

**Т.М. Гелиашвили, А.В. Важенин, Е.Б. Васильева, Н.Г. Афанасьева**  
**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЭТ/КТ С  $^{18}\text{F}$ -ФДГ В ДИАГНОСТИКЕ**  
**РЕЦИДИВОВ И МЕТАСТАЗОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО**  
**РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

**T.M. Geliashvili, A.V. Vazhenin, E.B. Vasil'eva, N.G. Afanas'eva**  
**Experience of Use  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in Detecting Tumor Recurrence**  
**and Metastasis of Differentiated Thyroid Cancer**

## РЕФЕРАТ

**Цель:** Анализ собственных результатов с обобщением клинических данных по применению комбинированного метода ПЭТ/КТ для диагностики loco-регионарных рецидивов и отдаленных метастазов у больных с дифференцированным раком щитовидной железы (ДРЩЖ).

**Материал и методы:** Проведен ретроспективный анализ 61 ПЭТ/КТ-исследования. В анализ включены больные с повышенным уровнем тиреоглобулина во время послеоперационного курса радиоабляции или после завершения комбинированного метода лечения при динамическом наблюдении.

**Результаты:** Положительный результат получен по 39 (64 %) ПЭТ/КТ исследованиям (loco-регионарный рецидив 18 (46,1 %), отдаленные метастазы 12 (30,8 %), сочетание loco-регионарного рецидива с отдаленными метастазами 9 (23,1 %)). Отрицательный результат получен по 22 (36 %) ПЭТ/КТ-исследованиям (без патологии 7 (31,8 %), сомнительные результаты 15 (68,2 %)). Суммарно по 27 (44,3 %) ПЭТ/КТ диагностирован loco-регионарный рецидив, методом скintiграфии всего тела (СВТ) с  $^{131}\text{I}$  – в 14 случаях (23 %)). Выполнено 15 оперативных вмешательств по поводу loco-регионарного рецидива. Диагноз рецидива гистологически верифицирован в 13 случаях (87 %). В 2 (13 %) случаях получен ложноположительный результат ПЭТ/КТ. По 21 (34,4 %) ПЭТ/КТ-исследованию выявлены отдаленные метастазы (в легкие и/или средостение 14 (67 %), в кости 3 (14 %), сочетание нескольких очагов отдаленного метастазирования 4 (19 %)). В 11 из 14 случаев (78,6 %) метастазы в легкие выявлены исключительно в режиме КТ. Метастазы в лимфоузлы средостения оказались все ПЭТ-позитивными (100 %). Метастазы в другие органы выявлены в 7 случаях, из которых все метастазы в кости оказались ПЭТ-позитивными (6 случаев); метастазы в мягкие ткани выявлены в режиме КТ в 1 случае. Методом планарной СВТ отдаленные метастазы выявлены в 18 случаях (29,5 %).

**Выводы:** Метод ПЭТ/КТ показал более высокую чувствительность в выявлении метастазов в лимфатические узлы шеи (44,3 %), чем СВТ (23 %). В отношении выявления отдаленных метастазов ПЭТ/КТ и СВТ показали схожую чувствительность (34,5 % и 29,5 % соответственно). За счет комбинации режима ПЭТ с режимом КТ значительно повышается чувствительность ПЭТ/КТ в отношении выявления метастазов в легкие.

**Ключевые слова:** ПЭТ/КТ,  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, дифференцированный рак щитовидной железы, скintiграфия всего тела с  $^{131}\text{I}$ , loco-регионарный рецидив, отдаленные метастазы

## ABSTRACT

**Purpose:** To investigate the diagnostic accuracy and impact in patients management of the integrated  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT modality in patients with differentiated thyroid cancer.

**Material and methods:** A retrospective review of patients who underwent PET/CT scans were performed. The study included patients with elevated thyroglobulin levels during the postoperative radioiodine ablation course or after completion of the combination treatment at follow-up of DTC.

