

**А.Д. Рыжков¹, А.С. Крылов¹, Г.Н. Мачак², С.М. Каспшик¹, А.Б. Блудов¹, Я.А. Щипахина¹,
Н.В. Кочергина¹**

МОНИТОРИНГ ЛЕЧЕНИЯ МЕТАСТАЗОВ ОСТЕОСАРКОМЫ С ПОМОЩЬЮ ОФЭКТ/КТ

1. Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ, Москва. E-mail: krilovas@rambler.ru; 2. Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова Минздрава РФ, Москва

А.Д. Рыжков – в.н.с., д.м.н.; А.С. Крылов – к.м.н., врач-радиолог; Г.Н. Мачак – д.м.н., член Европейского общества по изучению костно-мышечных опухолей; С.М. Каспшик – клинический ординатор; А.Б. Блудов – н.с., к.м.н.; Я.А. Щипахина – н.с., к.м.н.; Н.В. Кочергина – в.н.с., д.м.н., проф.

Реферат

Представлен клинический случай наблюдения с 2011 по 2018 гг. мужчины 1976 г. рождения с диагнозом остеогенной саркомы нижней трети правой бедренной кости. В процессе динамического наблюдения в лаборатории радиоизотопной диагностики НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина пациенту проведено 48 радионуклидных диагностических исследований: 24 остеосцинтиграфии в режиме всего тела, 19 ОФЭКТ/КТ зоны интереса и 5 динамических скintiграфий. Результаты радионуклидной диагностики позволили первыми выявить 6 эпизодов прогрессирования основного заболевания в виде появления новых метастазов в костях, правом легком и продолженного роста отдельных ранее выявленных метастазов в разные сроки наблюдения, причем раньше, чем рентгенологическим методом визуализации. Время от обнаружения рецидива заболевания по данным скintiграфии до начала терапии составляло от 1 до 12 мес. Связано это, в первую очередь, с недоверием клиницистов к результатам радионуклидных исследований, не подтвержденным на ранних этапах рентгенологически. В процессе лечения рецидивов основного заболевания пациент получил следующие стандартные и инновационные виды терапии: 10 курсов ПХТ, две операции по эндопротезированию правого коленного сустава и бедренной кости, верхняя лобэктомия правого легкого, дистанционная лучевая терапия на метастаз в левой подвздошной кости (СОД 52 Гр), лучевая терапия на аппарате «Кибернож» на метастаз в головке 7-го правого ребра и метастаз в правом легком, 2 сеанса ультразвуковой термоабляции на аппарате HIFU в области метастаза в шейке правой бедренной кости, введение бисфосфонатов – 5 курсов. Метод гибридной визуализации ОФЭКТ/КТ позволил надежно контролировать эффективность проводимой терапии. Постлучевые изменения в метастазах остеосаркомы заключаются в снижении костного (патологического) метаболизма, тогда как показатели радиоденситивности не изменяются. Впервые наблюдали эффект ультразвуковой термоабляции при лечении метастазов в костях. Эффект от лечения проявляется очень быстро и наглядно в виде дефекта накопления РФП, который является следствием повреждения сосудов опухоли и проявлением некроза тканей. Продemonстрировано преимущество ОФЭКТ с остеотропным РФП над ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ в наблюдении рецидива остеосаркомы. ОСГ и ОФЭКТ/КТ показали себя надежным методом динамического контроля за пациентом с остеогенной саркомой.

Ключевые слова: ОФЭКТ/КТ, сканирование скелета, остеогенная саркома, Кибернож, фокусированный ультразвук высокой интенсивности

Поступила: 12.03.2019. Принята к публикации: 21.05.2019

Описание исследований

Остеогенная саркома и ее метастазы являются одними из самых трудно поддающимися лечению опухолями. Совершенствование традиционных методик системного лечения (полихимиотерапия), с одной стороны, и привлечение методов локального воздействия, с другой стороны, позволяют надеяться, что эффективность лечения повысится. Мониторинг состояния болезни осуществляется с помощью методов функциональной визуализации (сцинтиграфия, ОФЭКТ, ПЭТ) и методов анатомо-топографической визуализации (КТ, МРТ). В последние два десятилетия в клиническую практику активно внедряется комбинированный метод визуализации ОФЭКТ/КТ. Смысл применения различных методов лучевой диагностики состоит в необходимости получения информации как о состоянии перфузии опухолевой ткани и клеточной функции, так и о пространственных и морфоструктурных изменениях в очаге опухолевого поражения [1]. В этой связи интересным представляется применение гибридного ОФЭКТ/КТ-исследования в диагностике и контроле лечения метастазов остеосаркомы.

Возможности ОСГ и комбинированной ОФЭКТ/КТ в диагностике признаков прогрессирования и регрессии метастазов остеосаркомы демонстрирует следующий клинический пример.

Пациент 1976 г.р. Диагноз основной по МКБ-10: C49.2 злокачественное новообразование соединительной и мягких тканей нижней конечности, включая тазобедренную область. Остеосаркома дистального отдела правой бедренной кости р(T₂N₀M₀, IV стадия). Телосложение: нормостеническое, рост 185 см, вес 71 кг. Вредные привычки отрицает. Впервые симптомы заболевания появились в декабре 2010 г. в виде нарастающих болей по задней поверхности правой бедренной кости в нижней трети. Появление болевого синдрома не связывает с травмой этой области. Самостоятельно принимал препараты группы НПВС, частично купировался болевой синдром. Впервые за медицинской помощью обратился к травматологу по месту жительства. Выполнена рентгенография правой бедренной кости, выявлена опухолевая патология. Проведена трепанобиопсия, по результатам которой установлен диагноз: остеогенная саркома, остеобластный вариант. Обратился в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Пересмотр готовых препаратов подтвердил диагноз. При скintiграфии скелета выявлено очаговое поражение дистального отдела правой бедренной кости без признаков вторичного поражения других отделов скелета (рис. 1).

Обследование пациента, как правило, осуществлялось в два этапа. Первым этапом проводилось исследо-



Рис. 1. Остеосцинтиграммы от 28.02.2011 г. в передней (а) и задней (б) проекциях. Стартовое исследование. В дистальном эпиметафизе правой бедренной кости определяется интенсивная гипераккумуляция РФП (1245 %). Метастатического поражения других отделов скелета не выявлено

вание в режиме «все тело» через 3 ч после внутривенного введения остеотропного радиофармпрепарата (РФП) ^{99m}Tc -фосфотех. Сцинтиграфия проводилась в положении больного лежа на спине с использованием коллиматора низких энергий фотонного излучения с высоким разрешением (LEHR). Использовались гамма-камеры Symbia Е или T₂ фирмы Siemens. Вводимая активность РФП составляла 444 МБк. Эффективная доза 2,5 мЗв. Регистрация импульсов проводилась на энергетическом пике 140 кэВ. Продолжительность планарного сцинтиграфического исследования составляла 20 мин (скорость движения стола 12 см/мин). После получения сцинтиграфического изображения всего тела производилась визуальная оценка полученного изображения с целью определения локализации очагов патологического накопления РФП и их размеров.

