



# Очаговые артефакты при сцинтиграфии скелета

**Миронов С.П., Василенко Е.И., Каралкина М.А., Бугрий М.Е., Сергиенко В.Б.**

Научно-исследовательский институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова  
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России,  
ул. 3-я Черепковская, 15а, Москва, 121552, Российская Федерация

**Миронов Сергей Петрович**, д. м. н., профессор, врач-радиолог лаборатории радиоизотопной диагностики и терапии отдела радионуклидной диагностики и позитронно-эмиссионной томографии;  
<http://orcid.org/0000-0002-8373-0505>

**Василенко Елена Игоревна**, к. м. н., заведующая лабораторией радиоизотопной диагностики и терапии отдела радионуклидной диагностики и позитронно-эмиссионной томографии;  
<https://orcid.org/0000-0002-2572-3438>

**Каралкина Мария Алексеевна**, к. м. н., врач-радиолог лаборатории радиоизотопной диагностики и терапии отдела радионуклидной диагностики и позитронно-эмиссионной томографии;  
<https://orcid.org/0000-0002-9267-3602>

**Бугрий Михаил Евгеньевич**, заведующий позитронно-эмиссионной лабораторией отдела радионуклидной диагностики и позитронно-эмиссионной томографии;  
<https://orcid.org/0000-0002-2390-0883>

**Сергиенко Владимир Борисович**, д. м. н., профессор, руководитель отдела радионуклидной диагностики и позитронно-эмиссионной томографии;  
<https://orcid.org/0000-0002-0487-6902>

## Резюме

**Цель:** уточнить и систематизировать причины, способные индуцировать очаговые артефакты при сцинтиграфии скелета с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом (ПФ), их семиотику, принципы и методические приемы дифференциации от костной патологии.

**Материал и методы.** Проанализированы результаты сцинтиграфии скелета у 1568 пациентов. Сканирование в режиме «все тело» начинали через 3 ч после внутривенного введения радиофармпрепарата (РФП) активностью 740 МБк и проводили в передней и задней проекциях при непрерывном движении стола со скоростью 12 см/мин. При необходимости выполняли досмотр в режиме однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с компьютерной томографией.

**Результаты.** Очаговые артефакты, констатированные у 40 (2,55%) пациентов, по характеру имитируемых ими изменений костной системы разделены на «холодные» и «горячие». «Холодные» очаги ( $n = 29$ ) были следствием экранирующего эффекта металлических аксессуаров (10), имплантатов, эндопротезов (18), а также бариевой взвеси в толстом кишечнике (1). «Горячие» очаги ( $n = 11$ ) имитировали метастатическое поражение костных структур в результате проекционного эффекта внекостного накопления  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ ( $n = 9$ ) или мочевой контаминации ( $n = 2$ ). «Горячий» очаг в проекции верхнего полюса почки ( $n = 5$ ) мог быть следствием как каликостаза ( $n = 3$ ), так и травмы прилежащего ребра ( $n = 2$ ). Высокий захват  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ узлом щитовидной железы ( $n = 3$ ) имитировал «горячий» очаг в боковом отделе шейного позвонка. Аномальное накопление РФП сосковыми зонами удаленной молочной железы проецировалось на задние отрезки ребер. Мочевая контаминация имитировала очаговую патологию костей таза. Дифференцирование очаговой патологии ребер и каликостазов проводилось при досмотре области почек в положении пациента стоя. Для уточнения проекционного соответствия «горячих» очагов использовали программу их «маскировки» (mask in).

**Заключение.** Анализ причин формирования очаговых артефактов при сцинтиграфии скелета способствует адекватной оценке полученных данных, позволяет выбрать необходимый методический прием их диагностики, избежать ошибочной интерпретации результатов остеосцинтиграфии.

**Ключевые слова:** сцинтиграфия скелета;  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфат; очаговые артефакты.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Миронов С.П., Василенко Е.И., Каралкина М.А., Бугрий М.Е., Сергиенко В.Б. Очаговые артефакты при сцинтиграфии скелета. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(1): 18–27. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-1-18-27>

**Для корреспонденции:** Миронов Сергей Петрович, E-mail: [msp1942@yandex.ru](mailto:msp1942@yandex.ru)

Статья поступила 27.04.2020

После доработки 06.05.2020

Принята к печати 07.05.2020

# Focal Artefacts in Skeletal Scitigraphy

**Sergey P. Mironov, Elena I. Vasilenko, Mariya A. Karalkina,  
Mikhail E. Bugriy, Vladimir B. Sergienko**

*Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center for Cardiology,  
Ministry of Health of the Russian Federation,  
ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15a, Moscow, 121552, Russian Federation*

**Sergey P. Mironov**, Dr. Med. Sc., Professor, Radiologist, Radioisotope Diagnostics and Therapy Laboratory, Radionuclide Diagnostics and Positron Emission Tomography Department;  
<http://orcid.org/0000-0002-8373-0505>

**Elena I. Vasilenko**, Cand. Med. Sc., Head of Radioisotope Diagnostics and Therapy Laboratory, Radionuclide Diagnostics and Positron Emission Tomography Department;  
<https://orcid.org/0000-0002-2572-3438>

**Mariya A. Karalkina**, Cand. Med. Sc., Radiologist, Radioisotope Diagnostics and Therapy Laboratory, Radionuclide Diagnostics and Positron Emission Tomography Department;  
<https://orcid.org/0000-0002-9267-3602>

**Mikhail E. Bugriy**, Head of Positron Emission Laboratory, Radionuclide Diagnostics and Positron Emission Tomography Department;  
<https://orcid.org/0000-0002-2390-0883>

**Vladimir B. Sergienko**, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Radionuclide Diagnostics and Positron Emission Tomography Department;  
<https://orcid.org/0000-0002-0487-6902>

## Abstract

**Objective:** to clarify and systematize the causes that can induce focal artefacts in skeletal scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate (PyP), their semiotics, principles and methods of differentiation from bone pathology.

**Material and methods.** Results of skeletal scintigraphy from 1568 patients were analyzed. Scanning in “whole body” mode started in 3 hours after 740 MBq of radiotracer activity intravenous administration, and performed in anterior and posterior projections in continuous table motion mode at rate of 12 cm per minute. Single photon emission computed tomography/computed tomography was additionally performed when necessary.

