



DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99

Системы стандартизации оценки изображений при гибридной ПЭТ-визуализации рака предстательной железы с радиомечеными лигандами к простатспецифическому мембранному антигену: сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0

Леонтьев А.В.*, Рубцова Н.А., Халимон А.И., Кулиев М.Т.,
Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Хамадеева Г.Ф., Каприн А.Д.

МНИОИ имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, Москва, Россия

Imaging standardization systems for hybrid PET imaging of prostate cancer with radiolabeled prostate-specific membrane antigen ligands: comparative review of PROMISE and PSMA-RADS version 1.0

Leontyev A.V.*, Rubtsova N.A., Khalimon A.I., Kuliev M.T.,
Pylova I.V., Lazutina T.N., Khamadeeva G.F., Kaprin A.D.

Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

В настоящей статье приведен сравнительный обзор двух систем для стандартизованной оценки результатов гибридной ПЭТ-визуализации с радиомечеными лигандами к ПСМА – PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0. Подробно рассмотрены принципы классификации, номенклатура и алгоритмы оценки изображений с помощью данных систем, а также рекомендации по структурированию протокола исследования и заключения, освещены преимущества и недостатки предложенных систем.

Ключевые слова: рак предстательной железы, РПЖ, ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, простатспецифический мембранный антиген, радиофармпрепараты, лиганды к ПСМА, PROMISE, PSMA-RADS.

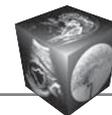
Ссылка для цитирования: Леонтьев А.В., Рубцова Н.А., Халимон А.И., Кулиев М.Т., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Хамадеева Г.Ф., Каприн А.Д. Системы стандартизации оценки изображений при гибридной ПЭТ-визуализации рака предстательной железы с радио-

мечеными лигандами к простатспецифическому мембранному антигену: сравнительный обзор PROMISE и PSMA-RADS версии 1.0. *Медицинская визуализация.* 2019; 23 (2): 90–99.

DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99.

This article provides a comparative review of two systems for standardized evaluation of the results of hybrid PET imaging with radiolabeled PSMA ligands – PROMISE and PSMA-RADS version 1.0. The principles of classification, nomenclature and evaluation algorithms, as well as recommendations for structuring research and conclusion protocols, highlighting the advantages and disadvantages of the proposed systems, are considered in detail.

Key words: prostate cancer, biochemical recurrence, PET/CT, PET/MRI, prostate-specific membrane antigen, radiopharmaceuticals, PSMA ligands, PROMISE, PSMA-RADS.



Recommended citation: Leontyev A.V., Rubtsova N.A., Khalimon A.I., Kuliev M.T., Pylova I.V., Lazutina T.N., Khamadeeva G.F., Kaprin A.D. Imaging standardization systems for hybrid PET imaging of prostate cancer with radiolabeled prostate-specific membrane antigen ligands: comparative review of PROMISE and PSMA-RADS version 1.0. *Medical Visualization*. 2019; 23 (2): 90–99. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-90-99.

На фоне широкого внедрения и тиражирования различных методов визуализации в клинической онкологии приобрела актуальность проблема объективизации оценки результатов выполняемых исследований. Это обусловлено различием технических параметров сбора информации, способов ее обработки, а также уровней практической и теоретической подготовки специалистов. Для систематизации и структурирования полученных при лучевых исследованиях данных были разработаны различные стандарты и критерии оценки, которые позволяют снизить количество неоднозначных результатов, оценить риски, улучшить раннюю диагностику, сделать методы менее операторозависимыми и повысить уровень взаимопонимания между различными специалистами. К ним относятся системы стандартизации при визуализации молочных желез (BI-RADS) [1], предстательной железы (PI-RADS) [2], легких (LUNG-RADS) [3], печени (LI-RADS) [4], щитовидной железы (TI-RADS) [5] и др.

Позитронная эмиссионная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), становится широкодоступным методом визуализации в онкологии и также требует разработки алгоритмов объективной оценки получаемых данных. На настоящий момент в клинической практике такие системы активно используются для оценки эффективности проводимого лечения при помощи ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой (^{18}F -ФДГ) – EORTC [6], PERCIST [7], Deauville Criteria [8], Hopkins Criteria [9].

ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ не нашла широкого применения в диагностике рака предстательной железы (РПЖ) ввиду преобладания в опухолевых клетках метаболизма жирных кислот над глюкозой. Эта проблема вызвала широкий интерес к разработке и изучению радиофармпрепаратов (РФП), тропных к клеткам РПЖ, таких как радиомеченый холин (^{11}C -холин, ^{18}F -холин), ацетат (^{11}C -ацетат, ^{18}F -ацетат), ^{18}F -флуцикловин и, наконец, лиганды к простатспецифическому мембранному антигену (ПСМА). С увеличением количества работ, посвященных изучению РФП из последней группы, авторы приходят к выводам, что ПЭТ/КТ с мечеными ^{68}Ga или ^{18}F лигандами к ПСМА обладает рядом преимуществ перед другими модальностями

и ПЭТ/КТ с другими РФП при стадировании и визуализации биохимического рецидива РПЖ, особенно при низких значениях простатического специфического антигена (ПСА) сыворотки крови. Однако в процессе изучения этой группы РФП были получены данные о ложноположительных результатах, связанных как с физиологическим распределением, так и неспецифическим патологическим накоплением, связанным с воспалительными и доброкачественными процессами, а также злокачественными новообразованиями с активным неоваскулогенезом. Ложноотрицательные результаты наблюдаются при малых размерах очагов, в зонах с физиологической гиперфиксацией РФП, а также при низком уровне экспрессии ПСМА в опухолевых клетках.

