

СЛУЧАЙ ИЗ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ CASE REPORTS

DOI: 10.21294/1814-4861-2018-17-5-111-118
УДК: 616-006-033.2:611.24]-073.756.8

Для цитирования: Вихрова Н.Б., Оджарова А.А., Долгушин М.Б., Невзоров Д.И. ПЭТ/КТ с ^{18}F -фторэстрадиолом в дифференциальной диагностике очагового поражения легких при раке молочной железы: описание клинических случаев. Сибирский онкологический журнал. 2018; 17 (5): 111–118. – doi: 10.21294/1814-4861-2018-17-5-111-118
For citation: Vikhrova N.B., Odzharova A.A., Dolgushin M.B., Nevzorov D.I. ^{18}F -fluoroestradiol PET/CT in differential diagnosis of lung lesions in breast cancer patients: case reports. Siberian Journal of Oncology. 2018; 17 (5): 111–118. – doi: 10.21294/1814-4861-2018-17-5-111-118.

ПЭТ/КТ С ^{18}F -ФТОРЭСТРАДИОЛОМ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОЧАГОВОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

Н.Б. Вихрова, А.А. Оджарова, М.Б. Долгушин, Д.И. Невзоров

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина»
Минздрава России, г. Москва, Россия
Россия, 115478, г. Москва, Каширское шоссе, 24. E-mail: nina.vikhrova@gmail.com

Аннотация

Актуальность. Рак молочной железы (РМЖ) является вторым по распространенности типом рака во всем мире. Несмотря на достигнутые успехи в лечении, более чем у 50 % больных возникают рецидивы РМЖ в разные сроки от момента окончания лечения. При подозрении на прогрессирование заболевания дифференциальная диагностика метастатического поражения и неопухолевого процесса по данным стандартных методов визуализации может быть затруднительна. Современный подход к выявлению и анализу распространенности процесса при рецидиве РМЖ заключается в индивидуальной оценке биологических характеристик опухоли и определении статуса рецепторов эстрогенов с целью адекватного назначения лечения. ПЭТ/КТ с ^{18}F -фторэстрадиолом у больных гормонозависимой формой РМЖ позволяет определять экспрессию рецепторов эстрогенов (РЭ) в опухолевой ткани и оценивать наличие рецептор-позитивных метастазов по всему телу в рамках одного исследования. **Описание.** Приводим собственные наблюдения двух больных в возрасте 55 и 57 лет с гормонозависимым раком молочной железы после стандартного лечения (операция, лучевая терапия, гормональная терапия). У обеих пациенток при стандартном наблюдении в процессе гормонального лечения были выявлены очаговые изменения в легких, для оценки их активности выполнена ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой (^{18}F -ФДГ). В первом случае отмечалось низкое накопление ^{18}F -ФДГ в отдельных очагах уплотнения (наиболее крупных), в другом случае – накопления ^{18}F -ФДГ не выявлено. С учетом того, что у обеих пациенток РМЖ был представлен гормонозависимой формой, для оценки экспрессии РЭ было решено провести ПЭТ/КТ с ^{18}F -фторэстрадиолом (^{18}F -ФЭС). В первом случае накопление ^{18}F -ФЭС было выявлено во всех очагах, что свидетельствовало об их метастатической природе, и было доказано при морфологической верификации. Во втором случае накопления ^{18}F -ФЭС в очагах не выявлено, и пациентка наблюдалась в течение 6 мес, с положительной динамикой изменений по данным контрольной компьютерной томографии в виде уменьшения размеров очагов. **Заключение.** Внедрение в практику диагностики гормонозависимого рака молочной железы специфических РФП, таких как ^{18}F -ФЭС, может стать основой для индивидуального подхода к выявлению прогрессирования заболевания. В случае выявления позитивных очагов на ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС назначать гормональное лечение РМЖ можно без проведения инвазивных процедур по верификации диагноза.

Ключевые слова: ПЭТ, ПЭТ/КТ, рак молочной железы, фторэстрадиол, ^{18}F -ФЭС.

¹⁸F-FLUOROESTRADIOL PET/CT IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF LUNG LESIONS IN BREAST CANCER PATIENTS: CASE REPORTS

N.B. Vikhrova, A.A. Odzharova, M.B. Dolgushin, D.I. Nevzorov

N.N. Blokhin National Medical Research Cancer Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

