

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МРТ В УТОЧНЕНИИ НАЛИЧИЯ МЕТАСТАЗОВ В КОСТИ ПРИ СПОРНОМ РЕЗУЛЬТАТЕ ОФЭКТ/КТ

Н.В. Кочергина^{1,2}, С.Н. Прохоров¹, А.Б. Блудов¹, А.Д. Рыжков¹,
А.В. Федорова¹, О.Г. Спирина¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина
Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва

Контакты: Прохоров Сергей Николаевич, s89158456042@gmail.com

Реферат

Цель: Продемонстрировать клинический случай метастатического поражения костей скелета, который наглядно отражает разницу в чувствительности диагностических методов ОФЭКТ/КТ и МРТ.

Материал и методы: Пациентка 69 лет с низкодифференцированной аденокарциномой желудка, которой были выполнены остеосцинтиграфия, ОФЭКТ/КТ и МРТ.

Результаты: При МРТ были выявлены несколько метастазов, которые не были идентифицированы при ОФЭКТ/КТ-исследовании.

Заключение: Несмотря на высокую чувствительность и специфичность ОФЭКТ/КТ, в ряде случаев требуется применение дополнительных методов диагностики. МРТ позволяет уточнить и, возможно, обнаружить ранее не выявленные метастазы.

Ключевые слова: МРТ, метастазы в костях, ОФЭКТ/КТ, остеосцинтиграфия

Для цитирования: Кочергина Н.В., Прохоров С.Н., Блудов А.Б., Рыжков А.Д., Федорова А.В., Спирина О.Г. Эффективность МРТ в уточнении наличия метастазов в кости при спорном результате ОФЭКТ/КТ. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2020;3(3):93-100

DOI: 10.37174/2587-7593-2020-3-3-93-100

Введение

Информация о наличии или отсутствии метастазов опухоли необходима для планирования тактики лечения. Арсенал диагностических методов в настоящее время достаточно широк [1–5], однако экономическая составляющая, ограничивающие факторы (такие, как невозможность сохранить неподвижное положение достаточное для исследования время, наличие кардиостимулятора и другие), оснащенность конкретного учреждения заставляют выбирать альтернативный метод и отвергать более удобный или доступный. Из этого вытекает необходимость знания об эффективности и, что более важно, о неэффективности каждого из методов диагностики.

ОФЭКТ/КТ является доказано эффективным методом диагностики метастазов

опухолей различной природы в кости [6, 7]. Данный метод возможно использовать как для первичной оценки распространенности опухолевого процесса, так и для оценки эффективности лечения [8–10]. Однако в практике отделения радиоизотопной диагностики НМИЦ онкологии им. Блохина встречаются случаи, когда в рамках данного исследования невозможно решить вопрос о природной принадлежности выявленных изменений поражений костной ткани. Хотя данные случаи и находятся в меньшинстве, но их наличие делает необходимым дальнейший поиск дополнительных, более точных методов диагностики и их сочетаний.

Цель работы — показать на примере одного наблюдения возможности различных методов лучевой диагностики и ядерной медицины в выявлении метастатического поражения костного скелета.

Материал и методы

Группу исследования составили пациенты с подозрением на метастазы опухолей различной локализации (легкие, молочная железа, предстательная железа, желудок и другие), при исследовании которых за период с декабря 2019 по февраль 2020 г. при помощи планарной сцинтиграфии было невозможно дифференцировать опухолевые и неопухолевые изменения. Всего было проведено 49 (100 %) ОФЭКТ/КТ исследований, по результатам которых в 18 (37 %) случаях метастатическое поражение костей подтвердилось, в 19 (39 %) случаях было опровергнуто. В остальных 12 (24 %) спорных случаях была использована МРТ (магнитно-резонансная томография), которая позволила в 6 (12 %) случаях подтвердить наличие метастазов и в 4 (8 %) случаях опровергнуть их наличие, в оставшихся 2 (4 %) случаях был рекомендован динамический контроль при условии отрицательного результата.