Учитывая все вышесказанное, появилась необходимость в определении уровня достоверности и стандартизации оценки получаемых данных при ПЭТ/КТ или ПЭТ/МРТ с радиомечеными лигандами к ПСМА. Осенью 2017 г. в онлайн-версии журнала “*The Journal of Nuclear Medicine*” были опубликованы две статьи, где авторами были предложены соответствующие рекомендации. Это “Proposal for a Structured Reporting System for Prostate-Specific Membrane Antigen – Targeted PET Imaging: PSMA-RADS Version 1.0” и “Prostate Cancer Molecular Imaging Standardized Evaluation (PROMISE): Proposed miTNM Classification for the Interpretation of PSMA-Ligand PET/CT” [10, 11]. Рекомендации PROMISE основаны на клинико-патологической системе TNM и балльной оценке уровня накопления РФП, в то время как в PSMA-RADS версии 1.0 используется категоризация на ходок, характерная для других алгоритмов RADS.

1. PROMISE

Авторами PROMISE предложена модифицированная в рамках молекулярной визуализации классификация TNM, названная miTNM (molecular imaging TNM) для ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ, ОФЭКТ/КТ и других методик, в основе которых лежит применение лигандов к ПСМА. miTNM служит для обеспечения стандартизированной отчетности о наличии, локализации и распространенности РПЖ как в самой предстательной железе, так и за ее пределами при первичном стадировании и биохимическом рецидиве. Кроме того, для характеристики уровня экспрессии ПСМА, необходимой для оценки вероятности специфического поражения и прогноза эффективности ПСМА-таргетной радионуклидной терапии (РНТ), предложен показатель miPSMA expression score. Этот показатель оценивается по балльной шкале от 0 до 3, где 0 соответствует отсутствию, а 3 – высокому уровню экспрес-

**Таблица 1.** Балльная оценка уровня накопления РФП**Table 1.** miPSMA expression score

Балл	Уровень экспрессии ПСМА	Накопление РФП
0	Нет	Ниже пула крови
1	Низкий	Равное или выше пула крови и ниже паренхимы печени*
2	Средний	Равное или выше паренхимы печени* и ниже, чем в слюнных железах
3	Высокий	Равное или выше, чем в слюнных железах

* Для РФП с доминирующей печеночной экскрецией (например, ¹⁸F-PSMA1007) рекомендуется размещение референсной ROI в селезенке вместо печени.

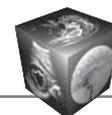
Таблица 2. Классификация miTNM для ПЭТ/КТ и ПЭТ/МРТ с радиомечеными лигандами к ПСМА**Table 2.** miTNM classification for PET/CT and PET/MRI with radiolabeled PSMA ligands

Первичная опухоль (T)	
miT0	Первичная опухоль не определяется
miT2	Опухоль ограничена предстательной железой (оценка на основании 6-сегментарного деления, рис. 3)
miT2u	Унифокальная
miT2m	Мультифокальная
miT3	Экстрапростатическое распространение
miT3a	Опухоль распространяется за пределы капсулы предстательной железы
miT3b	Опухоль распространяется на семенные пузырьки
miT4	Опухоль, распространяющаяся на окружающие структуры, за исключением семенных пузырьков: на наружный сфинктер, прямую кишку, мочевого пузырь, мышцы, поднимающие задний проход или тазовую стенку
miTr	Наличие местного рецидива после радикальной простатэктомии
Регионарные лимфатические узлы (N)	
miN0	Метаастазы в тазовых лимфатических отсутствуют
miN1	Поражение тазовых лимфатических узлов
miN1a	Поражение тазовых лимфатических узлов одной группы (в соответствии с рис. 2б, 4)
miN1b	Поражение тазовых лимфатических узлов ≥ 2 групп (в соответствии с рис. 2б, 4)
Отдаленные метастазы (M)	
miM0	Отдаленные метастазы отсутствуют
miM1	Наличие отдаленных метастазов
miM1a	Метаастазы во внетазовые лимфатические узлы (в соответствии с рис. 2б)
miM1b	Метаастазы в кости (в соответствии с рис. 2б)
miM1c	Висцеральные метастазы

