялось спектроскопическое сканирование объема простаты в вокселях фиксированного размера 7×7×7 мм. Длительность исследования составляла приблизительно 9–13 мин.

Полученная информация в виде МРС-спектра математически обрабатывалась в автоматическом режиме, и строилась кривая теоретического спектра. Величина химического сдвига основных пиков метаболитов была следующей: Cho – 3,2 ppm, Cr – 3,0 ppm, Cit – 2,6 ppm. Обработав с помощью программного обеспечения сырые данные МРС-спектра, получали контрольные изображения с наложением на них объемной сетки мультивоксельной спектроскопии. Полученные результаты оценивали с помощью построения и дальнейшего анализа спектрограмм для целого среза и индивидуально выбранного вокселя, а также параметров каждого метаболита и их соотношений.

В исследовании также была применена методика динамической простатовезикулографии. Ее суть состоит в быстром болюсном внутривенном введении контрастных парамагнетиков на основе хелатов гадолиния (0,2 ммоль/кг веса пациента) и получении томограмм предстательной железы быстрыми короткими импульсными последовательностями. Изначально вводился болюс контраста со скоростью 3–5 мл/с, затем – болюс физиологического раствора натрия хлорида со скоростью 3–5 мл/с. Параллельно с началом введения контрастного препарата запускалась динамическая программа e-THRIVE и отслеживалась динамика его прохождения через ткань предстательной железы, семенные пузырьки и прилегающую клетчатку.

Результаты

Был проведен ретроспективный анализ показателей ПСА, локализации РПЖ по сегментам, распределения по стадиям и степени злокачественности опухоли. Выполнен анализ полученных результатов мпМРТ в соответствии с классификацией PI-RADS.

Уровень ПСА от 0,24 до 2,5 нг/мл наблюдался у 7 (7,9%) человек с неизменной тканью железы, при воспалительных изменениях и доброкачественной гиперплазии ПЖ (ДГПЖ) – у 5 (5,6%). У 14 (15,7%) больных простатитом и ДГПЖ ПСА варьировал в пределах 4,14–5,27 нг/мл, у 1 (1,1%) пациента этот показатель был 23,4 нг/мл. У 1 (1,1%) пациента с неизменной ПЖ уровень ПСА соответствовал 5,6 нг/мл. У 3 (3,4%) пациентов с РПЖ уровень ПСА был в пределах нормы (1,67 – 2,62 нг/мл), у 34 (38,2%) – от 4,4 до 10 нг/мл. Самые высокие показатели ПСА (от 10,4 до 56,0 нг/мл) наблюдали у 24 (27%) исследуемых с подтвержденным РПЖ.

Для оценки полученных результатов нами была использована рекомендованная схема простаты с 16 сегментами [8, 9] (рис. 1).

В нашем исследовании неопластический процесс часто локализовался в среднем сегменте ПЖ – у 27 (44,1%) пациентов. У 22 (36,2%) больных опухоль распространялась на 2–3 сегмента в пределах одной доли или в обеих долях. Значительно реже очаги располагались в верхушечных и базальных сегментах – у 5 (8,2%) пациентов. В 5 (8,2%) наблюдениях опухоль была локализована в правой или левой доле ПЖ с распространением на капсулу. У 2 (3,3%) мужчин имело место тотальное поражение опухолью ПЖ, при МРТ на T2-ВИ она выглядела гипоинтенсивной и активно накапливала контраст при динамической простатовезикулографии в раннюю фазу контрастирования.