Обследование пациентов проводилось в два этапа. Первый этап был представлен планарной сцинтиграфией всего тела спустя три часа после внутривенного введения остеотропного РФП (радиофармпрепарата), меченого ^{99m}Tc (технефор или фосфотех). Сканирование проводилось в положении лежа на спине с применением коллиматора низких энергий фотонного излучения с высоким разрешением (LEHR). Использовались гамма-камеры Siemens Symbia E и T₂. Активность вводимого РФП находилась в интервале 444–740 МБк в зависимости от массы тела пациента. Эффективная доза внутреннего облучения составила от 2,5 до 4,2 мЗв. Регистрация импульсов проводилась в энергетическом окне 140 кэВ. Продолжительность исследования составляла 14–15 мин при скорости перемещения стола 15 см/мин.

Вторым этапом проводили ОФЭКТ/КТ выбранной зоны, после чего получали эмиссионные радионуклидные и трансмиссионные рентгеновские компьютерные томограммы. Исследования выполнялись на системе Siemens Symbia T₂ в двухсрезовой конфигурации КТ (толщина среза 5

мм, шаг спирали 1,5 мм, размер фокусного пятна согласно IAC 60 360, 0,8×0,4 мм/8°, 0,8×0,7 мм/8°). Были использованы следующие параметры ОФЭКТ: матрица 128×128, 64 угловые позиции при вращении детекторов, время записи на одну угловую позицию вращения составило 10 с. Эффективная доза внешнего облучения от КТ рассчитывалась по формуле $E = \text{CTDI} \times L \times K_1 \times K_2$, где CTDI — объемный взвешенный индекс дозы, L — длина сканирования в см, K₁ — поправка на возраст пациента, K₂ — поправка на область исследования (см. МУ 2.6.1.3151-13). Эффективная доза облучения составила от 1,14 до 2,01 мЗв на 1 исследование.

МРТ проводилась на аппарате Siemens Magnetom Avanto 1,5 Тл. Применялись импульсные последовательности спин-эхо с T₁-ВИ (T₁-взвешенным МРТ-изображением), T₂-ВИ (T₂-взвешенным МРТ-изображением) и в режиме T₂-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани (TIRM-turbo inversion recovery magnitude). Толщина срезов во всех случаях составляла от 0,3 до 0,5 см, разрешение — от 384×384 до 512×512, поле зрения — от 250 до 500 мм.

Результаты и обсуждение

Пациент — женщина 69 лет, страдающая низкодифференцированной аденокарциномой желудка. На момент обследования проведено 8 курсов химиотерапии по схеме FLOT, на фоне которой наблюдалась отрицательная динамика. Проведены следующие исследования и получены заключения врачей-радиологов и рентгенологов, которые приведены ниже.

РИД (радиоизотопная диагностика)

На сканограммах определяется гипераккумуляция РФП в области правого локтевого сустава, проксимального отдела правой бедренной кости, а также в проекции правой вертлужной впадины — посттравматические изменения? Специфические? В других отделах скелета явных очагов патологического накопления РФП не выявлено (рис. 1).



Рис. 1. Планарная остеосцинтиграфия. Задняя проекция. Интенсивная гиперфиксация РФП: в области правого локтевого сустава и большого вертела с распространением в межвертельную область правой бедренной кости. Слабо выраженная гиперфиксация РФП в нижнем отделе правой вертлужной впадины (стрелка)

Fig. 1 Planar osteoscintigraphy. Rear projection. Intense uptake of the tracer: in the area of the right elbow joint and greater trochanter with spread to the intertrochanteric region of the right femur. Mild uptake of the tracer in the lower part of the right acetabulum (arrow)

Заключение. Однозначно интерпретировать скинтиграфическую картину затруднительно. Принято решение о проведении дополнительного исследования в объеме ОФЭКТ/КТ зоны интереса.

ОФЭКТ/КТ

В области шейки правой бедренной кости с переходом на межвертельную область определяется неоднородность костной структуры. С учетом высокого накопления РФП в данной области ОФЭКТ/КТ-картина может соответствовать активному метастазу. В задних отделах верхней ветви правой лонной кости в области вертлужной впадины, субкортикально определяется участок неоднородной костной структуры с нечет-

кими контурами до 2,0×1,6 см. С учетом высокого накопления РФП в данной области, также нельзя исключить метастатическую природу поражения (рис. 2 г, д).