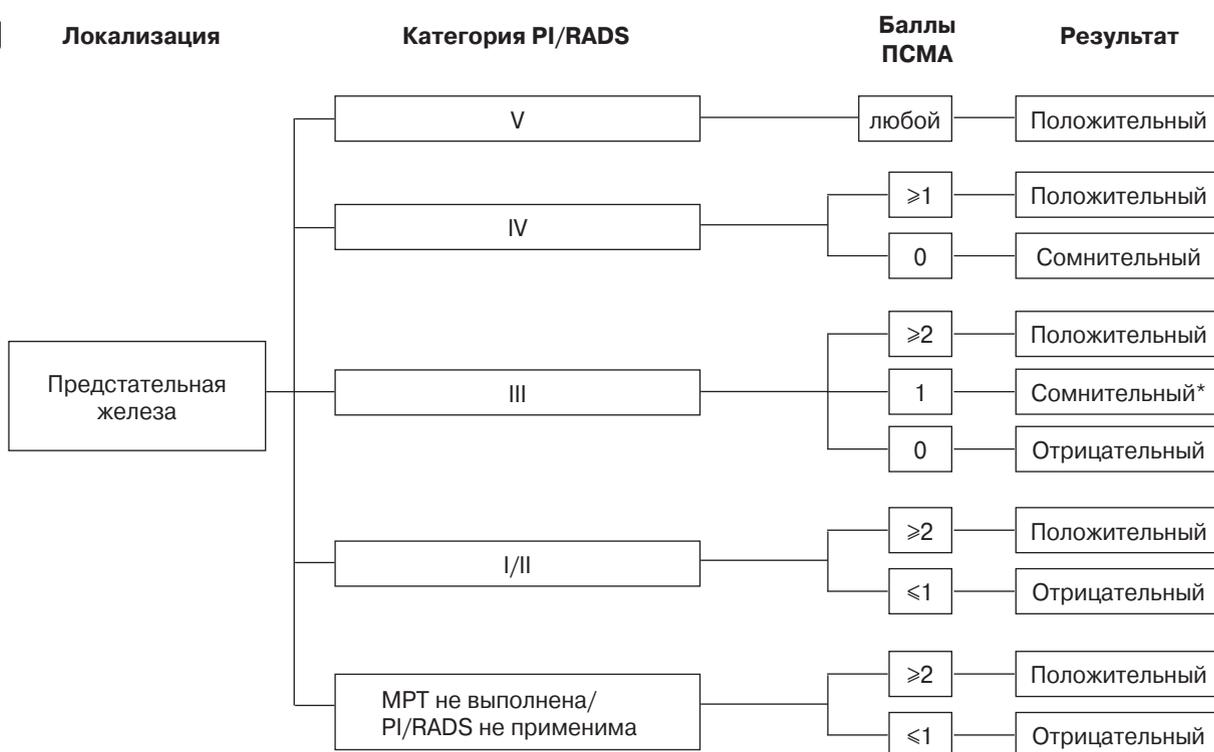
сии ПСМА (табл. 1), и определяется при сопоставлении значений среднего стандартизованного показателя накопления (SUV_{mean}), рассчитанного в аксиальной плоскости, в области интереса (ROI – англ. region of interest) округлой формы, диаметром 1 см, центрированного относительно самого яркого вокселя в измеряемом очаге накопления РФП и в референсных органах, также в аксиальной плоскости, с соответствующими диаметрами: пул крови на уровне дуги аорты – 2 см, правая доля печени (или селезенка для РФП с гепатобилиарной экскрецией) – 3 см, правая слюнная железа – 1,5 см.

Уровень экспрессии ПСМА, оцененный в 2 или 3 балла, принято считать благоприятным прогностическим фактором эффективности ПСМА-

таргетной РНТ. Снижение уровня экспрессии ПСМА на фоне проводимого лечения может соответствовать как положительному ответу, так и дедифференцировке с потерей клетками ПСМА. В данной ситуации оценка сопутствующих данных компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ) может помочь дифференцировать эти состояния. Данный пример свидетельствует о том, что недостаточно использовать только miPSMA expression score для оценки полученных изображений. Авторами предложена многокомпонентная модель, при которой помимо miPSMA expression score для определения выявленных изменений как положительные, сомнительные или отрицательные необходимо учитывать их локализацию и соответствующие находки при КТ

**a | a**

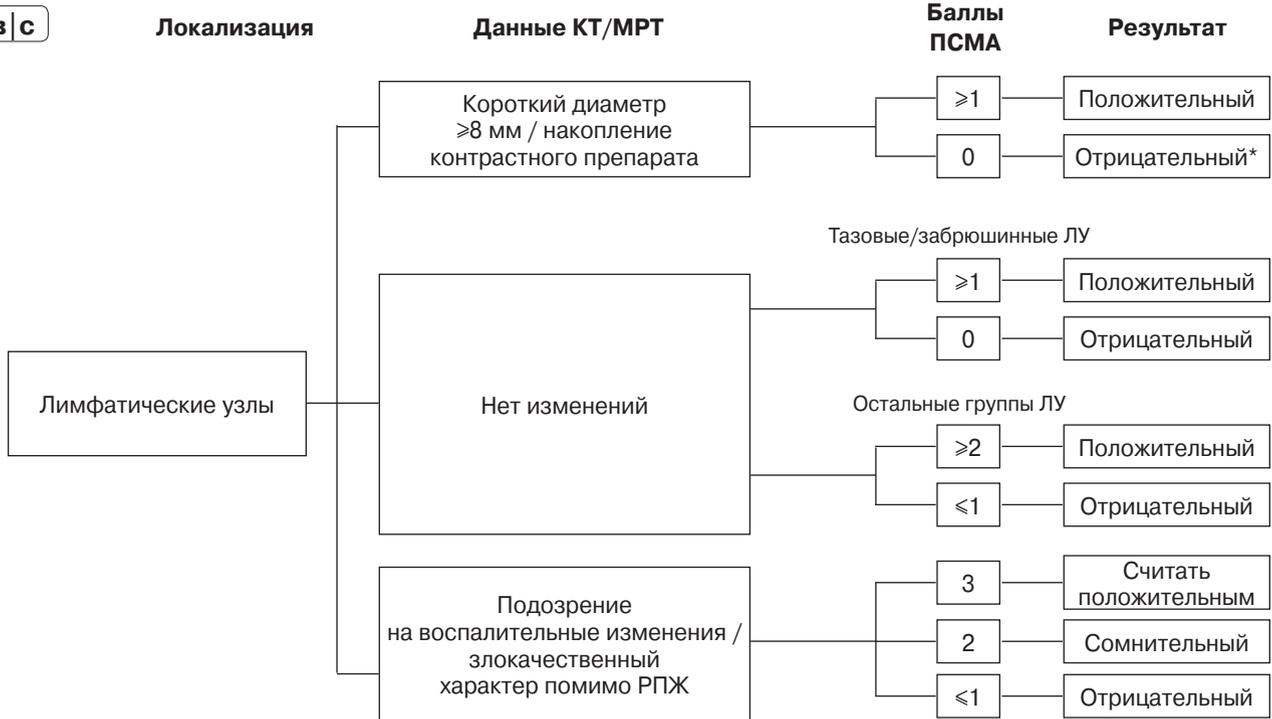
* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