Вторым этапом проводилась ОФЭКТ/КТ зоны интереса, получение эмиссионных радионуклидных и трансмиссионных рентгеновских томограмм исследуемого участка тела, а также совмещенных изображений. Исследования выполнялись на комбинированной ОФЭКТ/КТ системе Simbia T₂ фирмы Siemens (низкоэнергетичной) с 2-срезовой конфигурацией

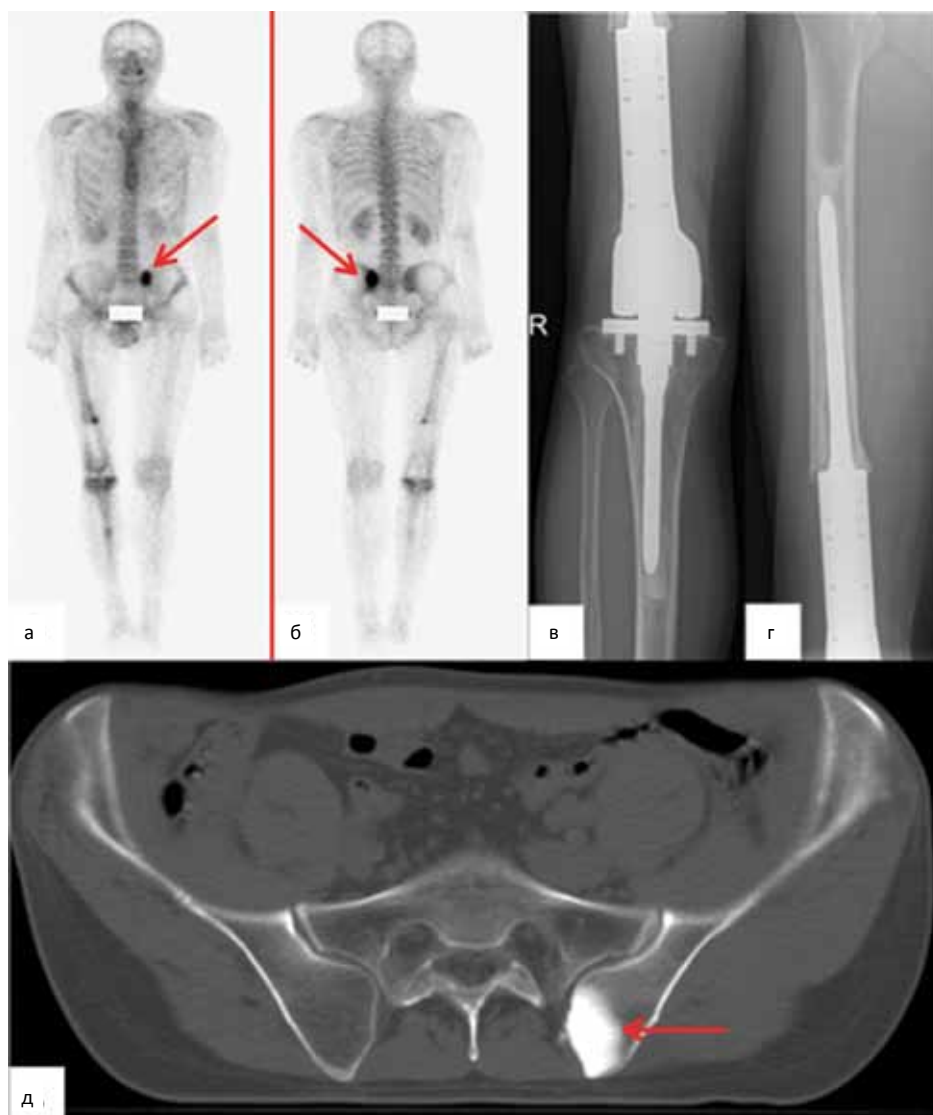


Рис. 2. Контрольный визит 23.10.2012 г. Состояние после эндопротезирования правого коленного сустава. На ОСГ (а, б) определяется единственный очаг гипераккумуляции РФП в крыле левой подвздошной кости (стрелки). В костях, фиксирующих эндопротез, отмечается физиологически повышенное накопление радиоиндикатора. ОФЭКТ/КТ не проводили. На рентгенограммах правой нижней конечности в прямой проекции (в, г) патологии не выявлено. На аксиальном срезе КТ костей таза (д) во внутренних отделах крыла левой подвздошной кости определяется высокоплотный очаг (1086 HU) – метастаз остеосаркомы. Прогрессирование основного заболевания I



Рис. 3. Контрольный визит 15.11.2013 г. На ОSG (а, б) определяется небольшой очаг умеренной гипераккумуляции РФП в хирургической шейке правой бедренной кости (стрелка) – нельзя исключить появление нового метастаза. В медиальном отделе крыла левой подвздошной кости дефект накопления РФП, обусловленные посттерапевтическими изменениями. ОФЭКТ/КТ не проводили. На прямой рентгенограмме костей таза (в) визуализируется пластический метастаз остеосаркомы в медиальном отделе крыла левой подвздошной кости (стрелка). В хирургической шейке правой бедренной кости без патологии

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°). Лучевые нагрузки при сцинтиграфии и КТ рассчитывали согласно методическим указаниям МУ 2.6.1. 3151-13 и МУ 2.6.1.2944-11 соответственно. Лучевые нагрузки при планарной сцинтиграфии составляли 2,5 мЗв, при низкодозной КТ варьировали от 1,4 до 2,2 мЗв. На ранних этапах наблюдения (2011–

2013) пациенту проведено 5 трехфазных остеосцинтиграфий с целью оценки динамики перфузии первичной опухоли и ее метастазов на фоне проводимой терапии и не нашедших отражение в настоящей работе по причине несистематичности исследований.

В 2011 г. пациенту проведено комбинированное лечение: неоадьювантная полихимиотерапия (2 курса доксорубицин и цисплатин, 3 курса – цисплатин), после

Рис. 4. Контрольный визит 06.02.2014 г. ОSG (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза. Здесь и далее аксиальные срезы в режиме совмещения (г), ОФЭКТ (д) и КТ (е). В хирургической шейке правой бедренной кости уровень аккумуляции РФП увеличился (стрелка). На КТ очаг пластической деструкции с высоким уровнем накопления РФП (7500 %, 958 NU). Прогрессирование основного заболевания П. Выявлен дополнительный очаг гипераккумуляции РФП в проекции правой половины Th7. На аксиальном срезе диагностической КТ от 07.02.2014 г. подозрение на пластический метастаз в головке 7-го правого ребра