В правой подвздошной кости, в нижней ветви правой лонной кости справа и головке правой бедренной кости определяются высокоплотные очаги размером до 0,9 см. Накопление РФП в них отсутствует — вероятнее всего, эностозы. Оценить зону перелома в области правого предплечья в условиях выраженных артефактов не представляется возможным (рис. 5 г, д).

Заключение. ОФЭКТ/КТ-картина может соответствовать метастатическому поражению костей таза, правой бедренной кости. Рекомендовано дообследование — МРТ.

МРТ

В области большого вертела правой бедренной кости с переходом на межвертельную область определяется зона неравномерного повышения интенсивности МР-сигнала размерами 3,7×4,4×7,3 см. Кортикальный слой сохранен, внекостные компоненты не выявлены (рис. 2 а, б, в).

В теле правой лонной кости определяется зона со сходными МР-характеристиками с вышеописанным участком, с сохранением коркового слоя, размерами 2,1×2,8×3,1 см. Подозрение на формирование стресс-перелома, контроль в динамике (рис. 3 а, б, в).

В нижне-внутренних отделах крыла правой подвздошной кости определяется сходный очаг с сохранением коркового слоя, размерами 1,5×3×1,9 см (рис. 4 а, б, в).

В левой боковой массе крестца на уровне S1 позвонка (рис. 5 а, б, в) и в крыле правой подвздошной кости (рис. 6 а, б, в) определяются очаги повышенной интенсивности МР-сигнала, диаметром 0,6 и 0,4 см соответственно, подозрение на метастазы.

Других костных деструктивных изменений не выявлено. Без выявленных дополнительных патологических узловых структур в мягких тканях.

Заключение. МР-признаки метастазов в правой бедренной кости, в теле правой лонной кости и в крыле правой подвздошной кости. Подозрение на формирование

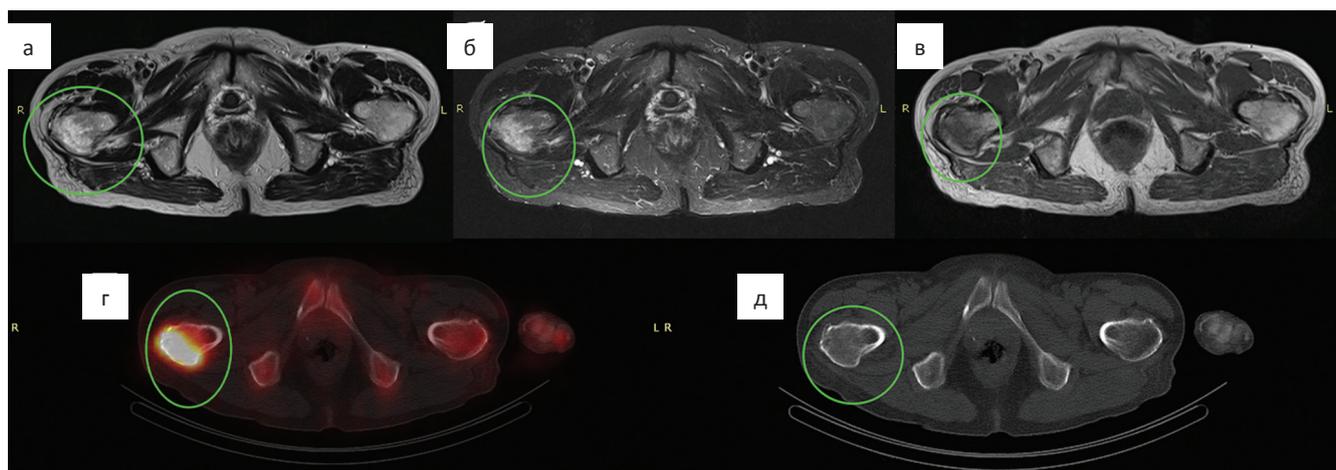


Рис. 2. а, б, в: МРТ T_2 -ВИ, TIRM, T_1 -ВИ — в большом вертеле правой бедренной кости с переходом на межвертельную область выявляется зона измененного МР-сигнала: неоднородно повышенного в режиме T_2 , еще более повышенного — в режиме T_2 TIRM и пониженного в режиме T_1 — соответствует очагу солидной структуры с жидкостными включениями (некроз?). Зона имеет нечеткие контуры. На этом фоне корковый слой не изменен, внекостный компонент не выявлен (отмечено окружностью);

