

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЕДИНИЧНОГО ОЧАГОВОГО ПОРАЖЕНИЯ СКЕЛЕТА МЕТОДОМ ОФЭКТ/КТ

А.Д. Рыжков^{1,2}, А.С. Крылов¹, С.М. Каспшик¹, М.Е. Билик¹, Н.В. Кочергина^{1,2}, Л.Ю. Абдулова¹, А.Б. Блудов¹, 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 Минздрава России; Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1.

Контакты: Рыжков Алексей Дмитриевич adryzhkov60@yandex.ru

Реферат

Актуальность: Радионуклидные признаки костных поражений не являются высокоспецифичными и требуют рентгенологической идентификации. Гибридная томографическая технология, объединяющая возможности пространственного представления накопления радиофармпрепарата и анатомической его привязки, позволяет не только точно выявлять пораженную костную структуру, но и по рентгенологической семиотике определять природу изменений. При обследовании онкологических больных применение ОФЭКТ/КТ позволяет не только выявить опухолевую патологию в костях, но и исключить ошибки и дополнительные обследования.

Цель: Продемонстрировать наиболее частые заболевания и состояния, симулирующие при радионуклидном обследовании опухолевую патологию в костях.

Материал и методы: Проанализированы результаты исследований 81 больного с различными опухолевыми заболеваниями с 2015 по 2020 гг. Сканирование всего тела проводили в режиме всего тела с остеотропным РФП ^{99m}Tc-фосфотех через 3 ч после в/в введения на томографе Symbia E, T2 (Siemens, Германия). Затем выполняли ОФЭКТ/КТ.

Результаты: Наиболее частыми причинами появления очагов повышенного накопления РФП стали: реактивное усиление метаболизма в результате дополнительной минеральной пластики, в том числе деформирующие остеоартрозы, краевые остеофиты, посттравматические и послеоперационные изменения; переломы (на фоне остеопороза и «стресс»-переломы); воспалительные процессы различной этиологии; очаги, обусловленные доброкачественными новообразованиями костей и дисплазиями. Сочетание высокочувствительной, но низкоспецифической скинтиграфии с высокоспецифичной компьютерной томографией делает ее особенно полезной в анатомически сложных областях.

Выводы: Гибридная система ОФЭКТ/КТ позволяет выявлять прямую зависимость анатомо-структурных нарушений с изменением тканевого метаболизма при повреждениях костей различного генеза и минимизирует ряд неоднозначных выводов. Применение ОФЭКТ/КТ в онкологической практике значительно облегчает дифференциально-диагностический процесс для врача-радиолога и сокращает время обследования для пациента.

Ключевые слова: скелет, очаговые поражения, остеосцинтиграфия, ОФЭКТ/КТ, дифференциальная диагностика

Для цитирования: Рыжков А.Д., Крылов А.С., Каспшик С.М., Билик М.Е., Кочергина Н.В., Абдулова Л.Ю., Блудов А.Б., Спирина О.Г. Дифференциальная диагностика единичного очагового поражения скелета методом ОФЭКТ/КТ. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):9-17.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-9-17

Введение

Давно и успешно используемая методика радионуклидного сканирования скелета или остеосцинтиграфия [1–4] в большинстве случаев позволяет выявить зоны патологического костного метаболизма, но получаемая картина ввиду сравнительно более низкой специфичности [5, 6] не способна обеспечить уверенность в принадлежности выявленных изменений к тому или иному заболеванию костей.

Даже дистрофические изменения позвоночника и суставов на скинтиграмме могут в ряде случаев симулировать очаговое неопластическое поражение [7–10]. Практически невозможно также

разделить по скинтиграфическим проявлениям воспалительный и опухолевый процессы.

Ещё большие трудности в скинтиграфическую интерпретацию привносят сопутствующие травматические повреждения костей [11, 12]. Особенно это актуально для пациентов старшего возраста, у которых переломы могут следствием различных дистрофических процессов, связанных со снижением минеральной плотности костного матрикса. Сильно осложняет диагностическую задачу наличие латентных или недавно проявившихся заболеваний, сопровождающихся процессами костной дисплазии [13–15].

Это не весь перечень заболеваний костей и суставов, с которыми приходится сталкиваться

врачу-радиологу в повседневной онкологической практике.

Во многих случаях заключение радиолога лишь констатирует наличие очаговой патологии или подозрение на её наличие. Ввиду невысокой специфичности остеосцинтиграфии получить большего от радионуклидной диагностической процедуры не представляется возможным.

Стандартным решением в данной ситуации является рекомендация рентгенологического дообследования. Однако собственно рентгенография скелета часто не способна решить все вопросы, и требуется более углубленное обследование в виде КТ (рентгеновская компьютерная томография) или МРТ (магнитно-резонансная томография). Вместе с тем, такой алгоритм существенно удлиняет процесс обследования пациента и, помимо всего прочего, неблагоприятно сказывается на его моральном состоянии ввиду ожидания дальнейших диагностических процедур.

В то же время, гибридные системы, объединяющие однофотонную эмиссионную компьютерную томографию с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), способны значительно повысить качество оказываемой помощи, сократив диагностический период у больных, что особенно важно у онкологического контингента.

Целью настоящего исследования стала демонстрация возможностей дифференциальной диагностики ОФЭКТ/КТ при поражении костей у больных с онкологическим анамнезом.