**Results:** PET/CT was positive in 39 cases (64 %), 18 (46.1 %) of which was loco-regional recurrence, 12 (30.8 %) – distant metastases and the combination of loco-regional recurrence with distant metastases 9 (23.1 %). The negative result was obtained for 22 (36 %) PET/CT study (without pathology 7 (31.8 %), questionable results 15 (68.2 %)). Totally 27 (44.3 %) loco-regional recurrences diagnosed with PET / CT, and by  $^{131}\text{I}$  whole body scan (WBS) – 14 (23 %)). 15 surgical interventions for loco-regional recurrence were achieved. Diagnosis of recurrence in 13 cases (87 %) was proved historically. In 2 (13 %) patients we received a false-positive results of PET/CT. In 21 (34.4 %) of PET/CT study distant metastases were revealed (in the lungs and/or mediastinum – 14 (67 %), in bone 3 (14 %), a combination of several sites of distant metastases 4 (19 %)). In 11 of 14 cases (78.6 %) lung metastases were revealed exclusively in CT mode. Mediastinal lymph node metastases appeared all PET-positive 6 (100 %). Metastases in other organs were detected in 7 cases out of which all bone metastases were PET positive (6 cases); soft tissue metastases identified by CT mode in 1 case. By planar WBS detected distant metastases in 18 cases (29.5 %).

**Conclusions:** PET/CT showed higher sensitivity in the detection of the neck lymph nodes metastases (44.3 %) than WBS (23 %). With regard to detection of distant metastases, PET/CT and WBS showed similar sensitivity (34.5 % and 29.5 %, respectively). Through a combination of modes of PET with CT mode the sensitivity of PET/CT in detection of metastases in the lungs increases greatly.

**Key words:**  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT, differentiated thyroid cancer, whole body scan, loco-regional recurrence, distant metastases

**Введение**

Дифференцированный рак щитовидной железы (ДРЩЖ), включающий папиллярный, фолликулярный и гюртле-клеточный подтипы, составляет более 90 % от всех случаев рака щитовидной железы [1]. Заболеваемость РЩЖ увеличивается во всем мире,

в основном за счет роста основной формы ДРЩЖ – папиллярной [2]. При этом общая смертность от РЩЖ остается стабильной на протяжении многих лет [3]. Большинство больных с ДРЩЖ имеют хороший прогноз, общая 10-летняя выживаемость достигает 85 % [4]. Первичное лечение ДРЩЖ всегда хирургическое с последующим проведением радио-

йодаблации по показаниям. Большинство больных вылечиваются после первичного лечения.

Однако неблагоприятное течение определенных форм ДРЩЖ с метастазирующими либо рецидивирующими состояниями до и после первичного оперативного лечения опухоли и радиойодтерапии (РЙТ) является для практических врачей непростой и очень частой клинической ситуацией. Столь же сложна ситуация и с больными, у которых гистологически первично выявлены средне- или слабо дифференцированные опухоли щитовидной железы с пониженной чувствительностью к радиоактивному  $^{131}\text{I}$  [5]. Поэтому проблеме обнаружения рецидивов и метастазов ДРЩЖ у пациентов после первичной и аблативной терапии придается в последнее время большое значение.

На протяжении многих лет одним из самых важных диагностических инструментов при динамическом наблюдении ДРЩЖ считается сцинтиграфия всего тела (СВТ) с  $^{131}\text{I}$ . СВТ на практике остается незаменимой, т.к. позволяет уникальным образом, основанным на физиологии тиреоцита, контролировать показания к назначению радиоактивного  $^{131}\text{I}$  больному на разных этапах заболевания [5, 6].