г, д: ОФЭКТ/КТ — в отмеченной области крупный метастаз с выраженным накоплением РФП, пластическая деструкция области поражения на КТ-составляющей исследования

Fig 2. а, б, в: MRI T_2 WI, TIRM, T_1 WI — in the greater trochanter of the right femur with the transition to the intertrochanteric region, the zone of the altered MR signal is revealed: increased nonuniformly in T_2 mode, increased even more in TIRM mode, decreased in T_1 mode — corresponds to the focus of a solid structure with liquid inclusions (necrosis?). The zone has fuzzy contours. Against this background, the cortical layer is not changed, the extraosseous component is not found (marked with a circle); г, д: SPECT/CT — in the marked area there is a large metastasis with a pronounced uptake of the tracer, sclerotic destruction of the affected area on CT

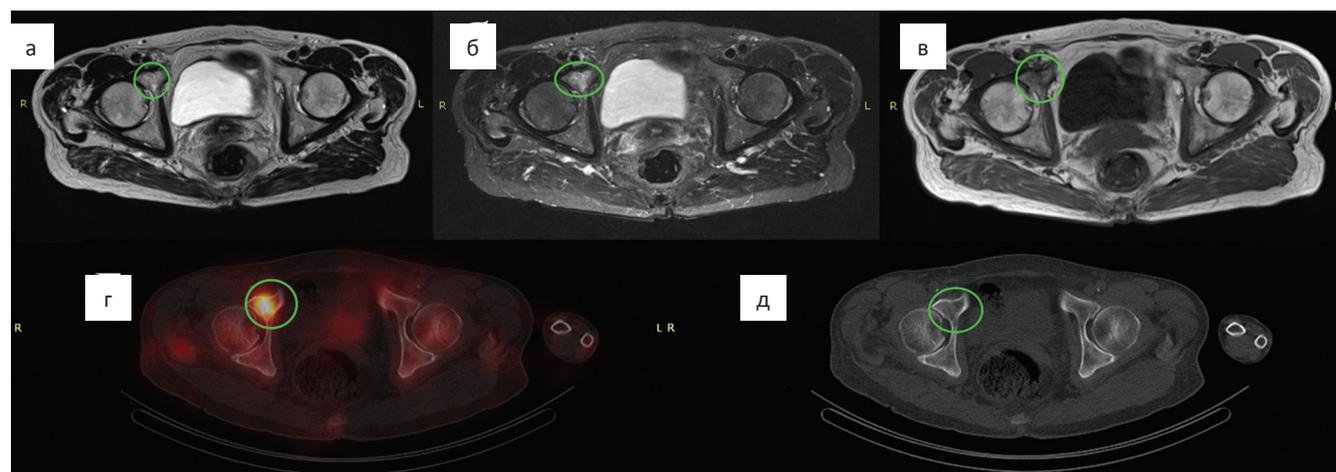


Рис. 3. а, б, в: МРТ T_2 -ВИ, TIRM, T_1 -ВИ — в отмеченной области измененный МР-сигнал в теле правой лонной кости с вертикальной линией пониженного сигнала в T_1 -ВИ-стресс-перелом; г, д: ОФЭКТ/КТ — в отмеченной области нарушение структуры кости на КТ составляющей с высоким накоплением РФП при ОФЭКТ

Fig 3 а, б, в: MRI T_2 WI, TIRM, T_1 WI — in the marked area, the altered MR signal in the body of the right pubic bone with a vertical line of a reduced signal in T_1 WI — stress fracture; г, д: SPECT/CT — in the marked area there is a violation of the bone structure with a high uptake of the tracer