Материал и методы

В исследование включен 81 пациент, из них: 44 больных — с дистрофическими изменениями (рис. 1, 2), 14 — с переломами различного генеза (рис. 3), 6 — болезнью Педжета (рис. 4), 4 — энхондромами (рис. 5), 3 — монооссальной фиброзной дисплазией, 2 — полиоссальной фиброзной

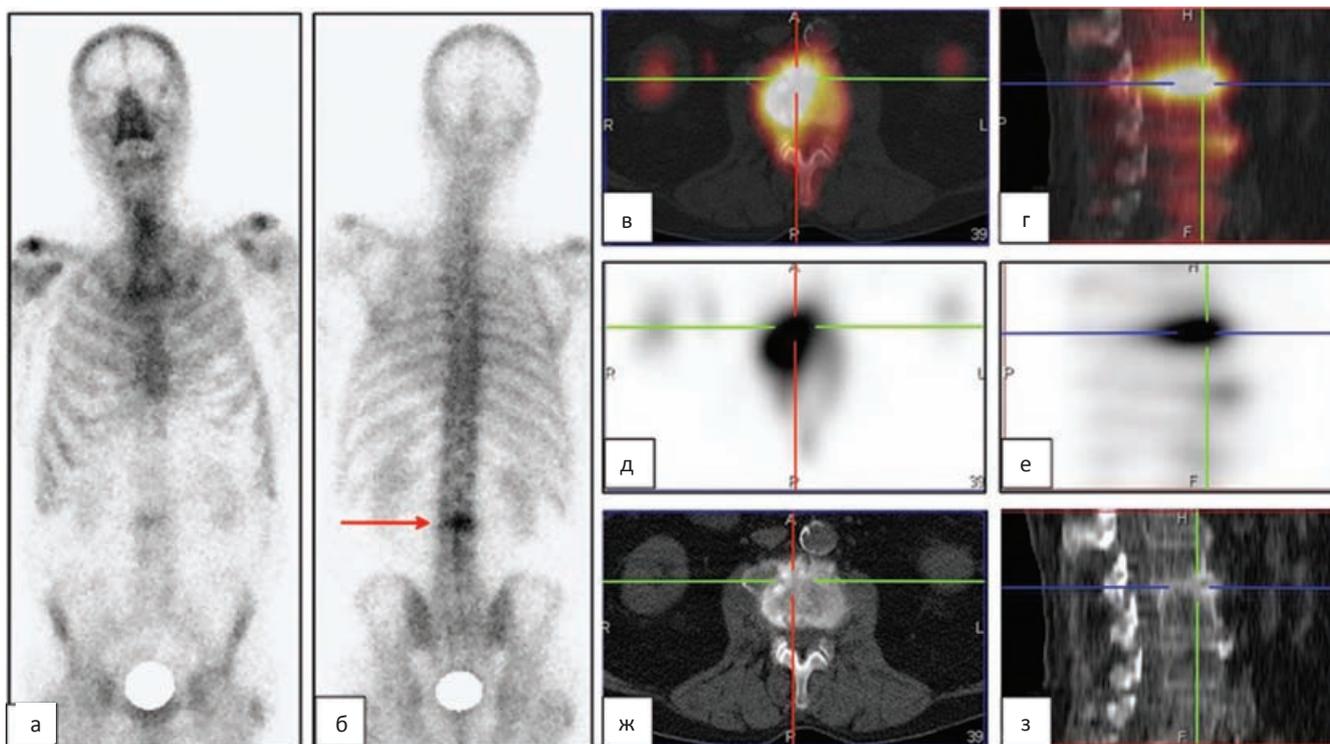


Рис. 1. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг гипераккумуляции РФП в поясничном отделе позвоночника (стрелка). В анамнезе рак предстательной железы. Состояние после орхидэктомии и гормонотерапии касодексом. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных (в, д, ж) и сагиттальных (г, е, з) проекциях, определяется очаг повышенного накопления РФП в области межпозвонкового диска L₂/L₃. Межпозвонковая щель сужена. Гипераккумуляция РФП при ОФЭКТ (д, е) проецируется на массивные передние краевые остеофиты (ж) и компремированный и оссифицированный межпозвонковый диск (з)

Fig. 1. On Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, a local uptake in the lumbar spine is determined (arrow). In past medical history — prostate cancer. Condition after orchiectomy and hormone therapy with Casodex. SPECT / CT sections axial (в, д, ж) and sagittal (г, е, з) projections, the area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in the L₂/L₃ intervertebral disc is determined. The intervertebral cleft is narrowed. Hyperaccumulation of radiopharmaceutical on SPECT (д, е) is projected onto a massive osteophytes (ж) and compressed and ossified intervertebral disc (з)