Однако известно, что до 10 % ДРЩЖ в процессе дедифференцировки теряют способность накапливать радиоактивный йод внутри клетки, что делает невозможным использование  $^{131}\text{I}$  в диагностических и лечебных целях. В практике радиотерапевта, занимающегося лечением ДРЩЖ радиоактивным йодом, часто возникают клинические ситуации, когда опухоль либо перестает накапливать  $^{131}\text{I}$ , либо изначально не накапливает, либо слабо накапливает  $^{131}\text{I}$ , но при этом отмечается повышенный уровень тиреоглобулина (единственного опухолевого маркера при ДРЩЖ) или его рост в динамике. В такой ситуации встает вопрос о дальнейших диагностических мероприятиях, позволяющих исключить или выявить рецидив. Одним из таких диагностических методов является ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ.

Впервые сообщили об успешном применении ПЭТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ при ДРЩЖ радиологи из Финляндии в 1987 г. [7]. Наблюдения и выводы, которые были сделаны авторами на трех клинических случаях, и по сей день, по прошествии почти 30 лет, остаются актуальными. В дальнейшем детально изучил накопление  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и  $^{131}\text{I}$  при раке щитовидной железы Feine U. et al. В своей работе 1996 г. несоответствие между накоплением  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и  $^{131}\text{I}$  он назвал «flip-flop» феноменом. Суть данного феномена сводится к тому, что рак щитовидной железы с низкой йодной avidностью склонен к более высокому метаболизму глюкозы и, следовательно, больше вероятность позитивного ПЭТ скана. Рак щитовидной железы, хорошо

накапливающий  $^{131}\text{I}$ , имеет низкий метаболизм глюкозы и, следовательно, маловероятен позитивный ПЭТ скан [8]. Так, по данным Wang W. et al., чувствительность ПЭТ у пациентов с радиойод-позитивным сканом всего лишь 18,6 %, тогда как у пациентов с радиойод-негативным сканом чувствительность ПЭТ достигает 80 % [9]. И даже в этом случае, в противовес всем оптимистическим литературным данным, очевидно, что всех СВТ-негативных и тиреоглобулин-позитивных пациентов также являются и ПЭТ-негативными [10,11].

Однако в настоящее время практически во всем мире применяется комбинированный метод ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, который позволяет вывить в режиме КТ мелкие очаги, негативные в режиме ПЭТ. Диагностическая эффективность ПЭТ и комбинированного метода ПЭТ/КТ при ДРЩЖ была оценена в крупном мета-анализе, который включил в себя 17 исследований 571 пациента с рецидивным или метастатическим ДРЩЖ и негативным радиойодсканом. По данным мета-анализа, чувствительность и специфичность метода ПЭТ/КТ достигают 94 % и 84 % соответственно, по сравнению с 89 % и 85 % ПЭТ [12]. И на сегодняшний день применение ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ при динамическом наблюдении больных с ДРЩЖ стало рутинным и порой просто незаменимым обследованием. Выяснив так называемую метаболическую стадию опухолевого процесса, можно оптимизировать дальнейшие диагностические обследования и схемы лечения больных с метастатическим и/или рецидивным течением.

Но, учитывая пока еще ограниченную доступность метода, дороговизну исследования и особенности метаболизма  $^{18}\text{F}$ -ФДГ ДРЩЖ, важно принимать во внимание достоинства и недостатки данного метода, чтобы правильно выставлять показания для проведения.

Целью данной работы явился анализ собственных результатов с обобщением клинических данных, полученные в нашей клинике, о применении комбинированного метода ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ для диагностики локо-регионарных рецидивов и отдаленных метастазов у больных с ДРЩЖ.

## Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов 61 ПЭТ/КТ исследования, проведенных 50 больным с ДРЩЖ в Челябинском областном клиническом онкологическом диспансере с 2011 г. по февраль 2015 г. В анализ включены больные с повышенным уровнем тиреоглобулина во время послеоперационного курса радиойодаблации или после завершения комбинированного метода лечения при динамическом наблюдении. ПЭТ-исследование проводилось на томографах

PET/CT-System Siemens Biograph TruePoint 40 и 64, позволяющих детектировать очаг патологического накопления размером менее 1 см. ПЭТ-исследование всего тела проводилось от основания черепа до проксимальной части бедер. Обследование проводилось натощак; после 20-минутной подготовки больного (полулежачее положение в отдельной комнате) внутривенно вводился РФП; спустя 30–45 мин после инъекции РФП проводилось обследование.