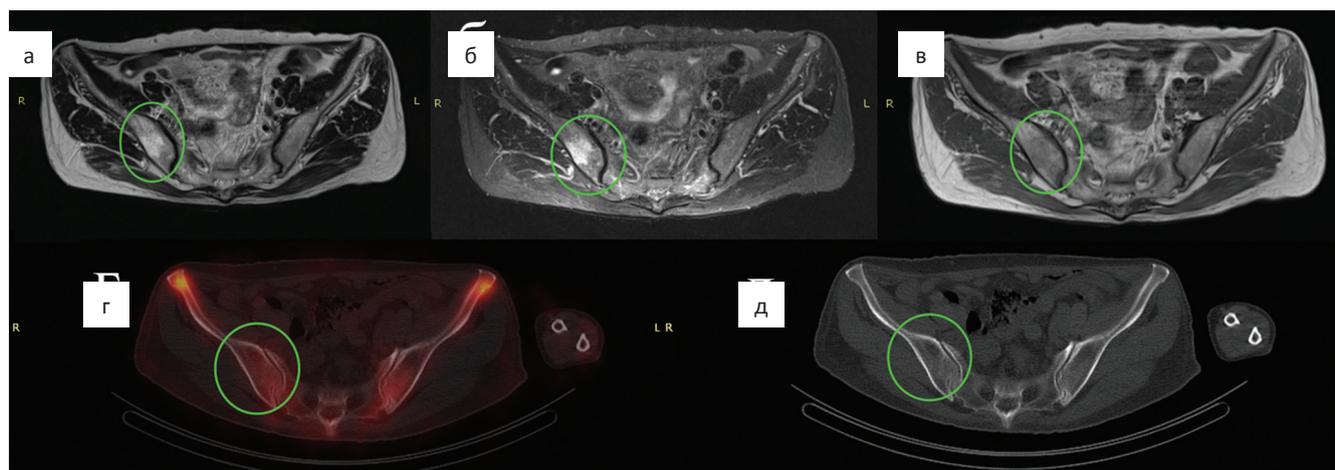


Рис. 4. а, б, в: МРТ T_2 -ВИ, TIRM, T_1 -ВИ — в отмеченной области измененный сигнал в крыле правой подвздошной кости; г-д: ОФЭКТ/КТ — в отмеченной области отсутствие накопления РФП на ОФЭКТ и изменений костной структуры на КТ составляющей. Ложноотрицательный результат ОФЭКТ/КТ

Fig. 4. а, б, в: MRI T_2 WI, TIRM, T_1 WI — in the marked area, an altered signal in the wing of the right iliac bone; г, д: SPECT/CT — in the marked area there is no uptake of the tracer on SPECT and changes in bone structure on the CT component. False negative SPECT/CT result