б | b

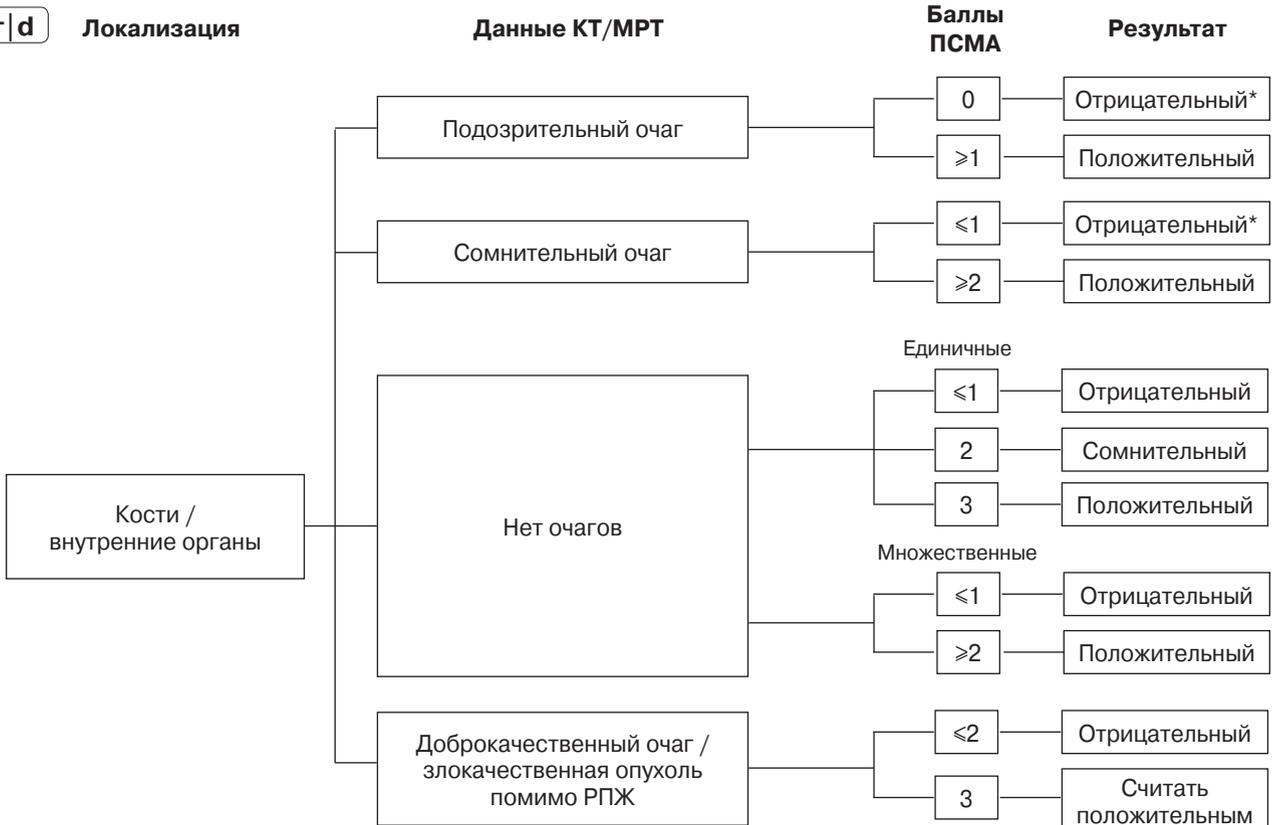
* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

Рис. 1. Алгоритмы оценки результатов ПЭТ/КТ или ПЭТ/МРТ с радиомечеными лигандами к ПСМА, предложенные в рекомендациях PROMISE. а – для зоны предполагаемого местного рецидива после РПЭ или ЛТ; б – для выявления первичной опухоли.

Fig. 1. Guide for the interpretation of PET/CT or PET/MRI with radiolabeled PSMA ligands, proposed in the PROMISE recommendations. а – for zone of suspicious local recurrence after prostatectomy or radiation therapy; б – for primary tumor diagnosis.

**в | с**

* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

г | d

* Необходимо исключить ПСМА-негативный рак предстательной железы.

Рис. 1 (окончание). в – для лимфатических узлов; г – для костей и внутренних органов.

Fig. 1 (end). с – for lymph nodes; d – for bones and visceral organs.

