

*П.И. Крживицкий, С.В. Канаев, С.Н. Новиков, Л.А. Жукова, П.В. Криворотько,
О.И. Пономарева, Ю.Ф. Негусторов*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОФЭКТ-КТ С МЕЧЕННЫМИ ^{99m}Tc ФОСФАТАМИ У БОЛЬНЫХ С ПОДОЗРЕНИЕМ НА МЕТАСТАТИЧЕСКОЕ ПОРАЖЕНИЕ СКЕЛЕТА ПРИ ПЛАНАРНОЙ ОСТЕОСЦИНТИГРАФИИ

ФГБУ «НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

На протяжении трех последних десятилетий ведущим методом диагностики метастатического поражения скелета остается сцинтиграфия с мечеными ^{99m}Tc фосфатами, что обусловлено высокой чувствительностью и широкой доступностью этого метода. Вместе с тем, его основным недостатком является низкая специфичность. Новая гибридная технология ОФЭКТ-КТ, включающая в себя функциональный и анатомический способы оценки состояния костного вещества, обладает рядом преимуществ, однако польза их применения у онкологических больных, соответственно, находятся на стадии оценки и накопления.

Цель работы — оценить диагностические возможности ОФЭКТ-КТ у больных с неясной и подозрительной на вторичное поражение остеосцинтиграфической картиной в планарном режиме. Обследовано 227 больных (средний возраст — 57 лет) с различными первичными злокачественными новообразованиями. Всем пациентам выполняли планарную сцинтиграфию с мечеными ^{99m}Tc фосфатами в режиме «все тело», а затем двухзональную однофотонно-эмиссионную компьютерную томографию, совмещенную с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ-КТ). У больных с наличием в скелете очагов подозрительных на метастазы, проведено сопоставление с данными ОФЭКТ-КТ. При планарном исследовании подозрение на метастатическое поражение было выявлено у 41 больного (18%). Применение ОФЭКТ-КТ позволило исключить метастатическое поражение у 29 (71%) и подтвердить у 7 (17%) из них. В 5 (12%) наблюдениях характер изменений остался неясным. Таким образом, у онкологических больных с выявленными при остеосцинтиграфии в планарном режиме неясными или подозрительными на метастазы очагами в скелете, использование ОФЭКТ-КТ позволя-

ет в большинстве случаев (88%) уточнить характер этих изменений.

Ключевые слова: ОФЭКТ-КТ, ядерная медицина, онкология, остеосцинтиграфия.

Несмотря на появление новых технологий, основным методом диагностики костных метастазов остается сцинтиграфия с мечеными ^{99m}Tc фосфатами, которая может быть выполнена в планарном или ОФЭКТ режимах [2,3]. В первую очередь, это можно объяснить ее высокой чувствительностью и широкой доступностью. При этом, большинство авторов считают основным недостатком метода низкую специфичность, обусловленную неселективным механизмом накопления РФП в костях и плохой анатомической локализацией выявленных изменений [5,8,9,10,15]. Так, повышенная фиксация меченых ^{99m}Tc фосфатов сопровождается широким спектром заболеваний опорно-двигательного аппарата, начиная от метастатического поражения и заканчивая нарушением симпатической иннервации [4,16,19]. Благодаря этому, у больных зачастую определяется достаточно большое количество очагов гиперфиксации РФП, требующих уточнения. Для подтверждения или исключения метастатического характера последних, особенно у больных пожилого возраста с выраженными дегенеративно-дистрофическими заболеваниями, необходимо использование таких «анатомических» исследований, как рентгенография или КТ. Эти методы позволяют достаточно объективно оценить характер патологии за счет визуализации хорошо известных структурных изменений, сопутствующих тем или иным заболеваниям [7,12]. Однако ранние функциональные нарушения не всегда сопровождаются видимыми анатомическими изменениями. Так, хорошо известно, что около 20% видимых при остеосцинтиграфии метастатических очагов остаются негативными на рентгенограммах в течение 4-6 месяцев [6,11, 13,14].

В целом, рентгенологическое исследование (КТ) является необходимым условием для уточнения характера выявленных функциональных расстройств, но не позволяет диагностировать все обнаруженные при остеосцинтиграфии патологические процессы. В этой связи, изучение диагностических возможностей новой гибридной технологии — однофотонно-эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ-КТ), у больных с неясными результатами «классической» планарной остеосцинтиграфии является весьма актуальной задачей.

Материалы и методы

Проанализированы данные 227 больных с различными злокачественными новообразованиями, диагностированными в НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова с 2012 по 2013 гг., из них мужского пола — 58 (26%), женского — 169 (74%). Возраст больных находился в диапазоне от 25 до 83 лет (средний — 57 лет). Структура злокачественных новообразований у больных была представлена следующим образом: рак молочной железы (n=143), легкого (n=36), почки (n=16), предстательной (n=14) и щитовидной желез (n=3), тела и шейки матки (n=4) желудочно-кишечного тракта (n=4), невыясненной первичной локализации (n=7).