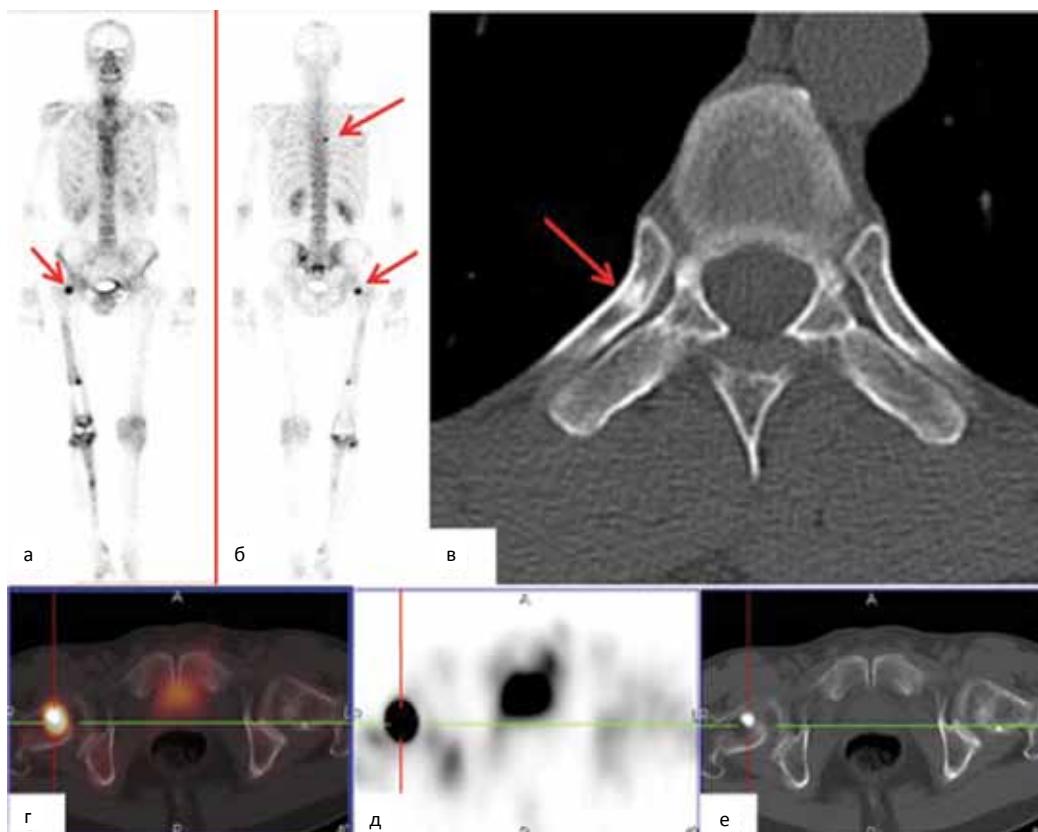




Рис. 5. Схематический рисунок, отражающий принцип действия HIFU терапии. Основной механизм терапии заключается в термической абляции тканей. Ультразвук высокой энергии обладает уникальным свойством проникать через здоровые ткани, не повреждая их, однако при фокусировке за счет линзы излучателя в небольшой зоне вызывает моментальное, в течение одной секунды, повышение температуры до 90 °С, достаточное для развития коагуляционного некроза. Так возникает очаг повреждения и некроза. Поверхностные и окружающие очаг ткани при этом остаются интактными

чего проведено хирургическое лечение 03.08.2011 г.: резекция нижней трети правой бедренной кости с одновременным эндопротезированием правого коленного сустава. Установлен цементный титановый эндопротез фирмы ProSpon (Чехия). Гистологическое заключение: остеосаркома бедренной кости с выраженным лечебным патоморфозом, объем некротизированной опухоли 93 %. После операции проведено

5 курсов адъювантной ПХТ. При контрольном исследовании от 23.10.2012 г. выявлен солитарный метастаз в задних отделах крыла левой подвздошной кости (рис. 2). Проведена лучевая дистанционная терапия области верхней половины левой подвздошной кости (20.11.2012 – 13.12.2012, РОД – 2,5 Гр, СОД – 52 Гр). При контрольном визите 15.11.2013 г. по данным планарной ОСГ заподозрен метастаз в шейке правой бедренной кости, но не подтвержденным при рентгенографии (рис. 3). Клиницистами принято решение о динамическом наблюдении за пациентом. Уже 06.02.2014 г. на ОСГ отмечается увеличение очага в шейке правой бедренной кости и появление дополнительного очага в проекции седьмого грудного позвонка. На КТ обнаружено уплотнение в головке 7-го правого ребра (рис. 4). Консилиум клиницистов принял решение о доказанности метастатического поражения шейки правой бедренной кости. Изменения в головке 7-го правого ребра требуют динамического наблюдения. В марте 2014 г. пациенту в ЦИТО им. Приорова проведено 2 сеанса ультразвуковой термоабляции на аппарате HIFU в области остеопластического метастаза в шейке правой бедренной кости (рис. 5). При контрольном осмотре от 15.04.2014 г. увеличился уровень накопления РФП в 7-м правом ребре (рис. 6). ОФЭКТ/КТ грудной клетки не проводили. Диагностическая КТ была проведена только 24.06.2014 г., по результатам которой подтвержден очередной рецидив заболевания (рис. 6). Пациенту проведена стереотаксическая лучевая терапия на роботизированной радиохирургической системе Кибернож (CyberKnife) с 14.07.2014 по 16.07.2014 на

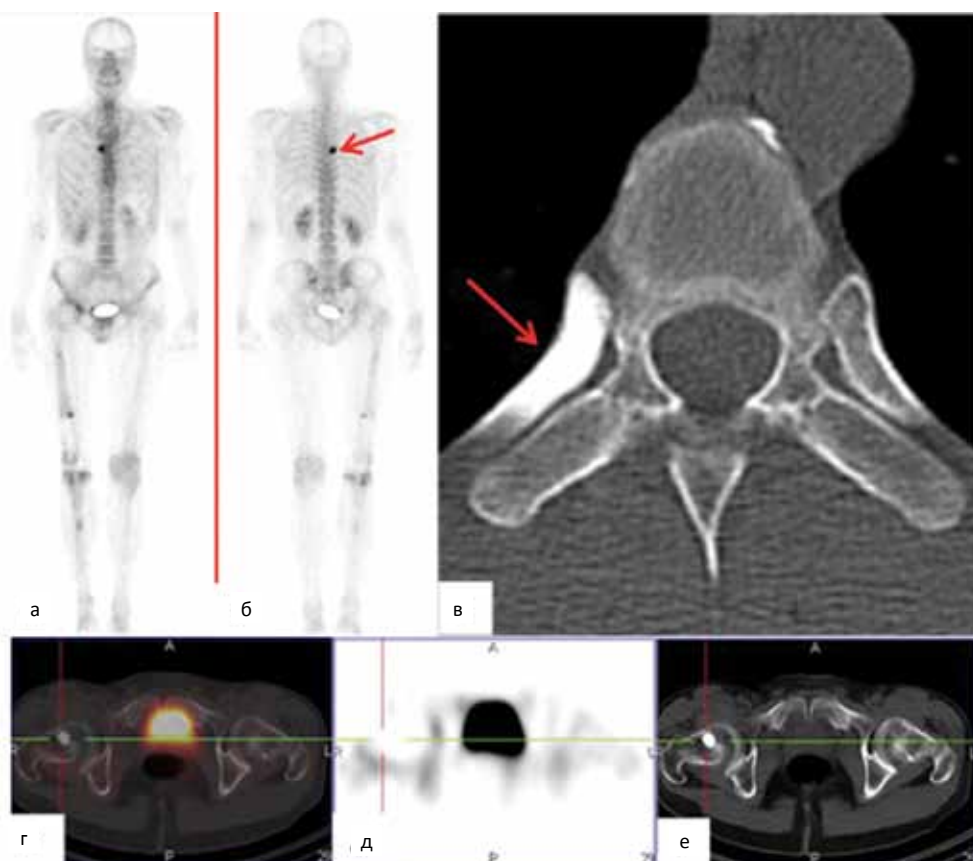


Рис. 6. Контрольный визит 15.04.2014. На ОСГ (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза (г, д, е) увеличился уровень накопления РФП в 7-м правом ребре (стрелка). В шейке правой бедренной кости очаг пластической деструкции с низким уровнем накопления РФП – 44 % (977–1096 НУ). Выраженная положительная динамика. Состояние левой подвздошной кости без динамики. На аксиальном срезе диагностической КТ (г), выполненного только 24.06.2014 г. выявлен пластический метастаз в головке 7-го правого ребра (стрелка). Прогрессирование основного заболевания III