В 31 случае (50,8 %) ПЭТ/КТ сопровождалась положительными данными по посттерапевтической сцинтиграфии всего тела с  $^{131}\text{I}$  (СВТ), а в 30 случаях (49,2 %) – негативными данными СВТ. Больные по результатам ПЭТ/КТ разделены на 2 группы – с положительными и отрицательными ПЭТ/КТ-данными. В свою очередь, группу больных с положительным ПЭТ/КТ результатом мы подразделили на три группы: больные с локо-регионарным рецидивом, с отдаленными метастазами и сочетанием локо-регионарного рецидива с отдаленными метастазами. В группу же больных с отрицательными данными ПЭТ/КТ вошли пациенты без патологии и с сомнительными результатами обследования.

### Результаты и обсуждение

Положительный результат получен по 39 (64 %) ПЭТ/КТ исследованиям. Из них отдельно локо-регионарный рецидив был выявлен по 18(46,1 %) ПЭТ/КТ-исследованиях. По 12 (30,8 %) ПЭТ/КТ диагностировались только отдаленные метастазы, а сочетание локо-регионарного рецидива с отдаленными метастазами зарегистрировано в 9 (23,1 %) случаях. Суммарно локо-регионарный рецидив диагностирован по 27 (44,3 %) ПЭТ/КТ-исследованиям.

В попытке определить место ПЭТ/КТ среди других методов диагностики рецидивов ДРЩЖ мы сопоставили результаты ПЭТ/КТ с результатами СВТ  $^{131}\text{I}$  и УЗИ шеи (временной интервал отклонения от даты ПЭТ/КТ обследования был взят 6 мес). По данным  $^{131}\text{I}$ , всего лишь в 14 случаях из 61 (23 %) нами были установлены метастазы в лимфоузлы шеи. Полученные результаты еще раз подтверждают данные литературы, что СВТ  $^{131}\text{I}$  дает, как правило, менее точные результаты по идентификации слабо дифференцированных рецидивов по сравнению с ПЭТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ [5, 6].

Из 27 рецидивов, выявленных по ПЭТ/КТ, 25 (93 %) выявлялись и методом УЗИ шеи. И только в 2 (7 %) случаях с ПЭТ/КТ-положительным результатом УЗИ шеи оказалось без патологии. Здесь возникает вопрос: зачем делать дорогостоящее обследование, если локо-регионарный рецидив можно диагностировать и по более доступному УЗИ? Отметим, что ПЭТ/КТ обладает перед УЗИ шеи не-

сколькими преимуществами. Во-первых, по данным литературы и по нашему небольшому материалу, методом ПЭТ/КТ выявляется большее количество метастатических очагов в области шеи, чем методом УЗИ. Во-вторых, данный метод за счет совмещения с ПЭТ- и КТ-изображений позволяет установить точное анатомическое расположение патологических очагов, что особо важно при хирургическом лечении рецидива. В-третьих, в клинических случаях с сомнительными результатами УЗИ шеи и неоднозначными цитологическими заключениями после тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ) подозрительных очагов можно опираться на результат ПЭТ/КТ (при достоверно высоком уровне SUV) в качестве метода инструментальной верификации рецидива. И, наконец, по уровню накопления  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и количеству ФДГ-позитивных очагов можно определить агрессивность опухоли и выбрать правильную лечебную тактику (выжидательная или агрессивная лечебная тактика). Тем не менее, УЗИ шеи остается «золотым стандартом» диагностики рецидива в области шеи ДРЩЖ. И вопрос, выполнять ли ПЭТ/КТ при обнаружении патологических очагов по УЗИ шеи с целью получения дополнительной информации, по нашему мнению, должен решаться в каждом отдельном клиническом случае.