По результатам планарной остеосцинтиграфии среди них были выделены пациенты с подозрением на вторичные изменения в скелете (n=41). Критериями для включения пациентов в исследуемую группу были: наличие очага (ов) выраженной патологической гиперфиксации РФП в кости с распространением на прилежащий сустав или наличие солитарного очага без связи с суставом. Средний возраст исследуемых больных составил 60 лет, из них мужчин было 9, женщин — 32. В структуре злокачественных опухолей у больных преобладал рак молочной железы (n=28), легкого (n=6), предстательной и щитовидной желез (n=4). Рак невыясненной первичной локализации и тела матки был диагностирован у двух больных (n=2).

Остеосцинтиграфию в режиме «все тело» выполняли всем пациентам через 3-4 часа после в/в введения 740 МБк меченных ^{99m}Tc фосфатов («Пирфотех ^{99m}Tc»). Для этого использовали двухдетекторные гаммакамеры Siemens Symbia T16 или Philips Forte с низкоэнергетическими коллиматорами высокого разрешения (LEHR) и скоростью сканирования 10 см/мин. Всем больным с подозрением на метастазы очагами патологической гиперфиксации в скелете выполняли ОФЭКТ-КТ в «двухкратном» режиме.

ОФЭКТ-КТ проводили на аппарате фирмы Siemens «Symbia T16» с использованием коллиматора (LEHR). Параметры однофотонно-эмиссионного сканирования — матрица 128x128, угол ротации для каждого детектора 180 градусов, количество кадров 64, время экспозиции кадра 7 сек. Параметры сканирования при спиральной КТ — напряжение трубки 120 Кв, 80-100 mAs, время оборота трубки 0,7-0,8 сек, время сканирования 20-25 секунд, толщина среза 5 мм с реконструкцией 3 мм, шаг стола 1,2 мм. Обработку полученных данных проводили на рабочей станции Syngo: для сцинтиграфических данных применяли итеративный метод реконструкции (iterations -8, subsets — 16). Для реконструкции данных КТ использовали метод фильтрованных обратных проекций. Во всех случаях выполняли коррекцию

ослабления. Состояние скелета на КТ оценивали с использованием фильтра B60 и костного окна. Общая длина зоны сканирования составила 1024 см, общее время сканирования — 20 минут.

Найденные очаги в скелете при планарном исследовании строго сопоставляли с данными ОФЭКТ-КТ. При анализе доброкачественными считали очаги гиперфиксации РФП, обусловленные дегенеративно-дистрофическими (субхондральный склероз, краевые костные разрастания, спондилоз, тендиноз) или посттравматическими изменениями, а также такими доброкачественными новообразованиями, как оссифицирующие энхондромы.

Очаги классифицировали как злокачественные при наличии в них костной деструкции различного рентгенологического типа с разрушением губчатого и/или компактного костного вещества и выходом процесса в мягкие ткани. Подозрительными на метастазы считали очаги гиперфиксации РФП в губчатом веществе костей без признаков деструкции или других доброкачественных изменений на КТ. Все полученные изображения интерпретировали независимо друг от друга два радиолога и рентгенолог с опытом работы более 10 лет.

Результаты и обсуждение

Анализ по пациентам

При планарном исследовании подозрение на мтс-поражение определялось у 41 из 227 больных, что составило 19% всех наблюдений. Все очаги были идентифицированы и повторно проанализированы с помощью ОФЭКТ-КТ. При этом доброкачественные изменения выявлены у 29 (71%), метастатические у 7 (17%) больных. В 5 (12%) случаях характер изменений остался неясным и потребовал дальнейшего наблюдения. Общая характеристика исследуемой группы представлена в табл.1.

Анализ по очагам

При планарном исследовании в анализируемой группе больных обнаружено 59 подозрительных на метастазы очагов гиперфиксации РФП. При этом солитарные очаги были выявлены у 27 больных. Все очаги идентифицированы на ОФЭКТ-КТ, при этом 45 были расценены как доброкачественные, 8 — злокачественные, 6 — рассматривались как подозрительные в отношении метастатического поражения. Локализация выявленных при планарном исследовании единичных очагов и соответствующие заключения ОФЭКТ-КТ представлены в табл. 2 и 3. Из двух больных с многочисленными (3-5) очагами гиперфиксации РФП в скелете диагноз вторичного поражения на ОФЭКТ-КТ был подтвержден у одного. Тогда, как у второго больного, были диагностированы многочисленные переломы на фоне остеопороза и дегенеративно-дистрофические изменения. У двух пациентов дополнительно на ОФЭКТ-КТ определялась мелкая литическая деструкция, не сопровождавшаяся

Таблица 1. Общая характеристика исследуемой группы больных (n=41)