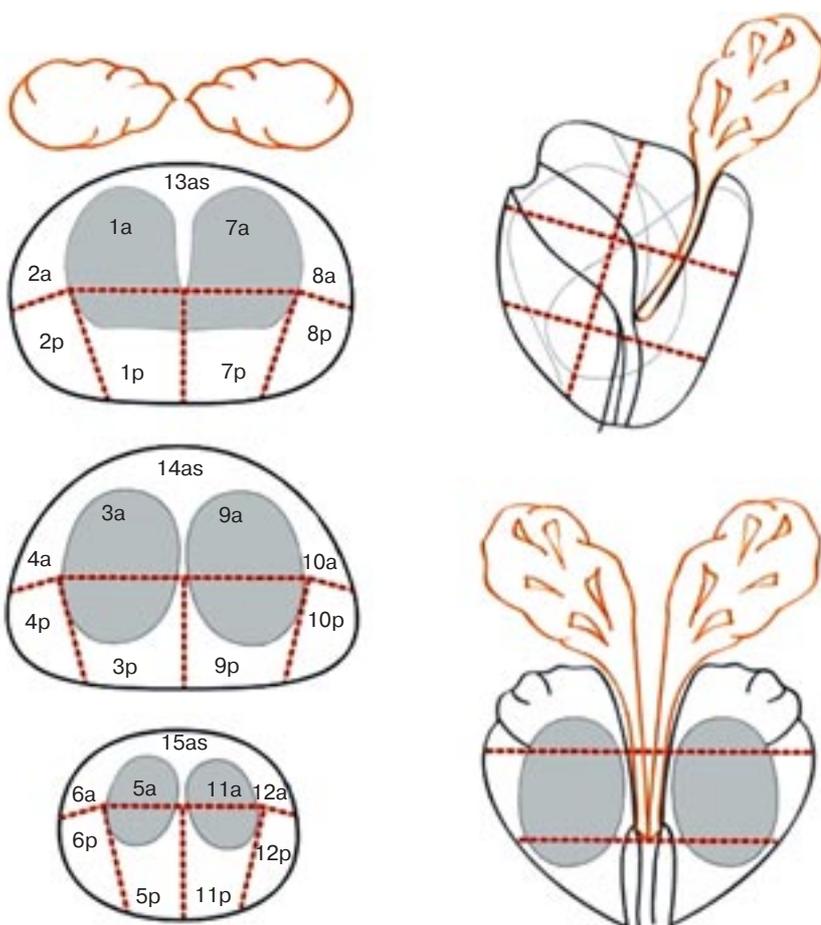


Рис. 1. Схема простаты по сегментам для анализа данных мпМРТ [9].

Пункционная биопсия под контролем ТРУЗИ проведена 81 (91%) пациенту. Показаниями для нее при воспалительных заболеваниях и ДГПЖ являлись: увеличение ПЖ с уплотнениями в железе при пальцевом ректальном исследовании, высокий уровень ПСА (до 53 нг/мл), неоднородная структура ПЖ при ТРУЗИ и гипоинтенсивные очаги на T2-ВИ, а также большой объем железы (до 90 см³ и более).

Как правило, развитию рака предшествовали диспластические изменения эпителия (ПИН – простатическая интраэпителиальная неоплазия), с характерной пролиферацией секреторного эпителия в просвете желез, при наивысшей выраженности они не отличались от карциномы.

По степени дифференциации образований Gleason из 61 (100%) больного РПЖ аденокарцинома высокой степени дифференциации выявлена у 3 (4,9%)

человек – показатель Gleason 4 (2+2). Умеренно дифференцированные очаги наблюдались у 16 (26,2%) пациентов – Gleason 5–6 (3+2) и (3+3), у 5 из них опухоли выявлены на фоне ПИН высокой степени. Умеренно низкодифференцированные образования имели место у 18 (29,5%) пациентов – Gleason 7 (3+4), из них у 6 – на фоне ПИН высокой степени. Низкодифференцированные опухоли наблюдались у 24 (39,3%) больных – показатель Gleason 8 (3+5) был у 21 (34,4%) пациента и Gleason 10 (5+5) – у 3 (4,9%). У 7 мужчин на фоне гистологической картины низкодифференцированной аденокарциномы встречались фокусы ПИН высокой степени.

По местному распространению РПЖ (табл. 3) наблюдалось следующее распределение. У 24 (39,4%) больных опухоль выявлена в одном сегменте одной из долей – стадия T2a. У 6 (9,8%)

Дифференциация РПЖ в соответствии с классификацией Gleason (G1)

Высокодифференцированная опухоль (n=3)	Умеренно дифференцированная опухоль (n=16)	Умеренно низкодифференцированная опухоль (n=18)	Низкодифференцированная опухоль (n=24)
G1 4 (2+2)	G1 5 (2+3) – у 3 (4,9%) G1 6 (3+3) – у 13 (21,3%)	G1 7 (3+4)	G1 8 (3+5) – у 21 (34,4%) G1 10 (5+5) – у 3 (4,9%)

Примечание. Различия недостоверны ($p > 0,05$).

пациентов образование находилось в одной доле, занимая более половины ее объема, – стадия T2b. РПЖ на стадии T2c (поражение обеих долей) выявлен у 15 (24,6%) больных. Распространение опухоли за пределы капсулы (T3a) было у 7 (11,5%) обследованных. У 8 (13,1%) человек обнаружено распространение опухоли на семенные пузырьки – стадия T3b. У 1 (1,6%) пациента выявлено прорастание опухоли за пределы капсулы ПЖ в стенку прямой кишки и стенку мочевого пузыря – стадия T4. Таким образом, в нашем исследовании преобладали пациенты с локализацией опухоли в пределах железы – 45 (73,8%) мужчин, причем у 30 (49,2%) из них образование находилось в одной доле. Только у 16 (26,2%) пациентов наблюдали распространенный процесс за пределы капсулы с переходом на другие органы.

В дополнение к показаниям и стандартам МР-протоколов, согласно рекомендациям Европейского общества урогенитальных радиологов (ESUR), мы включали структурированную схему оценки данных – PI-RADS (табл. 4). За основу PI-RADS была взята классификация визуализации молочных желез BI-RADS, которая основана на шкале Лайкерта (Likertscale) – от 1 до 5 баллов [8].