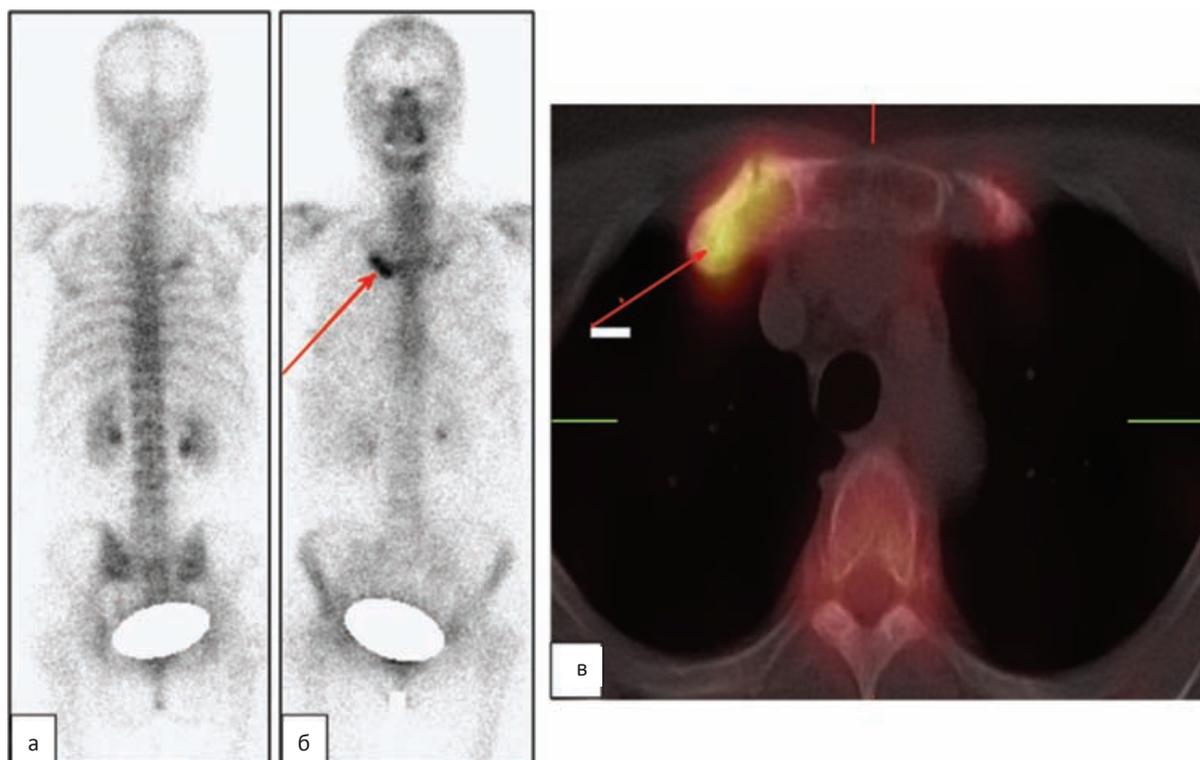


Рис. 2. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг повышенного накопления РФП в области переднего отрезка 1-го правого ребра (стрелка). В других отделах скелета очагов патологического накопления РФП не выявлено. На совмещенном аксиальном ОФЭКТ/КТ-срезе (в) определяется гипераккумуляция РФП в переднем отрезке 1-го правого ребра. При КТ в 1-м правом ребре отмечается булавовидное утолщение переднего конца 1-го правого ребра за счет дополнительного интракостального и периостального костеобразования, сужение межреберного пространства. Кортиковый слой сохранён. Обызвествлена смежная суставная поверхность рукоятки грудины, суставная щель сужена, деформирована краевыми остеофитами. Выявленные изменения соответствуют выраженным дистрофическим нарушениям в переднем отрезке 1-го правого ребра и смежных суставных отделах с дополнительной минеральной пластикой

Fig. 2. Bone Scan anterior (a) and posterior (b) projections, area of increased accumulation of radiopharmaceutical in the anterior segment of the 1st right rib (arrow). In other parts of the skeletal system there is no pathological accumulation. On SPECT/CT section (v), hyperaccumulation of the radiopharmaceutical in the anterior segment of the 1st right rib. On CT in the 1st right rib, there is a clavate thickening of the anterior end of the 1st right rib due to additional intracostal and periosteal bone formation, narrowing of the intercostal space. The cortical layer is intact. The articular surface of the sternum handle is calcified, the joint space is narrowed, deformed by marginal osteophytes. This finding meets the diagnostic criteria of dystrophic disorders in the anterior segment of the 1st right rib and adjacent articular regions with additional mineral repair

дисплазией, 1 — агрессивной (с эндокринологическими нарушениями) полиоссальной дисплазией, 3 — с воспалительными процессами (рис. 6), 4 — с сочетанной патологией (рис. 3).

Все больные имели онкологический анамнез или проходили обследование с подозрением на опухолевое заболевание.

Исследования выполнялись на комбинированной ОФЭКТ/КТ системе Simbia T (Siemens) с 2-срезовой конфигурацией 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°). Использовались следующие параметры ОФЭКТ: матрица 128×128, 64 угловых позиции при враще-

нии детекторов, время записи на один угол вращения составило 20 с.

Комплексное обследование исследование проводилось в 2 этапа. Первым этапом являлось получение скинтиграфического изображения всего тела посредством работы аппарата в режиме whole body с использованием с остеотропного радиофармпрепарата, меченного ^{99m}Tc (фосфотех, Диамед). Скитиграфия всего тела проводилась в положении больного лежа на спине с использованием коллиматора низких энергий фотонного излучения с высоким разрешением (LEHR). Вводимая активность радиофармпрепарата (РФП) варьировалась в зависимости от массы тела пациента и находилась в диапазоне 444–740 МБк. Эффективная