**Results.** Focal artifacts were detected in 40 patients (2.55%) and were divided into “cold” and “hot” according to the nature of the bone system changes they simulated. “Cold” spots ( $n = 29$ ) were the result of the shielding effect of metal accessories ( $n = 10$ ), implants, endoprotheses ( $n = 18$ ), and barium suspension residues in the large intestine ( $n = 1$ ). “Hot” spots ( $n = 11$ ) mimicking metastatic lesion of bone structures were the results of the projection effect of extraosseous uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -PyP ( $n = 9$ ) or urinary contamination ( $n = 2$ ). “Hot” spots in the projection of the upper pole of the kidney ( $n = 5$ ) could be the result of both calicostasis ( $n = 3$ ) and injury of the adjacent rib ( $n = 2$ ). The high uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -PyP in thyroid nodule ( $n = 3$ ) simulated a “hot” spot in the lateral part of the cervical vertebra. Abnormal accumulation of  $^{99m}\text{Tc}$ -PyP in the nipple-areola areas of the breast was projected onto the posterior segments of the ribs. Urinary contamination imitated focal pathology of the pelvic bones. To differentiate the focal pathology of the ribs and calicostases, the patients were examined in the standing position. The “mask in” program was used to clarify the localization and projection correspondence of “hot” foci.

**Conclusion.** Analysis of focal artefacts formation causes in skeletal scintigraphy contributes to an adequate assessment of the data obtained, allows to choose the necessary method for their diagnosis and to avoid false results of osteoscintigraphy.

**Keywords:** skeletal scintigraphy;  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate; scintigraphic artefacts.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Mironov SP, Vasilenko EI, Karalkina MA, Bugriy ME, Sergienko VB. Focal artefacts in skeletal scintigraphy. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(1): 18–27 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-1-18-27>

**For corresponding:** Sergey P. Mironov, E-mail: [msp1942@yandex.ru](mailto:msp1942@yandex.ru)

Received April 27, 2020

Revised May 6, 2020

Accepted May 7, 2020

## Введение

Сцинтиграфия скелета с мечеными  $^{99m}\text{Tc}$  аналогами фосфатов ( $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфат (ПФ) и  $^{99m}\text{Tc}$ -метилен-дифосфонат (МДФ)), несмотря на развитие различных технологий и средств инструментальной визуализации, остается основным методом скрининга и ранней диагностики

метастатического поражения скелета. Ведущий признак костной патологии, независимо от его причины, – очаговые аномалии в виде локальных зон гипер- или гипофиксации селективного радиофармпрепарата (РФП), поиск и анализ которых составляет основу сцинтиграфического исследования скелета. По данным многочисленных

исследований, чувствительность сцинтиграфии скелета составляет 96–97%, а вероятность ложно-отрицательных результатов не превышает 2–4%. Специфичность значительно ниже и колеблется в пределах 40–60% в зависимости от используемого остеотропного РФП [1]. Низкая специфичность предполагает высокую вероятность ложноположительных результатов. Одной из причин подобных ошибок могут быть очаговые артефакты.

Под очаговым артефактом в контексте задач остеосцинтиграфии мы понимаем аномальное локальное распределение РФП, имитирующее опухолевую патологию скелета. Факторы, способные вызвать артефактное распределение остеотропного РФП, многообразны и нередко обусловлены недостаточным контролем качества отдельных этапов диагностической цепочки. С учетом этого описываемые в литературе многочисленные артефакты разделяют на три основные группы: инструментальные, радиофармацевтические и методические. Инструментальные артефакты связывают с изменениями характеристик сцинтиграфического устройства; радиофармацевтические чаще являются следствием радиохимического загрязнения в процессе приготовления РФП. Методические, или технические, артефакты включают широкий и не всегда четко очерченный спектр аномалий, обусловленных недостаточным контролем качества этапа подготовки пациента к исследованию [2, 3].

Очаговые артефактные находки, выявленные как в процессе планарной сцинтиграфии скелета, так и при использовании гибридных технологий, достаточно широко представлены в зарубежных публикациях [4, 5], но не систематизированы и отсутствуют в отечественной литературе.

Цель работы – уточнить и систематизировать причины, способные индуцировать очаговые артефакты при сцинтиграфии скелета с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом, их семиотику, принципы и методические приемы дифференциации от костной патологии.

## Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ последовательных радионуклидных исследований скелета 1568 больных (590 мужчин и 978 женщин) в возрасте 28–86 лет, выполненных в период 2018–2019 гг. с целью поиска костных метастазов при опухолях различной локализации, в том числе до и после проведения лечебных мероприятий. В структуре онкологической патологии пациенты с заболеваниями молочной железы составили 52,9% ( $n = 831$ ), предстательной железы – 25% ( $n = 392$ ), щитовидной железы – 4,2% ( $n = 66$ ), легких – 2,86% ( $n = 45$ ). Суммарная доля злокачественных опухолей других локализаций не превысила 15%.

Остеосцинтиграфию проводили по стандартному протоколу на двухдетекторных однофотонных эмиссионных компьютерных томографах (ОФЭКТ) BrightView XCT и SkyLight (Philips, Нидерланды). Использовали низкоэнергетический высокоразрешающий коллиматор (VXHR). В качестве РФП применяли  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ (Пирфотех, ООО «Диамед», Россия). Сканирование в режиме «все тело» начинали через 2–3 ч после внутривенного введения РФП активностью 740 МБк и проводили одновременно в передней и задней проекциях при непрерывном движении стола со скоростью 12 см/мин. Перед началом процедуры пациент опорожнял мочевой пузырь. При необходимости уточнения характера выявленных изменений исследование дополняли томосцинтиграфией в режиме совмещенной ОФЭКТ/КТ или другими методическими приемами.

## Результаты

Очаговые артефактные изменения скелета констатированы у 40 пациентов, что составило 2,55% от числа всех проанализированных остеосцинтиграмм. По характеру сцинтиграфической манифестации, независимо от возможных причин, они условно разделены на «холодные» и «горячие».

**«Холодные» очаги** как признак костной патологии регистрируются примерно в 2% метастатических поражений. Это объясняется снижением их остеобластической активности, местным нарушением кровообращения, вовлечением в опухолевый процесс костного мозга. Данные изменения чаще наблюдаются при метастазах рака почек, щитовидной железы, меланоме. При этом у одного и того же пациента могут одновременно визуализироваться как «холодные», так и «горячие» очаги [6].

Артефактные «холодные» очаги в нашем анализе выявлены у 29 больных как результат ослабления низкоэнергетического излучения  $^{99m}\text{Tc}$  тремя категориями предметов.

