

DOI: 10.21294/1814-4861-2018-17-1-5-10
УДК: 616-006.6-033.2:611.71]-073

Для цитирования: *Сергеев Н.И., Котляров П.М., Солодкий В.А.* Стандарты анализа метастатического поражения костных структур по данным современных методов лучевой диагностики. Сибирский онкологический журнал. 2018; 17 (1): 5–10. – DOI: 10.21294/1814-4861-2018-17-1-5-10.

For citation: *Sergeev N.I., Kotlyarov P.M., Solodkiy V.A.* Diagnostic imaging standards for bone metastases. 2018; 17 (1): 5–10. – DOI: 10.21294/1814-4861-2018-17-1-5-10.

СТАНДАРТЫ АНАЛИЗА МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ КОСТНЫХ СТРУКТУР ПО ДАННЫМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Н.И. Сергеев, П.М. Котляров, В.А. Солодкий

ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, г. Москва, Россия
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86. E-mail: sergeevnickolay@yandex.ru

Аннотация

Целью исследования явилась попытка создания универсальных критериев диагностики метастатического поражения костей по данным современных методов медицинской визуализации, позволяющих избежать биопсии. Проанализированы данные 90 больных с верифицированными первичными злокачественными опухолями с очаговыми изменениями в костях ($n=278$), минимальный размер очага составлял 1 см. **Методами обследования** являлись мультипараметрическая магнитно-резонансная томография с применением модифицированного протокола сканирования, однофотонно-эмиссионная компьютерная томография, совмещённая с компьютерной томографией. Исследования проводились перед началом лечения, через 1 мес после начала терапии, далее через каждые 3 мес сроком до 1 года. **Результаты.** Сформулирован оригинальный «принцип 8 диагностических элементов», позволяющий оценивать основные патологические состояния и процессы, происходящие в костных структурах. На основании анализа и статистической обработки 236 очагов метастатического поражения рассчитана диагностическая информативность каждого из методов и алгоритма в целом, определены референсные значения. Данный подход позволяет повысить точность ранней диагностики за счет более достоверной оценки костных метастазов на ранней стадии, что позволяет снизить или полностью избежать дополнительных биопсий.

Ключевые слова: онкология, метастазы в кости, лучевая диагностика, МРТ.

Актуальность проблемы обусловлена высокой частотой метастазирования в кости всех наиболее часто встречаемых злокачественных опухолей. По данным ряда авторов, у 40 % больных со злокачественными новообразованиями определяются костные метастазы [1, 2]. Ранняя и точная диагностика костных поражений позволяет проводить адекватное лечение, результатом которого является удовлетворительное качество жизни онкологического больного, а при отсутствии метастазов в паренхиматозные органы значительное продление жизни [3, 4]. Стремительное развитие медицинской инженерии обуславливает совершенствование и модернизацию всех методов диагностической визуализации, позволяет комбинировать новые и существующие методы между собой, проводя так называемые гибридные исследования [5, 6]. Это обуславливает большое количество новой диагности-

ческой информации, что затрудняет интерпретацию данных и применение их на практике врачами клинических специальностей [7]. Это, в свою очередь, формирует необходимость создания универсальных подходов к прочтению и подаче диагностической информации, что является одним из приоритетных направлений в современной рентгенологии [8, 9]. При этом общепринятых систем, разработанных для прицельной диагностики и оценки костных метастазов, нет, а существующие стандарты затрагивают только воспалительные и дегенеративно-дистрофические заболевания суставов, такие как ревматоидный артрит и остеоартрит [10].

Цель исследования – разработать универсальный алгоритм диагностики костных метастазов по данным современных лучевых методов исследования у пациентов с верифицированными злокачественными новообразованиями.

✉ **Сергеев Николай Иванович**, sergeevnickolay@yandex.ru

Материал и методы

В работу включены результаты обследования 90 больных с очаговым поражением скелета, с морфологически верифицированным первичным злокачественным новообразованием различной степени дифференцировки, из которых рак молочной железы определялся у 49 больных, рак предстательной железы – у 19, рак легкого – у 14, рак почки – у 8. С учетом множественного поражения общее количество очагов составило 278.