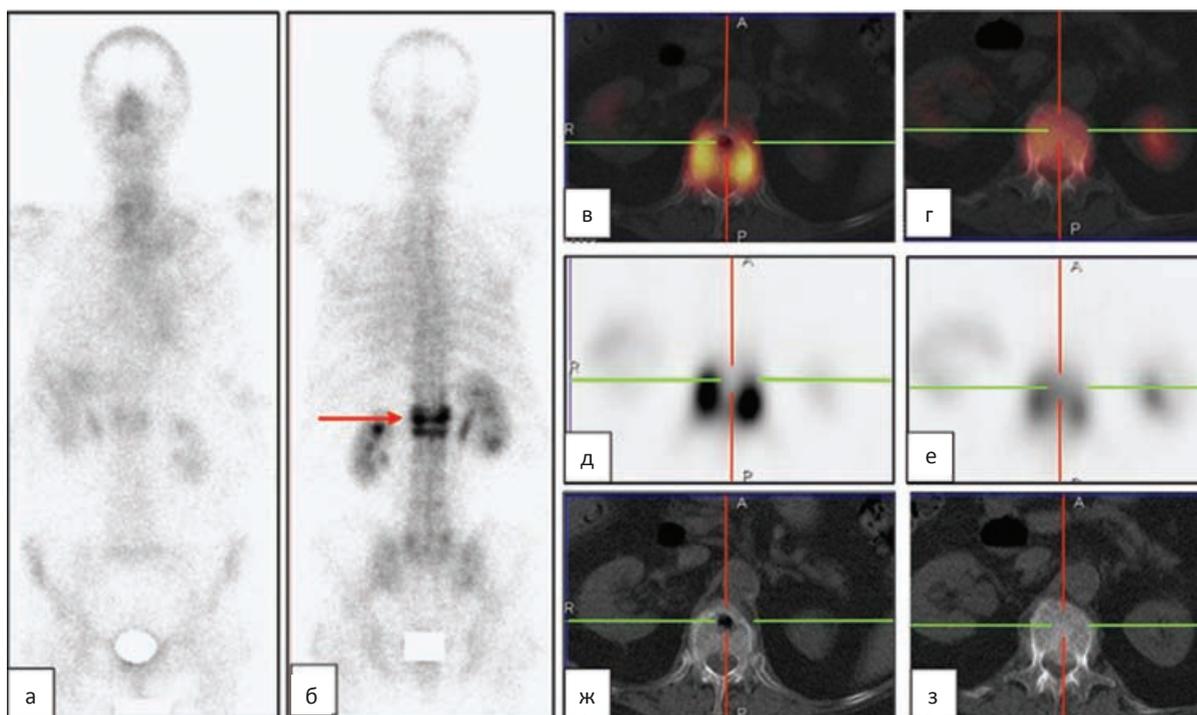


Рис. 3. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяются очаги повышенного накопления РФП в области ниже-грудного (Th₁₂) и поясничного (L₁) отделов позвоночника (стрелка) — признаки очагового поражения, подозрение на метастазы в костях. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных проекциях, определяется зона гипераккумуляции РФП в проекции 12-го грудного (в, д, ж) и 1-го поясничного (г, е, з) позвонков. При КТ на фоне распространенных дегенеративно-дистрофических изменений в ниже-грудном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника (склероз замыкательных пластин, краевые остеофиты тел позвонков и межпозвонковых сочленений, признаки снижения высоты межпозвонковых дисков) определяется снижение высоты тел:

— позвонка Th₁₂ I-II степени с формированием передней клиновидной деформации, а также наличием «вакуум-симптома» в теле позвонка (ж). Костные отломки пролабируют интраканально до 0,5 см, деформируя передний контур дурального мешка;

— позвонка L₁ II-III степени с формированием передней клиновидной деформации, костные отломки пролабируют интраканально до 0,8 см, деформируя передний контур дурального мешка. Тело позвонка уплотнено (з). Выявленные изменения соответствуют распространенным дистрофическим нарушениям изменения нижегрудного и поясничного отделов позвоночника, переломам тел позвонков Th₁₂, L₁, вероятнее всего, на фоне остеопороза с развитием асептического некроза тела позвонка Th₁₂ — болезнь Кюммеля

Fig. 3. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in Th₁₂ and L₁ spine (arrow) — suspicion in metastatic lesion. SPECT/CT sections presented in axial projections, area of hyperaccumulation of the radiopharmaceutical in the projection of the Th₁₂ (в, д, ж) and L₁ (г, е, з) vertebrae. CT: widespread degenerative-dystrophic changes in the lower thoracic and lumbosacral spine (endplate sclerosis, marginal osteophytes of the vertebral bodies and intervertebral joints, signs of a decrease in the height of the intervertebral discs), a decrease in the height of the bodies is determined.

— Th₁₂ vertebra with I-II-degree formation of anterior wedge-shaped deformity, as well as the presence of a “vacuum sign” in the vertebral body (ж). Bone fragments prolapse intracranally up to 0.5 cm, deforming the anterior contour of the dural sac;

— L₁ vertebra II-III degree formation of anterior wedge-shaped deformity, bone fragments prolapse intracranally up to 0.8 cm, deforming the anterior contour of the dural sac. The vertebral body is compacted (з). These findings meet the diagnostic criteria of a common dystrophic changes in the lower thoracic and lumbar spine, fractures of the Th₁₂, L₁ vertebral bodies, most likely osteoporosis with the development of aseptic necrosis of the Th₁₂ vertebral body — Kummel’s disease

доза составила 2,5–4,2 мЗв. Регистрация импульсов проводилась на энергетическом пике 140 кэВ.

Исследования проводились через 3 ч после внутривенного введения РФП. Продолжительность планарного скintiграфического исследования

составляла 13–15 мин (время движения стола 15 см/мин). После получения планарного скintiграфического изображения всего тела производилась визуальная оценка полученного изображения с целью определения размеров и локализации

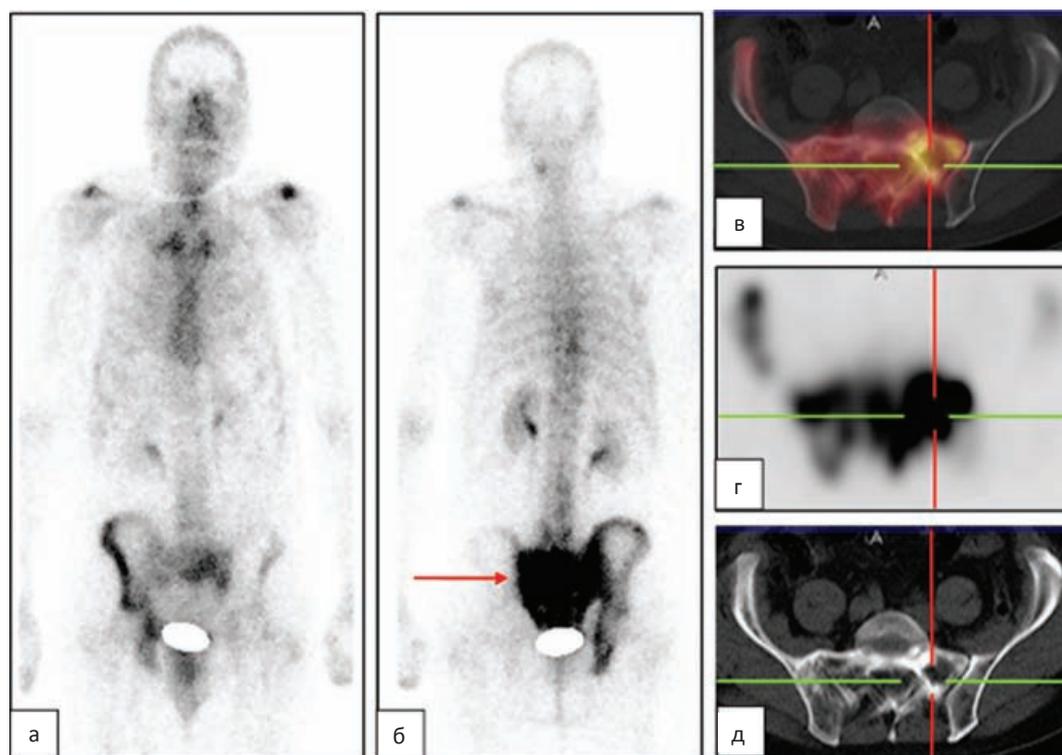


Рис. 4. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется зона неравномерной гипераккумуляции РФП в крестце (стрелка) и, менее выражено, в правой половине костей таза без чётких границ — признаки очагового поражения. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных проекциях (в, г, д), определяется повышенное накопление РФП в области костей правой половины таза и крестце. При КТ отмечается смешанная перестройка костной структуры крестца и правой подвздошной кости, частично ячеистая, частично склеротическая, с очагами жировой инволюции (д). Выявленные изменения соответствуют деформирующему оститу (болезнь Педжета)