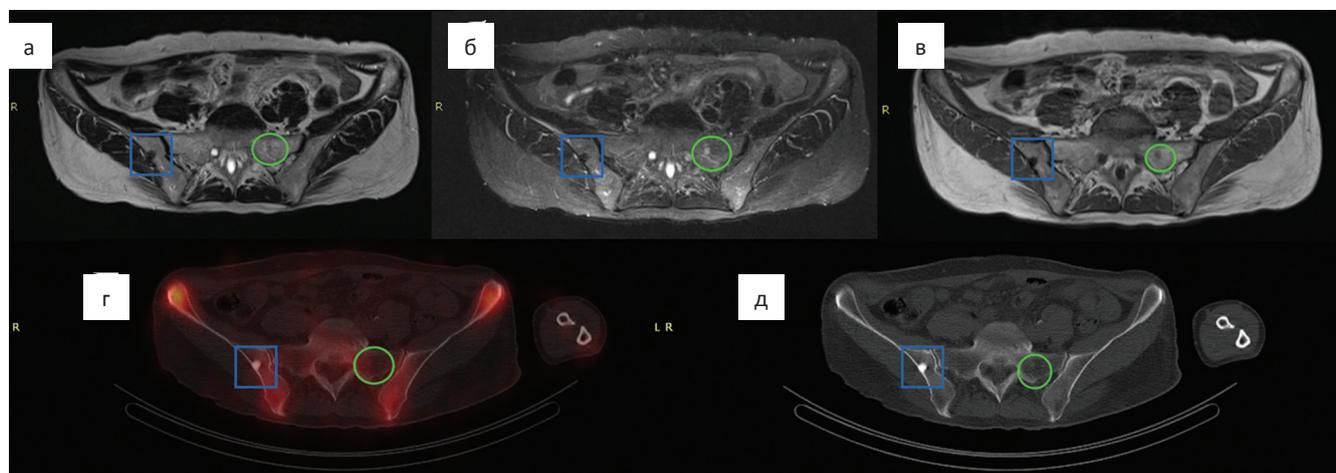


Рис. 5. а, б, в: МРТ T_2 -ВИ, TIRM, T_1 -ВИ — в отмеченной области очаг 0,6 см с измененным МР-сигналом в левой боковой массе крестца на уровне S1; очаг со снижением сигнала во всех последовательностях МР-исследования в крыле правой подвздошной кости — эностоз/компактный костный островок; г, д: ОФЭКТ/КТ — в отмеченной области отсутствует накопление РФП в обоих очагах, однако на КТ-составляющей определяется остеопластический очаг (эностоз/компактный костный островок) в правой подвздошной кости (выделено квадратом). Ложноотрицательный результат ОФЭКТ/КТ метастаза в крестце

Fig. 5 а, б, в: MRI T_2 WI, TIRM, T_1 WI — in the marked area, a lesion of 0.6 cm with an altered MR signal in the left lateral mass of the sacrum at the S1 level; lesion with decreased signal in all MRI sequences in the wing of the right iliac bone-enostosis/bone island; г, д: SPECT/CT — in the marked area, there is no uptake of the tracer in both foci, however, on CT it is the defining sclerotic focus (enostosis/bone island) in the right iliac bone (highlighted by a square)

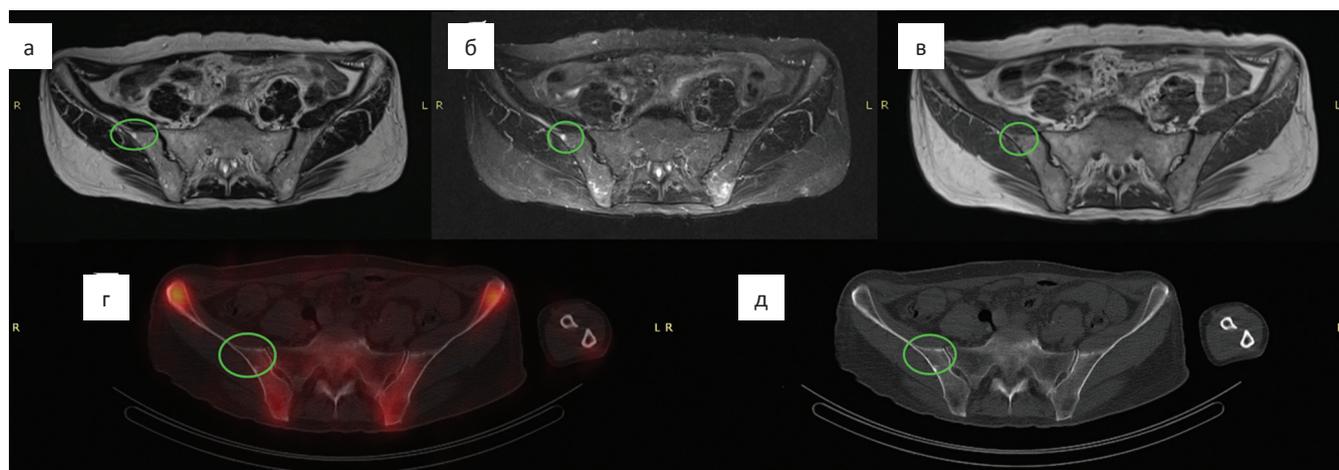


Рис. 6. а, б, в: МРТ T_2 -ВИ, TIRM, T_1 -ВИ — в отмеченной области очаг 0,4 см с измененным MR-сигналом в крыле правой подздошной кости, соответствующий метастазу; г, д: ОФЭКТ/КТ — в отмеченной области отсутствие накопления РФП и изменений костной структуры. Ложноотрицательный результат ОФЭКТ/КТ

Fig. 6 a, б, в: MRI T_2 WI, TIRM, T_1 WI — in the marked area, a lesion of 0.4 cm with an altered MR signal in the wing of the right ilium, corresponding to metastasis; г, д: SPECT/CT — in the marked area there is no uptake of the tracer and changes in the bone structure. False negative SPECT/CT result

стресс-перелома тела правой лонной кости, контроль в динамике.