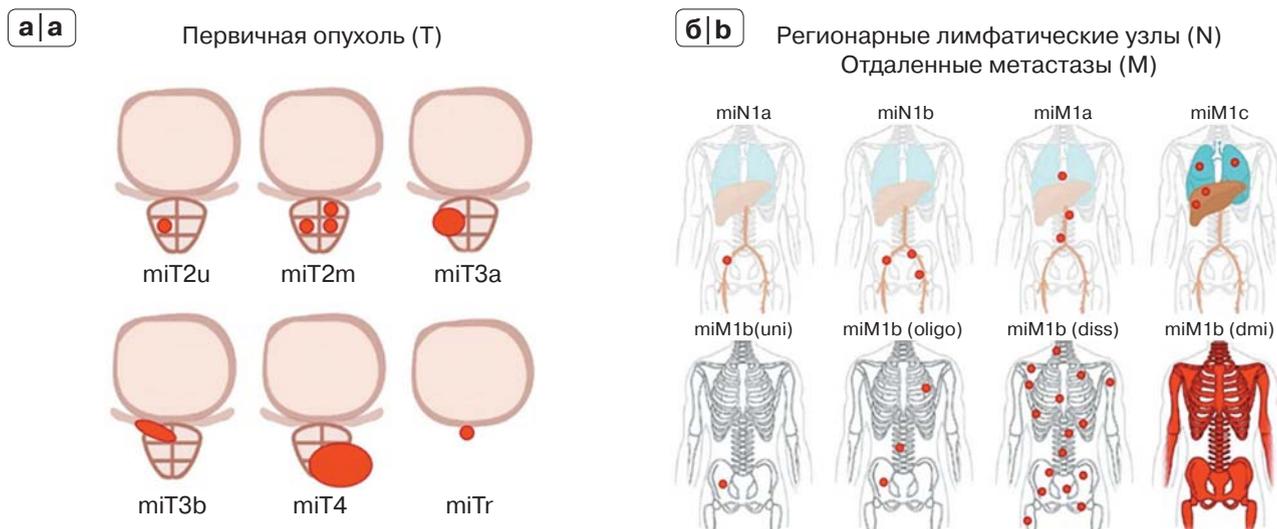
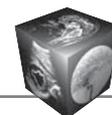


Рис. 2. Категории miTNM для стадирования РПЖ с помощью ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА.

Fig. 2. miTNM categories for staging prostate cancer using PET/CT with radiolabeled PSMA ligands.

или МРТ. Чтобы максимально приблизить отчет по результатам исследования к утвержденной системе стадирования и клиническим потребностям, классификация miTNM была разработана по аналогии с системой TNM, а также добавлены категории, отражающие степень поражения костей – унифокальное (uni), олигометастатическое (oligo, $n \leq 3$), диссеминированное (diss), диффузное поражение костного мозга (dmi) (табл. 2, рис. 2).

Интерпретация баллов miPSMA должна выполняться с учетом данных других методов визуализации, морфологической картины первичной опухоли, уровня и динамики ПСА, характера проводимого лечения, клинических данных и может варьироваться для разных типов тканей и локализаций. Так, у пациентов с низким, но растущим уровнем ПСА и отсутствием изменений на КТ/МРТ даже слабое, но очаговое накопление РФП выше фонового уровня в типичном для метастатического поражения месте может служить индикатором специфического поражения.

Рекомендации по интерпретации данных ПЭТ с учетом результатов КТ или МРТ для выявления первичной опухоли, а также при оценке локального статуса после радикальной простатэктомии (РПЭ) и лучевой терапии (ЛТ), представлены на рис. 1 (а, б).

Стоит отметить, что система PI-RADS для МРТ применима для группы пациентов с повышенным уровнем ПСА в сыворотке крови с целью выявления опухоли и отбора кандидатов для проведения биопсии предстательной железы и не должна использоваться для интерпретации нако-

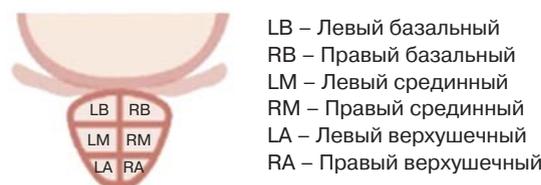
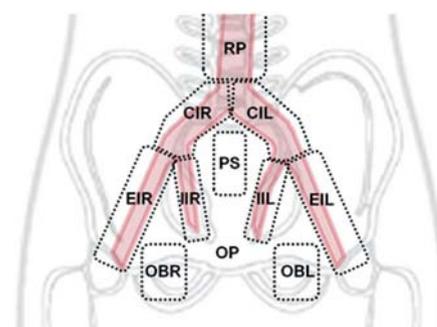


Рис. 3. 6-секторное деление предстательной железы в корональной плоскости.

Fig. 3. Sextant segmentation of the prostate gland in the coronal plane.



- II – Внутренние подвздошные (левые/правые)
- EI – Наружные подвздошные (левые/правые)
- CI – Общие подвздошные (левые/правые)
- OB – Запирательные (левые/правые)
- PS – Пресакральные
- OP – Другие тазовые
- RP – Забрюшинные

Рис. 4. Схематичное расположение групп тазовых лимфатических узлов с указанием префиксов.

Fig. 4. Standard template of pelvic lymph node groups with prefixes.