Fig. 4. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of uneven hyperaccumulation of radiopharmaceutical in sacrum (arrow) and in the right half of the pelvic bones without clear boundaries — signs of lesions. SPECT/CT sections presented in axial projections (в, г, д), an increased accumulation of radiopharmaceutical in the the right half of the pelvis and sacrum. CT shows a mixed alteration of the bone structure of the sacrum and the right ilium, partially cellular, partially sclerotic, with local areas of fatty involution (д). These findings meet the diagnostic criteria of the osteitis deformans (Paget's disease)

очагов накопления РФП. Вторым этапом являлось проведение ОФЭКТ/КТ-исследования, получение эмиссионных радионуклидных и трансмиссионных рентгеновских томограмм исследуемого участка тела, а также совмещённых изображений. Интерпретация результатов ОФЭКТ/КТ проводилась по стандартной методике с использованием пакета программ Syngo 2009A.

Результаты

Из 81 пациента у 12 больных признаки очаговых изменений на остеосцинтиграммах отсутствовали. Пациентам с нормальной скинтиграфической картиной дополнительная ОФЭКТ/КТ назначалась исходя из клинических данных (жалобы на боль) или анамнеза (в том числе, данных других методов обследования).

По итогам обследования все выявленные при радионуклидном исследовании очаги патологического накопления РФП разделены по группам.

Наиболее частыми причинами появления очагов повышенного накопления РФП стали:

1. Реактивное усиление метаболизма в результате дополнительной минеральной пластики (деформирующие остеоартрозы, краевые остеофиты).
2. Посттравматические и послеоперационные изменения.
3. Переломы (на фоне остеопороза и «стресс»-переломы).
4. Воспалительные процессы различной этиологии.
5. Очаги, обусловленные доброкачественными новообразованиями костей и дисплазиями.

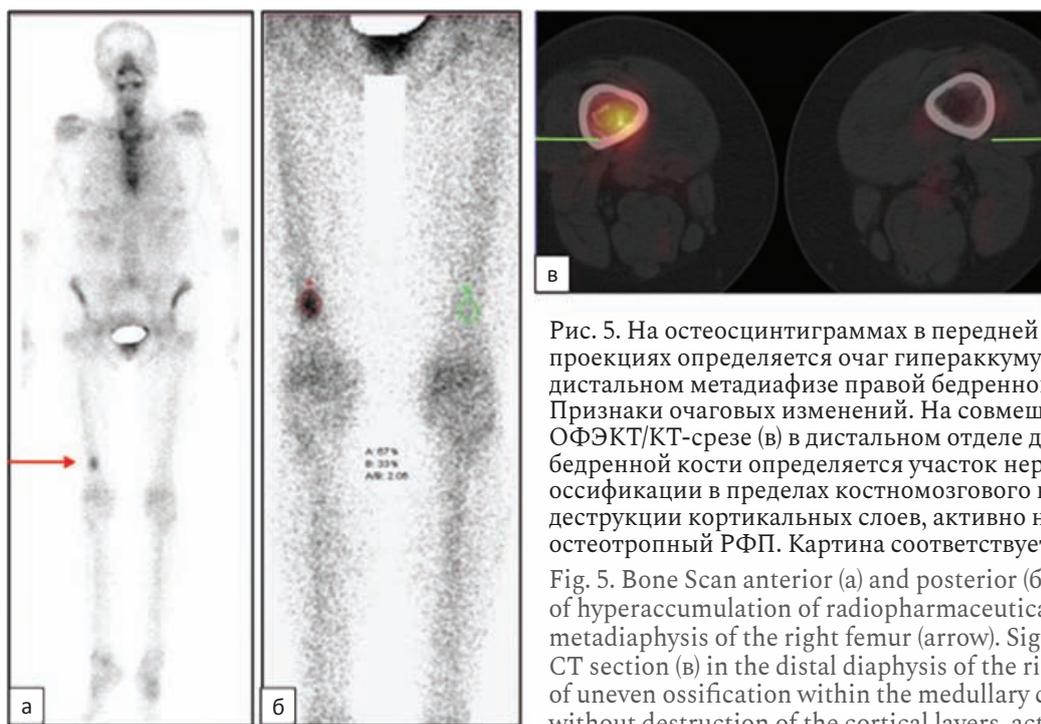


Рис. 5. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг гипераккумуляции РФП в дистальном метадиафизе правой бедренной кости (стрелка). Признаки очаговых изменений. На совмещенном аксиальном ОФЭКТ/КТ-срезе (в) в дистальном отделе диафиза правой бедренной кости определяется участок неравномерной оссификации в пределах костномозгового канала, без деструкции кортикальных слоев, активно накапливающий остеотропный РФП. Картина соответствует остеохондроме

Fig. 5. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of hyperaccumulation of radiopharmaceutical in the distal metadiaphysis of the right femur (arrow). Signs of lesion. On SPECT/CT section (в) in the distal diaphysis of the right femur, an area of uneven ossification within the medullary canal is determined, without destruction of the cortical layers, actively accumulating osteotropic radiopharmaceutical. This is osteochondroma

Обсуждение

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения ОФЭКТ/КТ в выявлении очаговой неопухоловой патологии у онкологического контингента пациентов. Это согласуется с мнением других исследователей и было вполне ожидаемо [16, 17]. Хотя выборка не носила строго репрезентативного характера, тем не менее, соотношение групп больных с различной неопухоловой патологией примерно отражает частоту встречаемости патологических состояний, при которых выявляются феномены патологического накопления РФП при остеосцинтиграфии.