№	Пол	Возр.	Первичная опухоль	Планарный режим		ОФЭКТ-КТ	
				Количество подозрительных на метастаз очагов	Количество неспециф. очагов	Количество метастатических очагов	Количество неспециф. очагов
1	ж	78	мж	1	0	0	1
2	ж	57	мж	1	1	0	2
3	ж	65	мж	2	0	0	2
4	м	60	л	1	5	1	5
5	м	60	почка	1	3	0	4
6	ж	60	мж	1	3	0	4
7	ж	64	мж	1	0	0	1
8	ж	71	мж	2	0	1	2
9	ж	59	мж	1	0	0	1
10	м	52	л	1	0	0	1
11	ж	64	щж	1	2	0	3
12	ж	50	мж	2	2	0	4
13	м	73	л	5	5	7	5
14	ж	46	мж	0	0	0	1
15	ж	52	мж	1	0	2	0
16	м	70	л	2	0	0	2
17	ж	59	мж	1	0	0	1
18	ж	63	мж	1	1	1	1
19	ж	65	мж	1	0	0	1
20	ж	55	мж	2	0	0	2
21	м	59	щж	1	0	1	0
22	м	52	л	2	0	0	2
23	м	66	пр.ж	1	1	10	2
24	ж	52	мж	2	0	0	2
25	ж	80	л	5	1	0	7
26	ж	63	мж	1	0	0	1
27	ж	46	мж	1	0	0	1
28	ж	65	мж	2	0	0	3
29	ж	66	мж	1	0	0	1
30	ж	62	мж	1	0	4	0
31	м	78	пр.ж	1	0	0	1
32	ж	70	гин	1	0	0	1
33	ж	58	мж	1	0	1	1
34	ж	53	мж	1	0	0	0
35	ж	51	мж	2	2	0	4
36	ж	58	мж	1	1	0	2
37	ж	28	мж	2	0	10	0
38	ж	65	мж	1	0	0	1
39	ж	60	мж	1	1	0	2
40	ж	58	рнпл	2	0	2	1
41	ж	52	мж	1	0	1	0

Примечания: мж-молочная железа, щж-щитовидная железа, пр.ж –предстательная железа, Рнпл — рак невыясненной первичной локализации, гин.- гинекологический рак, л- легкое.

повышением накопления меченных ^{99m}Tc фосфатов. Эти метастатические очаги характеризовались преимущественно смешанным (3) и литическим (3) типами деструкции и не превышали 15 мм в диаметре.

Таблица 2. Основные причины гиперфиксации меченных ^{99m}Tc фосфатов в скелете

Причины повышенного накопления РФП при остеосцинтиграфии скелета	
Локализованные	Генерализованные
Метастазы Травматическое повреждение Остеомиелит Дегенеративно-дистрофические изменения Первичные опухоли костей (остеоСА) Дисплазии костей Постоперационные изменения Локальное повышение кровотока и снижение симпатического контроля	Диффузные метастазы при карциноме предстательной и молочной желез Гиперпаратиреоз Почечная остеодистрофия Гематологические заболевания

На протяжении последних десятилетий остеосцинтиграфия с мечеными ^{99m}Tc фосфатами остается одним из ведущих методов диагностики метастатического поражения скелета и входит в стандарт обследования больных при раке молочной железы стадии IIВ и выше, предстательной железы с уровнем ПСА более 10 нг/мл и пр. (NCCN, 2012). Механизм визуализации метастатических «горячих» очагов связан с включением меченных ^{99m}Tc фосфатов в минеральный обмен костной ткани и активным накоплением в участках повышенного костеобразования (минерализации), сопровождающих костную деструкцию. Степень накопления РФП в кости существенно зависит от кровотока, капиллярной проницаемости, локального кислотно-щелочного баланса, давления жидкостей, доли минерализуемой кости и пр. [6,10]. Повышенное накопление препарата в костях может быть связано с усилением любого из этих факторов и отмечено при многих заболеваниях (табл.2). Кроме того, существуют такие потенциальные причины для ошибочной интерпретации скинтиграфических данных как артефакты от инъекции РФП, импланты костей, артефакты сдавления и обызвествления в мягких тканях и пр. Все это приводит к значительному снижению специфичности и выявлению большого количества «неясных» или подозрительных на метастазы очагов на скинтиграммах.

В нашем исследовании подобные изменения были выявлены у 41 больного, что составило

19% всех обследованных больных. При этом, в большинстве случаев изменения на скинтиграммах имели характер очаговой гиперфиксации РФП. После проведения ОФЭКТ-КТ затруднения в оценке природы выявленных изменений остались у 5 (12%) больных и были связаны с отсутствием каких-либо структурных нарушений по данным КТ (рис.1А-В). Мы предполагаем, что в большинстве случаев эти очаги являются метастазами на ранних этапах своего развития без видимого изменения рентгеноморфологии. Анализ распределения выявленных при планарном исследовании подозрительных на мтс единичных очагов в скелете (табл. 3 и 4) показывает, что большинство из них определялось в позвонках (22), реже — костях таза (8), метафизах длинных трубчатых костей (6), ребрах (5), костях черепа (4), груди (3), лопатке (1). Преобладание «неясных» очагов в позвоночнике по нашему мнению может быть связано с несколькими причинами: 1 — трудности интерпретации полученных данных из-за сложного анатомического строения, 2 — большое количество различных патологических процессов, 3 — настороженность врача, поскольку весьма часто (60%) выявляется метастатическое поражение у онкологических больных.