Рис. 7. Контрольный визит 06.10.14. ОСГ (а, б) и ОФЭКТ/КТ грудной клетки (в, г, д). Сниженное накопления РФП по отношению к норме в головке 7-го правого ребра – состояние после лучевого лечения. В области локализаций других ранее определявшихся очагов (левая подвздошная кость, проксимальный отдел правой бедренной кости) – без признаков рецидива заболевания

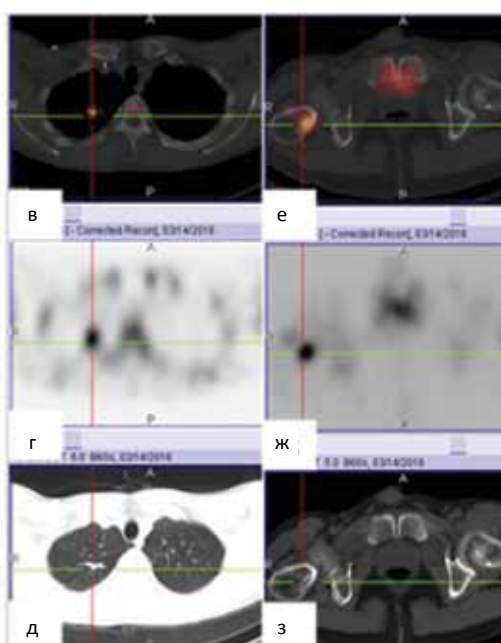
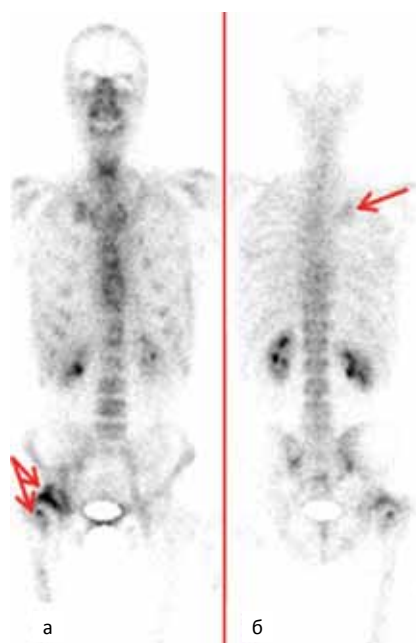
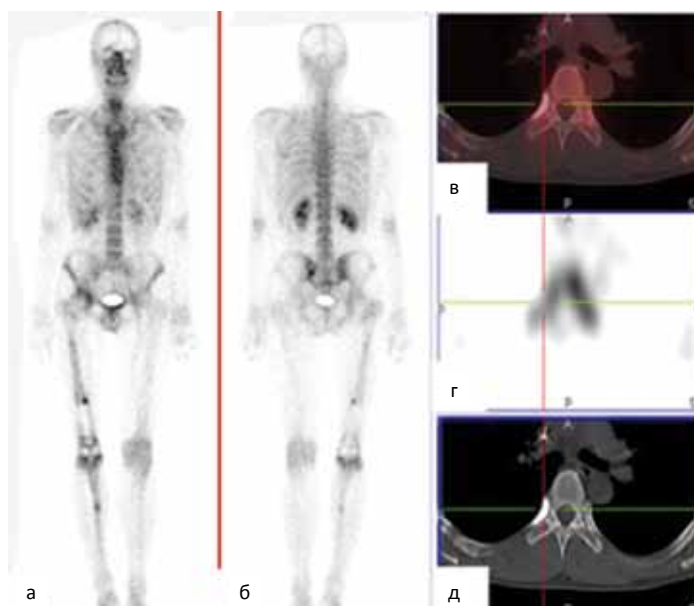


Рис. 8. Контрольный визит 14.03.2016. На ОСГ (а, б) определяется фокус гипераккумуляции РФП в верхних отделах правого гемиторакса – 300 % (стрелка). Неравномерное повышенное накопление РФП отмечается в области правого тазобедренного сустава (1034 %), с дополнительным очагом в подвертельной области (стрелки). Накопление РФП в области 7-го правого ребра и левой подвздошной кости – без динамики. На ОФЭКТ/КТ срезах грудной клетки (в, г, д) и таза (е, ж, з) определяется тяжистый очаг плотной ткани с гипераккумуляцией РФП в проекции верхушки правого легкого. Ранее не определялся. Определяется очаг гипераккумуляции РФП в подвертельной области правой бедренной кости. По КТ участки «нежного» уплотнения костной структуры. Ранее очаг не определялся

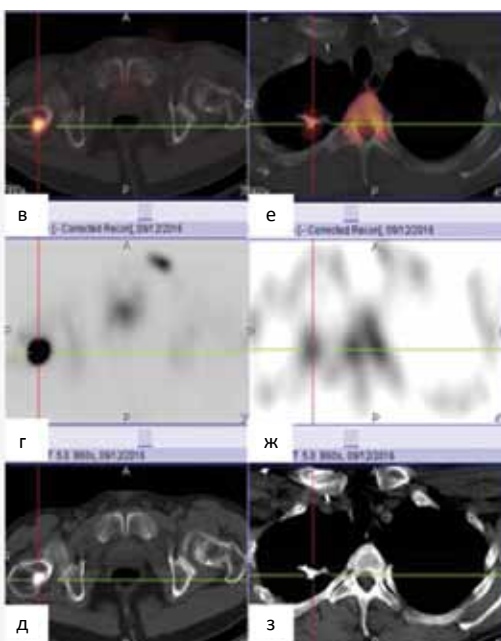
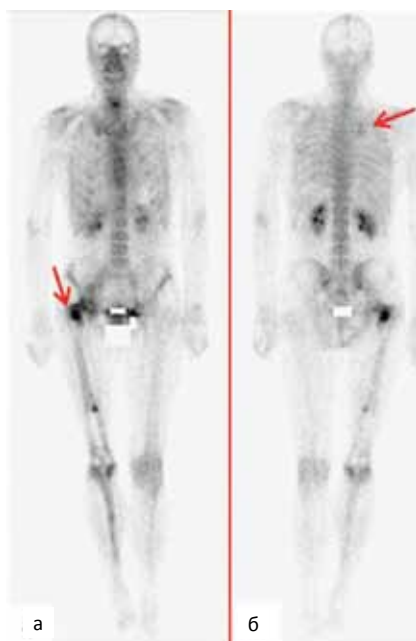


Рис. 9. Контрольный визит 12.09.2016. На ОСГ (а, б) сохраняется фокус гипераккумуляции РФП в верхних отделах правого гемиторакса (стрелка). Повысился уровень аккумуляции РФП в межвертельной области правой бедренной кости (стрелка). Накопление РФП в области 7-го правого ребра и левой подвздошной кости – без динамики. ОФЭКТ/КТ таза (в, г, д) и грудной клетки (е, ж, з). В проксимальном метафизе правой бедренной кости отмечается нарастание уровня накопления РФП с 1034 % до 2798 %. КТ – остеобластический очаг по типу плотной компактной кости размерами до 15×17×22 мм. В верхушке правого легкого наблюдается увеличение размеров очага с 38×21×5 мм до 45×33×5 мм и уровня аккумуляции РФП с 300 % до 350 %. Прогрессирование основного заболевания IV