Период наблюдения не менее 12 мес с оценкой эффекта от проводимой терапии по данным сочетанного анализа всех методов исследования позволил достоверно подтвердить характер выявленных костных изменений. Календарь наблюдения содержал не менее 4 исследований – перед началом лечения, первый месяц после начала лечения, далее каждые три месяца. Морфологическая верификация была проведена у четверых умерших больных по данным аутопсии и прижизненно у 8 больных.

Магнитно-резонансная томография выполнялась на 1,5Т аппарате «Атлас X» с использованием диффузионно-взвешенных изображений и динамическим контрастным усилением с введением 15–20 мл парамагнетика с помощью двухколбового автоматического шприца. Проведение однофотонно-эмиссионной компьютерной томографии подразумевает обязательное выполнение на первом этапе стандартной остеосцинтиграфии с использованием дифосфатов ^{99m}Tc активностью 400–500 МБк. После этого всем пациентам проводилась однофотонно-эмиссионная компьютерная томография с выполнением компьютерной томографии на зону интереса.

Результаты

На основании сочетанного анализа всех методов исследования установлен тип метастатического поражения у 81 больного, 236 очагов наблюдения. У 9 пациентов изменения в костях носили неметастатический характер, у 14 пациентов наблюдалось сочетание патологий – всего 42 очага. Из них дегенеративно-дистрофические изменения, в том числе с наличием отека, определялись в 23 случа-

ях, посттравматические изменения, в том числе с наличием переломов и репаративных костных проявлений, визуализировались в 12 наблюдениях, а общее количество гемангиом у 4 больных равнялось 7. По данным стандартных методик магнитно-резонансной томографии (Т1ВИ, Т2ВИ, STIR) все виды метастазов имеют гипоинтенсивный сигнал в Т1ВИ и наличие гиперинтенсивных включений в STIR – 236 (100 %). При этом остеолитические метастазы имеют незначительно повышенный сигнал на Т2ВИ – 81 (34,3 %), остеобластические – пониженный сигнал – 39 (16,5 %), смешанный тип поражения характеризовался гетерогенным МР-сигналом 116 (49,1 %). Анализ данных диффузионно-взвешенных последовательностей оценивался качественно и количественно. Во всех 236 наблюдениях на изображениях с высоким значением b-фактора определялась высокая интенсивность МР-сигнала, с незначительным повышением полутонов яркости в остеолитических поражениях и снижением в остеобластических. На ADC-построениях были определены значения измеряемого коэффициента диффузии в остеолитических, остеобластических очагах, в экстраосальных мягкотканых компонентах с наличием полостей распада (табл. 1).

Полученные результаты позволяют говорить о высоких значениях ИКД в костных метастазах, равных $0,7–2,1 \times 10^{-3}$ (доверительный интервал = 95 %, Р ген. = $91,5 \pm 3,22$ %). Достаточно большой диапазон значений обусловлен типом метастаза: остеобластические очаги имели сниженный ИКД ($0,7–1,1 \times 10^{-3}$), 39 наблюдений (16,5 %), а для остеолитических и смешанных поражений были характерны более высокие значения ($1,2–2,1 \times 10^{-3}$) – 197 (83,5 %) наблюдений. Для дифференциальной диагностики отдельно были проанализированы значения ИКД в желтом костном мозге ($0,1–0,2 \times 10^{-3}$), в красном костном мозге ($0,3–0,4 \times 10^{-3}$), в зонах инволютивного остеосклероза (0), а также не в специфических изменениях ($0,37–1,26 \times 10^{-3}$), результаты которого варьировались в зависимости от патологии.

Для динамического контрастного усиления применялся оригинальный 5-фазный протокол ФГБУ «РНЦРР» (с) с использованием нативной

Таблица 1

Значения измеряемого коэффициента диффузии в очагах костного метастатического поражения и мягкотканых компонентов

Метастазы			
Костные (n=236)		Внекостный мягкотканый компонент	
Литические	Бластические	Солид (n=41)	Некроз (n=18)
Высокая интенсивность МР-сигнала с высоким В-фактором (900+)		Высокая интенсивность МР-сигнала с высоким В-фактором (900+)	
ИКД > $1,2 \times 10^{-3}$	< $1,2 \times 10^{-3}$	Низкие значения ИКД (< $1,1 \times 10^{-3}$) (по аналогии с солидными опухолями)	