24, Kashirskoe shosse, 115478-Moscow, Russia. E-mail: nina.vikhrova@gmail.com

Abstract

Background. Breast cancer is the second most common cancer worldwide. Despite significant advances in breast cancer treatment, more than 50 % of patients develop recurrence following completion of treatment. If there is a suspicion of disease progression, the differential diagnosis of metastatic tumor and non-metastatic lesion using the standard imaging methods can be difficult. A modern approach to the detection and assessment of the extension of recurrent disease is individual evaluation of the biological characteristics of the tumor, including determination of the status of estrogen receptors with the goal of adequate treatment. PET/CT with ¹⁸F-fluoroestradiol in patients with hormone-dependent breast cancer can be used to determine the expression of estrogen receptors (RE) in tumor tissue and assess the presence of receptor-positive metastases throughout the body in a single study. **Case description.** We report the cases of 55-year-old and 57-year-old women with hormone-dependent breast cancer after standard treatment (surgery, radiation therapy and hormone therapy). During hormone therapy, lung lesions were detected in both patients. To assess the activity of these lesions, ¹⁸F-fluoroestradiol PET/CT was used. In the first case, a low uptake of ¹⁸F-FDG was observed. In the other case, no ¹⁸F-FDG uptake was found. Given that both patients had hormone-dependent breast cancer, it was decided to perform PET/CT with ¹⁸F-fluoroestradiol (¹⁸F-FES) to evaluate the expression of ER. In the first case, the ¹⁸F-FES uptake was detected in all lesions that indicated the evidence of metastases. Histological examination confirmed the evidence of metastatic tumor. In the second case, no uptake of ¹⁸F-FES was detected in the foci and the patient was followed-up for 6 months. Computed tomography showed decrease in the size of lesions. **Conclusion.** The use of ¹⁸F-FES PET/CT can be an important diagnostic tool for detection of disease progression in patients with hormone-dependent breast cancer. In case of detection of positive foci on ¹⁸F-FES PET/CT scans, hormone therapy for breast cancer can be administered without invasive procedures for verifying the diagnosis.

Key words: PET/CT, ¹⁸F-FES, fluoroestradiol, breast cancer.

Современный подход к лечению распространенного рака молочной железы состоит из оценки клинических факторов и распространенности опухолевого процесса, а также включает анализ биологических характеристик рецидивной опухоли. Индивидуальный подход к лечению при прогрессировании РМЖ, согласно последним международным и отечественным рекомендациям, предполагает инвазивное морфологическое подтверждение метастатического процесса [1–4]. Однако в рутинной практике онкологи зачастую пренебрегают возможностью повторной верификации диагноза и планируют лечебный алгоритм на основании данных только клинкорентгенологического исследования, особенно при внутригрудных и внутрибрюшных локализациях метастазов РМЖ. Однако трудности дифференциальной диагностики неопухолевых заболеваний, протекающих под маской метастатического процесса, а также ошибки в интерпретации данных стандартного обследования при наблюдении больных РМЖ могут кардинально влиять на лечебную тактику и приводить к необоснованной смене лекарственного режима [5–7].

С внедрением в практику ПЭТ/КТ разнообразных радиофармпрепаратов (РФП) появилась возможность неинвазивных методов определения биологических свойств опухоли. Одним из таких РФП является ¹⁸F-фторэстрадиол (¹⁸F-ФЭС), который позволяет определять экспрессию рецепторов эстрогенов (РЭ) в первичной опухоли и при местном рецидиве, а также определять наличие рецептор-позитивных метастазов по всему телу в рамках одного ПЭТ/КТ исследования [8, 9].

Данную возможность мы представляем на собственных клинических примерах.

Клинический пример 1

Пациентка Д., 55 лет, находится на динамическом наблюдении в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России с 2001 г.

Анамнез заболевания: первично-множественное злокачественное заболевание – рак левой молочной железы, T3N0M0, IIb стадия; рак правой молочной железы TisN0M0. Состояние после комбинированного лечения в 2001 г. (двусторонняя радикальная мастэктомия с пластикой ТРАМ-лоскутом, лучевая терапия на область левой молочной железы и регионарных лимфоузлов (РОД 2 Гр, СОД 40 Гр), 4

курса химиотерапия по схеме CAF). В 2002 г. пластика обеих молочных желез эндопротезами. Эндокринотерапия тамоксифеном с 2003 по 2008 г.

По данным морфологического исследования первичной опухоли: в молочной железе опухолевый узел представлен разрастаниями рака неспецифического типа, 2 степени злокачественности, рецепторы эстрогенов (РЭ) – (+), рецепторы прогестерона (РП) – (+), HER2/neu 0; в регионарных лимфоузлах метастазов не выявлено.

В 2014 г. был выявлен гистологически верифицированный рецидив в правой молочной железе с последующим хирургическим лечением (лампэктомию в зоне рецидива), а также дистанционной лучевой терапией (РОД 2–2,7 Гр, СОД 50 Гр.). Проводилась эндокринотерапия ингибитором ароматазы с 2014 г. до января 2016 г.

По данным морфологического исследования рецидивной опухоли: опухолевый узел представлен разрастаниями инвазивного рака неспецифического типа, 2 степени злокачественности, по ИГХ выявлено: РЭ – 5 баллов, РП – 3 балла, HER2/neu – 0, Ki67=11 %.