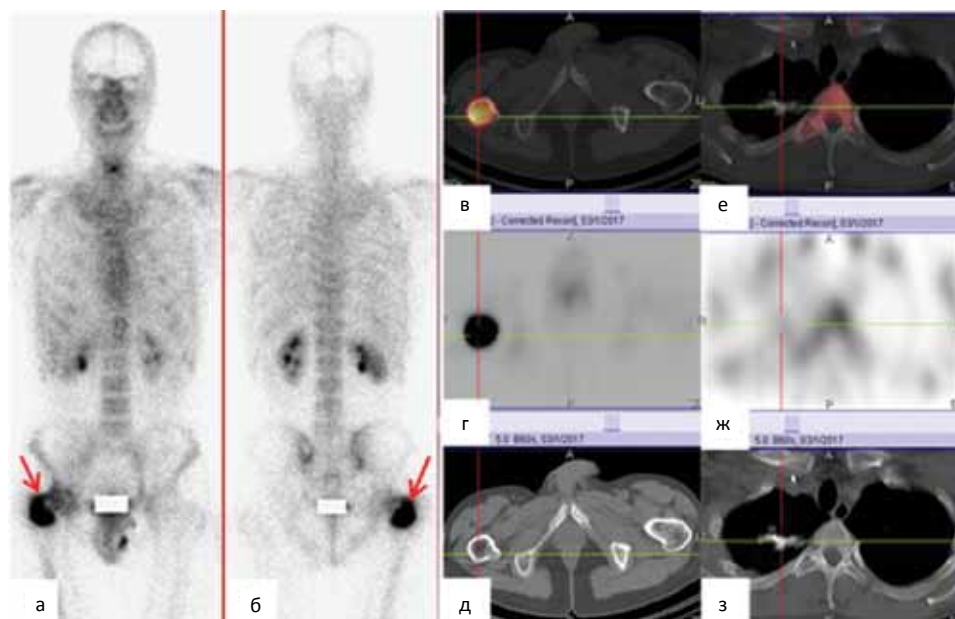


Рис. 10. Контрольный визит 01.03.2017 г. ОСГ (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза (в, г, д) и грудной клетки (е, ж, з). Выраженная гипераккумуляция РП в области проксимального отдела правой бедренной кости (шейка и межвертельная область, стрелки). По КТ – увеличение очага до 4,5×4×3,3 см. Прогрессирование основного заболевания V. Накопление РП в очаге в правом легком нормализовалось

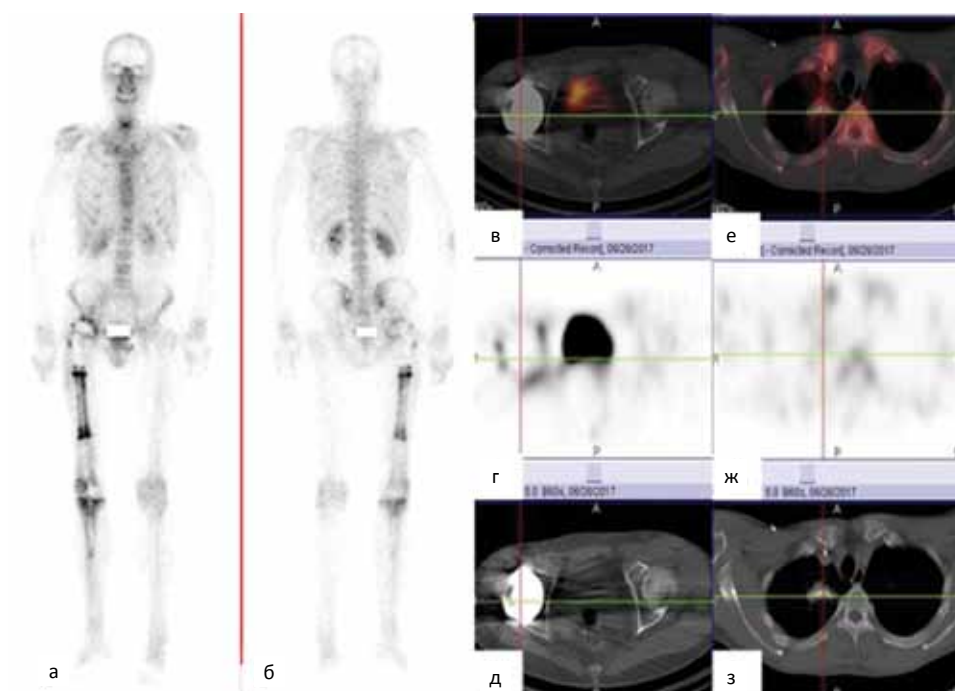


Рис. 11. Контрольный визит 26.06.2017 г. Состояние после резекции проксимального отдела правой бедренной кости с тотальным эндопротезированием правого бедра от 15.03.2017 г. ОСГ (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза (в, г, д) и грудной клетки (е, ж, з). Определяется гипераккумуляция РП в костях, фиксирующих эндопротез, и в окружающих мягких тканях правого бедра. КТ – невыраженная оссификация – послеоперационные изменения. В других локализациях патологического накопления РП не выявлено, дополнительно зон костной деструкции не обнаружено

область правого реберно-позвоночного сочленения на уровне 7-го грудного позвонка тремя фракциями по 15 Гр.

Очередной визит от 06.10.14 подтвердил отсутствие признаков рецидива заболевания и эффективность ранее проведенного лечения (рис. 7). В течение 2015 г. пациент наблюдался в клинике без признаков прогрессирования заболевания. Выполнено 3 контрольных скинтиграфических исследования в режиме всего тела и ОФЭКТ/КТ таза (3 раза) и грудной клетки (1 раз).