При уточнении природы обнаруженных очагов с помощью ОФЭКТ-КТ метастатический характер изменений был подтвержден в 4 случаях: теменная кость, ребро, грудина, подвздошная кость. Кроме того, по одному метастазу было диагностировано в грудном отделе позвоночника и межвертельной зоне бедренной кости. Такая локализация не противоречит общим принципам метастазирования, согласно которым, опухолевые клетки чаще развиваются в костномозговых пространствах губчатого вещества, богатых васкуляризованным костным мозгом [1,17,18,20]. По нашим данным, из 22 обнаруженных единичных очагов в позвоночнике метастазом на ОФЭКТ-КТ оказался лишь один (рис 2А-В), в двух очагах характер изменений остался непонятным и потребовал динамического контроля. В остальных случаях были выявлены такие неспецифические изменения как спондилоартроз (10), грыжи Шморля (7), межостистый неартроз или синдром Ботрупа (1), спондилит (1) (рис. 3-4 А-В).

Кроме этого, у одного больного была выявлена первичная доброкачественная хрящевая опухоль бедренной кости — оссифицирующая энхондрома, имитирующая метастатическое поражение при остеосцинтиграфии в планарном режиме (рис.5).

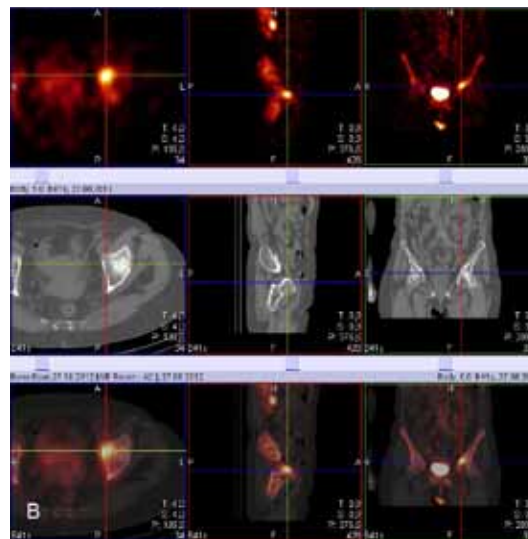
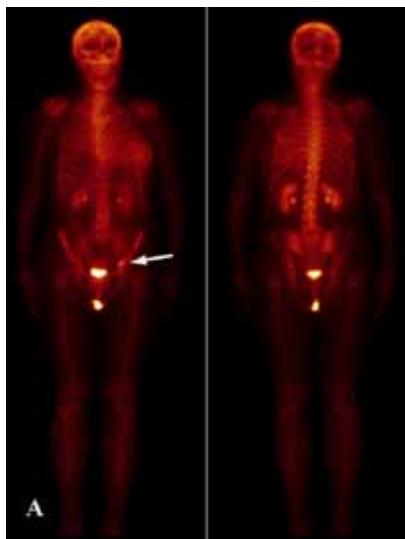


Рис.1А. Остеосцинтиграфия в планарном режиме. Очаг гиперфиксации РФП в крыше левой вертлужной впадины подозрительный на метастаз, указан стрелкой.

Рис.1В. ОФЭКТ-КТ. Тот же больной. Очаг гиперфиксации РФП в крыше левой вертлужной впадины без КТ признаков костной деструкции и артроза. Характер изменений остался не ясен. Метастаз?

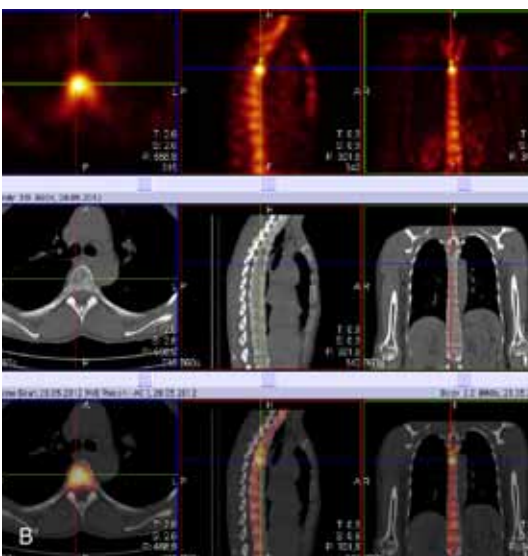
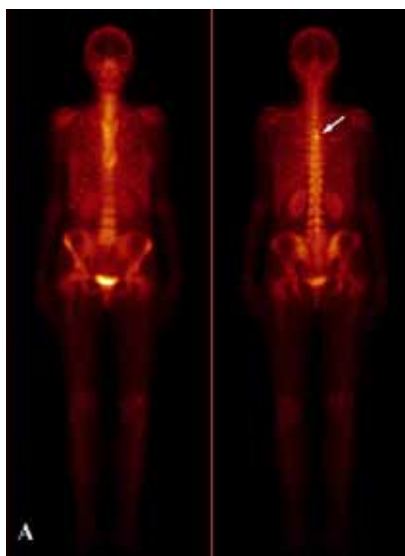