Всего выполнено 15 оперативных вмешательств по поводу локо-регионарных рецидивов. При этом предоперационную цитологическую верификацию удалось получить в 7 случаях. В 8 же случаях при попытке ТАБ под УЗ-контролем подозрительных очагов предоперационная цитологическая верификация рецидива не была получена. Диагноз рецидива постоперационно гистологически верифицирован в 13 случаях (87 %). В 2 (13 %) случаях получен ложноположительный результат ПЭТ/КТ. Таким образом, в 8 случаях (13,1 %) результаты ПЭТ/КТ изменили тактику лечения больного.

Мы приводим клинический случай лечения СВТ-негативного/ТГ-позитивного рецидива рака щитовидной железы.

Больной С., 64 года. Хирургическое лечение первичной опухоли (папиллярный рак) щитовидной железы в 2006 г., хирургическое лечение рецидива в области первичного очага и метастазов в лимфоузлы шеи в 2012 г., курс радиойодаблации в 2013 г. Учитывая сохраняющийся высокий уровень тиреоглобулина после курса радиойодаблации (ТГ 32 нг/мл) и отсутствие патологического накопления РФП по СВТ с  $^{131}\text{I}$  (рис. 1а), больной дообследован методом ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ выявлен рецидив опухоли (рис. 1б). Больному проведено хирургическое лечение в объеме селективной лимфаденэктомии 7-го уровня, рецидив опухоли гистологически верифицирован. После



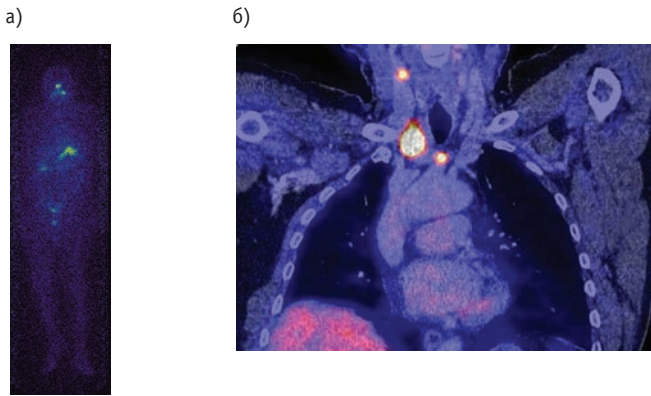


Рис. 1.

а) СВТ: отсутствие патологического накопления РФП  
 б) ПЭТ/КТ (на фоне ТТГ-стимуляции): картина метаболически активных лимфоузлов шеи справа и верхнего средостения – в правой половине шеи 7×6 мм (SUV = 7,6), по передней поверхности шеи 13×10 мм (SUV = 5,4), паратрахеально 29×19 мм (SUV = 22,4), в переднем средостении – 12×8 мм (SUV = 8,8)

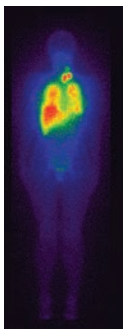
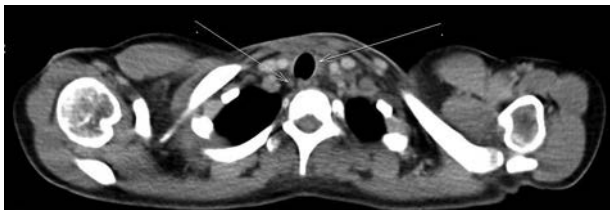
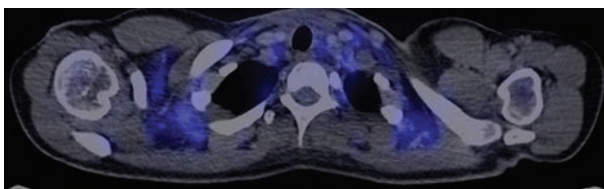


Рис. 2а. СВТ: очаги патологического накопления РФП в зоне удаленной щитовидной железы в проекции обоих легких