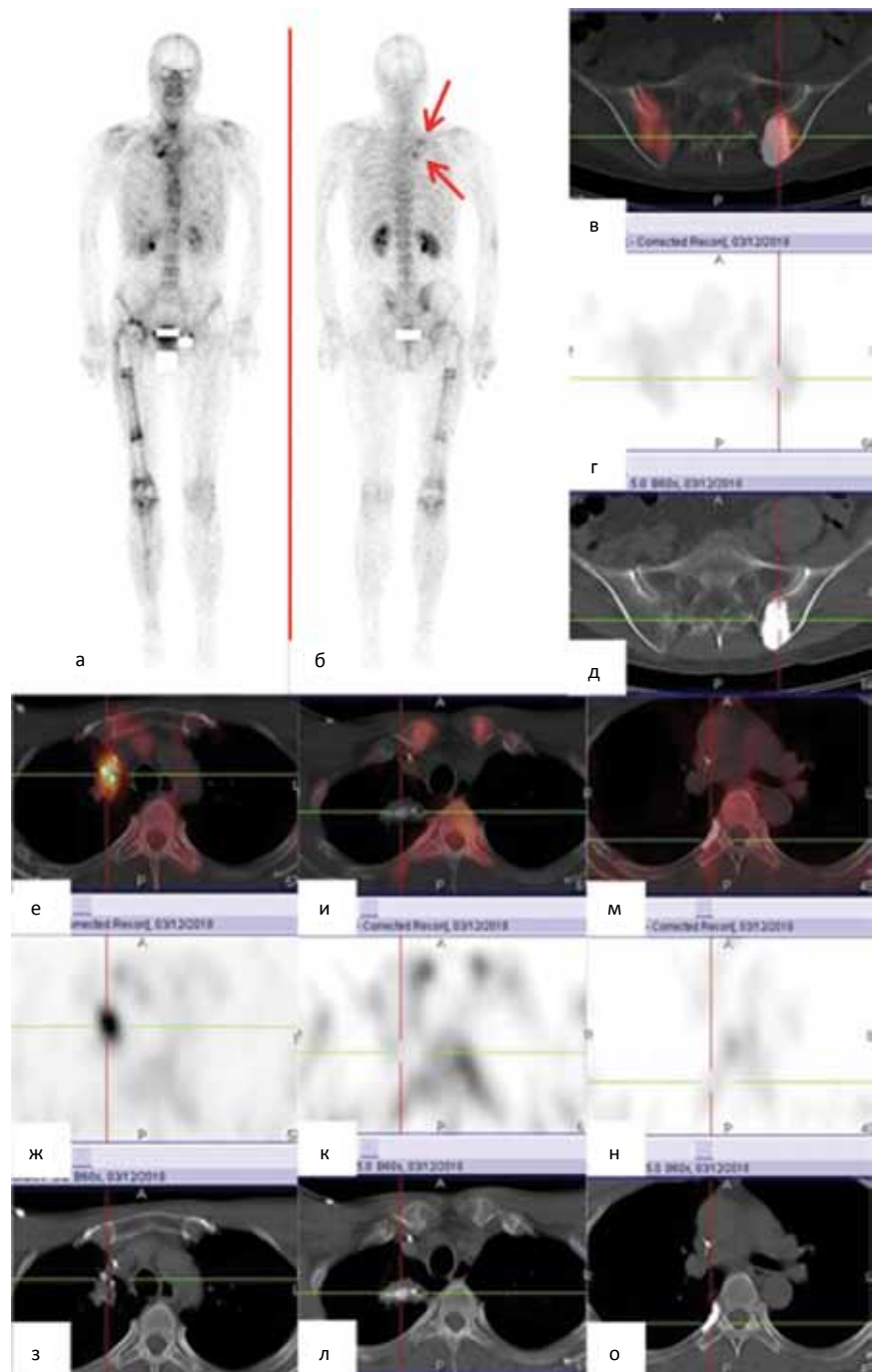
При контрольном обследовании от 14.03.2016 был вновь заподозрен рецидив заболевания в виде метастатического поражения верхушки правого легкого и пра-

вой бедренной кости (рис. 8). Клиницистами принято решение о динамическом наблюдении за пациентом.

Через полгода (12.09.2016) методами ОСГ и ОФЭКТ/КТ у пациента был подтвержден 4-й рецидив заболевания – метастазы в верхушке правого легкого и правой бедренной кости (рис. 9). Однако клиницисты сочли обоснованным доказательство метастатического поражения только правого легкого. Пациенту проведена стереотаксическая лучевая терапия на роботизированной радиохирургической системе Кибернож на метастаз в правом легком.

Контрольное исследование от 01.03.2017 показало нарастание аккумуляция РП в очаге в правой бедренной кости и увеличение его размеров, что яви-

Рис. 12. Контрольный визит 12.03.2018 г. ОСГ (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза (в, г, д) и грудной клетки на разных уровнях (е-о). На планарных сцинтиграммах в проекции верхушки правого гемиторакса стала повторно проявляться повышенная аккумуляция остеотропного РФП (стрелки). На ОФЭКТ/КТ появился дополнительный узел с участками патологического костеобразования в верхушке правого легкого, крайне подозрительный на рецидив заболевания (е, ж, з). В ранее выявленном метастазе в правом легком уровень аккумуляции РФП носит фоновый характер (и, к, л). В 7-м правом ребре (м, н, о) и левой подвздошной кости (в, г, д) метастазы в фазе полной репарации, без признаков остеометаболической активности



лось весомым доказательством для клиницистов в пользу метастатической природы и поводом для начала очередного этапа противоопухолевой терапии. Накопление РФП в очаге правого легкого нормализовалось, что подтверждает успех проведенной лучевой терапии (рис. 10). Пациенту проведено оперативное вмешательство 15.03.2017 в объеме: резекция проксимального отдела правой бедренной кости с тотальным эндопротезированием правого бедра. При радионуклидном исследовании от 26.06.2017 онкопатологии не выявлено (рис. 11). Однако уже через 9 мес при очередном осмотре (12.03.2018) обнаружено повышение уровня накопления остеотропного РФП в проекции верхушки правого гемиторакса с появлением

дополнительного узла с участками патологического костеобразования в верхушке правого легкого, крайне подозрительного на рецидив заболевания (рис. 12). Пациент клиницистами снова оставлен под динамическим наблюдением.

В мае 2018 г. пациент самостоятельно обратился в клинику JCHO Tokyo Shinjuku Medical Center (Япония) для консультации и прохождения ОСГ и ПЭТ/КТ (рис. 13). Изменения на представленных остеосцинтиграммах остаются без существенной динамики. ОФЭКТ/КТ пациенту не проводили. По данным ПЭТ/КТ, в верхушке правого легкого определяется кальцинированная опухоль без признаков метаболической активности. В правой подвздошной мышце обнаружен

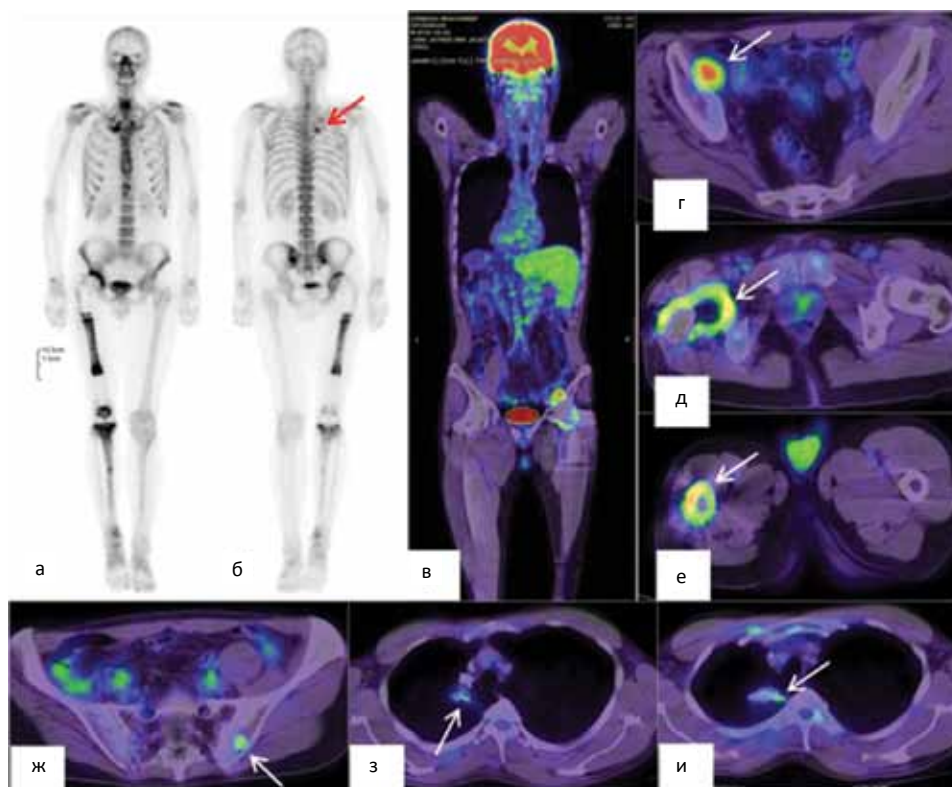


Рис. 13. Представленные снимки ОСГ (а, б) и ПЭТ/КТ (в-и) от 16.05.2018 г. и 14.05.2018 г. соответственно (перевод). На ОСГ сохраняется гипераккумуляция РФП в верхушке правого гемиторакса без динамики от 12.03.2018 г. На ПЭТ/КТ (з, и) в верхушке правого легкого определяется кальцинированная опухоль без патологической аккумуляции ^{18}F -ФДГ (стрелки). В правой подвздошной мышце очаг (г) с патологической гипераккумуляцией ^{18}F -ФДГ ($\text{SUV} = 6,2$). В медиальном отделе левой подвздошной кости (ж) уплотнение с признаками гиперметаболической активности ($\text{SUV} = 2,8$). Вокруг эндопротеза правой бедренной кости (д, е) диффузная гипераккумуляция РФП, обусловленная реактивными изменениями. Заключение: активная опухолевая ткань в левой подвздошной кости и правой подвздошной мышце