Учитывая, что сомнения при анализе скинтиграфической картины возникают достаточно часто (за 3 мес из 1722 проведенных планарных скинтиграфий в 173 случаях больным был проведено дополнительное исследование методом ОФЭКТ/КТ), востребованность в гибридной визуализации достаточно большая. Сотни больных избегают дополнительного назначения рентгеновских или иных процедур, сберегая время и силы.

В ряде случаев дистрофические изменения проявляются настолько ярко в виде интенсивной аккумуляции РФП, что имитируют метастатическое поражение костей. Это связано как с дополнительной минеральной пластикой, так и с асептическими воспалительными процессами, а также ортопедическими нарушениями, оказывающими нагрузочное влияние на костные структуры.

При диагностике переломов, которые скинтиграфически часто неотличимы от неопластическо-

го поражения, применение ОФЭКТ/КТ позволяет решать задачи дифференциальной диагностики [1, 18]. По мнению ряда специалистов [19, 20], сочетание высокочувствительной, но низкоспецифической скинтиграфии с высокоспецифичной компьютерной томографией делает ее особенно полезной в анатомически сложных областях, таких как таз и позвоночник. С точки зрения хирурга-травматолога, четыремя основными показаниями для визуализации методами ядерной медицины является обнаружение:

- скрытых переломов;
- воспалительных заболеваний костей и суставов;
- хронических заболеваний;
- послеоперационных осложнений, таких как нестабильность инструментов или имплантатов.

При диагностике артритов показано, что ОФЭКТ/КТ имеет хорошую корреляцию с МРТ, являющейся золотым стандартом оценки состояния опорно-двигательного аппарата [21, 22].

Ревматологи считают, что ОФЭКТ/КТ обладает хорошими возможностями при диагностике причин боли, в том числе и отраженной [23].

Последние данные свидетельствуют о том, что ОФЭКТ/КТ костей имеет сопоставимые с МРТ диагностические возможности для симптоматических пациентов, в частности, с болью в голеностопном суставе и стопе, и в зависимости от клинического контекста этот метод может быть предложен в качестве метода визуализации второй или третьей линии [24].

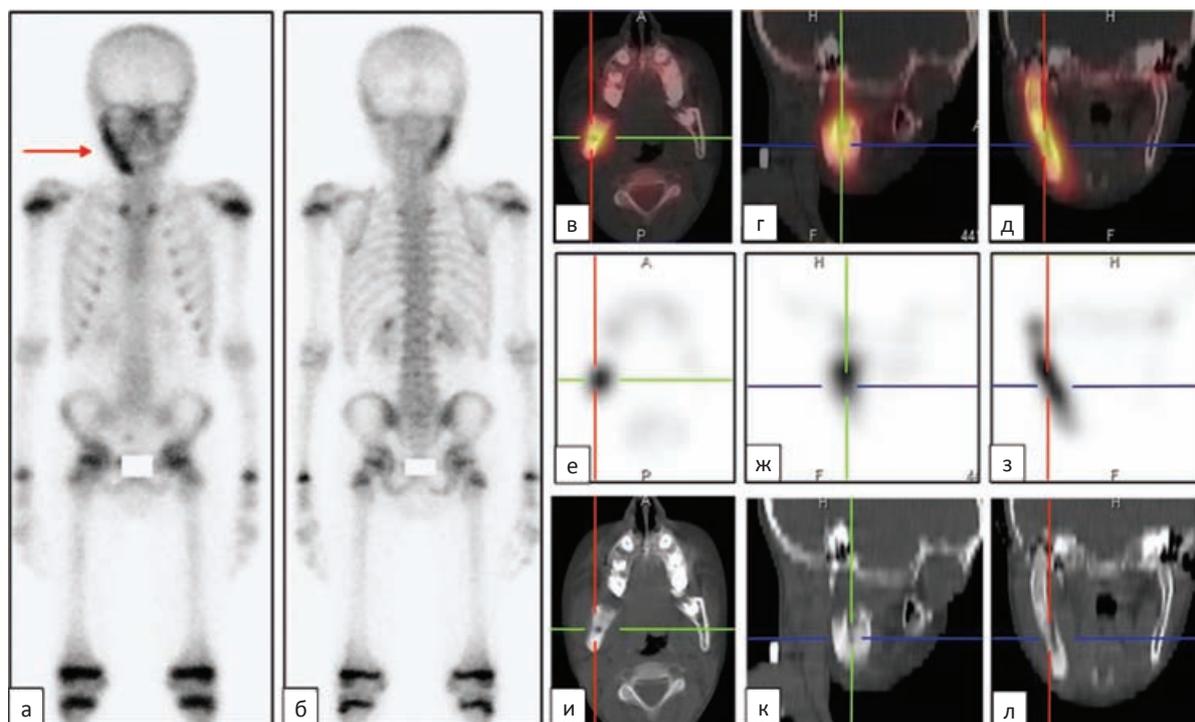


Рис. 6. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг повышенного накопления РФП в нижней челюсти справа (стрелка). На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных (в, е, и), сагиттальных (г, ж, к) и фронтальных (д, з, л) проекциях, правая половина тела, правая ветвь и суставной отросток нижней челюсти увеличены в объёме, вздуты. Кортикальный слой истончён, разволокнён и чётко не прослеживается в области ветви челюсти. Костная структура резко изменена с очагами лизиса и уплотнения. На всём уровне поражения отмечается интенсивная гипераккумуляция РФП. Картина соответствует хроническому остеомиелиту нижней челюсти

Fig. 6. Bone Scan anterior (a) and posterior (b) projections, area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in the lower jaw on the right (arrow). On SPECT/CT sections axial (в, е, и), sagittal (г, ж, к) and coronal (д, з, л) projections, the right half of the body, the right branch and articular process of the lower jaw are increased in volume and swollen. The cortical layer is thinned, frayed, and cannot be clearly seen in the region of the jaw. The bone structure is sharply changed with foci of lysis and compaction. There is an intense hyperaccumulation of the radiopharmaceutical. These findings meet the diagnostic criteria of chronic osteomyelitis of the lower jaw

Заключение

Гибридная система ОФЭКТ/КТ позволяет выявлять прямую зависимость анатомо-структурных нарушений с изменением тканевого метаболизма при повреждениях костей различного генеза и, следовательно, минимизирует ряд неоднозначных выводов. Применение ОФЭКТ/КТ в онкологической практике значительно облегчает дифференциально-диагностический процесс для врача-радиолога и сокращает время обследования для пациента. Все сказанное указывает на большие перспективы применения ОФЭКТ/КТ в диагностике поражений опорно-двигательного аппарата, в том числе в обследовании онкологических больных.