(0 сек), артериальной (25 сек), венозной (25 сек), ранней отсроченной (50 сек) и поздней отсроченной фаз (150 сек). На основании анализа 236 очагов поражения удалось установить 3 основных типа кровоснабжения, характерных для метастатического поражения, получивших свои названия в зависимости от распределения парамагнетика в сосудистом русле. Первый тип – «быстрое накопление – быстрое вымывание», отличительным признаком которого является отсутствие визуализации дополнительных фазовых компартментов, 74 (31,3 %) наблюдения. Второй тип – «быстрое накопление – медленное вымывание», характерным признаком которого может являться так называемый эффект повторения – общий тип кривой аналогичен неизменной костной ткани, однако максимальный уровень фиксации парамагнетика в артериальную фазу повышен в 2 и более раза – 121 (51,3 %) очаг. Третий тип «быстрое накопление – медленное накопление», характеризуется отсутствием выведения контрастного агента на 5+ минуте, 41 (17,4 %) очаг.

По данным гибридного исследования, ОФЭКТ/КТ на КТ-фрагменте остеолитические очаги визуализировались в виде зоны снижения костной плотности в диапазоне +15–+75 единиц Хаунсфилда с неровными, нечеткими контурами, что наблюдалось в 81 (34,3 %) случае. Остеобластический тип по данным компьютерной томографии определялся в 39 (16,5 %) наблюдениях в виде участков неоднородного повышения плотности в диапазоне

+200–+650 единиц Хаунсфилда очагового или диффузного характера. Зоны смешанного поражения в 116 (49,1 %) наблюдениях определялись участками неравномерно сниженной и повышенной плотности в пределах +90–+230 ЕХ, имели нечеткие, неровные контуры.

По данным радионуклидных исследований очаги метастатического поражения с наличием элементов активного остеобластического процесса имеют повышенный процент гиперфиксации радиофармпрепарата – от +100 % до +730 %, что определялось суммарно в 155 (63,7 %) наблюдениях. При этом представляется достаточно затруднительным провести четкую грань между метастазами остеобластического и смешанного характера, однако это можно косвенно предположить по снижению уровню накопления индикаторов в смешанных метастазах, не превышающих половины максимальных значений. При анализе очагов с преобладанием литического компонента 81 (34,3 %) коэффициент дифференцированного накопления РФП зависел от характера и выраженности процесса и имел отрицательные значения относительно 100 % нормы контралатеральной неизменной стороны (эффект гипонакопления) или имел значения, не превышающие +65 %, т.е. суммарно 165 % (рис. 1).

Общая диагностическая информативность комплексного подхода составила 97,8 % (231/236) при первичном нативном исследовании и 99,5 % (235/236) при повторном исследовании.