гиперметаболический очаг ($\text{SUV} 6,2$). В медиальном отделе левой подвздошной кости очаг остеосклероза с признаками гиперметаболической активности ($\text{SUV} 2,8$). Заключение японских коллег по данным ПЭТ/КТ: активная опухолевая ткань в левой подвздошной кости и правой подвздошной мышце.

С мая по август 2018 г. пациент к онкологу не обращался.

Контрольный визит в лабораторию радиоизотопной диагностики НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России от 27.08.2018 г. показал усиление уровня аккумуляции радиоиндикатора в патологических очагах в правом легком и увеличение их размеров (рис. 14). Дополнительно выявлена деструкция 3-го ребра справа, обусловленная последствиями постлучевого остеопороза – патологический перелом. В левой подвздошной кости стало определяться дополнительное уплотнение костной ткани с гипераккумуляцией радиоиндикатора кпереди от ранее пролеченного метастаза. Дифференциальная диагностика предполагает, что это развитие постлучевого остеонекроза или прогрессирование. Подтвержден очередной 6-й рецидив заболевания – активная опухолевая ткань в правом легком. По данным УЗИ 28.08.2018 г., увеличенных забрюшинных, подвздошных и паховых лимфоузлов не выявлено. Послеоперационные рубцы без признаков рецидива. Очаг повышенного накопления ^{18}F -ФДГ в правой подвздошной мышце соответствует месту крепления резецированной и подшитой к внутренней стенке таза подвздошной мышцы (состояние после эндопротезирования правой бедренной кости) – реактивные изменения.

Пациент обсужден на консилиуме. Рекомендовано лечение в объеме: верхняя лобэктомия правого легкого, динамическое наблюдение за изменениями в левой подвздошной кости. Проведено хирургическое лечение 18.09.2018 г. в объеме лобэктомии справа (удаление доли легкого). Гистология: в ткани легкого метастатические разрастания остеосаркомы высокой степени злокачественности.

При контрольном обследовании от 21.02.2019 г. признаков прогрессирования основного заболевания не выявлено. Изменения в левой подвздошной кости остаются без изменений, что позволяет предположить развитие постлучевого остеонекроза. Пациент находится под динамическим наблюдением.

Обсуждение

В настоящей работе продемонстрированы неоспоримые доказательства преимущества метода ОФЭКТ/КТ с остеотропными РФП над другими диагностическими методами, в том числе над ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ, в контроле пациента с остеогенной саркомой. Представленному пациенту неоднократно проводилась скинтиграфия костей с момента поступления в клинику в 2011 г. и по настоящее время [2, 3]. Результаты радионуклидной диагностики позволили первыми выявить 6 эпизодов прогрессирования основного заболевания в виде появления новых метастазов в костях, правом легком и продолженного роста старых очагов в разные сроки наблюдения, причем в некоторых случаях на несколько месяцев раньше, чем рентгенологический метод визуализации. Время от обнаружения рецидива заболевания по данным скинтиграфии до