КТ-режим ПЭТ/КТ



ПЭТ-режим ПЭТ/КТ

Рис. 2б. ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ (на фоне ТТГ-стимуляции): на шее группа лимфоузлов (лимфоаденопатия) до 12×7 мм без гиперфиксации РФП, оставшийся фрагмент щитовидной железы без признаков накопления РФП

операции проведена дистанционная нейтронная терапия на метастатические лимфоузлы справа и ДЛТ на лимфоузлы шеи справа и верхний этаж средостения. По контрольному ПЭТ/КТ  $^{18}\text{F}$ -ФДГ (на фоне ТТГ-стимуляции, ТГ 2 нг/мл) в 10.2015 г. у больного зафиксирована ремиссия заболевания.

По 21 (34,4 %) ПЭТ/КТ-исследованию выявлены отдаленные метастазы, среди которых преобладали метастазы в легкие и/или средостение – 14 (67 %). Изолированно метастазы в кости наблюдали в 3 случаях (14 %), сочетание нескольких очагов отдаленного метастазирования – в 4 (19 %). В 11 из 14 случаев (78,6 %) метастазы в легкие выявлены исключительно в режиме КТ. И только в 3 случаях (21,4 %) метастазы в легкие накапливали  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и выявлялись в режиме ПЭТ. В отличие от метастазов в легкие, метастазы в лимфоузлы средостения оказались все ПЭТ-позитивными - 6 (100 %). Метастазы в другие органы выявлены в 7 случаях, из которых все метастазы в кости оказались ПЭТ-позитивными (6 случаев); метастазы в мягкие ткани выявлены в режиме КТ в 1 случае (табл. 1). Методом планарной СВТ отдаленные метастазы выявлены в 18 случаях (29,5 %).

Таблица 1

**Чувствительность комбинированного метода ПЭТ/КТ  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в диагностике отдаленных метастазов ДРЩЖ**

	Легкие <i>n</i> = 14		Средостение <i>n</i> = 6		Другие органы <i>n</i> = 7	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
ПЭТ-позитивные	3	21,4	6	100	6	85,7
ПЭТ-негативные	11	78,6	0	0	1	14,3

Отрицательный результат получен по 22 (36 %) ПЭТ/КТ-исследованиях (без патологии 7 (31,8 %), сомнительные результаты 15 (68,2 %)).

Приводим клинический пример ложноотрицательного результата ПЭТ.

Большая Г., 24 года. В 11.2011 г. проведено хирургическое лечение по поводу дифференцированной (папиллярной) формы рака щитовидной железы в объеме тиреоидэктомии и шейной лимфаденэктомии справа. С диагнозом рак щитовидной железы  $\text{T}_1\text{N}_{1\text{b}}\text{M}_0$ , I ст в 01.2012 г. больная поступила в радиотерапевтическое отделение системной терапии ЧОКОД для проведения курса радиойодаблации. На посттерапевтической СВТ выявлено патологическое накопление РФП не только в области удаленной щитовидной железы, но и в легкие (рис. 2а). Учитывая данные СВТ, диагноз был изменен на  $\text{T}_1\text{N}_{1\text{b}}\text{M}_1$ , II стадия (метастазы в легкие). Больной с целью завершения стадирования и определения отдаленного прогноза проведено ПЭТ/КТ-исследование (рис. 2б).

Учитывая отсутствие патологического накопления ФДГ, у больной установлен благоприятный отдаленный прогноз, определена тактика лечения (радиойодтерапия) и наблюдения (УЗИ шеи, КТ грудной клетки). По поводу метастазов в лимфоузлы шеи слева в 03.2012 г. проведена лимфаденэктомия 2–4 уровня слева (гистологически- метастазы папиллярного рака в 6 из 11 лимфоузлов с тотальным замещением структуры). По поводу метастазов в легкие больная получила 6 курсов радиойодтерапии (последний курс в 04.2014 г.). В 07.2014 г. при КТ грудной клетки зафиксирован полный ответ, который сохраняется по настоящее время.