*Металл-индуцированные артефакты* ( $n = 10$ ) явились следствием экранирующего эффекта металлических аксессуаров одежды и украшений. Они выявлялись в передней проекции и легко идентифицировались, поскольку их сцинтиграфический рисунок достаточно точно повторял контуры оригиналов, накладывающиеся на изображение ребер (медальоны, кулоны) или поясничных позвонков (пряжки ремня) (рис. 1). Следует учесть, что сцинтиграфический «негатив» накладывающихся на грудину крестиков может не отражать мелкие детали оригинала и представляться округлой или овальной «холодной» зоной. Данная особенность, вероятно, связана с разрешающей способностью сцинтиграфических устройств и динамической нерезкостью изображения вследствие дыхательных экскурсий грудной клетки. Кроме того, «холодные»

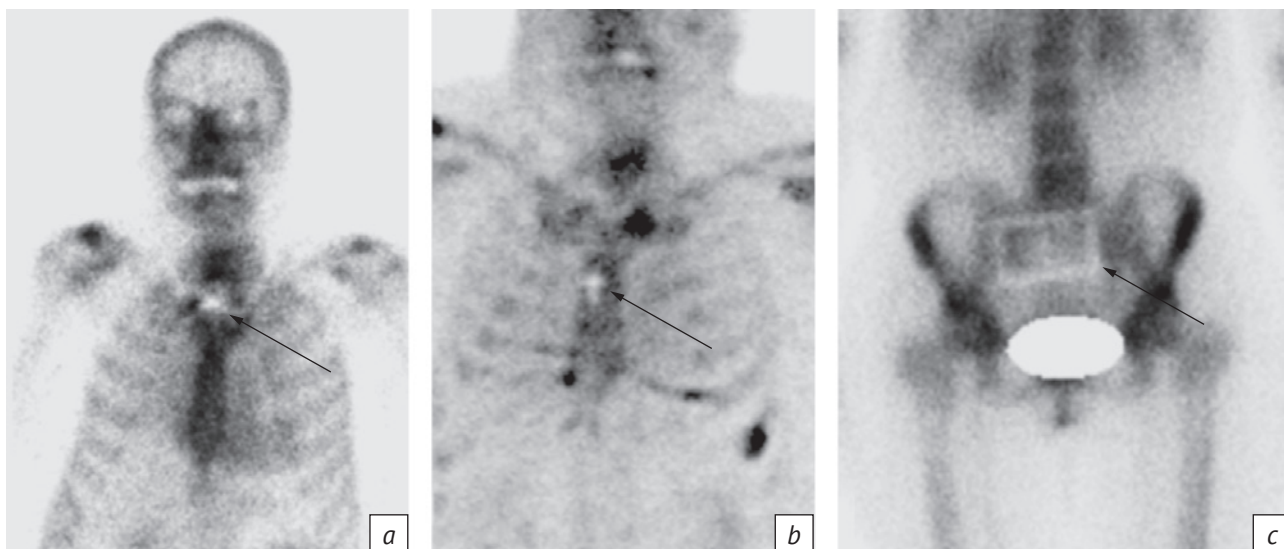


Рис. 1. Сцинтиграфические варианты металл-индуцированных артефактов:

*a* – фотон-дефицитная зона в проекции яремной вырезки грудины с характерной «дорожкой» как результат экранирования излучения  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфата медальоном на цепочке;

*b* – «холодный» очаг грудины, имитированный крестиком;

*c* – экранирование изображения крестца пряжкой ремня затрудняет выявление возможных костных изменений

Fig. 1. Scintigraphic variants of metal-induced artefacts:

*a* – photon-deficient zone in the projection of the jugular sternal notch with a characteristic "path" as a result of  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate radiation shielding by a locket on a chain;

*b* – "cold" spot of the sternum simulated by a cross;

*c* – shielding of the sacrum image with a belt buckle makes it difficult to identify possible bone changes

очаги в проекции грудины помимо их артефактного происхождения могут быть как сцинтиграфическим вариантом нормы [7], так и признаком метастатического поражения [8].

**Имплантат-индуцированные артефакты** ( $n = 18$ ) включали кардиостимуляторы, экспандеры, имплантаты, протезы молочной железы и суставов. Локализация подобных псевдоочагов и их сцинтиграфическая картина достаточно специфична для каждого варианта имплантата или протеза. Для кардиостимулятора это область межреберий верхних ребер слева. Имплантаты, эндо- или съемные протезы молочной железы дают крупную округлую зону гипофиксации РФП на стороне перенесенной операции с характерным «ободком» повышенного накопления РФП по периферии (рис. 2).

**Контраст-индуцированный артефакт** ( $n = 1$ ) был опосредован остатками бариевой взвеси в кишечнике после проведенного накануне рентгенологического исследования. После приема внутрь крупные скопления бариевой суспензии могут задерживаться в слепой, поперечно-ободочной или сигмовидной кишках, накладываясь на изображение позвоночника или костей таза и имитировать там «холодные» очаги. Для идентификации артефакта может потребоваться досмотр в режиме ОФЭКТ/КТ (рис. 3). Другим вариантом контраст-индуцированных артефактов является аномальное накопление остеотропных РФП печенью

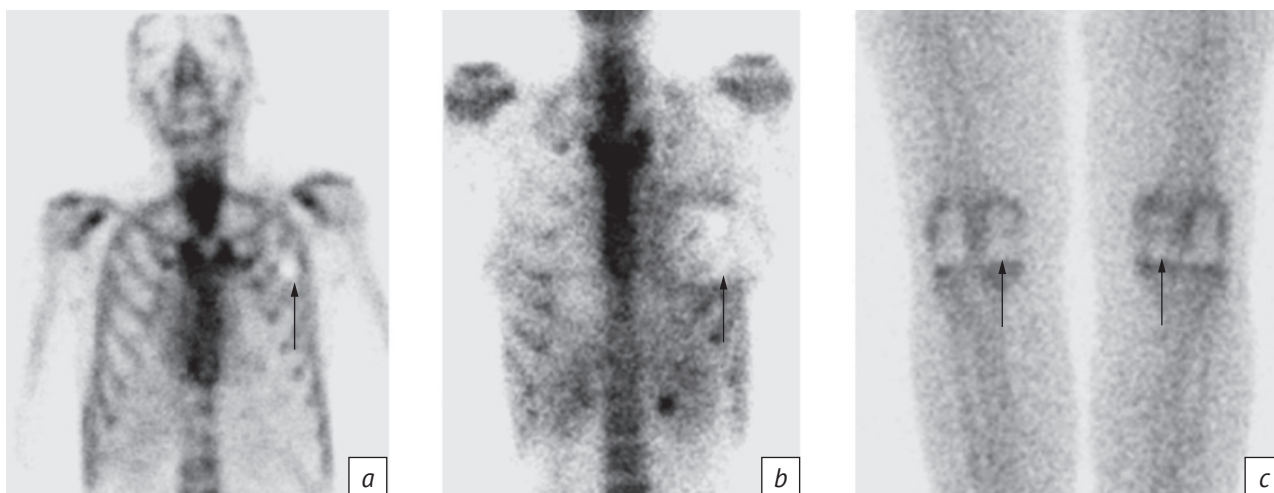
или стенками кишечника при проведении сцинтиграфического исследования на фоне внутривенно введенных гадолиний- или йодсодержащих контрастных веществ [9, 10].