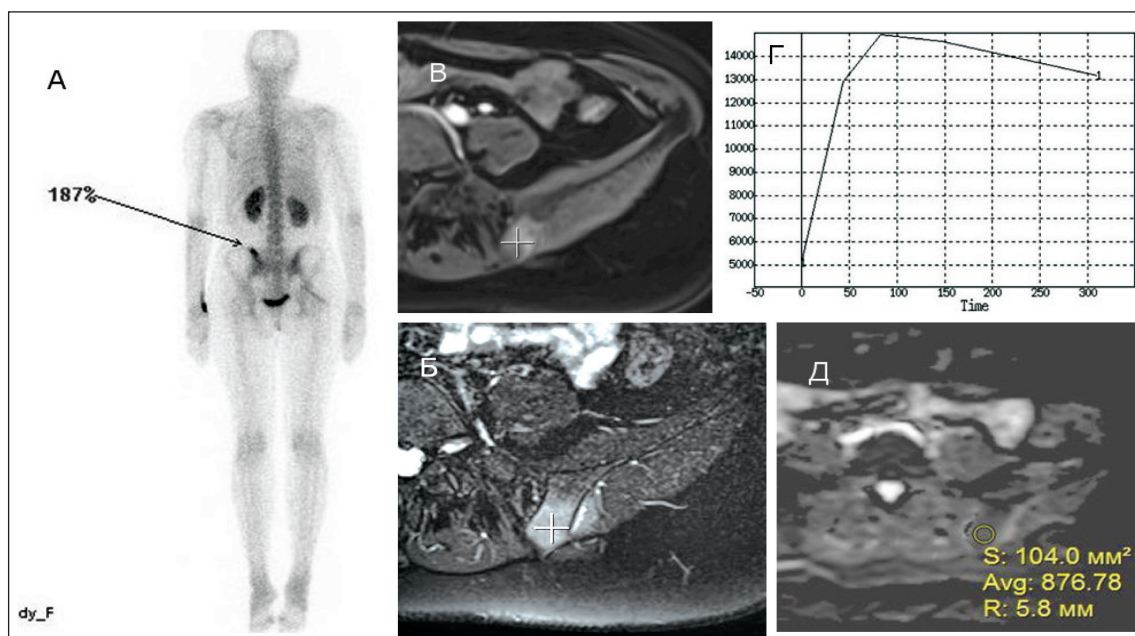


Рис. 1. Пациентка Н., 1971 г.р., с диагнозом аденокарцинома молочной железы, метастатическое поражение левой подвздошной кости. По данным ОСГ (А) отмечается умеренно повышенный процент фиксации РФП в левой подвздошной кости. По данным МРТ в режиме STIR (Б) отмечается равномерно повышенный сигнал в этой зоне, с повышенным накоплением парамагнетика при ДКУ (В) со вторым патологическим вариантом микроциркуляции (Г), ИКД в очаге поражения равен $0,87 \times 10^{-3}$ (Д)

«Принцип восьми диагностических элементов»

Название группы	Количество элементов	Название элементов	Модальность / Характеристика
Первая группа «Визуализация»	3	T1ВИ, T2ВИ, STIR	МРТ. Дает общее представление о характере изменений и позволяет предположить начальный диагноз
Вторая группа «Клеточная организация»	2	ДВИ, ИКД	МРТ. Позволяет выявить дополнительные очаги, оценить их клеточную плотность
Третья группа «Васкуляризация»	1	ДКУ	МРТ. Характер кровоснабжения изучаемого объекта
Четвертая группа «Пролиферация»	2	HU, КДН	ОСГ. Количество активных остеобластов нормального или атипического строения. КТ. Оценка структуры очага

Предлагаемые стандарты анализа метастатического поражения костных структур

Анализ результатов обследования метастатического поражения костных структур позволил сформулировать так называемый «*принцип 8 диагностических элементов*» для решения вопросов дифференциальной диагностики. Он заключается в выделении наиболее значимых измеряемых элементов изучаемых методов, влияющих на формирование диагноза. К ним относятся уровень интенсивности МР-сигнала на T1, T2, STIR взвешенных изображениях, тип патологического накопления при ДКУ, интенсивность сигнала и значения измеряемого коэффициента диффузии на диффузионно-взвешенных изображениях. По данным КТ наиболее целесообразно использовать количественный элемент плотности, измеряемый в единицах Хаунсфилда, а по данным радионуклидных методов – коэффициент или процент дифференцированного накопления. Каждый из изучаемых элементов характеризует определённый функционально-анатомический параметр происходящих процессов в изучаемой костной ткани и не дублирует остальные. Это позволило определить последовательность применения элементов и логично разделить их на 4 группы в зависимости от их диагностического значения (табл. 2).

В разделе «Результаты» на основании анализа 236 измерений в метастатических костных очагах приведены диапазоны референсных значений диагностических элементов, выраженные в качественных и количественных критериях. Каждому диагностическому элементу соответствует среднее процентное значение 12,5 %, при совпадении всех значений обуславливающее 99,9 % (условные 100 %) метастатическое поражение костной ткани у больных с верифицированным диагнозом первичной злокачественной опухоли. При этом ценность каждого элемента может варьироваться в зависимости от степени выраженности в диапазоне 10–15 %.

Обсуждение

Предлагаемый алгоритм обследования не включает данные классической рентгенографии и позитронно-эмиссионной томографии. Такой подход обусловлен относительно низкой чувствительностью рентгенографии к костным метастазам. По данным ряда авторов, для достоверной постановки диагноза необходима потеря не менее 25–30 % костного матрикса, что делает это методом поздней диагностики [11]. Исключение ПЭТ основывается на отсутствии единых показаний для проведения подобных исследований при различных морфологических формах первичных злокачественных опухолей. Стандартное исследование с фтор-дезоксиглюкозой может иметь ложноотрицательные заключения метастатического поражения костей при раке желудка, почки, легкого и предстательной железы, в то время как ОФЭКТ и МРТ могут быть более эффективными [12, 13]. Для прицельного ПЭТ-сканирования костной ткани известна методика с использованием молекул фторида натрия, меченных ¹⁸F. Однако целесообразность широкого применения такой технологии сомнительна ввиду сниженного качества изображения, полученного от остальных анатомических объектов [14]. Для определения распространённости рака предстательной железы проводятся ПЭТ-исследования с холином, что, в свою очередь, накладывает ограничения по наличию радионуклида в лечебных учреждениях [15, 16].