В июне 2017 г. при плановом рентгенографическом исследовании органов грудной клетки выявлено, что в легких с обеих сторон стали определяться очаги уплотнения до 1,2 см. Постлучевые

фиброзные изменения в левом лёгком. Корни легких структурны, не расширены. Органы средостения без особенностей. Выпота в плевральных полостях не выявлено. Заключение: множественные очаги в легких – метастазы.

Других проявлений прогрессирования опухолевого процесса не отмечено, локальный статус – без особенностей.

Для уточнения распространенности и активности опухолевого процесса пациентке выполнено ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ. На серии КТ и реконструированных позитронно-эмиссионных томограмм (от основания черепа до середины бедра) выявлено умеренное повышение накопления ^{18}F -ФДГ в наиболее крупных очагах (по КТ до 1,0 см) уплотнения легочной ткани – до макс SUV 2,48 в средней доле справа на фоне постлучевых фиброзных изменений. Очаги уплотнения до 0,5 см без очагового повышения накопления ^{18}F -ФДГ (вследствие малых размеров). Жидкость в плевральных полостях не определяется. Внутригрудные лимфоузлы не увеличены. Других очагов патологического накопления РФП на исследованном уровне не выявлено. Заключение: очаговые изменения в легких с невысоким уровнем метаболизма ^{18}F -ФДГ, вероятнее всего, соответствуют опухолевым (рис. 1).

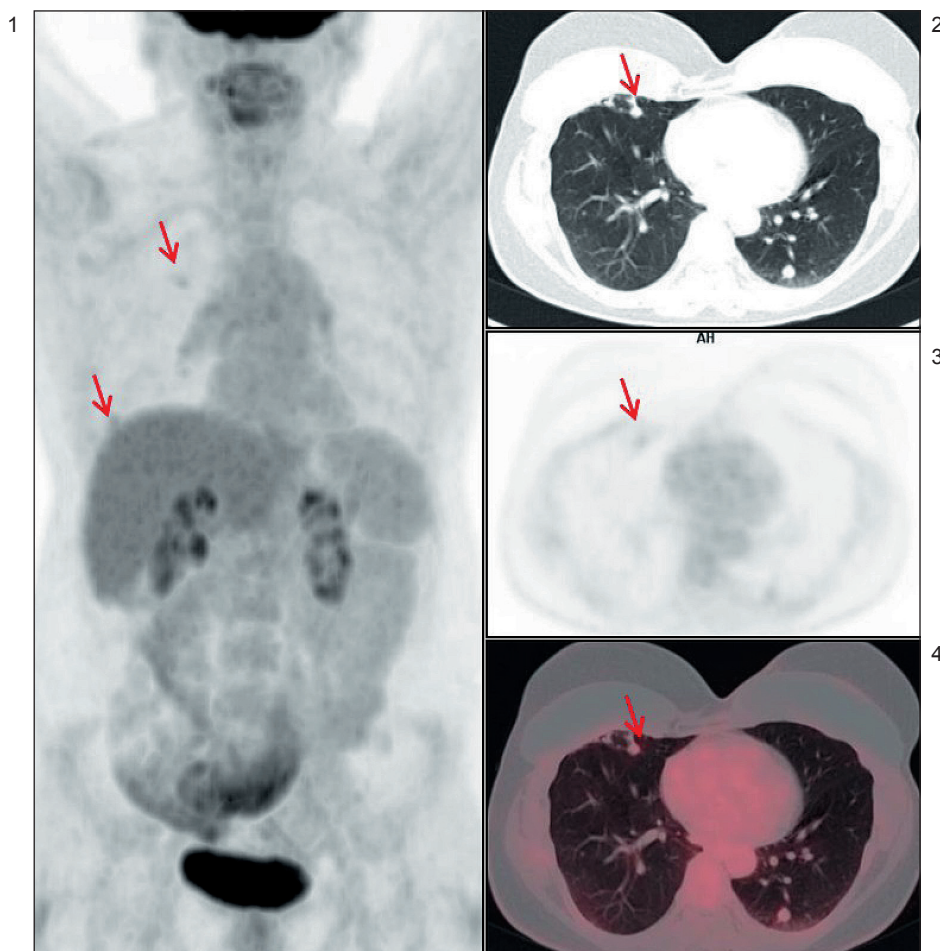


Рис. 1. ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ (1. MIP, 2. КТ, 3. ПЭТ, 4. Fusion). Неинтенсивное накопление РФП в наиболее крупных очагах в легких (обозначено стрелками)