**«Горячие» очаги** – наиболее частая причина ложноположительной интерпретации результатов планарной остеосцинтиграфии. Чаще всего это обусловлено сложностью дифференциальной диагностики с остеодегенеративными изменениями, когда выраженная минерализация, возникающая как результат дистрофических изменений, симулирует реактивное или патологическое костеобразование, характерное для метастазов. Кроме того, выраженный полиморфизм метастатических поражений определяет значительную вариабельность их сцинтиграфических проявлений, среди которых в 15% случаев встречаются обособленные «горячие» очаги. Следует отметить, что обнаруженные у пациентов с онкологическим анамнезом одиночные «горячие» очаги, выявленные при сцинтиграфии скелета, примерно в 50% случаев являются метастазами [11].

Артефактные «горячие» очаги были констатированы у 11 пациентов и включали нефроурологические ( $n = 5$ ) и мягкотканые ( $n = 4$ ) находки, а также мочевую контаминацию ( $n = 2$ ).

**Нефроурологические находки**, или анатомо-функциональные изменения мочевыделительной системы, выявляются в процессе сцинтиграфии





*Рис. 2.* Сцинтиграфические варианты имплантат-индуцированных артефактов:

*a* – на сцинтиграмме грудной клетки в передней проекции локальная округлая «холодная» зона на месте вживления кардиостимулятора;

*b* – на остеограмме в передней проекции обширная «холодная» зона в проекции левой молочной железы как результат установки имплантата (экспандера) после радикальной мастэктомии;

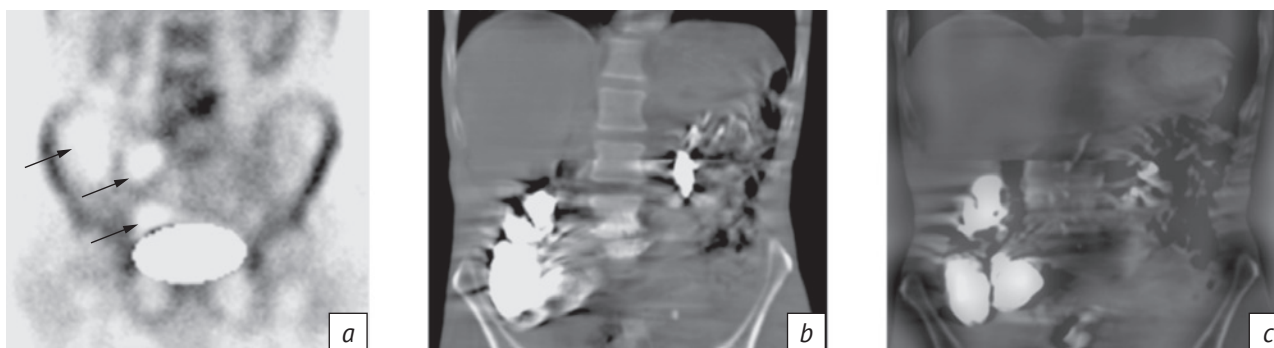
*c* – сцинтиграфическая картина эндопротезов обоих коленных суставов в задней проекции, «фотонопенические» зоны в месте установки эндопротезов; повышенное накопление радиофармпрепарата по периферии эндопротезов может быть следствием вторичной кальцификации

*Fig. 2.* Scintigraphic variants of implant-induced artefacts:

*a* – on the chest scintigram in the anterior projection, there is a local rounded “cold” zone at the site of a pacemaker implantation;

*b* – on the osteogram in the anterior projection, an extensive “cold” zone in the projection of the left breast as a result of an implant (expander) installation after a radical mastectomy;

*c* – scintigraphic picture of both knee joints endoprotheses in the posterior projection, “photon-penic” zones at the site of endoprosthesis installation; increased accumulation of radiopharmaceutical on the periphery of endoprotheses may be a consequence of secondary calcification



*Рис. 3.* Совмещенная ОФЭКТ/КТ при дифференциальной диагностике контраст-индуцированного артефакта:

*a* – на планарной сцинтиграмме области таза в передней проекции визуализируются «холодные» участки, имитирующие очаговую патологию подвздошной кости и крестцово-подвздошного сочленения справа;

*b* – на фронтальном КТ-срезе визуализируются участки скопления бариевой взвеси в кишечнике;

*c* – на совмещенном ОФЭКТ/КТ-срезе зоны отсутствия накопления радиофармпрепарата в костях таза соответствуют петлям кишечника, заполненным бариевым контрастом

*Fig. 3.* Combined SPECT/CT in the differential diagnosis of contrast-induced artefact:

*a* – on the planar scintigram of the pelvic region in the anterior projection, “cold” areas are visualized simulating focal pathology of the ilium and sacroiliac joint on the right;

*b* – areas of barium suspension accumulation in the intestine are visualized on the frontal CT section;

*c* – on the combined SPECT/CT cross-section, the zones of absence of radiopharmaceutical accumulation in the pelvic bones correspond to the bowel loops filled with barium contrast

скелета примерно в 15% наблюдений [12], среди них – необструктивные уропатии в виде задержки мочи в проекции верхней группы чашечек. Данный вариант изолированных функциональных

изменений составляет не более 8% от всех выявляемых каликостазов. Он манифестирует локальной зоной гиперфиксации РФП в проекции верхнего полюса почки и в силу особенностей скелетотопии

способен имитировать метастатическое поражение XI или XII ребра [13].

«Горячий» очаг в проекции верхнего полюса почки был опосредован двумя различными клиническими ситуациями: каликостаз (n = 3) и травматическое повреждение нижнего ребра (n = 2). Для дифференциальной диагностики очаговой патологии ребер и каликостаза мы использовали ортостатическую пробу. Сопоставление изображений поясничной области в положениях пациента лежа и стоя помогало уточнить локализацию выявленного «горячего» очага за счет смещения почки вниз относительно ребер. При устойчивом каликостазе очаг накопления РФП смещался вместе с почкой, при функциональном в положении стоя мог не визуализироваться. Кроме того, в положении стоя устранялась «суммация» изображений верхнего отдела почки и части прилежащего ребра, что позволяло исключить или подтвердить очаговую патологию ребра (рис. 4).