Рис.2А. Остеосцинтиграфия в планарном режиме. Очаг гиперфиксации РФП в проекции тела Th5 позвонка подозрительный на метастаз, указан стрелкой.

Рис.2В. ОФЭКТ-КТ. Патологическая гиперфиксация РФП и литическая деструкция тела Th5 позвонка.

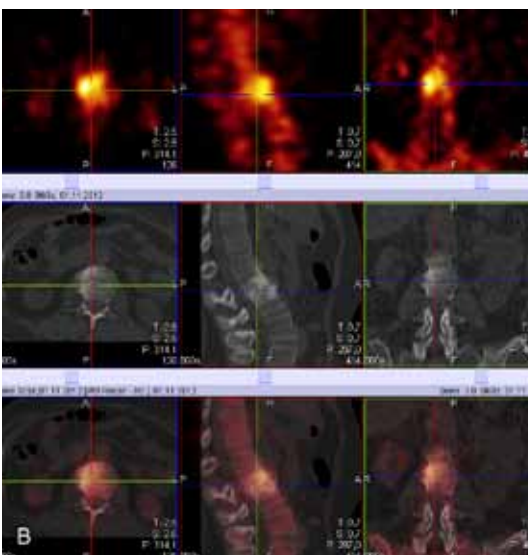
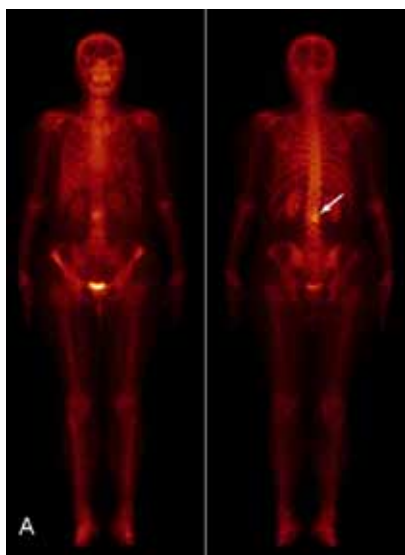


Рис.3А. Остеосцинтиграфия в планарном режиме. Очаг гиперфиксации РФП в проекции L3 позвонка, подозрительный на метастаз.

Рис.3В. ОФЭКТ-КТ той же больной. Очаг гиперфиксации РФП обусловлен неспецифическими изменениями: склероз замыкающих пластинок позвонков, грыжа Шморля и спондилез.

