

Позитронная эмиссионная томография с ^{18}F -ФДГ в стадировании и оценке эффективности лечения больных лимфомой Ходжкина

М. М. Ходжибекова*,¹, Л. А. Тютин¹, Н. А. Костеников¹, Н. В. Ильин¹, В. А. Чубенко²

¹ ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»

Positron Emission Tomography with ^{18}F -FDG in Staging and Evaluation of Treatment in Patients with Hodgkin's Lymphoma

М. М. Khodzhibekova*,¹, L. A. Tyutin¹, N. A. Kostenikov¹, N. V. Il'in¹, V. A. Chubenko²

¹ Russian Research Centre of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg Clinical Research Centre of Specialized Types of Medical Care (Oncological), Russia

Реферат

Правильное и точное стадирование заболевания позволяет оптимизировать тактику лечения и обосновать прогноз опухолевого поражения у больных лимфомой Ходжкина (ЛХ). Целью исследования явилось изучение роли позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) с ^{18}F -ФДГ в стадировании больных ЛХ, сравнение данных ПЭТ с результатами рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) и оценка прогностического значения промежуточной ПЭТ, выполненной после 2–3-го циклов полихимиотерапевтического (ПХТ) лечения у больных ЛХ. Проведен анализ результатов ПЭТ с ^{18}F -ФДГ и РКТ 89 больных с впервые выявленной ЛХ. Выявлено, что чувствительность, специфичность и диагностическая точность ПЭТ превышали таковые показатели РКТ в обнаружении поражения лимфатических узлов, экстранодальных органов, а также при локализации очагов поражения выше или ниже уровня диафрагмы. Было отмечено значительное снижение чувствительности РКТ в обнаружении лимфопролиферативного процесса ниже уровня диафрагмы (68,5 %). В соответствии с результатами ПЭТ были изменены стадия и тактика лечения у 10 (11,2 %) больных. Результаты

* **Ходжибекова Малика Маратовна**, кандидат медицинских наук, врач-радиолог отделения позитронной эмиссионной томографии ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург. Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70. Тел.: +7 (812) 596-66-49. Электронная почта: malika_25@mail.ru

Khodzhibekova Malika Maratovna, Ph. D. Med., Nuclear Medicine Physician of Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg. Address: Leningradskaya ul., 70, Pesochny pos., Saint Petersburg, 197758, Russia. Phone number: +7 (812) 596-66-49. E-mail: malika_25@mail.ru

промежуточной ПЭТ показали, что 23 (25,8 %) пациента из 89 обследованных имели признаки метаболической активности заболевания – ПЭТ-позитивная группа. У 66 (74,2 %) пациентов очагов патологического накопления РФП не определялось – ПЭТ-негативная группа. В ПЭТ-негативной группе только у 3 (4,5 %) пациентов были зарегистрированы очаги патологической гиперфиксации РФП, свидетельствующие о рецидиве заболевания. Результаты ПЭТ, проведенной на отдаленных этапах наблюдения ПЭТ-позитивной группы, показали, что у 9 (39,1 %) больных продолжали визуализироваться метаболически активные опухолевые очаги. У 14 (60,9 %) пациентов дальнейшее лечение привело к полной ремиссии. Выявлена значимая взаимосвязь между результатами ПЭТ, проведенной на ранних этапах ПХТ, и безрецидивной выживаемостью ($p < 0,0001$).

Ключевые слова: лимфома Ходжкина, позитронная эмиссионная томография с ^{18}F -ФДГ, рентгеновская компьютерная томография, полихимиотерапия.

Abstract

Proper and accurate staging of the disease helps in the selection of treatment strategy and planning for further prognosis of cancer in patients with Hodgkin's lymphoma (HL). Aim of the study was to examine the role of positron emission tomography (PET) with ^{18}F -FDG in the staging of patients with HL, a comparison of PET findings with the results of computed tomography (CT) and evaluation of the prognostic value of interim PET performed after 2–3 cycles chemotherapeutic treatment in patients with HL. Eighty nine patients who presented with newly diagnosed HL underwent conventional staging methods including CT as well as PET with ^{18}F -FDG. The sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of PET in examination of pathological lymph nodes, extranodal organs and pathological process above and below the diaphragm were higher than that of CT. Significant decrease in the sensitivity of CT was revealed in the detection of the disease below the level of the diaphragm (68,5 %). In accordance with the PET results were changed stage and treatment in 10 (11,2 %) patients. After two or three cycles of chemotherapy, 66 patients had negative FDG-PET scans and 23 patients had positive scans. Three PET-negative patients relapsed. In the PET-positive group, nine patients progressed. In 14 (60,9 %) patients continued treatment resulted in complete remission. Survival analyses showed highly significant associations between early interim FDG-PET and progression free survival ($p < 0,0001$).