Каждое поражение описывается всеми методами мпМРТ, затем выставляются баллы за каждый метод от 1 до 5, после этого подсчитывается суммарный балл, отражающий вероятность наличия РПЖ. Окончательная оценка по PI-RADS определяется суммой баллов.

Таблица 3
Распределение больных РПЖ в зависимости от местного распространения опухоли (Т)

Стадия РПЖ	Т	Число больных (n=61)	
		абс.	%
I	T1a	0	0
	T1b	0	0
II	T1c	0	0
	T2a	24	39,4
	T2b	6	9,8
	T2c	15	24,6
III	T3a	7	11,5
	T3b	8	13,1
IV	T4	1	1,6

Примечание. Различия недостоверны ($p > 0,05$).

Таблица 4
Распределение больных согласно классификации PI-RADS, в соответствии со шкалой Лайкерта

Оценка по PI-RADS, баллы	Степень поражения	Число пациентов (n=81)
1	Доброкачественное	3 (3,7%)
2	Вероятно доброкачественное	9 (11,1%)
3	Подозрение на злокачественное	10 (12,3%)
4	Вероятно злокачественное	28 (34,56%)
5	С большой вероятностью злокачественное	31 (38,27%)

Согласно полученным данным, из 81 выявленного образования предстательной железы по данным МР-исследований с контрастированием к PI-RADS 1 и 2 были отнесены 12 (14,8%), к PI-RADS 3 – 10 (12,3%), к PI-RADS 4 – 28 (34,6%) наблюдений и к PI-RADS 5 – 31 (38,3%).

Таким образом, вероятно злокачественные и высокоподозрительные образования составили 72,8%, подозрения на злокачественные образования были у 12,3%, доброкачественные и вероятно доброкачественные образования – у 14,8% пациентов. Однако при последующем сравнении данных

динамической МРТ с результатами морфологического заключения было выявлено, что в 2,5% наблюдений имела место гиподиагностика, а в 2,4% – гипердиагностика. Так, гистологически из 81 выявленного образования ПЖ в 61 (75,3%) случае обнаружены различные злокачественные опухоли, а в 20 (24,7%) наблюдениях – доброкачественные новообразования и простатит.

Поскольку в руководствах ESUR не дано рекомендаций по подсчету баллов, мы использовали алгоритм, предложенный M. Röthke et al. [9] и представленный в таблице 5.

**Схема (алгоритм) оценки суммы баллов по PI-RADS,
получаемой при применении различных методик мпМРТ**

Оценка по PI-RADS, баллы	Степень поражения	Сумма баллов по T2-ВИ, ДВИ, ДКУ	Сумма баллов по T2-ВИ, ДВИ, ДКУ и МР-спектроскопии
1	Доброкачественное	3–4	4–5
2	Вероятно доброкачественное	5–6	6–8
3	Подозрение на злокачественное	7–9	9–12
4	Вероятно злокачественное	10–12	13–16
5	С большой вероятностью злокачественное	13–15	17–20

Таблица 6

МРТ-семиотика РПЖ по классификации PI-RADS

Методики мпМРТ	Степень поражения, баллы				
	1	2	3	4	5
T2-ВИ, периферическая зона	Высокоинтенсивный (нормальный) МР-сигнал	Гипоинтенсивные нечеткие участки поражения линзовидной и треугольной формы	Не соответствует 1, 2, 4, 5	Гипоинтенсивное образование округлой формы с нечетким контуром, ограниченное капсулой	Гипоинтенсивное образование округлой формы с неровным, нечетким контуром, распространение за пределы капсулы
T2-ВИ, центральная зона	Гетерогенная структура стромы	Гипоинтенсивное образование округлой формы с четким гипоинтенсивным контуром (ободком)	Не соответствует 1, 2, 4, 5	Гипоинтенсивное образование чаще овальной формы с неровными, нечеткими контурами, «симптом стертого угля»	Гипоинтенсивное гомогенное образование округлой или овальной формы с вовлечением капсулы, деформация и компрессия окружающих структур
ДВИ	Нормальный сигнал ДВИ (b 1000), нет уменьшения ИКД	Диффузное повышение сигнала ДВИ (b 1000), диффузно низкий ИКД, включая треугольные и диффузные структуры	Одностороннее повышение сигнала ДВИ (b 1000), с диффузно сниженным ИКД, не локальное поражение	Изоинтенсивный сигнал на ДВИ (b 1000), локальный участок уменьшения ИКД	Локальное повышение сигнала на ДВИ (b 1000), локальное уменьшение сигнала ИКД
МРС	Пик холина значительно ниже пика цитрата	Пик холина возрастает, но все еще ниже пика цитрата	Равные уровни пиков холина и цитрата	Пик холина выше пика цитрата	Пик холина значительно выше по сравнению с пиком цитрата

Примечание. ИКД – измеряемый коэффициент диффузии.