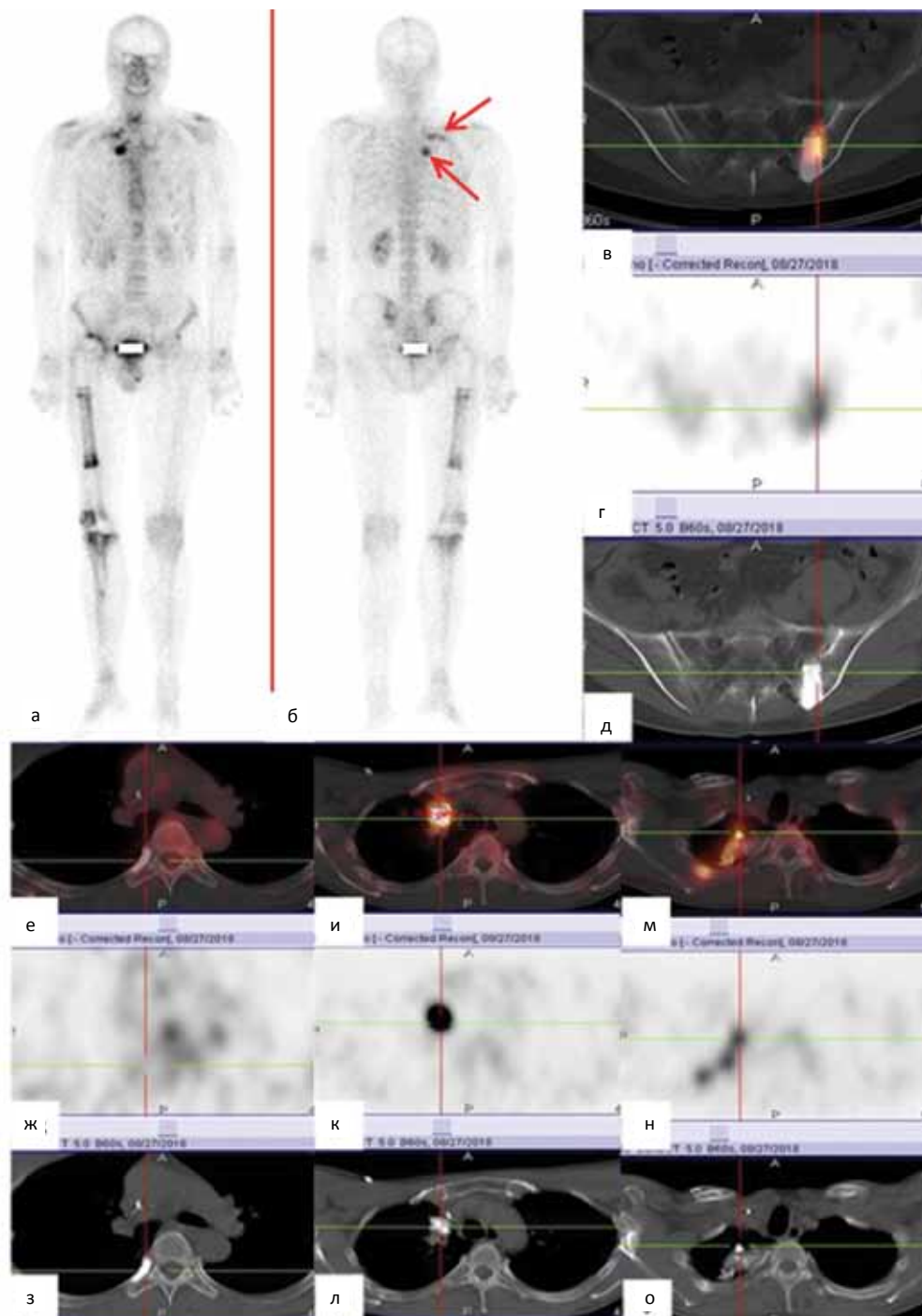


Рис. 14. Контрольный визит 27.08.2018 г. ОSG (а, б) и ОФЭКТ/КТ таза (в, г, д) и грудной клетки (е-о). На планарных скintiграммах отчетливо определяются очаги патологической гипераккумуляции РФП в верхушке правого гемиторакса (стрелки). По сравнению с представленными токийскими скintiграммами отмечается усиление уровня аккумуляции радиоиндикатора. На ОФЭКТ/КТ-срезах отмечается усиление уровня аккумуляции РФП в патологических очагах и увеличение их размеров. Дополнительно определяется очаговое накопление РФП в заднем отрезке 3-го правого ребра с его деструкцией по КТ – патологический перелом на фоне постлучевого остеопороза (м, н, о). В медиальном отделе крыла левой подвздошной кости стала определяться дополнительная остеосклеротическая формация с гипераккумуляцией радиоиндикатора кпереди от ранее пролеченного метастаза (в, г, д). Метастаз в головке 7-го правого ребра в фазе полной репарации (е, ж, з)

начала терапии составляло от 1 до 12 мес. Связано это было, в первую очередь, с недоверием клиницистов к радионуклидным результатам, не подтвержденным на ранних этапах рентгенологически. Только при первом рецидиве заболевания данные рентгенографии, совпав с результатами скintiграфии, позволили начать

своевременную терапию, тогда как при последующих рецидивах динамический срок наблюдения составлял в среднем 6 мес. Так при поражении шейки правой бедренной кости за пациентом наблюдали в течение года.

Хорошо известно, что скintiграфия в выявлении костных метастазов обладает высокой чувствительно-

стью и низкой специфичностью, тогда как КТ, напротив, относительно более низкой чувствительностью и высокой специфичностью. ОФЭКТ/КТ, как гибридный метод визуализации способен выявлять нюансы, которые при раздельном применении могли быть не выявлены или трактованы неверно. Возможности одновременного применения двух диагностических модальностей позволяют существенно поднять диагностическую эффективность метода радионуклидной диагностики в целом.

Остеогенная саркома обладает чрезвычайно высокой тропностью к костнонаправленным РФП. Кроме того, остеосаркома является единственной опухолью, внекостные метастазы которой также накапливают остеотропный РФП при скинтиграфии [4]. Это объясняется тем, что ее метастазы в мягких тканях (в большинстве случаев речь идет о поражении легких) на финальном этапе их развития приобретают гистопатологические свойства, сходные с костной тканью – способность к патологическому остеогенезу. У нашего пациента имеется вариант остеобластической остеосаркомы с высокой степенью кальцинации как первичной опухоли, так и ее метастазов в костях и легком. Такие особенности патофизиологии опухоли наглядно демонстрируются возможностями ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/КТ, выполненных в схожие сроки при развитии 6-го рецидива заболевания и до начала терапии. Так, ^{18}F -ФДГ интенсивно накопилась в тех областях опухоли, где процесс остеогенеза еще не завершился («мягкие» очаги). Также ПЭТ дала ложноположительный результат, обусловленный неправильной идентификацией воспалительного очага. Японские коллеги не учли особенности ранее проведенного оперативного вмешательства. Напротив, ОФЭКТ/КТ показала высокий уровень аккумуляции остеотропного РФП в тех зонах опухоли, где идет активная оссификация (плотные очаги) и умеренное в менее плотных областях, исключив накопление в зоне реактивных изменений в правой подвздошной мышце.

Помимо высокой чувствительности и специфичности в выявлении рецидивов остеосаркомы, ОФЭКТ/КТ позволила безошибочно контролировать эффективность проведенного лечения. Так, постлучевые изменения в метастазе остеосаркомы проявляются в снижении тканевого костного метаболизма ниже нормального уровня. При этом показатели радиоденситивности (в единицах Хаунсфилда) не меняются.

Данное наблюдение демонстрирует очевидные преимущества ОФЭКТ/КТ в диагностике и динамическом наблюдении больных с метастатическим поражением костей и позволяет рекомендовать более широкое применение данного метода.

Выводы

1. Пациент за время наблюдения осуществил 26 визитов в лабораторию радиоизотопной диагности-

ки. Ему проведено 48 исследований с остеотропными РФП, в том числе 24 ОСГ, 19 ОФЭКТ/КТ, 5 динамических исследований.

2. ОСГ и, в частности, ОФЭКТ/КТ позволили первыми выявить 6 эпизодов прогрессирования основного заболевания в виде метастатического поражения скелета и правого легкого, а также продолженного роста отдельных старых метастазов в разные сроки наблюдения и в среднем на 6 мес раньше, чем рентгенография и КТ.

3. Гибридная ОФЭКТ/КТ – демонстративный метод, способный выявлять нюансы, которые при раздельном применении модальностей могли быть не выявлены или трактованы неверно, что позволяет в целом повысить диагностическую эффективность радионуклидного метода.

4. Впервые наблюдался эффект ультразвуковой термоабляции при лечении метастазов в костях [5]. Эффект от лечения проявляется очень быстро и наглядно. Дефект накопления РФП является следствием повреждения сосудов опухоли и проявлением некроза тканей.

5. Постлучевые изменения в метастазах остеосаркомы заключаются в снижении костного (патологического) метаболизма [6]. Показатели радиоденситивности при этом не меняются.

6. Продемонстрировано преимущество ОФЭКТ с остеотропным РФП над ПЭТ с ^{18}F -ФДГ в наблюдении рецидива остеосаркомы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крживицкий П.И., Канаев С.В., Новиков С.Н. и соавт. ОФЭКТ/КТ в диагностике метастатического поражения скелета // Вопросы онкологии. 2014. Т. 60. № 1. С. 56–63.
2. Рыжков А.Д., Иванов С.М., Ширяев С.В. и соавт. ОФЭКТ/КТ в контроле лучевого лечения костных метастазов остеосаркомы // Вопросы онкологии. 2016. Т. 62. № 5. С. 654–659.
3. Рыжков А.Д., Ширяев С.В., Мачак Г.Н. и соавт. ОФЭКТ/КТ в контроле лечения костных метастазов остеосаркомы методом ультразвуковой термоабляции // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2016. Т. 61. № 2. С. 54–58.
4. Mebarki M., Medjahedi A., Menemani A. et al. Osteosarcoma pulmonary metastasis mimicking abnormal skeletal uptake in bone scan: utility of SPECT/CT // Clin. Nucl. Med. 2013. Vol. 38. № 10. P. 392–394. DOI: 10.1097/RLU.0b013e318266cdcb.
5. Ter Haar G. HIFU Tissue Ablation: Concept and Devices // Adv. Exp. Med. Biol. 2016. Vol. 880. P. 3–20. DOI: 10.1007/978-3-319-22536-4_1.
6. Назаренко А.В., Тер-Арутюнянц С.А. Стереотаксическая лучевая терапия (СТЛТ) в лечении первичных и метастатических поражений костей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2016. № 1. С. 36–44.

Для цитирования: Рыжков А.Д., Крылов А.С., Мачак Г.Н., Каспшик С.М., Блудов А.Б., Щипахина Я.А., Кочергина Н.В. Мониторинг лечения метастазов остеосаркомы с помощью ОФЭКТ/КТ // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2019. Т. 64. № 4. С. –65.

DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-4-76-88