Представленные выше данные показали высокую эффективность ОФЭКТ/КТ в диагностике метастазов в кости: в 37 случаях (76 %) нашего исследования применение уточняющих методов не потребовалось. Однако представленный клинический случай наглядно показывает, что чувствительность данного метода не распространяется на ранние стадии развития метастазов. Два небольших метастаза в левой боковой массе первого крестцового позвонка 0,6 см (рис. 5) и в крыле правой подздошной кости 0,4 см (рис. 6) не были выявлены при ОФЭКТ/КТ. Ложноотрицательный результат при ОФЭКТ/КТ получен и при метастазе больших размеров, выявленном при МРТ в нижне-внутреннем отделе крыла правой подздошной кости, размерами 1,5×3×1,9 см (рис. 4). По-видимому, в этом случае превалировал клеточный компонент метастаза, который не получил отображение ни при КТ, ни при ОФЭКТ. Кроме того, снижение сигнала во всех режимах МРТ в крыле пра-

вой подздошной кости и наличие участка костной плотности без гиперфиксации РФП в этой зоне на ОФЭКТ/КТ свидетельствует о том, что процесс неактивен (рис. 5). В таких случаях без пересмотра предыдущих исследований дифференцировать эностозы и метастазы в фазе полной репарации нельзя. В представленном наблюдении это не имело значения, так как не влияло на тактику лечения и прогноз.

Таким образом, метастазы, в которых превалирует солидный (клеточный) компонент, трудны или недоступны, как в нашем наблюдении, для визуализации методом ОФЭКТ/КТ. Поэтому неоднозначная интерпретация изменений, которые получены при ОФЭКТ/КТ, требует применения МРТ-исследования в трех стандартных последовательностях: T_1 -ВИ, T_2 -ВИ и в режиме T_2 -ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани, поскольку МРТ является методом выбора визуализации неминерализованных мягкотканых структур, в том числе костного мозга.

Список литературы / References

1. Ахмедов БП. Метастатические опухоли: монография. Москва: Медицина, 1984. 186 с. [Ahmedov BP. Metastatic tumors: monography. Moscow. 1984. 186 p. (In Russ.)].
2. Nakanishi K, Kobayashi M, Nakaguchi K, et al. Whole-body MRI for detecting metastatic bone tumor: diagnostic value of diffusion-weighted images. *Magn Reson Med Sci*. 2007;6(3):147-55. DOI: 10.2463/mrms.6.147.
3. Позитронная эмиссионная томография: Руководство для врачей. Под ред. А.М. Гранова, Л.А. Тютина. СПб: Фолиант. 2008. С.182-188. [Positron emission tomography. Guideline for doctors. Ed. Granov AM, Tyutin LA. Saint-Petersburg. 2008:182-8. (In Russ.)]
4. Cook GJ, Fogelman I. Detection of bone metastases in cancer patients by ¹⁸F-fluoride and ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Q J Nucl Med*. 2001;45(1):47-52.
5. Berquist TH. MRI of the Musculoskeletal System. 5 ed. Lippincott Williams and Wilkins. 2006:875-902.
6. Рыжков АД, Крылов АС, Щипахина ЯА, Кочергина НВ, Комановская ДА, Билик М.Е. Диагностика скелетных метастазов методом ОФЭКТ/КТ. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2018;1(3):21-6. [Ryzhkov AD, Krylov AS, Shchipakhina YA, Kochergina NV, Komonovskaya DA, Bilik ME. Diagnostics of Skeletal Metastases with Using SPECT/CT. *Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2018;1(3):21-6. (In Russ.)]. DOI: 10.37174/2587-7593-2018-1-3-21-26.
7. Лишманов ЮБ, Чернов ВИ. Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск, 2004. С. 280-5. [Lishmanov YuB, Chernov VI. Radionuclide diagnostics for practitioners. Tomsk. 2001:280-5. (In Russ.)].
8. Tabotta F, Jreige M, Schaefer N, Vecce F, Prior JO, Nicod Lalonde M. Quantitative bone SPECT/CT: high specificity for identification of prostate cancer bone metastases. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):619. DOI: 10.1186/s12891-019-3001-6.
9. Глушков ЕА, Кисличко АГ, Рамазанова МС. Эффективность ОФЭКТ/КТ в обнаружении костных метастазов при раке молочной железы и простаты. *Сибирский онкологический журнал*. 2015;(6):19-25. [Glushkov EA, Kislichenko AG,