В повседневной клинической практике диагноз рака предстательной железы подтверждался [8, 9], если оценка по PI-RADS соответствовала 4 баллам или была выше: при использовании трех методик (T2-ВИ, ДВИ, ДКУ) – не менее 10 баллов, при использовании четырех методик (T2-ВИ, ДВИ, ДКУ и

МР-спектроскопия) – не менее 13 баллов. Оценка ниже 4 баллов по PI-RADS полностью исключает РПЖ, такие пациенты остаются под клиническим наблюдением.

В таблице 6 представлены МР-признаки РПЖ в зависимости от степени поражения по классификации PI-RADS (рис. 2–4).

Магнитно-резонансная томография предстательной железы с ДКУ – неинвазивный метод диагностики, который показывает васкуляризацию простаты и неангиогенез рака простаты. При МРТ с ДКУ измеряется сигнал на T1-ВИ в зависимости от времени после болюсного введения контрастного вещества на основе

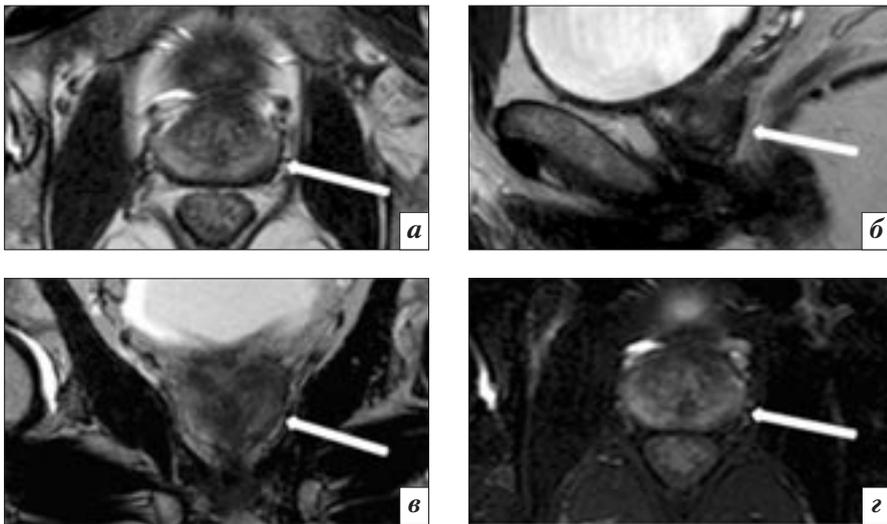


Рис. 2. Т2-ВИ ПЖ в аксиальной (а), сагитальной (б), фронтальной (в), аксиальной с подавлением сигнала от жировой ткани (г) проекциях. МР-сигнал от периферической зоны железы промежуточной интенсивности. Обращает на себя внимание гипоинтенсивный участок в среднем сегменте левой доли железы на 3–5 часах условного циферблата (указан стрелкой). PI-RADS – 3 балла.

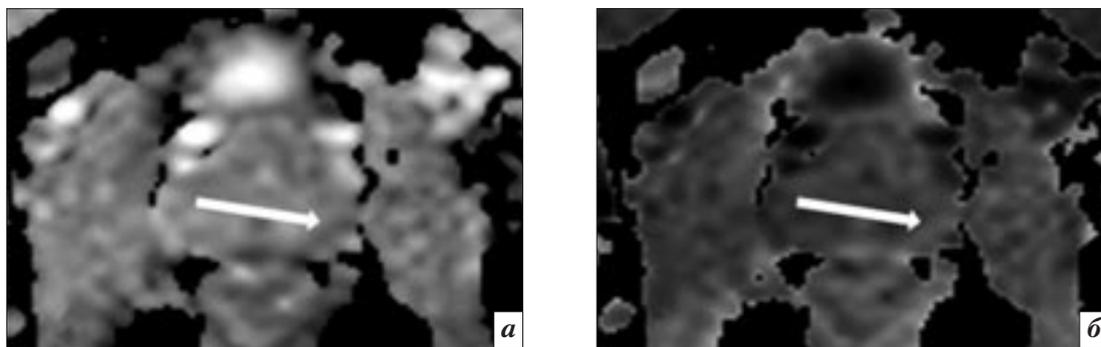


Рис. 3. Диффузионно-взвешенные изображения предстательной железы в аксиальной плоскости, со значениями b 0 (а, стрелкой указан гипоинтенсивный участок в среднем сегменте левой доли железы на 3–5 часах условного циферблата) и b 1000 (б, стрелкой указан гиперинтенсивный участок в среднем сегменте левой доли железы на 3–5 часах условного циферблата). PI-RADS – 3 балла.