Key words: Hodgkin's Lymphoma, Positron Emission Tomography with ^{18}F -FDG, Computed Tomography, Chemotherapeutic Treatment.

Актуальность

Лимфома Ходжкина (ЛХ) стала одним из первых онкологических заболеваний, при котором была показана возможность излечения большой группы больных. Благоприятный прогноз заболевания зависит от группы прогностических факторов, включающих в себя стадию заболевания, симптомы интоксикации, массивное поражение средостения, экстранодальное поражение и показатели крови [1, 2, 4]. Ведущим фактором в прогнозе ЛХ и выборе программы лечения является определение стадии заболевания. Данная диагностическая зада-

ча является одной из наиболее важных и включает в себя несколько целей: выбор правильной тактики лечения, уточнение прогноза заболевания, контроль состояния опухолевых очагов в процессе проводимого лечения и после его окончания.

Среди лучевых методов диагностики рентгеновская компьютерная томография (РКТ) считается основным методом, применяемым для оценки распространенности лимфопролиферативного заболевания. Достоинствами данного метода являются доступность, простота,

неинвазивность и возможность за одно исследование получить информацию об основных группах лимфатических узлов. Ограничениями РКТ являются диагностические критерии, основанные на анатомических размерах и форме исследуемого органа [3, 5, 6, 16].

Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) с ^{18}F -ФДГ, являясь функциональным методом исследования и имея возможность сканирования всего тела, играет важную роль в стадировании, обосновании прогноза и оценке эффективности терапии онкологических заболеваний, в том числе и ЛХ. Основным преимуществом ПЭТ является возможность определения метаболической активности опухоли, что позволяет обнаружить поражение лимфатических узлов, сохраняющих нормальные размеры, а также патологические изменения в паренхиматозных органах, без нарушения их структуры [7, 9, 10, 14]. Применение ПЭТ на ранних этапах полихимиотерапевтического (ПХТ) лечения позволяет оценить ответ опухолевого очага уже в начале специфического лечения. Немногочисленные исследования, проведенные в данном направлении, отмечают, что полный метаболический регресс патологического очага при ПЭТ с ^{18}F -ФДГ в ранние сроки после начала ПХТ является надежным прогностическим фактором [8, 12]. Учитывая, что при РКТ долгое время после лечения отмечается сохранение визуализации опухолевого очага, дифференциация жизнеспособной опухолевой ткани и посттерапевтических фиброзных изменений является актуальной проблемой в ведении больных ЛХ. Таким образом, точное определение стадии заболевания, ранняя оценка проводимого ПХТ-лечения и выявление областей с мак-

симальным риском рецидива опухоли являются основными диагностическими задачами у больных ЛХ.

Цель: изучить роль позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -ФДГ в стадировании больных ЛХ, сравнить ПЭТ-данные с результатами РКТ и оценить прогностическое значение промежуточной ПЭТ, выполненной после 2–3 циклов ПХТ лечения у больных ЛХ.

Материалы и методы

Обследовано 89 больных (59 женщин и 30 мужчин) в возрасте от 17 до 76 лет с гистологически доказанной ЛХ. ПЭТ с ^{18}F -ФДГ выполнялась для оценки распространенности лимфопролиферативного заболевания с целью первичного стадирования.

Клиническое стадирование заболевания осуществлялось с помощью комплекса диагностических процедур: клинико-лабораторное обследование, рентгенография легких, УЗИ всех групп лимфатических узлов, печени, селезенки и щитовидной железы, трепанобиопсия подвздошной кости и РКТ грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства и таза.