Ramazanova MS. The diagnostic efficacy of SPECT/CT in detection of bone metastases in patients with breast and prostate cancer. *Siberian Journal of Oncology*. 2015;(6):19-25. (In Russ.)].

10. Abe K, Sasaki M, Kuwabara Y, et al. Comparison of ¹⁸F-FDG-PET with ^{99m}Tc-HMDP scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with breast cancer. *Ann Nucl Med*. 2005;19(7):573-9. DOI: 10.1007/BF02985050.

Вклад авторов

Кочергина Наталия Васильевна — д.м.н., ведущий научный сотрудник НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Руководитель группы диагностики заболеваний опорно-двигательного аппарата. Консультант ОФЭКТ/КТ-исследований больных с возмозным поражением костей.

Прохоров Сергей Николаевич — аспирант 1 года — создатель информационной базы больных, обследуемых лучевыми методами диагностики, с целью выявления метастазов в костях.

Блудов Александр Борисович — к.м.н., научный сотрудник НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

Рыжков Алексей Дмитриевич — д.м.н., ведущий научный сотрудник НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

Федорова Александра Владимировна — врач рентгенодиагностического отделения НИИ КиЭР. Принимала участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

Спирина Ольга Геннадьевна — врач рентгенодиагностического отделения НИИ КиЭР. Принимала участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study.

CLINICAL CASES

The Effectiveness of MRI in Determining the Presence of Bone Metastases in a Controversial Result of SPECT/CT**N.V. Kochergina^{1,2}, S.N. Prokhorov¹, A.B. Bludov¹, A.D. Ryzhkov¹, A.V. Fedorova¹, O.G. Spirina¹**

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology;
24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: To demonstrate a clinical case of metastatic lesions of the bones, which clearly reflects the difference in the sensitivity of diagnostic methods SPECT/CT and MRI.

Material and methods: A 69-year-old female patient with poorly differentiated gastric adenocarcinoma, which underwent WBS, SPECT/CT and MRI.

Results: MRI revealed several metastases that were not reflected on SPECT/CT examination.

Conclusion: Despite the high sensitivity and specificity of SPECT/CT, in some cases additional diagnostic methods are required. MRI allows to clarify and, possibly, detect previously undetected metastases.

Key words: MRI, bone metastases, SPECT/CT, bone scan

For citation: Kochergina NV, Prokhorov SN, Bludov AB, Ryzhkov AD, Fedorova AV, Spirina OG. The Effectiveness of MRI in Determining the Presence of Bone Metastases in a Controversial Result of SPECT/CT. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2020;3(3):93-100. (In Russ.)

DOI: 10.37174/2587-7593-2020-3-3-93-100

Information about the authors

Kochergina N.V., <https://orcid.org/0000-0003-3381-0862>

Prokhorov S.N., <https://orcid.org/0000-0002-8668-0945>

Bludov A.B., <https://orcid.org/0000-0002-0970-6144>

Ryzhkov A.D., <https://orcid.org/0000-0002-9571-801X>

Fedorova A.V., <https://orcid.org/0000-0002-4516-3255>

Spirina O.G. <https://orcid.org/0000-0002-3821-9361>