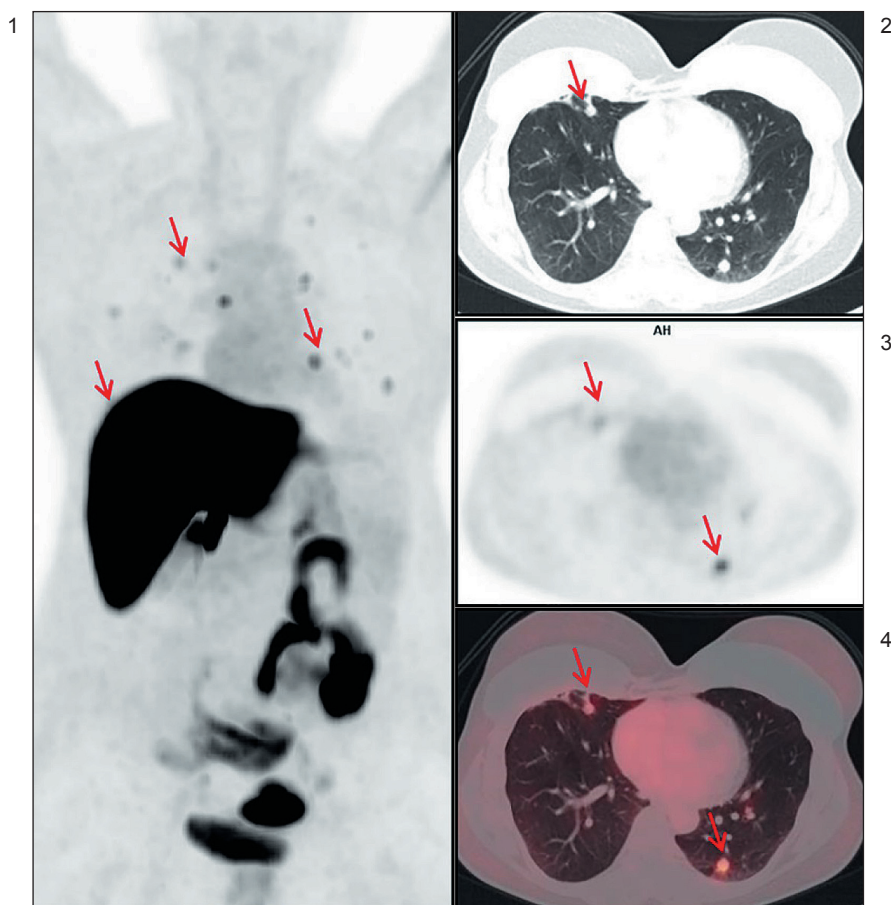


Рис. 2. ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС (1. МИП, 2. КТ, 3. ПЭТ, 4. Fusion) – интенсивное накопление РП во всех очагах в легких (обозначено стрелками)

С учетом наличия у больной гормонозависимой первичной опухоли с целью определения статуса рецепторов эстрогенов (РЭ) в очаговых образованиях в легких, а также уточнения распространенности опухолевого процесса, решено провести ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС.

На серии КТи реконструированных позитронно-эмиссионных томограмм (от макушки до середины бедра) от 15.06.17 выявлено патологическое накопление ^{18}F -ФЭС во всех ранее выявленных очагах в обоих легких с макс SUV 4,91, что подтверждает наличие РЭ позитивной ткани и свидетельствует об их метастатической природе. В других отделах на уровне исследования патологического накопления ^{18}F -ФЭС не выявлено (рис. 2).

С целью морфологической верификации очагов в легких больной была проведена торакоскопическая биопсия левого легкого. При гистологическом исследовании подтвержден метастаз РМЖ, при ИГХ исследовании определен статус РЭ, который составил >90 % (статусы РП (3 %) и Her2neu (0), уровень Ki67 10 % также были сопоставимы с таковыми у первичной опухоли).

С учетом выявленного патологического накопления ^{18}F -ФЭС во всех очаговых образованиях в легких и подтвержденной при ИГХ исследовании гиперэкспрессии эстрогенов в метастазах результаты ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС у данной пациентки с гормонозависимым РМЖ можно расценивать как

метод неинвазивной «верификации» РЭ+ метастазов. Больной возобновлена эндокринотерапия ингибитором ароматазы.

Клинический пример 2

Пациентка К., 57 лет, в менопаузе, находится на динамическом наблюдении в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» с 2015 г. с диагнозом: рак левой молочной железы, T1N0M0, IA стадия, состояние после комплексного лечения в 2015 г. Анамнез заболевания: в ноябре 2015 г. при плановой маммографии (ММГ) выявлено образование в левой молочной железе, после пункционной биопсии выставлен диагноз – рак левой молочной железы. Для дообследования и лечения обратилась в РОНЦ им. Н.Н. Блохина. По данным стандартной предоперационной диагностики (ММГ + УЗИ органов брюшной полости и таза, РИД скелета) установлен диагноз – рак левой молочной железы, T1N0M0, IA стадия. В январе 2016 г. проведена радикальная резекция левой молочной железы, с февраля по апрель 2016 г. курс лучевой терапии на область оставшейся части левой молочной железы (РОД 2Гр, СОД 50 Гр). С 2016 г. по настоящее время в процессе эндокринотерапии ингибитором ароматазы.