**Мягкотканное очаговое накопление остеотропных РФП** – редкая скintiграфическая находка, наблюдаемая во внекостных первичных и метастатических опухолях. Так, по данным анализа 2147 остеосцинтиграмм, выполненных в режиме «все тело» и прицельной ОФЭКТ/КТ, внекостные «горячие» очаги констатированы у 1,1% пациентов. Наиболее часто они выявлялись в первичных и метастатических опухолях печени (30%), молочной железы (15%), легких (12,5%), существенно реже – яичников, матки и щитовидной железы [14]. Механизм данного феномена связывают с кальцификацией, в том числе микрокальцификацией, более выраженной при муцинозных опухолях и их метастазах [15]. Накладываясь на костные структуры, локальное мягкотканное накопление способно имитировать очаговое их изменение. Подобные скintiграфические ситуации отмечены нами в 4 наблюдениях и включали очаговое накопление  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ щитовидной и молочной железами.

Локальное накопление РФП щитовидной железой в качестве скintiграфической находки отмечают при нетоксическом узловом зобе, раке щитовидной железы [16], после тонкоигольной аспирационной биопсии узла щитовидной железы [17]. В наших наблюдениях очаговая аккумуляция  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ в одной из долей щитовидной железы была отмечена у 3 больных с анамнестическими данными о наличии одностороннего узлового зоба. Во всех наблюдениях уровень накопления РФП в очаге превышал таковой в грудине. Возможно, поэтому «горячий» очаг, выявляемый в передней проекции и визуально накладывающийся на боковые отделы IV–VI шейных позвонков в задней проекции, имитировал их очаговое изменение. Для уточнения соответствия «горячих» очагов в щитовидной железе и шейных позвонках мы

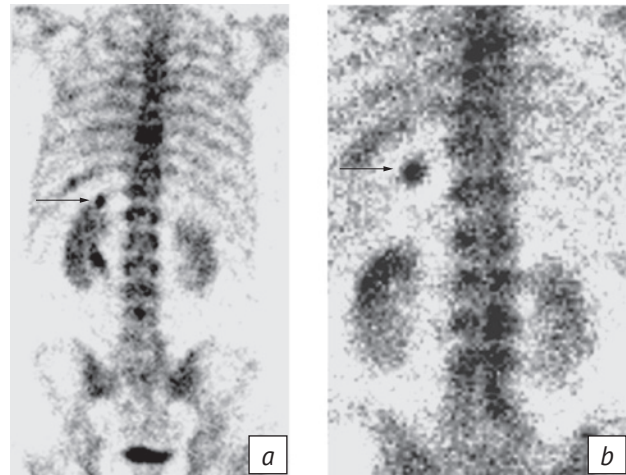


Рис. 4. Дифференциальная диагностика очаговых изменений ребер и каликостазов с применением ортостатической пробы:

*a* – остеогрaмма поясничной области в задней проекции в положении пациента лежа на спине, в проекции верхнего полюса левой почки определяется локальная зона гиперфиксации радиофармпрепарата;

*b* – при скintiграфии в положении пациента стоя почка смещается вниз, что позволяет исключить каликостаз и диагностировать «горячий» очаг XI ребра

*Fig. 4.* Differential diagnosis of focal changes in ribs and calicostases with the use of an orthostatic test:

*a* – osteogram of the lumbar region in the posterior projection in the patient's supine position; in the projection of the left kidney upper pole, the local zone of radiopharmaceutical hyperfixation is determined;

*b* – when scintiography is performed in the patient's standing position, the kidney is shifted downwards, which allows to exclude calicostasis and diagnose a "hot" focus of the XI rib

использовали прием mask in. Зона, вычитаемая в передней проекции, зеркально отображалась в задней проекции, подтверждая или исключая идентичность координат «горячего» очага в обеих проекциях (рис. 5).

Очаговое накопление  $^{99m}\text{Tc}$ -фосфатов молочными железами, как было указано выше, является возможным вариантом скintiграфической манифестации рака молочной железы. Описаны и более редкие клинические ситуации, при которых отмечены аналогичные мягкотканые находки. В частности, наблюдалось очаговое накопление  $^{99m}\text{Tc}$ -МДФ в метастазе миксоидной липосаркомы [18], в обеих грудных железах при геникомастии у мужчин [19], при госсипибоме – как следствие гранулематозного воспаления вокруг оставленной в операционной ране марлевой салфетки [20].

Наше наблюдение связано с локальным накоплением  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ в обеих сосковых зонах у женщины, обследованной через 2 мес после двусторонней мастэктомии с сохранением сосковых зон и одномоментного эндопротезирования. Особенность скintiграфической картины

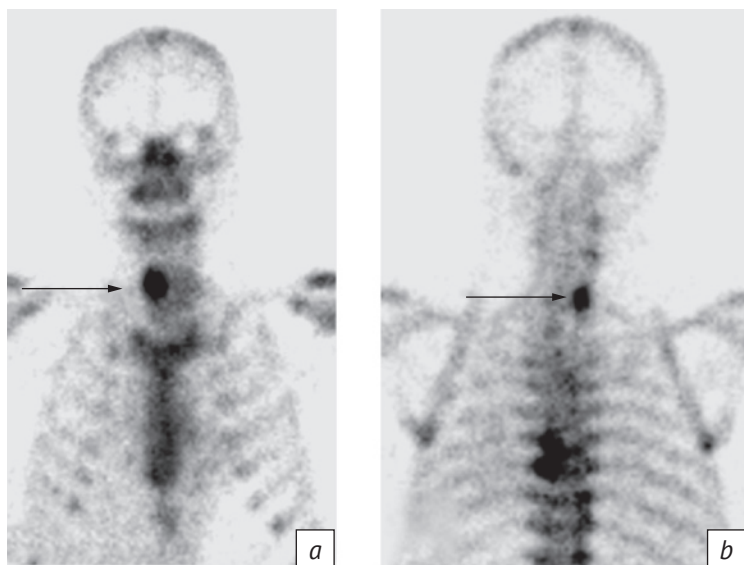


Рис. 5. «Горячий» очаг правой доли щитовидной железы, имитирующий очаговую патологию шейного позвонка:

*a* – на скintiграмме области шеи в передней проекции выявляется очаговое накопление радиофармпрепарата в правой доле щитовидной железы;

*b* – на остеоскintiграмме в задней проекции визуализируется «горячий» очаг в проекции правого бокового отдела VII шейного позвонка;