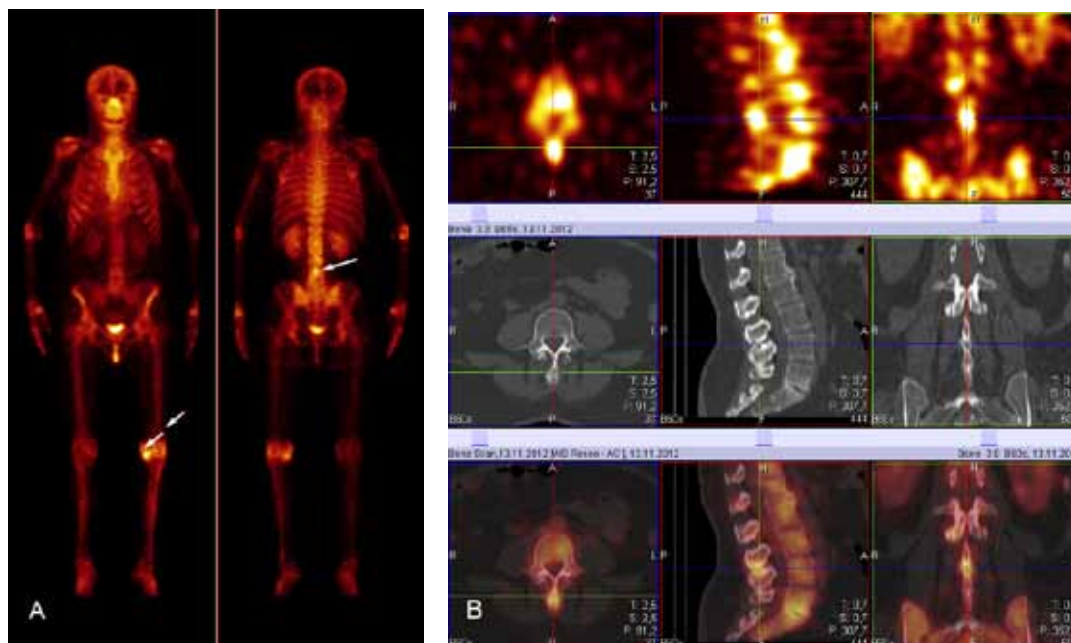


Рис.4А. Остеосцинтиграфия в планарном режиме. Очаг гиперфиксации РФП в проекции остистого отростка L4 позвонка, подозрительный на метастаз (стрелка). Также определяется гиперфиксация РФП в проекции суставных поверхностей левого коленного сустава неспецифического характера (двойные стрелки).

Рис.4В. ОФЭКТ-КТ, той же больной. Межостистый неартроз L3-L4 (синдром Ботрупа). Данных за метастаз не получено.

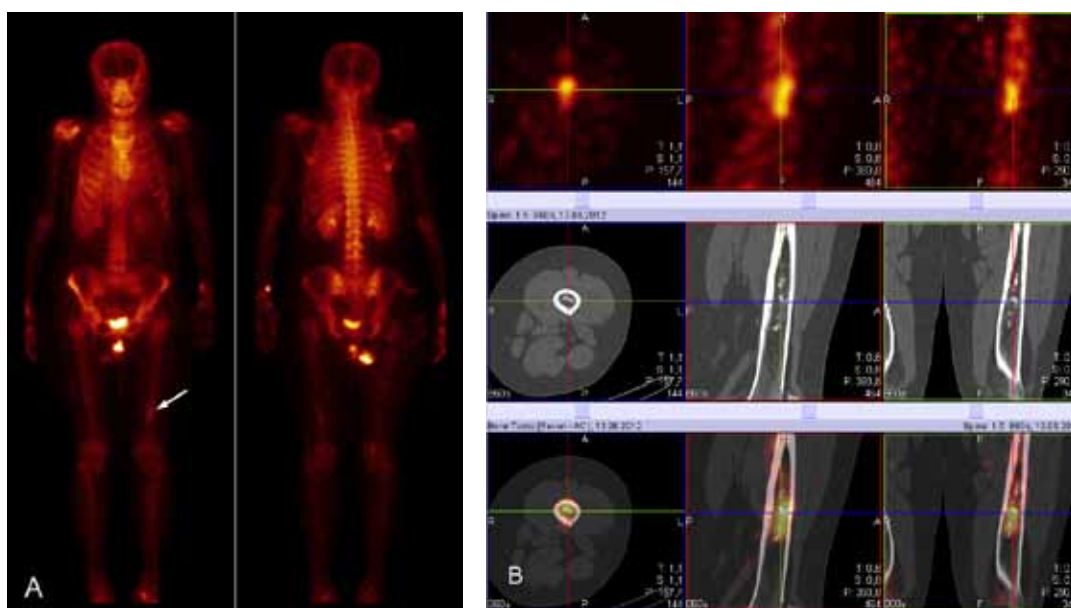


Рис.5А. Остеосцинтиграфия в планарном режиме. Очаг гиперфиксации в дистальном отделе левого бедра, подозрительный на метастаз.

Рис.5В. ОФЭКТ-КТ той же больной. Определяется энхондрома дистальной трети бедра с характерными «хлопье-видными» обызвествлениями в структуре.

Таблица 3. Локализация солитарных очагов (n=27) при планарном исследовании и заключения о характере этих изменений по ОФЭКТ-КТ

№	Локализация очага гиперфиксации РФП при планарном исследовании		Заключение ОФЭКТ-КТ
	отдел скелета или кость	в кости	
1	шейный отдел позвоночника	корень дуги позвонка	спондилоартроз
2	грудной отдел позвоночника	тело позвонка	грыжа Шморля, склероз замыкающих пластинок позвонков и спондилез
3	грудной отдел позвоночника	тело позвонка	метастаз
4	поясничный отдел позвоночника	корень дуги позвонка	спондилоартроз
5	поясничный отдел позвоночника	корень дуги позвонка	спондилоартроз
6	поясничный отдел позвоночника	тело позвонка	грыжа Шморля и склероз замыкающих пластинок позвонков, спондилез
7	поясничный отдел позвоночника	тело позвонка	грыжа Шморля и склероз замыкающих пластинок позвонков
8	поясничный отдел позвоночника	остистый отросток	межостистый неоартроз (с-м. Ботрупа)
9	поясничный отдел позвоночника	тело позвонка	грыжа Шморля и склероз замыкающих пластинок позвонков, спондилез
10	крестцовый отдел позвоночника	тело позвонка	спондилит
11	подвздошная кость	крыло	тендиоз
12	подвздошная кость	тело и крыша т/б сустава	артроз т/б сустава
13	подвздошная кость	крыло	тендиоз
14	подвздошная кость	тело и крыша т/б сустава	метастаз
15	подвздошная кость	тело и крыша т/б сустава	артроз т/б сустава
16	подвздошная кость	крыша т/б сустава	структура не изменена (mts?)
17	грудина	рукоятка и тело	артроз сустава
18	грудина	рукоятка и тело	посттравматические изменения
19	грудина	рукоятка	метастаз
20	бедренная кость	дистальный эпиметафиз	перелом
21	бедренная кость	дистальная треть	энхондрома
22	ребро	задний отрезок	метастаз
23	ребро	боковой отрезок	структура не изменена (mts?)
24	лобная кость	диплоэ	структура не изменена (mts?)
25	теменная кость	диплоэ	структура не изменена (mts?)
26	большеберцовая кость	проксимальный метафиз	тендиоз
27	малоберцовая	проксимальный метафиз	флебит