пления РФП при первичном стадировании после гистологического подтверждения. Распределение категорий по показателю miT основано на степени распространенности опухоли в предстательной железе при первичном стадировании и после ЛТ или наличии местного рецидива после РПЭ. При отсутствии данных о наличии местного рецидива после РПЭ или ЛТ выставляется категория $miT0$, в то время как при его наличии после РПЭ – $miT1$. При первичном стадировании или рецидиве после ЛТ выставляется категория от $miT2$ до $miT4$ в зависимости от степени распространенности, которая определяется по результатам 6-секторной сегментации предстательной железы в корональной плоскости (см. рис. 2а, 3).

Вероятность местного рецидива как после РПЭ, так и после ЛТ увеличивается при очаговом характере накопления РФП, высоком балле $miPSMA$ в предстательной железе или ее ложе, типичных проявлениях при МРТ (признаки ограничения диффузии на диффузионно-взвешенных изображениях и картах измеряемого коэффициента диффузии, очаговое накопление контрастного вещества (КВ)), очаговом накоплении КВ при КТ с/без признаков распространения за пределы капсулы.

На рис. 2 (б) приведен алгоритм оценки лимфатических узлов в рамках N-стадирования. При отсутствии данных о метастатическом поражении тазовых лимфатических узлов выставляется категория $miN0$, в то время как при наличии поражения одной группы – $miN1a$, двух групп – $miN1b$. Рекомендуется указывать префикс и сторону (если это возможно), отражающие локализацию пораженных лимфатических узлов, согласно стандартизированной схеме (см. рис. 4).

На рис. 1 (в, г) приведены алгоритмы оценки лимфатических узлов, внутренних органов и костей в рамках M-стадирования. В соответствии с системой $miTNM$ при отсутствии отдаленных метастазов выставляется категория $miM0$, положительные результаты разделены на 3 категории: поражение нерегионарных лимфатических узлов – $miM1a$ (группы забрюшинных (RP), наддиафрагмальных (SD), других внетазовых (OE) лимфатических узлов), костные метастазы – $miM1b$ (uni, oligo, diss или dmi) и висцеральные метастазы – $miM1c$.

2. PSMA-RADS версии 1.0

В системе PSMA-RADS версии 1.0 изменения, выявленные при ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА, авторы предлагают относить к одной из пяти категорий, также имеющих подкатегории (табл. 3). В целом все находки в соответствии с этой системой можно разделить на не вызывающие сомнения (злокачественные или доброкаче-

ственные, к которым относятся категории PSMA-RADS-1, 2, 4, 5) и неоднозначные, требующие обследования или динамического контроля (PSMA-RADS-3).

Авторы рекомендуют применять PSMA-RADS для категоризации изменений, локализованных вне предстательной железы, в то время как для первичной диагностики необходимо ориентироваться на категории PI-RADS v.2 при МРТ и данные биопсии.

У всех пациентов, проходящих ПЭТ/КТ с лигандами к ПСМА, должны быть тщательно изучены анамнез, медицинская документация, включающая результаты предыдущих исследований, схемы лечения, динамику уровня ПСА и т.д.

Для пациентов с ограниченным числом очагов ($n \leq 5$) категория PSMA-RADS присваивается каждому из них, а также приводится их подробное анатомическое описание с указанием размеров (диаметр по короткой оси для лимфатических узлов, максимальный диаметр для остальных очагов), SUV_{max} (нормированный на общую или безжировую массу тела) и дополнительно указывается итоговая категория по результатам всего сканирования – как правило, она соответствует максимальному выявленному значению [10].

Для пациентов с распространенным заболеванием, а также у пациентов, получающих системное лечение, было бы нецелесообразно указывать категорию PSMA-RADS для каждого очага поражения. В таких случаях рекомендовано указывать категорию лишь для доминантного поражения (то есть очага с самым высоким накоплением РФП или наибольшим размером) лимфатических узлов, костей и, если применимо, каждого из висцеральных органов. Итоговая категория по результатам всего сканирования будет также соответствовать максимальному выявленному значению и именно она будет вынесена в заключение. Однако в ряде случаев важно описание каждой группы очагов, если они попадают под категорию PSMA-RADS 3 (A-D), поскольку для них могут потребоваться дополнительные исследования, результаты которых, в свою очередь, могут иметь клиническое значение и влиять на дальнейшую тактику.

Заключение

Обе системы оценки в той или иной степени обладают преимуществами и недостатками. Так, PROMISE описывает как внутри-, так и внепростатические поражения; позволяет объективно, в баллах, оценить уровень накопления РФП, что может быть перспективно для планирования и оценки эффективности лечения; сходна с системой TNM, что облегчает взаимопонимание между врачами

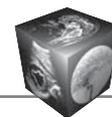


Таблица 3. Краткое описание системы PSMA-RADS версии 1.0 для ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ПСМА
Table 3. Summary of PSMA-RADS Version 1.0 for PET/CT with radiolabeled PSMA ligands