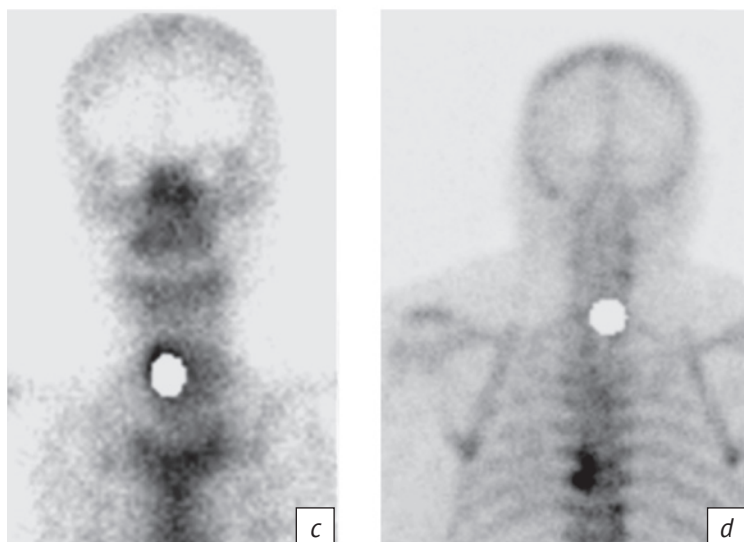
*c, d* – прием mask in иллюстрирует соответствие «горячих» очагов в передней (*c*) и задней (*d*) проекциях

Fig. 5. "Hot" site of the thyroid gland right lobe simulating focal pathology of the cervical vertebra:

*a* – on the neck area scintigram in the anterior projection, a focal accumulation of radiopharmaceutical in the thyroid gland right lobe is revealed;

*b* – on the osteoscintigram in the posterior projection, a "hot" focus is visualized in the projection of the right lateral section of the VII cervical vertebra;

*c, d* – the "mask in" technique illustrates the correspondence of "hot" foci in the anterior (*c*) and posterior (*d*) projections



В литературе мы не нашли подобных наблюдений и объяснений механизма данного варианта накопления остеотропного РФП. Возможно, как и в ситуации ранее отмеченного нами феномена повышенного накопления РФП в сохраненной молочной железе [21], это связано с особенностями инволютивных процессов и гормональных расстройств, запускающих или опосредующих механизмы накопления остеотропного РФП в интактных тканях в послеоперационном периоде.

заклучалась в том, что «горячие» очаги в сосковых зонах, регистрируемые в передней проекции, проецировались на задние отрезки ребер и имитировали их очаговые изменения в задней проекции (рис. 6).

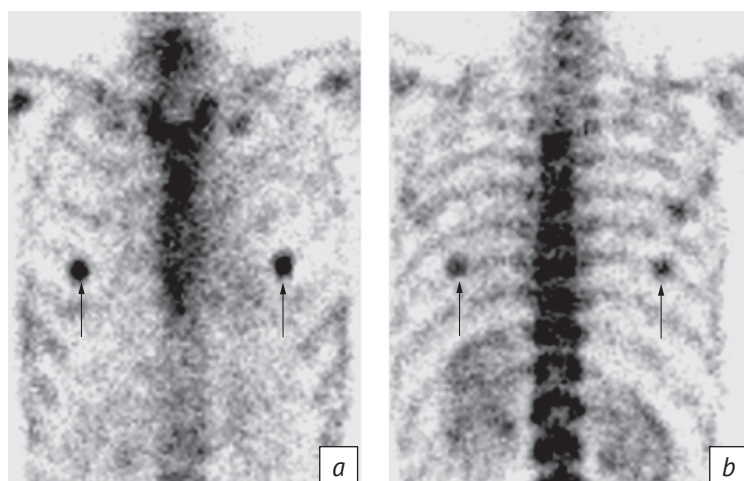


Рис. 6. Локальная гиперфиксация радиофармпрепарата сосковыми зонами у женщины после двусторонней мастэктомии, имитирующая очаговые изменения задних отрезков ребер:

*a* – на скintiграмме грудной клетки в передней проекции в центральных отделах имплантат-индуцированных зон сниженного накопления радиофармпрепарата регистрируются два очага высокого накопления радиофармпрепарата;

*b* – в задней проекции два симметричных «горячих» очага в проекции задних отрезков VIII ребер обусловлены проекционным эффектом

Рис. 6. Local radiopharmaceutical hyperfixation with the nipple zones in a woman after bilateral mastectomy, simulating focal changes in the posterior segments of the ribs:

*a* – on the chest scintigram in the anterior projection, two foci of high radiopharmaceutical accumulation are registered in the central parts of the implant-induced zones of reduced radiopharmaceutical accumulation;

*b* – in the posterior projection, two symmetrical "hot" foci in the projection of the VIII ribs posterior segments are caused by the projection effect