По данным планового морфологического исследования первичной опухоли: узловое образование 1 см в диаметре представлено разрастаниями

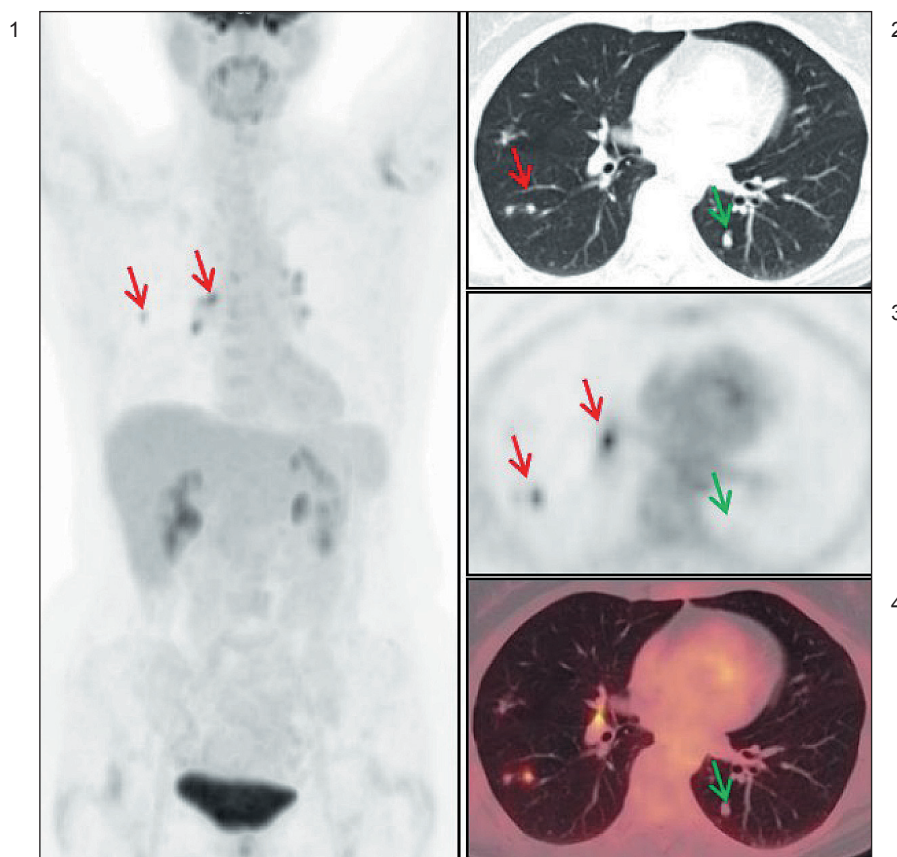


Рис. 3. ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ (1. МР, 2. КТ, 3. ПЭТ, 4. Fusion) – неинтенсивное включение РФП в очагах в легких (обозначено красными стрелками). Очаг в левом легком без очагового накопления РФП (обозначено зелеными стрелками)

инвазивного рака II степени злокачественности неспецифического типа, РЭ (8 баллов), РП (7 баллов), HER2/neu 1+, Ki67 – 5 %.

В октябре 2016 г. при плановом КТ органов грудной клетки в базальных отделах верхней доли правого легкого определяется участок выраженных фиброзных изменений. В нижней доле правого легкого (S6) определяются 2 рядом расположенных очага уплотнения по 0,5 см, один из них появился в сравнении с КТ от февраля 2016 г. В нижней доле левого легкого (S10) определяется очаг уплотнения 0,6 см, который увеличился примерно на 0,2 см по сравнению с КТ от февраля 2016 г. Плеврита нет. В средостении определяются единичные лимфатические узлы 0,5–0,8 см, без динамики с данными КТ от февраля 2016 г. Заключение: подозрение на метастатическое поражение обоих легких. Других проявлений прогрессирования опухолевого процесса не отмечено, местных проявлений заболевания не выявлено.

Для уточнения характера очагов в легких, а также с целью оценки распространенности опухолевого процесса пациентке выполнено ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ. На серии КТ и реконструированных позитронно-эмиссионных томограмм (от основания черепа до середины бедра) выявлено повышение накопления ^{18}F -ФДГ в двух очагах 0,7 см в S6 нижней доли правого легкого с макс SUV 2,64. По КТ в обоих легких также определяются единичные мелкие субплевральные очаги до 0,3 см без повы-

шенного накопления РФП (вследствие малых размеров). Также определяется очаговое накопление ^{18}F -ФДГ во внутригрудных лимфатических узлах до 0,8 см: в корнях легких с обеих сторон до макс SUV 5,90 справа и 4,13 слева; субкаринальном до макс SUV 3,33, в аорто-пульмональном окне до макс SUV 2,95. В других отделах на исследованном уровне очагов патологического накопления РФП не выявлено. Заключение: очаговые изменения в нижней доле правого легкого (S6) с невысоким уровнем метаболизма ^{18}F -ФДГ могут соответствовать опухолевым, следует дифференцировать с воспалительными. Очаг в левом легком без метаболизма РФП – неопухолевого характера. Изменения во внутригрудных лимфоузлах следует дифференцировать между опухолевыми и воспалительными (рис. 3).