Заключение

Предложенный алгоритм обследования и новый диагностический принцип могут иметь решающее значение в определении метастатического поражения костных структур любой локализации, в ситуациях, когда биопсия кости затруднена или невозможна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Padalkar P, Tow B.* Predictors of survival in surgically treated patients of spinal metastasis. *Indian J Orthop.* 2011 Jul; 45 (4): 307–13. doi: 10.4103/0019-5413.82333.
2. *Pearce T, Philip S, Brown J, Koh D.M., Burn P.R.* Bone metastases from prostate, breast and multiple myeloma: differences in lesion conspicuity at short-tau inversion recovery and diffusion-weighted MRI. *Br J Radiol.* 2012 Aug; 85 (1016): 1102–6. doi: 10.1259/bjr/30649204.
3. *Klaff R., Berglund A., Varenhorst E., Hedlund P.O., Jönler M., Sandblom G.; Scandinavian Prostate Cancer Group (SPCG) Study No. 5.* Clinical characteristics and quality-of-life in patients surviving a decade of prostate cancer with bone metastases. *BJU Int.* 2016 Jun; 117 (6): 904–13. doi: 10.1111/bju.13190.
4. *Wu J.S., Monk G., Clark T., Robinson J., Eigl B.J., Hagen N.* Palliative radiotherapy improves pain and reduces functional interference in patients with painful bone metastases: a quality assurance study. *Clin Oncol (R Coll Radiol).* 2006 Sep; 18 (7): 539–44.
5. *Сергеев Н.И., Фомин Д.К., Котляров П.М., Солодкий В.А.* Сравнительное исследование возможностей ОФЭКТ/КТ и магнитно-резонансной томографии всего тела в диагностике костных метастазов. *Вестник РНЦПР.* 2015; 3: 8.
6. *Сергеев Н.И.* Лучевые методы в диагностике метастатического поражения костной системы. *Медицинская визуализация.* 2011; 4: 46–51.
7. *Котляров П.М.* Многосрезовая компьютерная томография легких – новый этап развития лучевой диагностики заболеваний легких. *Медицинская визуализация.* 2011; 4: 14–20.
8. *Grimm L.J., Zhang J., Baker J.A., Soo M.S., Johnson K.S., Mazurowski M.A.* Relationships Between MRI Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS) Lexicon Descriptors and Breast Cancer Molecular Subtypes: Internal Enhancement is Associated with Luminal B Subtype. *Breast J.* 2017 Sep; 23 (5): 579–582. doi: 10.1111/tbj.12799.
9. *Борсуков А.В.* Быть или не быть TI-RADS: полемические заметки с евразийского форума по раку щитовидной железы. *Эндокринная хирургия.* 2016; 3: 33–36.
10. *Трофимова Т.Н., Мищенко А.В., Минько Б.А., Карлова Н.А., Бусько Е.А., Гаврилов П.В., Сперанская А.А.* Современные стандарты анализа лучевых изображений. *Руководство для врачей.* СПб., 2017. 3–4.
11. *Линденбраден Л.Д., Королюк И.П.* Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и терапии). М.: Медицина, 2000. 425.
12. *Долгушин М.Б., Котельникова Т.М., Соболева О.И., Голанов А.В., Зайцева А.Ю., Радкевич Л.А., Корниенко В.Н.* Исследование всего тела у больных с метастазами в головной мозг: МР-ДВИ, ПЭТ и ОФЭКТ/КТ. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2009; 4–6: 58–64.
13. *Петруев В.М., Тищенко В.К., Красикова Р.Н.* 18-F-ФДГ и другие меченые производные глюкозы для использования в радионуклидной диагностике онкологических заболеваний (обзор). *Химико-фармацевтический журнал.* 2016; 4: 3–14.
14. *Lapa P, Marques M, Costa G, Lima J.P.* The value of quantitative analysis in 18F-NaF PET/CT. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol.* 2017 MarApr; 36 (2): 78–84.
15. *Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухортова О.В., Сильченков А.В., Бирюков В.А., Широкопад В.И.* Диагностика рецидива рака предстательной железы по данным ПЭТ/КТ с ¹¹C-ХОЛИНОМ у пациентов после радикальной простатэктомии. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2015; 60 (5): 50–58.
16. *Giovacchini G., Giovannini E., Leoncini R., Riondato M., Ciarmiello A.* PET and PET/CT with radiolabeled choline in prostate cancer: a critical reappraisal of 20 years of clinical studies. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2017 Sep; 44 (10): 1751–76. doi: 10.1007/s00259-017-3700-x.