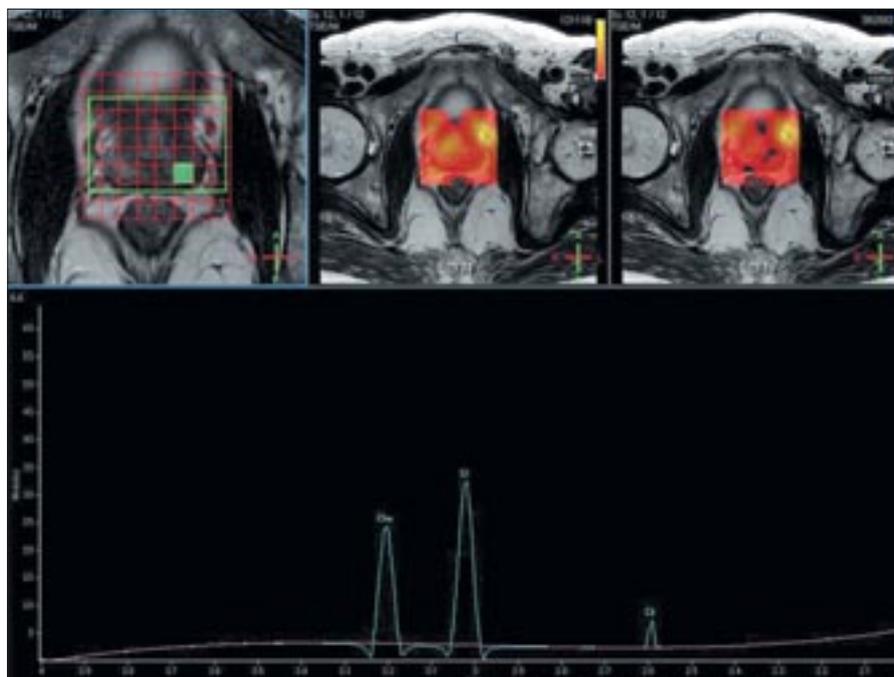


Рис. 4. Результаты ^1H -мультивоксельной спектроскопии. Наложение воксельной сетки на предстательную железу (Т2-ВИ в аксиальной проекции) с построением спектрограммы индивидуально выбранного вокселя. Отмечается повышение пиков холин+креатин (Cho+Cr) по отношению к цитрату (Cit). PI-RADS – 5 баллов.

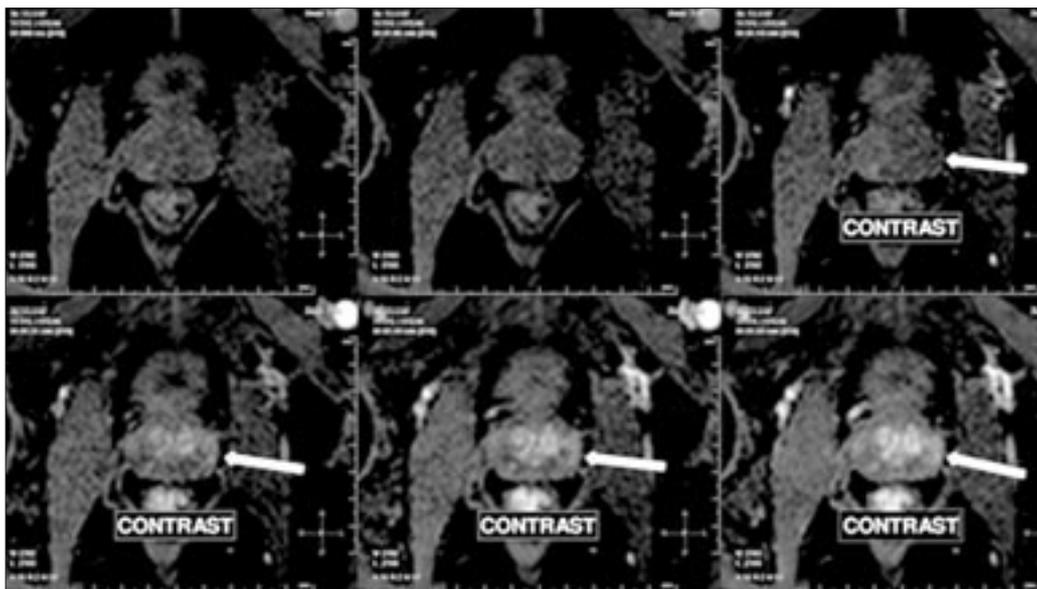


Рис. 5. Динамическое контрастное усиление. Последовательность e-THRIVE в аксиальной проекции. Визуализируется раннее интенсивное очаговое накопление контрастного препарата в среднем сегменте левой доли предстательной железы на 3–5 часах условного циферблата (стрелка).

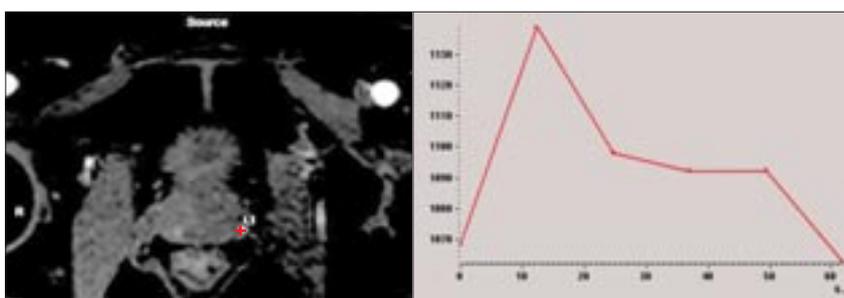


Рис. 6. Кривая накопления контрастного препарата в раннюю фазу контрастирования – 3-й тип кривой.