С учетом наличия у больной гормонозависимой первичной опухоли с целью определения статуса РЭ (8 баллов) в выявленных изменениях в органах грудной клетки, а также уточнения распространности опухолевого процесса решено провести ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС.

На серии КТ и реконструированных позитронно-эмиссионных томограмм (от основания черепа до середины бедра) от 28.11.16 в очаговых уплотнениях в легких и указанных ранее внутригрудных лимфоузлах повышенного накопления ^{18}F -ФЭС не выявлено, что свидетельствует об отсутствии экспрессии РЭ в этих отделах. В других отделах на

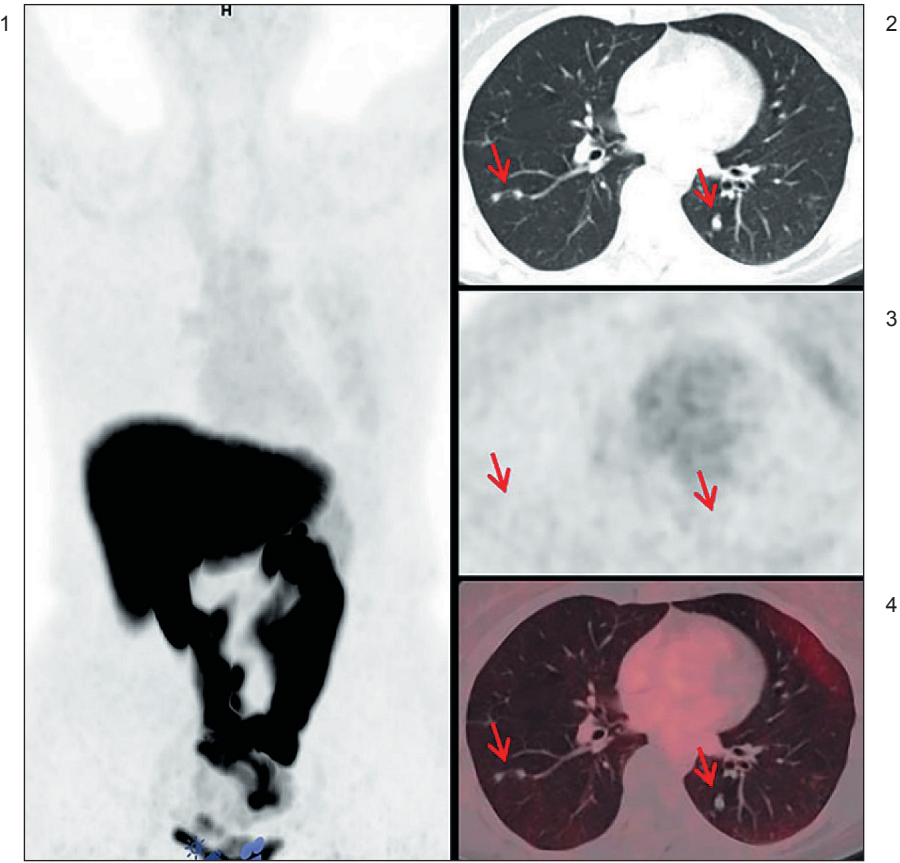


Рис. 4. ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФЭС (1. МР, 2. КТ, 3. ПЭТ, 4. Fusion) – отсутствие очагов патологического накопления РФП