ПЭТ выполняли через 90 мин после внутривенного введения РФП в режиме обследования «всего тела» от мочки уха до верхней трети бедра. Изображения ПЭТ оценивались визуально и полуколичественно с определением показателя стандартизированного уровня захвата ^{18}F -ФДГ ($\text{SUV}_{\text{макс}}$). Наличие патологического очага в определенной анатомической области по данным ПЭТ, подтвержденное результатами РКТ, считалось истинно положительным результатом исследования. Отсутствие поражения, зафиксированное при ПЭТ и РКТ, рассматривалось как истинно от-

рицательный результат. В случае несоответствия данных ПЭТ и РКТ для точной оценки характера выявленных изменений проводили сопоставление их с клиническими данными, результатами других методов обследования (УЗИ, МРТ, остеосцинтиграфия и трепанобиопсия костного мозга), а также динамического наблюдения и сопоставления первичного обследования с результатами ответа больного на полученное лечение. С целью оценки проводимой терапии ПЭТ с ^{18}F -ФДГ выполнялась до начала лечения, после 2–3-го циклов полихимиотерапии, после окончания 1-й линии ПХТ и на различных этапах в отдаленные периоды наблюдения. В зависимости от стадии заболевания, объема поражения средостения и вовлечения в процесс экстранодальных органов обследованные больные получили химиотерапевтическое лечение по схемам ABVD или BEACOPP. В большинстве случаев после ПХТ-лечения проводилась лучевая терапия на остаточные лимфатические узлы или зоны исходных больших опухолевых масс.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета статистических программ MedCalc. Для вычисления показателей чувствительности, специфичности и диагностической точности применялся ROC-анализ с уровнем статистически значимых различий $p < 0,05$. Выживаемость определяли по методу Каплана – Мейера. С целью сравнения кривых выживаемости между исследуемыми группами применялся тест логарифмического рангового критерия (log-rank test).

Результаты и их обсуждение

По данным ПЭТ с ^{18}F -ФДГ в большинстве случаев выявлялись множествен-

ные очаги патологического накопления РФП с тенденцией к слиянию и образованию конгломератов. У некоторых пациентов отмечалось диффузно-повышенное накопление ^{18}F -ФДГ в паренхиме селезенки или печени. Такой характер накопления РФП в селезенке расценивали как патологический, если он превышал по интенсивности накопление РФП в печени. Диффузно-повышенное накопление РФП в печени считали патологическим в случае превышения его интенсивности в сравнении с костной системой. В табл. 1 представлены анатомическая локализация, метаболическая активность и размеры выявленных очагов патологического накопления РФП.

Данные таблицы демонстрируют, что благодаря возможности визуализации всего тела ПЭТ позволяет в процессе одного исследования оценить состояние лимфатических узлов различной локализации, а также выявить поражение селезенки, печени и костной системы. Очаговое повышенное накопление РФП интерпретировалось как патологическое в случае визуализации его в областях, не имеющих отношения к физиологической гиперфиксации РФП (ротоглотка, миокард левого желудочка, чашечно-лоханочная система почек и т. д.). Также в качестве контрольных зон для оценки метаболической активности патологических очагов было принято рассматривать фоновое накопление РФП в средостении, среднее значение которого составило $\text{SUV}_{\text{макс}} = 1,64 \pm 0,2$ ($p < 0,001$) и в непораженной паренхиме печени — $\text{SUV}_{\text{макс}} = 2,2 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). Данные результаты наглядно демонстрируют более высокое накопление РФП в пораженных лимфатических узлах и очагах, локализующихся в паренхиматозных органах и костной системе.

Анатомическая локализация, метаболическая активность и размеры очагов патологической гиперфиксации РФП у больных лимфомой Ходжкина

Локализация	SUV _{макс}	Размер
Периферические лимфатические узлы	6,2 ± 0,98	2,4 ± 0,5
Внутригрудные лимфатические узлы	6,1 ± 0,4	2,6 ± 0,4
Лимфатические узлы брюшной полости и таза	10,8 ± 0,5	2,3 ± 0,4
Селезенка	2,8 ± 0,2	2,2 ± 0,3
Печень	3,8 ± 0,3	2,5 ± 0,3
Костная система	5,0 ± 0,45	2,6 ± 0,2