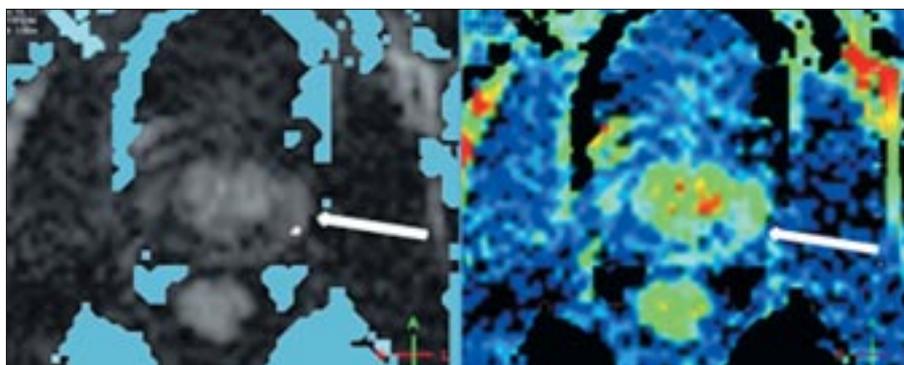


Рис. 7. Асимметричное очаговое накопление контрастного препарата в среднем сегменте левой доли предстательной железы на 3–5 часах условного циферблата (стрелка).

гадолиния со скоростью 2,5 мл/с и последующего введения 20 мл раствора NaCl. Определенное значение при ДКУ имеет последовательность e-THRIVE, которая позволяет визуализировать раннее очаговое накопление контрастного препарата в пораженном сегменте ПЖ (рис. 5).

Кривые интенсивность сигнала – время, полученные при МРТ с ДКУ, – основа классификации PI-RADS. Основной эле-

мент – качественный анализ формы кривой после ее первоначального подъема. При первом типе кривой (1 балл) интенсивность сигнала постепенно нарастает. Кривая второго типа (2 балла) характеризуется стабилизацией интенсивности сигнала и небольшим поздним его снижением. Третий тип (3 балла) кривой отражает крутой спад (wash-out) сразу после пика максимальной интенсивности (рис. 6).

К кривым второго и третьего типа добавляется еще один балл, если поражение локальное. Еще один балл добавляется при асимметричном поражении или при нетипичной локализации поражения (передняя часть центральной зоны и передние рога периферической зоны) с кривыми второго и третьего типа (рис. 7). Также бывает полезно оценить ДКУ качественно с помощью карты фармакокинетических па-

Информативность методик мпМРТ у 81 пациента с РПЖ и подозрением на его наличие

Методики	ИП, абс.	ИО, абс.	ЛП, абс.	ЛО, абс.	Чувствительность, %	Специфичность, %	Точность, %
Т2-ВИ	53	14	6	8	86,8	70,0	82,7
ДВИ	54	16	6	5	90,0	72,7	86,4
МРС	55	17	5	4	93,2	77,2	88,8
ДКУ	60	19	1	1	98,3	95,0	97,5

Примечания. ИП – истинно положительные результаты; ИО – истинно отрицательные результаты; ЛП – ложноположительные результаты; ЛО – ложноотрицательные результаты.

Различия достоверны ($p < 0,001$).

раметров. Если на карте выявляются новые очаги поражения, они также могут быть классифицированы с помощью PI-RADS.

Клинический пример

Пациент П., 56 лет, диагноз: Рак предстательной железы. Аденокарцинома 3 ст. дифференцировки с выраженной переходноклеточной метаплазией, без периваскулярной и периневральной инвазии, сумма по Глисону 3+5 (8 баллов). Состояние после гормонотерапии. Отмечается увеличение ПСА до 38 нг/мл. Выполнены мультипараметрическая МРТ и оценка изменений в соответствии с классификацией PI-RADS (см. рис. 2–7).

На рисунке 6 показан 3-й тип кривой, соответствующий 3 баллам по классификации PI-RADS, + 2 балла добавляется в связи с дополнениями, представленными на рисунке 7 (асимметричное очаговое накопление); общая сумма по PI-RADS при ДКУ у данного пациента 5 баллов. Таким образом, общая сумма баллов мпМРТ (по Т2-ВИ, ДВИ, ДКУ и МР-спектроскопии) по классификации PI-RADS соответствует 16 (3+3+5+5). Следовательно, у данного больного РПЖ полученные результаты комплексного анализа мпМРТ согласуются с данными морфологического исследования.