Категория	Характеристика находок	
	PSMA-RADS-1	(доброкачественные)
PSMA-RADS-1A	Доброкачественные образования, характер которых подтвержден морфологически или имеющие патогномичные признаки при анатомической визуализации и не накапливающие РФП	
PSMA-RADS-1B	Доброкачественные образования, характер которых подтвержден морфологически или имеющие патогномичные признаки при анатомической визуализации и фокально накапливающие РФП	
PSMA-RADS-2 (вероятно, доброкачественные)	Сомнительное накопление РФП (фокальное, но низкой интенсивности, как в пуле крови) в мягких тканях с локализацией, не характерной для поражения при РПЖ (например, аксиллярные, бронхопюльмональные лимфатические узлы); сомнительное накопление РФП в проекции костных изменений, не характерных для поражения при РПЖ (например, гиперфиксация РФП на фоне дегенеративных или других изменений доброкачественной этиологии)	
		PSMA-RADS-3 (сомнительные*)
PSMA-RADS-3A	Подозрительное накопление РФП в мягких тканях с локализацией, характерной для поражения при РПЖ (например, тазовые, забрюшинные лимфатические узлы). При возможности выполнения для подтверждения диагноза должна быть проведена биопсия. В качестве альтернативы может быть использован динамический контроль (как методами анатомической визуализации, так и ПЭТ/КТ с ПСМА), при котором отрицательная динамика является подтверждением диагноза. На начальном этапе рекомендуется проведение контрольного исследования через 3–6 мес	
PSMA-RADS-3B	Подозрительное накопление РФП в проекции костных изменений, не характерных, но и не атипичных для РПЖ при анатомической визуализации (очаговое накопление РФП в костном мозге с незначительной, если таковая имеется, костной реакцией, литическое или инфильтративное поражение или классический остеобластический очаг). Сравнение с результатами остеосцинтиграфии, ПЭТ с Na ¹⁸ F или МРТ со специализированным протоколом для выявления метастатического поражения костей, а также проведение биопсии может позволить подтвердить диагноз. В качестве альтернативы может быть использован динамический контроль (как методами анатомической визуализации, так и ПЭТ/КТ с ПСМА), при котором отрицательная динамика является подтверждением диагноза. На начальном этапе рекомендуется проведение контрольного исследования через 3–6 мес	
PSMA-RADS-3C	Интенсивное накопление РФП в крайне нетипичных участках (кроме распространенного РПЖ). Высока вероятность злокачественной опухоли другой этиологии или доброкачественной опухоли. Проведение биопсии для подтверждения диагноза предпочтительнее, однако возможно применение органоспецифической визуализации с последующим динамическим контролем при необходимости (например, МРТ печени для оценки вероятности гепатоцеллюлярной карциномы)	
PSMA-RADS-3D	Изменения подозрительны в отношении злокачественного новообразования на анатомических изображениях, но накопление РФП отсутствует. Дифференциальная диагностика включает злокачественную опухоль другой этиологии, нейроэндокринный РПЖ и нетипичные случаи аденокарциномы предстательной железы с отсутствием экспрессии ПСМА. Проведение биопсии для подтверждения диагноза предпочтительнее, однако возможно применение органоспецифической визуализации с последующим динамическим контролем при необходимости	
PSMA-RADS-4 (высоковероятно наличие РПЖ)	Интенсивное накопление РФП с локализацией, характерной для РПЖ, и отсутствием характерных изменений при традиционной визуализации. Учитывая высокую специфичность ПЭТ/КТ с РФП на основе лигандов к ПСМА во всех опубликованных исследованиях, нет необходимости в верификации данных изменений, однако получение материала может быть необходимо для анализа биологических свойств опухоли или для других целей	
PSMA-RADS-5 (РПЖ почти наверняка имеет место)	Интенсивное накопление РФП с локализацией, характерной для РПЖ, наличием характерных изменений при традиционной визуализации. Учитывая высокую специфичность ПЭТ/КТ с РФП на основе лигандов к ПСМА во всех опубликованных исследованиях, нет необходимости в верификации данных изменений, однако получение материала может быть необходимо для анализа биологических свойств опухоли или для других целей	

* Необходимы дальнейшие исследования.



лучевой диагностики и клиническими специалистами; возможно совместное применение ПЭТ и МРТ для выявления первичной опухоли у пациентов группы риска. Использование 6-секторного деления предстательной железы, с одной стороны, удобно для сопоставления данных с результатами биопсии, но с другой – отличается от более привычного деления на 39 сегментов при МРТ [2]. При неясных результатах PROMISE не предоставляет рекомендаций по дальнейшей тактике обследования или наблюдения, в то время как PSMA-RADS версии 1.0 предлагает варианты дополнительной визуализации или динамического контроля. Недостатками PSMA-RADS версии 1.0 являются: применение только для внепростатических поражений; большое количество подразделов, деление на которые в некоторых случаях не имеет клинического значения; отсутствие градации интенсивности накопления РФП (только низкое, как в пуле крови, и интенсивное накопление), которая может быть полезна для оценки вероятности специфического поражения.

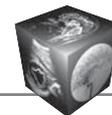
Растущий интерес к ПЭТ-визуализации ПСМА при РПЖ, увеличение количества исследований и возможность применения предложенных стандартизованных систем оценки на большем объеме клинического материала закономерно приведет к усовершенствованию и обновлению рекомендаций, которые будут лишены вышеперечисленных недостатков.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Список литературы [References]