Поступила 22.11.17
Принята в печать 12.12.17

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергеев Николай Иванович, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем, ФГБУ «Российский научный центр рентгенологии» Минздрава России (г. Москва, Россия). E-mail: sergeevnickolay@yandex.ru. SPIN-код: 2408-6502. AuthorID: 720796.

Котляров Петр Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, руководитель научно-исследовательского отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем, ФГБУ «Российский научный центр рентгенологии» Минздрава России (г. Москва, Россия). E-mail: marnad@list.ru. SPIN-код: 1781-2199. AuthorID: 194339.

Солодкий Владимир Алексеевич, академик РАН, профессор, директор ФГБУ «Российский научный центр рентгенологии» Минздрава России (г. Москва, Россия). SPIN-код: 9556-6556. AuthorID: 440543.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, о котором необходимо сообщить

DIAGNOSTIC IMAGING STANDARDS FOR BONE METASTASES

N.I. Sergeev, P.M. Kotlyarov, V.A. Solodkiy

Russian Scientific Center of Roentgenology and Radiology, Moscow, Russia
86, Profsoyuznaya Str., 117997-Moscow, Russia. E-mail: sergeevnickolay@yandex.ru

Abstract

The purpose of the study was an attempt to create universal criteria for the diagnostic imaging of bone metastases allowing biopsy to be avoided. **Material and methods.** Scans from 90 patients with verified primary malignant tumors and focal bone lesions in the (n=278) were analyzed. The minimal size of the focal bone lesion was 1 cm. All patients underwent multiparameter magnetic resonance imaging with a modified scanning protocol and single-photon emission computed tomography combined with computed tomography. Diagnostic evaluation was performed before starting treatment, 1 month after starting therapy, then every 3 months for 1 year. **Results.** The original «principle of 8 diagnostic elements» had been created, allowing the assessment of the main pathological conditions and processes occurring in bone structures. Based on the analysis and statistic processing of 236 foci of metastatic lesion, the diagnostic informative value of each of the imaging modalities and the algorithm as a whole were assessed, and the reference values were determined. This approach allowed the accuracy of early diagnosis to be improved due to a more reliable evaluation of bone metastases at an early stage, thus reducing or completely avoiding additional biopsies.

Key words: oncology, bone metastases, diagnosis, MRI.