Обсуждение

Диагностическое значение методик мультипараметрической МРТ в исследовании ПЖ очень

велико: Т2-ВИ представляет зонную анатомию ПЖ, капсулы, семенных пузырьков, задней стенки мочевого пузыря и позволяет выявлять облитерацию ректопростатических углов. Однако Т2-ВИ необходимо дополнять не менее чем двумя функциональными методиками.

Диффузионно-взвешенное изображение дает информацию об агрессивности опухоли, увеличивает специфичность диагностики РПЖ, коррелирует с объемом опухоли; значение ИКД коррелирует со шкалой Глисона. Вместе с Т2-ВИ ДВИ необходимо для анатомического ориентирования, представляет качественную и количественную характеристику РПЖ.

Магнитно-резонансная спектроскопия имеет значение для выявления рецидивов РПЖ после лечения, используется при мониторинге терапии, позволяет получить качественную и количественную оценку РПЖ. Цитрат – маркер здоровой ткани, холин – злокачественной ткани. При проведении МРС у пациентов с диагнозом рака ПЖ, подтвержденным гистологическим исследованием, соотношение (Cho+Cr)/Cit было более 0,8 (чувствительность метода соответствовала 93,2%). У пациентов с признаками простатита, а также у здоровых добровольцев значимой разницы не получено, соотношение (Cho+Cr)/Cit было менее 0,8.

Динамическое контрастное усиление является уточняющей методикой в диагностике РПЖ,

оно улучшает выявление, позволяет уточнить локализацию, стадию заболевания, помогает в дифференциальной диагностике с простатитом, ДППЖ. Применяется также при мониторинге лечения для выявления рецидивов после операции и радиотерапии. ДКУ необходимо комбинировать с Т1-ВИ, Т2-ВИ и ДВИ.

После проведенного нами комплексного МР-исследования чувствительность метода при оценке нативных Т2-ВИ составила 86,8%, специфичность – 70,0%, точность – 82,7%. Аналогичные показатели для ДВИ достигали 90, 72,7 и 86,4%, для МРС – 93,2, 77,2 и 88,8%. Чувствительность методики динамической простатовезикулографии и оценки раннего интенсивного накопления контрастного препарата составила 98,3%, специфичность – 95,0%, точность – 97,5%. Информативность различных методик мпМРТ отображена в таблице 7.

Место мультипараметрической МРТ в клинко-диагностическом алгоритме при раке предстательной железы и подозрении на его наличие отображено на рисунке 8.

Заключение

Комплексный мультипараметрический подход в диагностике рака предстательной железы увеличивает качество и диагностическую значимость МРТ предстательной железы. Каждая методика несет дополнительную информацию, которая в совокупности