Список литературы / References

1. Van den Wyngaert T, Strobel K, Kampen W, et al. The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(9):1723-38. DOI: 10.1007/s00259-016-3415-4.
2. Fogelman I. *Bone Scanning In Clinical Practice*. London: Springer-Verlag. 1987.
3. Fogelman I, Smith M. Diphosphonates in the evaluation of metabolic bone disease. *Clin Rheumatol*. 1982;1(1):41-4. DOI: 10.1007/bf02032475.
4. Coleman R, Body J, Aapro M, et al. Bone health in cancer patients: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Ann Oncol*. 2014;25:iii124-37. DOI: 10.1093/annonc/mdu103.
5. Chang C, Gill C, Joseph Simeone F, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of ^{99m}Tc -MDP bone scintigraphy and ^{18}F -FDG PET/CT for the detection of skeletal metastases. *Acta Radiol*. 2014;57(1):58-65. DOI: 10.1177/0284185114564438.
6. Löfgren J, Mortensen J, Rasmussen S, et al. A Prospective Study Comparing ^{99m}Tc -Hydroxyethylene-diphosphonate Planar Bone Scintigraphy and Whole-Body SPECT/CT with ^{18}F -Fluoride PET/CT and ^{18}F -Fluoride PET/MRI for Diagnosing Bone Metastases. *J Nucl Med*. 2017;58(11):1778-85. DOI: 10.2967/jnumed.116.189183.
7. Zhang Y, Shi H, Gu Y, et al. Differential diagnostic value of single-photon emission computed tomography/spiral computed tomography with ^{99m}Tc -methylene diphosphonate in patients with spinal lesions. *Nucl Med Commun*. 2011;32(12):1194-200. DOI: 10.1097/mnm.0b013e32834bd82e.

8. Zhang Y, Zhao C, Liu H, Hou H, Zhang H. Multiple Metastasis-Like Bone Lesions in Scintigraphic Imaging. *J Biomed Biotechnol.* 2012;2012:1-8. DOI: 10.1155/2012/957364.
9. Крживицкий ПИ, Канаев СВ, Новиков СН и др. ОФЭКТ/КТ в диагностике метастатического поражения скелета. *Вопросы онкологии.* 2014;60(1): 56-63. [Krzhevitsky PI, Kanaev SV, Novikov SN, et al. SPECT/CT in the diagnosis of metastatic skeletal lesion. *Problems in Oncology.* 2014;60(1):56-63. (In Russian)].
10. Zhao Z, Zhou K, Liu B. Added Value of SPECT/CT in the Evaluation of Sacral Fracture in Patients with Lung Cancer. *Clin Nucl Med.* 2018;43(6):e195-e197. DOI: 10.1097/rlu.0000000000002082.
11. Sharma P, Kumar R, Singh H, et al. Indeterminate lesions on planar bone scintigraphy in lung cancer patients: SPECT, CT or SPECT-CT? *Skeletal Radiol.* 2011;41(7):843-50. DOI: 10.1007/s00256-011-1304-2.
12. Крылов АС, Рыжков АД, Щипахина ЯА и др. ОФЭКТ/КТ и МРТ в дифференциальной диагностике поражения скелета (клинический случай). *Мед. радиология и радиационная безопасность.* 2019;64(1):69-73. [Krylov AS, Ryzhkov AD, Shchipakhina YA, et al. The Role of SPECT/CT and MRI in the Differential Diagnosis of Skeletal Damage (Case Report). *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2019;64(1):69-73. (In Russian)] DOI: 10.12737/article_5c55fb5ef00a68.52703915.
13. Fournel L, Rapicetta C, Fraternali A, et al. Fibrous Dysplasia of the Rib Mimicking a Malignant Bone Tumor at SPECT/CT with ^{99m}Tc-MDP. *Clin Nucl Med.* 2018;43(5):346-48. DOI: 10.1097/rlu.0000000000002015.
14. Крылов АС, Блудов АВ, Рыжков АД и др. ОФЭКТ/РКТ в диагностике болезни Педжета (клинический случай). *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2017;62(3):78-83. [Krylov AS, Bludov AV, Ryzhkov AD, et al. SPECT/CT in the Diagnosis of Paget's Disease (Case Report). *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2017;62(3):78-83. (In Russian)]. DOI: 10.12737/article_5927fdaf3ad417.71072643.
15. Крылов АС, Щипахина ЯА, Фёдорова АВ и др. Вторичная гипертрофическая остеоартропатия (синдром Пьера Мари-Бамбергера). *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2017;98(5):251-5. [Krylov AS, Shchipakhina YA, Fedorova AV, et al. Secondary hypertrophic osteoarthropathy (Pierre Marie-Bamberger syndrome). *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2017;98(5):251-5. (In Russian)]. DOI: 10.20862/0042-4676-2017-98-5-251-255.
16. Romer W, Nomayr A, Uder M, et al. SPECT-guided CT for evaluating foci of increased bone metabolism classified as indeterminate on SPECT in cancer patients. *J Nucl Med.* 2006;47(7):1102-06.
17. Willowson K, Bailey D, Baldock C. Quantitative SPECT reconstruction using CT-derived corrections. *Phys Med Biol.* 2008;53(12):3099-112. DOI: 10.1088/0031-9155/53/12/002.
18. Buck A, Nekolla S, Ziegler S, et al. SPECT/CT. *J Nucl Med.* 2008;49(8):1305-19. DOI: 10.2967/jnumed.107.050195.
19. Horger M, Eschmann S, Pfannenbergs C, et al. Evaluation of Combined Transmission and Emission Tomography for Classification of Skeletal Lesions. *Am J Roentgenol.* 2004;183(3):655-61. DOI: 10.2214/ajr.183.3.1830655.
20. Nomayr A, Romer W, Strobel D, et al. Anatomical accuracy of hybrid SPECT/spiral CT in the lower spine. *Nucl Med Commun.* 2006;27(6):521-28. DOI: 10.1097/00006231-200606000-00008.
21. Herzog R, Elgort D, Flanders A, et al. Variability in diagnostic error rates of 10 MRI centers performing lumbar spine MRI examinations on the same patient within a 3-week period. *Spine Journal.* 2017;17(4):554-61. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.11.009.
22. Kuwert T. Skeletal SPECT/CT: a review. *Clin Transl Imaging.* 2014;2(6):505-17. DOI: 10.1007/s40336-014-0090-y.
23. Kato S, Demura S, Matsubara H, et al. Utility of bone SPECT/CT to identify the primary cause of pain in elderly patients with degenerative lumbar spine disease. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1). DOI: 10.1186/s13018-019-1236-4.
24. Ha S, Hong S, Paeng J, et al. Comparison of SPECT/CT and MRI in Diagnosing Symptomatic Lesions in Ankle and Foot Pain Patients: Diagnostic Performance and Relation to Lesion Type. *PLoS One.* 2015;10(2):e0117583. DOI: 10.1371/journal.pone.0117583.