1. Orel S.G., Kay N., Reynolds C., Sullivan D.C. BI-RADS categorization as a predictor of malignancy. *Radiology*. 1999; 221 (3): 845–850. <http://doi.org/10.1148/radiology.211.3.r99jn31845>.
2. Weinreb J.C., Barentsz J.O., Choyke P.L., Cornud F., Haider M.A., Macura K.J., Margolis D., Schnall M.D., Shtern F., Tempany C.M., Thoeny H.C., Verma S. PIRADS Prostate Imaging Reporting and Data System: 2015, Version 2. *Eur. Urol*. 2016; 69 (1): 16–40. <http://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.052>.
3. McKee B.J., Regis S.M., McKee A.B., Flacke S., Wald C. Performance of ACR LungRADS in a clinical CT lung screening program. *J. Am. Coll. Radiol*. 2015; 12 (3): 273–276. DOI: 10.1016/j.jacr.2014.08.004
4. Puryrsko A.S., Remer E.M., Coppa C.P., Leão Filho H.M., Thupili C.R., Veniero J.C. LIRADS: a casebased review of the new categorization of liver findings in patients with endstage liver disease. *Radiographics*. 2012; 32 (7): 1977–1995. <http://doi.org/10.1148/rg.327125026>.
5. Tessler F.N., Middleton W.D., Grant E.G., Hoang J.K., Berland L.L., Teefey S.A., Cronan J.J., Beland M.D., Desser T.S., Frates M.C., Hammers L.W., Hamper U.M., Langer J.E., Reading C.C., Scoutt L.M., Stavros A.T. ACR thyroid imaging, reporting and data system (TIRADS): white Paper of the ACR TIRADS committee. *J. Am. Coll. Radiol*. 2017; 14 (5): 587–595. <http://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.01.046>.
6. Young H., Baum R., Cremerius U., Herholz K., Hoekstra O., Lammertsma A.A., Pruim J., Price P. Measurement of clinical and subclinical tumour response using [18F] fluorodeoxyglucose and positron emission tomography: review and 1999 EORTC recommendations. European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) PET Study Group. *Eur. J. Cancer*. 1999; 35 (13): 1773–1782.
7. Wahl R., Jacene H., Kasamon Y., Lodge M. From RECIST to PERCIST: Evolving Considerations for PET response criteria in solid tumors. *J. Nucl. Med*. 2009; 50 (1): 122–150. <http://doi.org/10.2967/jnumed.108.057307>.
8. Cheson B., Fisher R., Barrington S. et al. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of hodgkin and nonhodgkin lymphoma: the lugano classification. *J. Clin. Oncol*. 2014; 32 (27): 3059–3067. <http://doi.org/10.1200/JCO.2013.54.8800>.
9. Marcus Ch., Tahari A., Ciarallo A., Wahl R., Subramaniam R. Head and neck PET/CT: therapy response interpretation criteria ('Hopkins criteria'). *J. Nucl. Med*. 2014; 55 (1): 344.
10. Rowe S., Pienta K., Pomper M., Gorin M. Structured Reporting System for Prostate Specific Membrane Antigen-Targeted PET Imaging: PSMARADS Version 1.0. *J. Nucl. Med*. 2018; 59(3): 479–485. <http://doi.org/10.2967/jnumed.117.195255>.
11. Eiber M., Herrmann K., Calais J., Hadaschik B., Giesel F.L., Hartenbach M., Hope T., Reiter R., Maurer T., Weber W.A., Fendler W.P. Prostate Cancer Molecular Imaging Standardized Evaluation (PROMISE): Proposed miTNM Classification for the Interpretation of PSMA Ligand PET/CT. *J. Nucl. Med*. 2018; 59 (3): 469–478. <http://doi.org/10.2967/jnumed.117.198119>.



Для корреспонденции*: Леонтьев Алексей Викторович – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3. Тел.: +7-495-9458718.
E-mail: aleksleont@yandex.ru

Леонтьев Алексей Викторович – канд. мед. наук, заведующий отделением радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Халимон Александр Игоревич – врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Кулиев Магомед Темирланович – клинический ординатор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии лечебного факультета ФGAOY BO Первый МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) на базе отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Пылова Ирина Валентиновна – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Лазутина Татьяна Николаевна – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Хамадеева Гульнара Фаридовна – клинический ординатор отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр радиологии” Минздрава России, Москва.

Каприн Андрей Дмитриевич – академик РАН, член-корр. PAO, доктор мед. наук, профессор, главный уролог РАН, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ “НМИЦ радиологии” Минздрава России, заведующий кафедрой урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии медицинского факультета медицинского института ФGAOY BO “Российский университет дружбы народов”, Москва.

Contact*: Alexey V. Leontyev – 125284 Moscow, Russia, 2th Botkinskij proezd, 3. Phone: +7-495-9458718. E-mail: aleksleont@yandex.ru

Alexey V. Leontyev – cand. of med. sci., Head of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Natalia A. Rubtsova – doct. of med. sci., Head of Radiology Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Alexander I. Khalimon – radiologist of CT and MRI Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Radiological Center” of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.

Magomed T. Kuliev – Resident of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery Department of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) based at the Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Radiological Center” of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow.

Irina V. Pylova – cand. of med. sci., nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Tatyana N. Lazutina – cand. of med. sci., nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Gulnara F. Khamadeeva – Resident of Nuclear Medicine Department of Moscow Research Oncology Institute named after P.A. Herzen – branch of “National Medical Research Center of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow.

Andrey D. Kaprin – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Corresponding member of Russian Academy of Education, doct. of med. sci., Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Chief urologist of the Russian Academy of Sciences, General Director of “National Medical Radiological Research Center” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of Department of urology and surgical nephrology with a course of oncology at the medical faculty of medical institute of The Peoples' Friendship University of Russia, Moscow.

Поступила в редакцию 20.02.2019.

Received on 20.02.2019.

Принята к печати 03.04.2019.

Accepted for publication on 03.04.2019.