REFERENCES

1. *Padalkar P., Tow B.* Predictors of survival in surgically treated patients of spinal metastasis. *Indian J Orthop.* 2011 Jul; 45 (4): 307–13. doi: 10.4103/0019-5413.82333.
2. *Pearce T., Philip S., Brown J., Koh D.M., Burn P.R.* Bone metastases from prostate, breast and multiple myeloma: differences in lesion conspicuity at short-tau inversion recovery and diffusion-weighted MRI. *Br J Radiol.* 2012 Aug; 85 (1016): 1102–6. doi: 10.1259/bjr/30649204.
3. *Klaff R., Berglund A., Varenhorst E., Hedlund P.O., Jönler M., Sandblom G.; Scandinavian Prostate Cancer Group (SPCG) Study No. 5.* Clinical characteristics and quality-of-life in patients surviving a decade of prostate cancer with bone metastases. *BJU Int.* 2016 Jun; 117 (6): 904–13. doi: 10.1111/bju.13190.
4. *Wu J.S., Monk G., Clark T., Robinson J., Eigel B.J., Hagen N.* Palliative radiotherapy improves pain and reduces functional interference in patients with painful bone metastases: a quality assurance study. *Clin Oncol (R Coll Radiol).* 2006 Sep; 18 (7): 539–44.
5. *Sergeev N.I., Fomin D.K., Kotlyarov P.M., Solodkiy V.A.* Comparative study of the possibilities of spect/ct and magnetic resonance imaging whole body in the diagnosis of bone metastases. *Newsletter of RSCRR.* 2015; 3: 8. [in Russian]
6. *Sergeev N.I.* Radiation methods in the diagnosis of metastatic lesions of the bone system. *Medical Visualization.* 2011; 4: 46–51. [in Russian]
7. *Kotlyarov P.M.* Multislice computed tomography of the lungs a new stage in the development of radiation diagnosis of lung diseases. *Medical Visualization.* 2011; 4: 14–20. [in Russian]
8. *Grimm L.J., Zhang J., Baker J.A., Soo M.S., Johnson K.S., Mazurowski M.A.* Relationships Between MRI Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS) Lexicon Descriptors and Breast Cancer Molecular Subtypes: Internal Enhancement is Associated with Luminal B Subtype. *Breast J.* 2017 Sep; 23 (5): 579–582. doi: 10.1111/tbj.12799.
9. *Borsukov A.V.* To be or not to be TI-RADS: polemical notes from the Eurasian forum on thyroid cancer. *Endocrine Surgery.* 2016; 3: 33–36. [in Russian]
10. *Trofimova T.N., Mishenco A.V., Minko B.A., Karlova N.A., Bysko E.A., Gavrilov P.V., Speranskaya A.A.* Modern standard analysis of X-ray images. *Guidelines for Physicians.* St.-Petersburg, 2017. 3–4. [in Russian]
11. *Lindenbraten L.D., Korolyuk I.P.* *Medical radiology (the basis of radiation diagnosis and therapy).* Moscow, 2000. 425. [in Russian]
12. *Dolgushin M.B., Kotel'nikova T.M., Soboleva O.I., Golanov A.V., Zgzyceva A.Yu., Radkevich L.A., Kornienko V.N.* Whole-body examination patients with metastases in the brain: MR-DWI, PET and SPECT/CT. *Newsletter of Roentgenology and Radiology.* 2009; 4–6: 58–64. [in Russian]
13. *Petriev V.M., Tishchenko V.K., Krasikova R.N.* 18-F-FDH and other labeled glucose derivatives for use in radionuclide diagnostics of oncological diseases (review). *Chemical and Pharmaceutical Journal.* 2016; 4: 314. [in Russian]
14. *Lapa P., Marques M., Costa G., Lima J.P.* The value of quantitative analysis in 18F-NaF PET/CT. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol.* 2017 MarApr; 36 (2): 78–84.
15. *Aslanidi I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Silchenov A.V., Birukov V.A., Fhirokarad V.I.* Diagnosis of recurrence of prostate cancer according to PET/CT with 11C-Holin in patients after radical prostatectomy. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2015; 60 (5): 50–58. [in Russian]
16. *Giovacchini G., Giovannini E., Leoncini R., Riondato M., Ciarmiello A.* PET and PET/CT with radiolabeled choline in prostate cancer: a critical reappraisal of 20 years of clinical studies. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2017 Sep; 44 (10): 1751–76. doi: 10.1007/s00259-017-3700-x.

Received 22.11.17
Accepted 12.12.17

ABOUT THE AUTHORS

Nikolai I. Sergeev, MD, DSc, Leading Research Associate, Department of New Technologies and Semiotics of Diagnostic Imaging, Russian Research Center of Roentgenology and Radiology (Moscow, Russia). E-mail: sergeevnickolay@yandex.ru. SPIN-code: 2408-6502. AuthorID: 720796.

Petr M. Kotlyarov, MD, Professor, Head of the Department of New Technologies and Semiotics of Diagnostic Imaging, Russian Research Center of Roentgenology and Radiology (Moscow, Russia). E-mail: marnad@list.ru. SPIN-code: 1781-2199. AuthorID: 194339.

Vladimir A. Solodkiy, Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Director of the Russian Research Center of Roentgenology and Radiology (Moscow, Russia). SPIN-code: 9556-6556. AuthorID: 440543.

Authors declare lack of the possible conflicts of interests