Таблица 4. Локализация двух очагов (n=11) при планарном исследовании и заключения о характере этих изменений по ОФЭКТ-КТ

Клиническое наблюдение	Локализация очагов гиперфиксации РФП при планарном исследовании		Заключение ОФЭКТ-КТ
	отдел скелета или кость	в кости	
1	грудной отдел позвоночника	тела позвонков	грыжи Шморля и склероз замыкающих пластинок позвонков
2	грудной отдел позвоночника и ребро	корень дуги позвонка и передний отрезок ребра	спондилоартроз и шейное ребро
3	поясничный отдел позвоночника	корни дуг позвонков	спондилоартроз
4	поясничный отдел позвоночника	корни дуг позвонков	спондилоартроз
5	поясничный отдел позвоночника и ребро	тело позвонка и боковой отрезок ребра	грыжа Шморля и перелом ребра
6	поясничный отдел позвоночника и плечевая кость	Тело позвонка и проксимальный метадиафиз плечевой кости	Спондилоартроз и инфаркт костного мозга в плечевой кости
7	Поясничный отдел позвоночника	Тело и корень дуги	Без структурных изменений (mts?)
8	Крестец и подвздошная кость	корень дуги позвонка, тело и суставная впадина в подвздошной	Спондилоартроз и артроз в т/б суставе
9	ребро и седалищная кость	Боковой отрезок ребра и тело подвздошной	переломы
10	теменная и лобная кости	диплоэ	метастазы
11	подвздошная и бедренная кости	тело и суставная впадина подвздошной, проксимальный метафиз	артроз в т/б суставе и метастаз в межвертельной зоне бедренной кости

Редкая частота метастатического поражения позвоночника у исследованных нами больных, возможно, связана с выборкой анализируемой группы. Тем не менее, подавляющее количество диагностированных нами спондилоартрозов и грыж Шморля, по-видимому, является отражением возраста исследуемых пациентов и частотой дегенеративно-дистрофических и остеопорозных изменений.

При анализе рентгенологических изменений в метастатических очагах отмечено преобладание смешанного и литического типов деструкции, что может быть связано с высокой частотой больных (28) раком молочной железы, зачастую имеющих вышеуказанные типы деструктивных изменений.

Недостатком нашего исследования мы считаем отсутствие морфологической верификации у 5 больных с неясными на ОФЭКТ-КТ изменениями в скелете. Для уточнения их природы необходимы прицельная биопсия под контролем КТ или наблюдение в течение 4-6 месяцев. Результаты динамического наблюдения планируется представить в нашей следующей работе.

В целом, можно сказать, что факторы, снижающие информативность остеосцинтиграфии в планарном режиме, не препятствовали правильной оценке выявленных изменений на ОФЭКТ-КТ. Таким образом, использование гибридной технологии позволило избежать многих диагностических ошибок.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости использования ОФЭКТ-КТ у больных с единичными очагами патологической гиперфиксации РФП в скелете, а также в случаях с высоким риском его метастатического поражения на фоне неспецифических изменений.