Анализируя данный клинический случай, можно выделить две основные причины ложноотрицательного результата ПЭТ: хорошо-дифференцированный РЩЖ от природы обладает низким уровнем гликолиза, недостаточная разрешающая способность ПЭТ в отношении метастазов в легкие (7–8 мм).

### Выводы

Метод ПЭТ/КТ показал более высокую чувствительность в выявлении метастазов в лимфатические узлы шеи (44,3 %), чем СВТ (23 %). При выявлении отдаленных метастазов ПЭТ/КТ и СВТ показали схожую чувствительность (34,5 % и 29,5 % соответственно). За счет комбинации ПЭТ с КТ значительно повышается чувствительность ПЭТ/КТ в отношении выявления метастазов в легкие. Однако учитывая, что из всех отдаленных метастазов ДРЩЖ хуже всего накапливают  $^{18}\text{F}$ -ФДГ метастазы в легкие (особенности метастазирования, разрешающая способность ПЭТ), в клинических случаях с подозрением на метастазы легкие с целью инструментальной верификации предпочтительнее выполнение многосрезовой КТ грудной клетки до назначения ПЭТ/КТ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sherman S.I. Thyroid carcinoma // *Lancet*, 2003. V. 361. № 9356. P. 501–511.
2. Sipos J.A., Mazzaferri E.L. Thyroid cancer epidemiology and prognostic variables // *Clin. Oncol.* 2010. V. 22. № 6. P. 395–404.
3. Davies L., Welch H.G. Increasing incidence of thyroid cancer in the United States, 1973–2002 // *JAMA*. 2006. V. 295. № 18. P. 2164–2167.
4. Eustatia-Rutten C.F., Corssmit E.P., Biermasz NR et al. Survival and death causes in differentiated thyroid carcinoma // *J. Clin. Endocrinol. Metabolism*. 2006. V. 91. № 1. P. 313–319.
5. Заплатников К., Менцель К., Диль М. и соавт. Позитронно-эмиссионная томография с  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой в ракурсе современной диагностики, диспансерного наблюдения и лечения дифференцированного рака щитовидной железы // *Проблемы эндокринологии*. 2003. № 4. С. 46–50.
6. Schluter B., Bohuslavizki K.H., Beyer W. et al. Impact of FDG PET on patients with differentiated thyroid cancer who present with elevated thyroglobulin and negative  $^{131}\text{I}$  scan. // *J. Nucl. Med.* 2001. V. 42. № 1. P. 71–76.
7. Joensuu H., Ahonen A. Imaging of metastases of thyroid carcinoma with fluorine-18 fluorodeoxyglucose // *J. Nucl. Med.* 1987. V. 28. № 5. P. 910–914.
8. Feine U., Lietzenmayer R., Hanke J.P. et al. Fluorine-18-FDG and iodine-131-iodide uptake in thyroid cancer // *J. Nucl. Med.* 1996. V. 37. № 9. P. 1468–1472.
9. Wang H., Fu H.L., Li J.N. et al. Comparison of whole-body  $^{18}\text{F}$ -FDG PET and posttherapeutic  $^{131}\text{I}$  scintigraphy in the detection of metastatic thyroid cancer // *Clin. Imaging*. 2008. V. 32. № 1. P. 32–37.
10. Hooft L., Hoekstra O.S., Devillé W. et al. Diagnostic accuracy of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the follow-up of papillary or follicular thyroid cancer // *J. Clin. Endocrinol. Metabolism*. 2001. V. 86. № 8. P. 3779–3786.
11. Khan N., Oriuchi N., Higuchi T. et al. PET in the follow-up of differentiated thyroid cancer // *Brit. J. Radiol.* 2003. V. 76. № 910. P.690–695.
12. Dong M.J. et al. Value of  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT in differentiated thyroid carcinoma with radioiodine-negative whole-body scan. Meta-analysis // *Nucl. Med. Commun.* 2009. V. 30. № 8. P.639–650.

Поступила: 24.11.2015

Принята к публикации: 18.05.2016