Вклад авторов

А.Д. Рыжков: написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

А.С. Крылов: написание текста рукописи, редактирование текста, анализ полученных данных, принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

С.М. Каспшик: редактирование текста, анализ полученных данных, принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу, перевод текста на английский.

М.Е. Билик: принимала участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу, обработка информационной базы.

Н.В. Кочергина: консультативная помощь.

Л.Ю. Абдулова: обработка информационной базы.

А.В. Блудов: консультативная помощь.

О.Г. Спирина: консультативная помощь.

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.

Сведения об авторах

Рыжков Алексей Дмитриевич — ведущий научный сотрудник, врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, доктор медицинских наук, SPIN-код: 6472-4859, AuthorID: 424746.

Крылов Александр Сергеевич — заведующий лабораторией, врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, кандидат медицинских наук, SPIN-код: 4254-3930, AuthorID: 723683.

Каспшик Степан Максимович — врач-радиолог, аспирант, НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Билик Мария Евгеньевна — врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Кочергина Наталия Васильевна — ведущий научный сотрудник НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, доктор медицинских наук.

Абдулова Лилия Юрьевна — клинический ординатор НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Блудов Александр Васильевич — научный сотрудник НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, кандидат медицинских наук.

Спирина Ольга Геннадьевна — врач-рентгенолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Differential Diagnosis of a Solitary Bone Lesion Using SPECT/CT Method

**A.D. Ryzhkov^{1,2}, A.S. Krylov¹, S.M. Kaspshik¹, M.E. Bilik¹, N.V. Kochergina^{1,2},
L.Y. Abdulova¹, A.B. Bludov¹, O.G. Spirina¹**

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology;
24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478; E-mail: adryzhkov60@yandex.ru;

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education;
Build. 1, 2/1 Barrikadnaya St., Moscow, Russia 125993.

Abstract

Relevance: Radionuclide bone scan signs of lesions are not specific and require radiological identification. Hybrid tomographic technology is a combination of spatial distribution of radiopharmaceuticals and its anatomical binding. Thus, makes it possible to accurately identify the affected bone structure and also determine the nature of this changes (radiological anatomy). In cancer patients, SPECT/CT method allows to visualize tumor pathology in the bones, but also keeps to a minimum errors and other excessive examinations.

Purpose: To demonstrate the most frequent diseases and conditions that simulate tumor lesions in bones on bone scan.

Material and methods: We analyzed the results of examinations of 81 patients with various tumor diseases (2015–2020). Bone scan was performed in the whole body 3 hours later, after intravenous administration of ^{99m}Tc-phosphotech on a Symbia E, T₂ (Siemens, Germany). SPECT/CT was performed after WB Bone Scan.

Results: The most frequent reasons for the focal increased uptake of radiopharmaceutical were: reactive increase in metabolism and as a result additional mineral repair: deforming osteoarthritis, osteophytes; post-traumatic and postoperative changes; fractures (osteoporosis and stress fractures); inflammatory processes; focal uptake due to the benign neoplasms of bones and dysplasia. Combination of highly sensitive but non-specific scintigraphy with highly specific computed tomography makes it especially useful in anatomically difficult areas.

Conclusion: SPECT/CT reveals a direct pater of anatomical and structural abnormalities with changes in bone tissue metabolism in case of different injuries and minimizes a number of ambiguous conclusions. SPECT/CT in oncological practice greatly helps nuclear medicine physician in the differential diagnostic process and reduces time of examination for the patient.

Key words: *skeleton, focal lesions, bone scan, SPECT/CT, differential diagnostics*

For citation: Ryzhkov AD, Krylov AS, Kaspshik SM, Bilik ME, Kochergina NV, Abdulova LY, Bludov AB, Spirina OG. Differential Diagnosis of a Solitary Bone Lesion Using SPECT/CT Method. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):9-17. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-9-17

Information about the authors:

Ryzhkov A.D. <https://orcid.org/0000-0002-9571-801X>
Kaspshik S.M. <https://orcid.org/0000-0002-1384-9551>
Kochergina N.V. <https://orcid.org/0000-0003-3381-0862>
Bludov A.B. <https://orcid.org/0000-0002-0970-6144>

Krylov A.S. <https://orcid.org/0000-0002-8476-7879>
Bilik M.E. <https://orcid.org/0000-0002-2592-685X>
Abdulova L.U. <https://orcid.org/0000-0001-6799-1919>
Spirina O.G. <https://orcid.org/0000-0002-3821-9361>