Заключение

Новая гибридная технология ОФЭКТ-КТ позволяет в большинстве случаев уточнить характер изменений в скелете у больных с «неясными» и подозрительными на метастазы очагами патологической гиперфиксации РФП в скелете. Кроме этого, ОФЭКТ-КТ можно рассматривать как метод выбора у больных с выраженными неспецифическими изменениями в скелете и высокой вероятностью его метастатического поражения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веснин А.Г., Семенов И.И. Атлас лучевой диагностики опухолей опорно-двигательного аппарата. – СПб. – 2002. – С. 129-139.
2. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. – Томск. – 2004. – С. 280-285.
3. Abe K., Sasaki M., Kuwabara Y., et al. Comparison of 18FDG-PET with 99mTc-HDMP scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with breast cancer // *Ann. Nucl. Med.*-2005.- Vol. 19.-P. 573-579. Mar 1991. – Vol. 11. – № 2. – P. 219-232.
4. Berrettoni B., Carter J.R. Mechanisms of cancer metastasis to bone // *J Bone Joint Surg Am.* – 1986. – Vol. 68. – P. 308-312.
5. Bonakdarpour A., Reinus W.R., Khurana J.S. (Eds.) *Diagnostic Imaging of Musculoskeletal Diseases. A Systematic Approach.* Springer Science+Business Media, LLC. – 2010. – P. 302-308.
6. Citrin D.L., Bessent R.G., Greig W.R. A comparison of the sensitivity and accuracy of the 99m Tc-phosphate bone scan and skeletal radiograph in the diagnosis of bone metastases // *Clin Radiol.* – 1977. – Vol. 28. – P. 107-117.
7. Claus-Peter A. *Knochenkrankheiten* // Georg Thieme Verlag Stuttgart. – New York: – 1983. – S. 216-226.
8. Dickinson F., Liddicoat A., Dhingra R., Finlay D. Magnetic resonance imaging versus radionuclide scintigraphy for screening in bone metastases // *Clin Radiol.* – 2000. – Vol. 55. – P. 653.
9. Eustace S., Tello R., DeCarvalho V. et al. A comparison of whole-body turboSTIR MR imaging and planar 99m Tc-methylene diphosphonate scintigraphy in the examination of patients with suspected skeletal metastases // *Am J Roentgenol.* – 1997. – Vol. 169. – P. 1655-1661.
10. Evans A.J., Robertson J.F. Magnetic resonance imaging versus radionuclide scintigraphy for screening in bone metastases // *Clin Radiol.* – 2000. – Vol. 55. – № 8. – P. 653-654.
11. Galasko C.S.B. Mechanisms of lytic and blastic metastatic disease of bone // *Clin Orthop.* – 1982. – Vol.69. – P. 20-27.
12. Gold R.I., Seeger L.L., Bassett L.W., Steckel R.J. An integrated approach to the evaluation of metastatic bone disease // *Radiol Clin North Am.* – 1990. – Vol. 28. – № 2. – P. 471-483.
13. Greenspan A., Jundt G., Remagen W. *Differential Diagnosis in Orthopaedic Oncology* // 2nd ed. – Lippincott Williams and Wilkins. – 2007. – P. 458-478.
14. Jambhekar N.A., Borges A. Metastases involving bone. In: Fletcher C.D.M., Unni K.K., Mertens F. eds. // *World Health Organization classification of tumours. Pathology and Genetics. Tumours of Soft Tissue and bone* Lyon: IARS Press. – 2002. – P. 334-335.
15. Kido D.K., Gould R., Taati F. et al. Comparative sensitivity of CT scans, radiographs, and radionuclide bone scans in detecting metastatic calvarial lesions // *Radiology.* – 1978. – Vol. 128. – P. 371-375.

16. McDougall I.R., Kriss J.P. Screening for bone metastases. Are only scans necessary? // JAMA. — 1975. — Vol. 231. — P. 46-50.
17. Meyers S.P. MRI of Bone and Soft Tissue Tumors and Tumorlike Lesions Thieme Stuttgart — New York, 2008. — P. 1-16.
18. Roodman G.D. Mechanisms of bone metastasis // N Engl J Med. — 2004. — Vol. 350. — P. 1655-1664.
19. Soderlund V. Radiological diagnosis of skeletal metastases // Eur Radiol. — 1996. — Vol. 6. — P. 587-595.
20. Unni K.K. Dahlin's Bone Tumors: General Aspects and Data on 11,087 Cases // 5nd ed. Lippincott — Raven. Philadelphia. — 1996. — P. 143-196.

P.I.Krzhivitsky, S.V.Kanaev, S.N.Novikov, L.A Zhukova, P.V.Krivorotko, O.I.Ponomareva, Yu.F.Negustorov

The use of SPECT-CT with ^{99m}Tc-labeled phosphates in patients with suspected skeletal metastases in planar bone scintigraphy

21. N.N.Petrov Research Institute of Oncology, St. Petersburg

We assessed the diagnostic capabilities of SPECT-CT in patients with unclear and suspicious on the secondary lesion with bone scintigraphy background in planar mode (227 patients (mean age — 57 years) with various primary malignancies). All patients underwent planar scintigraphy with ^{99m}Tc-labeled phosphates in the "whole body" mode and then — bizonal single-photon-emission computed tomography combined with X-ray computed tomography (SPECT-CT). In patients with the presence of lesions in the skeleton, suspicious on metastases, there was conducted comparison with the data of SPECT-CT. During planar investigation the suspicion on metastases was detected in 41 patients (18%). The use of SPECT-CT allowed excluding metastases in 29 (71%) and confirmed in 7 (17%) of them. In 5 (12%) cases the nature of the changes remained unclear. Thus, in cancer patients with revealed by planar bone scintigraphy unclear or suspicious for metastatic foci in the skeleton, the use of SPECT-CT allowed in most cases (88%) to clarify the nature of these changes.

Поступила в редакцию 30.07.2013