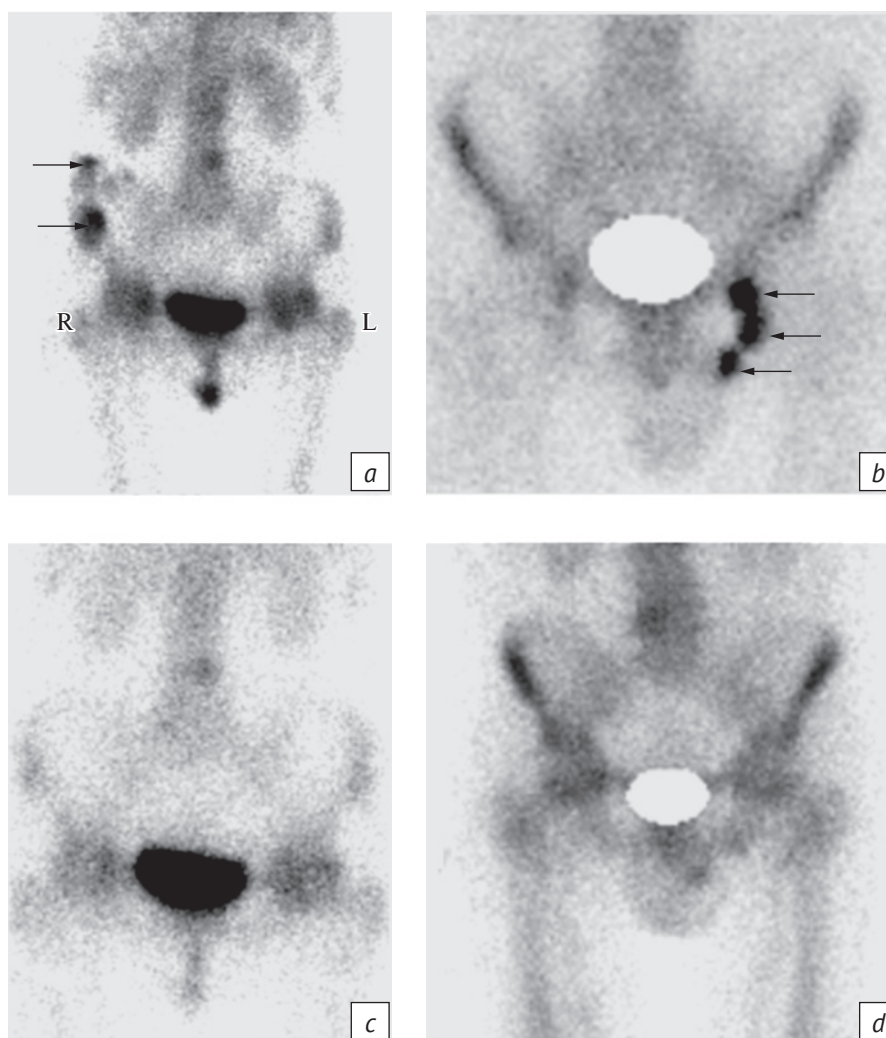


Рис. 7. Сцинтиграфические варианты мочевой контаминации, имитирующей в передней проекции очаговую патологию правой подвздошной (а) и левой седалищной (б) костей. После устранения источников мочевой контаминации патологические «горячие» очаги подвздошной (с) и седалищной (д) костей исключены

Fig. 7. Scintigraphic variants of urinary contamination simulating focal pathology of the right iliac (a) and left sciatic (b) bones in the anterior projection. After eliminating the sources of urinary contamination, pathological “hot” foci of the iliac (c) and sciatic (d) bones were excluded

**Мочевые контаминации** – нередкие артефактные находки. «Естественными» областями радиоактивного загрязнения, связанными с процессом опорожнения мочевого пузыря, являются область мошонки у мужчин и область промежности у женщин. Авторы работ, посвященных этой проблеме, обращают внимание на многочисленные факторы возможного радиоактивного загрязнения одежды и различных участков тела пациентов. Множественные артефактные очаги обычно легко идентифицируются и не ассоциируются с возможными костными метастазами. Источником диагностических ошибок могут служить одиночные участки мочевой контаминации, расположенные в «нетипичных» местах [22].

Одиночный очаг мочевой контаминации констатирован нами в 2 наблюдениях. В одной

ситуации источником артефакта послужила гигиеническая салфетка в карманчике верхнего белья. Участки радиоактивного загрязнения на сцинтиграмме в передней проекции проецировались на крыло правой подвздошной кости, имитируя там патологические «горячие» очаги. В другом случае очаговое изменение седалищной кости было имитировано остатками радиоактивной мочи на нижнем белье. Корректно поставленные вопросы позволили найти источники радиоактивного загрязнения, устранить их и избежать ложноположительной трактовки костного метастаза (рис. 7).

### Обсуждение

Сцинтиграфия скелета с мечеными  $^{99m}\text{Tc}$  аналогами фосфатов ( $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ,  $^{99m}\text{Tc}$ -МДФ)) остается основным радионуклидным методом



диагностики поражений скелета при опухолях с высоким риском костного метастазирования. Ведущий признак костного метастаза – очаг (очаги) гипер- или гипоперфиксации РФП. Их поиск и анализ составляют основу интерпретации скинтиграфического исследования скелета.

Главное ограничение планарной скинтиграфии скелета – низкая специфичность указанных выше признаков, не позволяющая надежно дифференцировать характер выявленного «холодного» или «горячего» очага, прежде всего при их обособленном характере. Низкая специфичность предполагает высокую вероятность ложноположительных результатов. Одной из причин подобных ошибок могут стать очаговые артефакты, имитирующие патологические изменения костной системы.

Данные литературы показывают, что важной составляющей уменьшения числа артефактов или устранения их негативного влияния на результаты остеосцинтиграфии является контроль качества – комплекс мероприятий, проводимых на каждом этапе диагностической цепочки с целью исключения ошибок и обеспечения точности исследования. Выполненный анализ позволил разработать алгоритм проведения контроля качества на отдельных этапах скинтиграфического исследования скелета.

Следует подчеркнуть, что около 80% очаговых артефактов можно отнести к методическим. Информация о них может быть получена еще на этапе подготовки пациента к исследованию. Больному следует всегда рекомендовать снимать украшения, аксессуары одежды и иные предметы, обладающие экранирующим эффектом и способные сформировать артефакты. Целесообразно также информировать пациента о предметах гигиены, способных индуцировать «горячие» очаги мочевой контаминации. Сбор предварительной информации о перенесенных больным операциях, их характере и объеме позволит учесть особенности скинтиграфической картины как в областях имплантированных предметов, так и в сопряженных с ними зонах. Предшествующее рентгенологическое исследование кишечника с сульфатом бария – повод прицельно оценить области возможного экранирования позвоночника или костей таза скоплениями бариевой суспензии в толстом кишечнике и при необходимости провести досмотр в режиме ОФЭКТ/КТ.

Аномальное мягкотканное накопление в виде очаговой гиперфиксации меченых фосфатных

соединений внутренними органами или мягкими тканями обычно связывают с мягкотканной кальцификацией, в том числе микрокальцификацией, воспалительного или опухолевого генеза. Подобные артефактные «горячие» очаги редки, частота их встречаемости по нашим данным составила 0,63%. Следует подчеркнуть, что именно «горячие» артефактные очаги чаще всего имитируют метастатическое поражение накладывающихся или проекционно совпадающих костных структур и служат источником возможных ложноположительных интерпретаций.

Контроль качества этапа интерпретации результатов остеосцинтиграфии – наиболее ответственный компонент диагностического процесса. Прежде всего следует исключить ситуации атипичного повышенного включения остеотропного РФП, связанные с микрокальцификацией других тканей, то есть не костной локализации. В частности, симметричность диффузной гиперфиксации РФП молочными железами или долями щитовидной железы – основной критерий скинтиграфической нормы. Кроме того, следует учесть особенности распределения РФП после мастэктомии в сохраненном контралатеральном органе. В сомнительных ситуациях в программу контроля качества включают дополнительные дифференциально-диагностические приемы. В частности, для дифференциальной диагностики очаговой патологии ребер и каликостаза чаще всего достаточно использовать ортостатическую пробу. При досмотре в положении стоя в связи со смещением почки вниз устраняется наложение изображений верхнего отдела почки и нижних ребер и локализация «горячего» очага становится очевидной. При необходимости получения более полной характеристики одиночных «горячих» очагов в почках или других мягкотканых структурах наиболее оптимальным является досмотр проблемных зон в режиме совмещенной ОФЭКТ/КТ.