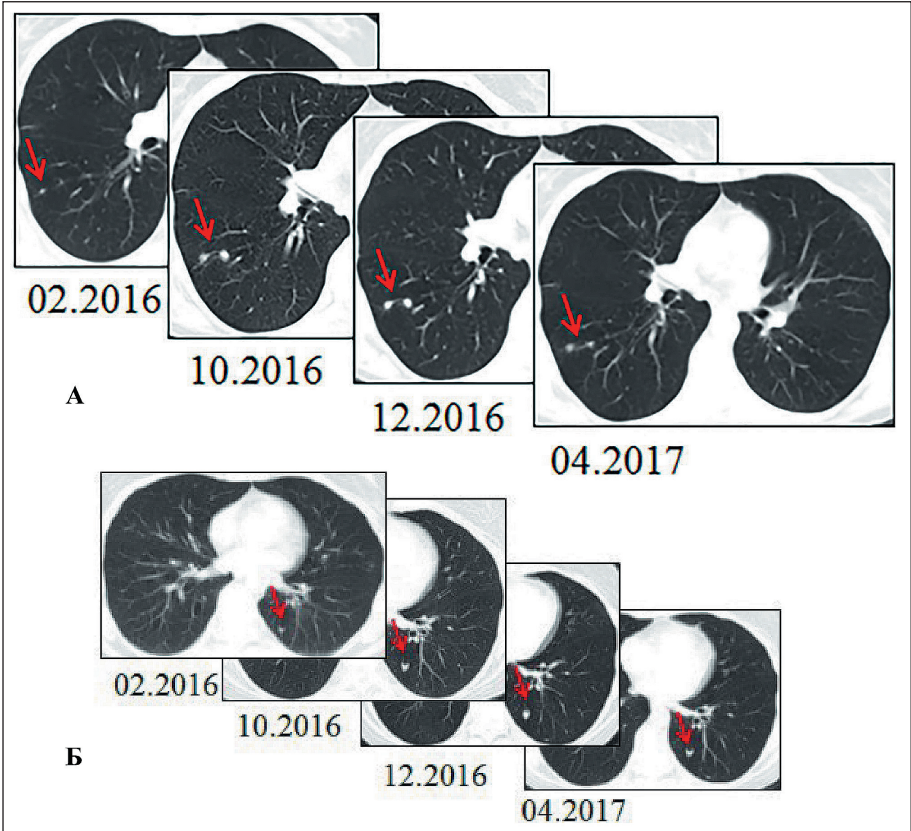


Рис. 5. КТ ОГК за период с февраля 2016 г. до апреля 2017 г.:
А – динамика изменений очагов уплотнения в правом легком;
Б – динамика бронхоэктатической трансформации В6 слева

уровне исследования патологического накопления ^{18}F -ФЭС также не выявлено (рис. 4).

Вследствие малых размеров очагов в легких и лимфоузлов в средостении у больной морфологическая верификация изменений затруднена. Исходя из этого и с учетом полученных результатов ПЭТ/КТ с обоими РФП пациентке рекомендовано динамическое наблюдение изменений в грудной клетке по КТ на фоне продолжения эндокринотерапии ингибитором ароматазы.

При контрольной КТ органов грудной клетки через 2 мес размеры очагов в нижней доле правого легкого стабильны, через 6 мес – наблюдается тенденция к уменьшению размеров на 1–2 мм (рис. 5А). Бронхоэктатическая трансформация В6 слева без существенной динамики (рис. 5Б). Все другие изменения в легочной паренхиме без существенной динамики. Размеры л/узлов в средостении также без динамики. Таким образом, с учетом отсутствия динамики по КТ ОГК за 2016–17 г. изменения в легких и внутригрудных лимфоузлах у пациентки К. имеют неопухолевый характер.

Заключение

Внедрение в практику диагностики гормонозависимого рака молочной железы специфических РФП может стать основой для персонификации

подхода к лечению. По данным ряда исследований, ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС обладает высокой прогностической ценностью положительного результата. Доказана прямая корреляция накопления ^{18}F -ФЭС с экспрессией РЭ в биопсийном материале первичной опухоли [8, 9]. В случае выявления позитивных очагов на ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС назначать эндокринотерапию можно, не дожидаясь результатов статуса рецепторов эстрогенов по ИГХ. По характеру накопления РФП (интенсивность, гетерогенность) возможно прогнозировать вероятность ответа на эндокринотерапию. С другой стороны, отсутствие накопления ^{18}F -ФЭС в патологических образованиях означает лишь отсутствие РЭ в исследуемой ткани. В этих случаях речь может идти о наличии гетерогенного клона опухоли, поскольку доказано, что расхождение в рецепторном статусе между первичной опухолью молочной железы и ее рецидивом достигает 60 % по статусу РЭ (по данным NCCN) [1].

В перспективе более целесообразным представляется применение ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФЭС у больных гормонозависимой формой РМЖ с впервые выявленными солитарными образованиями, например, в легких или в костях, а также при нетипичных локализациях метастазов (например, в забрюшинных лимфоузлах), особенно когда морфологическая верификация затруднена.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Version 2.2017 [Internet]. URL: www.nccn.org (cited 3.04.2018).
2. Diagnosis and Treatment of patients with Primary and Metastatic Breast Cancer Guidelines Breast [Internet]. URL: www.ago-online.de (cited 3.04.2018).
3. Cardoso F., Costa A., Senkus E., Aapro M., André F., Barrios C.H., Bergh J., Bhattacharyya G., Biganzoli L., Cardoso M.J., Carey L., Corneliussen-James D., Curigliano G., Dieras V., El Saghir N., Eniu A., Fallowfield L., Fenech D., Francis P., Gelmon K., Gennari A., Harbeck N., Hudis C., Kaufman B., Krop I., Mayer M., Meijer H., Mertz S., Ohno S., Pagani O., Papadopoulos E., Peccatori F., Penault-Llorca F., Piccart M.J., Pierga J.Y., Rugo H., Shockney L., Sledge G., Swain S., Thomssen C., Tutt A., Vorobiof D., Xu B., Norton L., Winer E. 3rd ESO-ESMO International Consensus Guidelines for Advanced Breast Cancer (ABC 3). Ann Oncol. 2017 Dec 1; 28 (12): 3111. doi: 10.1093/annonc/mdx036.
4. Стенина М.Б., Жукова Л.Г., Королева И.А., Пароконная А.А., Семиглазова Т.Ю., Тюляндин С.А., Фролова М.А. Практические рекомендации по лекарственному лечению инвазивного рака молочной железы. RUSSCO. Практические рекомендации. Версия 2017. 2017; 105–134. doi: 10.18027/2224-5057-2016-4s2-97-122. [Stenina M.B., Zhukova L.G., Koroleva I.A., Parokonnaya A.A., Semiglazova T.Yu., Tyulyandin S.A., Frolova M.A. Practical recommendations of RUSSCO on the medicinal treatment of invasive breast cancer. RUSSCO. Practical