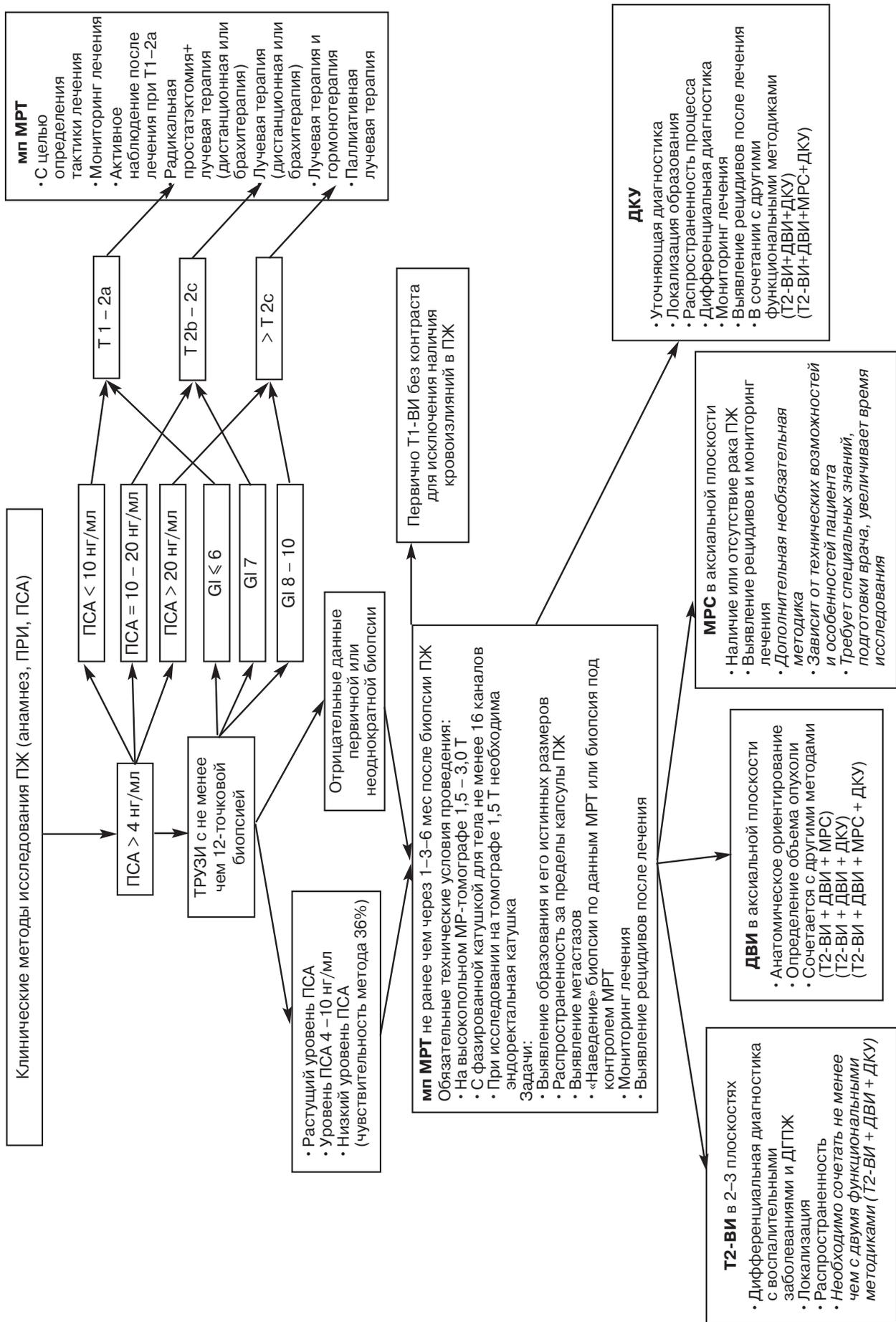


Рис. 8. Место млМРТ в клинико-диагностическом алгоритме при раке предстательной железы и подозрении на его наличие.

дает полную картину поражения ПЖ и является необходимой для назначения адекватного лечения. С помощью классификации PI-RADS появилась возможность стандартизировать мпМРТ, анализируя магнитно-резонансную семиотику рака предстательной железы в зависимости от развития процесса.

Литература

1. Ахвердиева Г.И. Топическая МРТ-диагностика локализованного рака предстательной железы и его рецидивов после радикальной простатэктомии: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014.
2. Дубицкий Д.Л. Возможности высокопольной магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике рака предстательной железы: Дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2011.
3. Мищенко А.В. Комплексное магнитно-резонансное исследование в диагностике заболеваний внутренних половых органов у мужчин: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб; 2009.
4. Морозов С.П., Безруков Е.А. Томографические методы диагностики рака предстательной железы. *REJR*. 2011; 1 (4): 18–26.
5. Москаленко Е.А. Современный подход к диагностике рака предстательной железы с использова-

нием магнитно-резонансной спектроскопии (клиническое исследование): Дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2010.

6. Шария М.А., Коробкин А.С. Современные методики магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике рака предстательной железы. *REJR*. 2011; 1 (4): 11–7.
7. Китаев С.В., Морозов С.П., Живов А.В. Магнитно-резонансная спектроскопия простаты: описание методики и собственные результаты. *Урология*. 2014; 5: 40–7.
8. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (4): 746–57.
9. Röthke M., Blondin D., Schlemmer H.P., Franiel T. PI-RADS Classification: structured reporting for MRI of the Prostate. *Clin. Men's Health*. 2013; 4: 30–8.

References

1. Akhverdiev G.I. Topical MRI diagnosis of localized prostate cancer and its recurrence after radical prostatectomy. PhD. med. sci. Diss. Moscow; 2014 (in Russian).
2. Dubitskiy D.L. The possibility of high field magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of prostate cancer. PhD. med. sci. Diss. St. Petersburg; 2011 (in Russian).
3. Mishchenko A.V. Complex magnetic resonance imaging in the diagno-

sis of diseases of the internal genital organs in men: Dr. med. sci. Diss. St. Petersburg; 2009 (in Russian).

4. Morozov S.P., Bezrukov E.A. Tomographic methods for diagnosis of prostate cancer. *REJR*. 2011; 1 (4): 18–26. Available at: <http://www.rejr.ru/volume/4/or-morozov-rejr-1-4-2011.pdf>
5. Moskalenko E.A. Modern approach to the diagnosis of prostate cancer using magnetic resonance spectroscopy (clinical research): PhD. med. sci. Diss. St. Petersburg; 2010 (in Russian).
6. Shariya M.A., Korobkin A.S. Modern techniques of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of prostate cancer. *REJR*. 2011; 1 (4): 11–7. Available at: <http://www.rejr.ru/volume/4/or-sharia-rejr-1-4-2011.pdf>
7. Kitaev S.V., Morozov S.P., Zhivov A.V. Magnetic resonance spectroscopy of the prostate: a description of the methodology and own results. *Urologiya*. 2014; 5: 40–7 (in Russian).
8. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (4): 746–57.
9. Röthke M., Blondin D., Schlemmer H.P., Franiel T. PI-RADS Classification: structured reporting for MRI of the Prostate. *Clin. Men's Health*. 2013; 4: 30–8.

Поступила 04.04.2015