### Заключение

Выявление одиночных очагов распределения  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ в процессе скинтиграфии скелета следует рассматривать как возможный вариант их артефактного происхождения. Анализ причин, лежащих в основе формирования очаговых артефактов в конкретных клинических ситуациях, способствует адекватной оценке полученных данных, позволяет выбрать необходимый методический прием их диагностики и избежать ложноположительной интерпретации результатов остеосцинтиграфии.

## Литература [References]

1. Тултаев А.В., Корсунский В.Н., Лабушкина А.А., Забелин М.В. Остеотропный диагностический радиофармацевтический лекарственный препарат на основе золедроновой кислоты «Резоскан, 99mTc». Предварительные результаты сравнительных клинических исследований. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018; 63(4): 58–62. [https://doi.org/10.12737/article\\_5b83bf207b9b50.21392988](https://doi.org/10.12737/article_5b83bf207b9b50.21392988). [Tultaev AV, Korsunskiy VN, Labushkina AA, Zabelin MV. Diagnostic bone-seeking radiopharmaceutical agent on the basis of zoledronic acid "Rezoscans, 99mTc". Preliminary results of comparative clinic studies. Medical Radiology and Radiation Safety. 2018; 63(4): 58–62 (in Russ.). [https://doi.org/10.12737/article\\_5b83bf207b9b50.21392988](https://doi.org/10.12737/article_5b83bf207b9b50.21392988).]
2. Wells LD, Bernier DR. Radionuclide imaging artifacts. Chicago-London: Year Book Publishers; 1980.
3. Naddaf SY, Collier BD, Elgazzar AH, Khalil MM. Technical errors in planar bone scanning. J Nucl Med Technol. 2004; 32(3): 148–53.
4. Agrawal K, Marafi F, Gnanasegaran G, et al. Pitfalls and limitations of radionuclide planar and hybrid bone imaging. Semin Nucl Med. 2015; 45(5): 347–72. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed/2015.02.002>.
5. Zuckier LS, Freeman LM. Nonosseous, nonurologic uptake on bone scintigraphy: atlas and analysis. Semin Nucl Med. 2010; 40(4): 242–56. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed/2015.02.003>.
6. Mettler FA Jr, Guiberiteau MJ. Essential of nuclear medicine. Orlando: Grune&Stratton; 1986.
7. Harbert JC. Textbook of nuclear medicine. Clinical application. V. 2. Philadelphia: Lea&Febinger; 1984.
8. Carrió I, Estorch M. Cold sternal image as a sign of metastatic involvement. Clin Nucl Med. 1986; 11(6): 417–9. <https://doi.org/10.1097/00003072-198606000-00013>.
9. Zhang W, Chen B, Deng H, et al. Hepatic and splenic uptake on bone scintigraphy in patients with intravenous administration of <sup>99m</sup>Tc methylene diphosphonate prior to gadolinium-containing contrast. Clin Nucl Med. 2013; 38(3): 219–20. <https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e3182814c95>.
10. Kim SJ, Choi JY, Lee JH, et al. Incidental <sup>99m</sup>Tc MDP uptake in the intestines and intravenous CT contrast. Nuklearmedizin. 2016; 55(4): 166–71. <https://doi.org/10.3413/Nukmed-0768-15-09>.
11. Чернов В.И. Радионуклидная диагностика заболеваний скелета. В кн.: Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. (ред.) Национальное руководство по радионуклидной диагностике. Т. 2. Томск: STT; 2010: 252–69. [Chernov V.I. Radionuclide diagnosis of diseases of the skeleton. In: Lishmanov Yu.B., Chernov V.I. (Eds.) National guidelines for radionuclide diagnostics. Vol. 2. Tomsk: STT; 2010: 252–69 (in Russ.).]
12. Loutfi I, Collier BD, Mohammed AM. Nonosseous abnormalities on bone scans. J Nucl Med Technol. 2003; 31(3): 149–53.
13. Pickuth D, McCready VR. Focal areas of increased renal tracer uptake on bone scans can mimic metastases in the lower ribs. Br J Radiol. 1996; 69(821): 407–9. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-69-821-407>.
14. Zhang L, He Q, Zhou T, et al. Accurate characterization of <sup>99m</sup>Tc-MDP uptake in extraosseous neoplasm mimicking bone metastasis on whole-body bone scan: contribution of SPECT/CT. BMC Med Imaging. 2019; 19(1): 44. <https://doi.org/10.1186/s12880-019-0345-1>.
15. Zuckier LS, Martineau P. Altered biodistribution of radiopharmaceuticals used in bone scintigraphy. Semin Nucl Med. 2015; 45(1): 81–96. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed/2014.07.007>.
16. Tuncel M., Akdemir E. <sup>99m</sup>Tc-MDP uptake in thyroid nodule; contribution of SPECT-CT and ultrasonography. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2012; 31(1): 49–50. <https://doi.org/10.1016/j.remnm.2011.05.012>.
17. Rehm PK, Sharma S. Focal thyroid uptake on bone scan due to thyroid biopsy. Clin Nucl Med. 2004; 29(12): 849–51. <https://doi.org/10.1097/00003072-200412000-00029>.
18. Biyi A, Doudouh A. Soft tissue uptake of <sup>99m</sup>Tc-MDP in a case of myxoid liposarcoma with breast metastasis. Pan Afr Med J. 2016; 25: 184. <https://doi.org/10.11604/pamj.2016.25.184.9382>.
19. Gholami A, Gholam A, Mirpour S, Fallahi B. Breast <sup>99m</sup>Tc-MDP uptake in a man mimicking metastatic lesion of the ribs. Iran J Nucl Med. 2010; 18(1): 62–4.
20. Thomas BG, Silverman ED. Focal uptake of <sup>99m</sup>Tc-MDP in a gossypiboma. Clin Nucl Med. 2008; 33(4): 290–1. <https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e3181662b41>.
21. Миронов С.П., Аншелес А.А., Шульгин Д.Н., Сергиенко В.Б. Внекостные находки и артефакты при скинтиграфии скелета. Вестник рентгенологии и радиологии. 2016; 97(2): 85–94. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-2-85-94>. [Mironov SP, Ansheles AA, Shulgin DN, Sergienko VB. Extraosseous abnormalities and artifacts in skeletal scintigraphy. Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2016; 97(2): 85–94 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-2-85-94>.]
22. Kasner DL, Spieth ME. The day of contamination. J Nucl Med Technol. 2003; 31(1): 21–4.