recommendations. Version 2017. 2017; 105–134. doi: 10.18027/2224-5057-2016-4s2-97-122. (in Russian)].

5. Kim H.S., Lee S.Y., Oh S.C., Choi C.W., Kim J.S., Seo J.H. Case Report of Pulmonary Sarcoidosis Suspected to be Pulmonary Metastasis in a Patient with Breast Cancer. Cancer Res Treat. 2014 Jul; 46 (3): 317–21. doi: 10.4143/crt.2014.46.3.317.

6. Ou K.W., Hsu K.F., Cheng Y.L., Hsu G.C., Hsu H.M., Yu J.C. Asymptomatic pulmonary nodules in a patient with early-stage breast cancer: Cryptococcus infection. Int J Infect Dis. 2010 Jan; 14 (1): e77–80. doi: 10.1016/j.ijid.2009.03.007.

7. Endri M., Cartei G., Zustovich F., Serino F.S., Fassina A. Differential diagnosis of lung nodules: breast cancer metastases and lung tuberculosis. Infez Med. 2010 Mar; 18 (1): 39–42.

8. Peterson L.M., Kurland B.F., Schubert E.K., Link J.M., Gadi V.K., Specht J.M., Eary J.F., Porter P., Shankar L.K., Mankoff D.A., Linden H.M. A phase 2 study of $^{16}\alpha$ - ^{18}F fluoro- $^{17}\beta$ -estradiol positron emission tomography (FES-PET) as a marker of hormone sensitivity in metastatic breast cancer (MBC). Mol Imaging Biol. 2014 Jun; 16 (3): 431–40. doi: 10.1007/s11307-013-0699-7.

9. van Kruchten M., de Vries E.G.E., Brown M., de Vries E.F.J., Glau-demans A.W.J.M., Dierckx R.A.J.O., Schröder C.P., Hospers G.A.P. PET imaging of oestrogen receptors in patients with breast cancer. Lancet Oncol. 2013 Oct; 14 (11): e465–475. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70292-4.

Поступила/Received 03.04.18
Принята в печать/Accepted 03.05.18

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вихрова Нина Борисовна, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения позитронной эмиссионной томографии, НИИ клинической и экспериментальной радиологии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (г. Москва, Россия). E-mail: nina.vikhrova@gmail.com. SPIN-код: 2341-3571. AuthorID (РИНЦ): 899710. ORCID: 0000-0002-8091-882.

Долгушин Михаил Борисович, доктор медицинских наук, заведующий отделением позитронной эмиссионной томографии, НИИ клинической и экспериментальной радиологии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (г. Москва, Россия). AuthorID (РИНЦ): 168894. ORCID: 0000-0003-3930-5998.

Оджарова Акгуль Атаевна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения позитронной эмиссионной томографии, НИИ клинической и экспериментальной радиологии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (г. Москва, Россия). SPIN-код: 1074-3862. AuthorID (РИНЦ): 399436. ORCID: 0000-0003-3576-6156.

Невзоров Денис Ильич, радиохимик отделения позитронной эмиссионной томографии, НИИ клинической и экспериментальной радиологии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (г. Москва, Россия). ORCID: 0000-0003-2969-0191.

Финансирование

Это исследование не потребовало дополнительного финансирования.

Конфликт интересов

Авторы объявляют, что у них нет конфликта интересов.

ABOUT THE AUTHORS

Nina B. Vikhrova, PhD, Researcher, Department of Positron Emission Tomography of the Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Cancer Center of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia). E-mail: nina.vikhrova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8091-882.

Mikhail B. Dolgushin, MD, PhD, Head of the Department of Positron Emission Tomography of the Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Cancer Center of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia). ORCID: 0000-0003-3930-5998.

Akgul A. Odzharova, PhD, Researcher, Department of Positron Emission Tomography of the Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Cancer Center of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia). ORCID: 0000-0003-3576-6156.

Denis I. Nevzorov, radiochemist, Positron Emission Tomography of the Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, N.N. Blokhin National Medical Research Cancer Center of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia). ORCID: 0000-0003-2969-0191.

Funding

This study required no funding.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.