По данным РКТ признаком злокачественного поражения лимфатических узлов и различных органов считалось увеличение лимфатических узлов в размерах свыше 1 см, слияние их в пакеты или конгломераты, наличие патологических объемных образований в экстранодальных органах. Согласно данным ПЭТ и РКТ проанализированы 684 анатомические области с целью выявления злокачественного поражения лимфатических узлов. Специфический процесс обнаружен в 200 (29,2 %) случаях как по данным ПЭТ, так и по результатам РКТ. В 420 (61,4 %) анатомических областях данные ПЭТ и РКТ были идентично отрицательными. Противоречивые результаты ПЭТ и РКТ зарегистрированы в 50 (7,3 %) анатомических областях и сомнительные данные обоих методов — в 14 (2,05 %) случаях. В группе больных с противоречивыми и сомнительными результатами ПЭТ и РКТ ложноположительные данные ПЭТ были получены в 3 (4,7 %) анатомических областях и ложноотрицательные — в 5 (7,8 %) слу-

чаях, в то время как ложноположительные и ложноотрицательные результаты РКТ были зарегистрированы в 16 (25 %) и 30 (46,9 %) анатомических областях соответственно. Чувствительность, специфичность и диагностическая точность обоих методов в выявлении злокачественного поражения лимфатических узлов различных анатомических областей и экстранодальных органов показаны в табл. 2.

Как видно из этой таблицы, чувствительность, специфичность и диагностическая точность ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ была выше по сравнению с РКТ. При исследовании экстранодальных органов чувствительность и диагностическая точность ПЭТ были значительно выше, чем при РКТ. При этом результаты обоих методов совпали в 237 (91,15 %) анатомических областях из 260 обследованных. Ложноположительных результатов как при ПЭТ, так и при РКТ не было. Ложноотрицательные данные при ПЭТ получены в 1 случае и при РКТ — в 8 случаях. Единичный случай ложно-

Таблица 2

Чувствительность, специфичность и диагностическая точность ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ и РКТ в выявлении злокачественного поражения лимфатических узлов экстранодальных органов, в %

Локализация злокачественного процесса	Чувствительность		Специфичность		Диагностическая точность	
	ПЭТ	РКТ	ПЭТ	РКТ	ПЭТ	РКТ
Лимфатические узлы	97,0	87,3	99,3	96,6	99,0	91,8
Экстранодальные органы	93,5	80,6	99,6	96,1	98,0	89,7
Выше уровня диафрагмы	97,1	91,4	99,0	95,6	98,7	93,8
Ниже уровня диафрагмы	98,1	68,5	98,1	96,3	98,9	83,0

отрицательного результата при ПЭТ объяснялся маленьким размером (менее 5 мм) очагового образования, выявленного в паренхиме легкого при РКТ. Разрешающая способность (7 мм и более) используемого ПЭТ-томографа не позволила визуализировать данный очаг. Большинство ложноотрицательных результатов РКТ было зарегистрировано при оценке поражения селезенки. Более высокая чувствительность ПЭТ в обнаружении специфического поражения селезенки связана с возможностью визуализации ранних метаболических изменений в органе до того, как анатомические изменения станут очевидными. При этом у многих пациентов с ЛХ диффузно-повышенное накопление РФП в паренхиме печени и селезенки также является признаком лимфопролиферативного процесса [10, 11, 16]. Достоинством ПЭТ явилось обнаружение специфического процесса в лимфатических узлах и экстранодальных органах ниже уровня диафрагмы. На чувствительность РКТ повлияло большое количество

ложноотрицательных результатов. Основная часть их была зарегистрирована при оценке состояния лимфатических узлов ворот печени, мезентериальных и забрюшинных лимфоузлов. По данным ряда исследований известно, что не все очаги патологического накопления РФП, визуализируемые при ПЭТ, могут быть обнаружены структурными методами диагностики, в том числе РКТ. ПЭТ позволяет зарегистрировать специфический процесс в лимфатических узлах нормальных размеров. Также результаты нескольких исследований показали сложность РКТ в оценке поражения лимфатических узлов ворот печени, забрюшинных лимфоузлов и селезенки [13].

У 19 пациентов из 89 обследованных по данным ПЭТ было выявлено поражение костной системы. Принимая во внимание имеющиеся данные РКТ, трепанобиопсии костного мозга и других методов диагностики для верификации поражения костной системы по результатам ПЭТ, нами зарегистрировано 17

истинно положительных и 2 ложноположительных результата. Вовлечение костной системы при лимфопролиферативном заболевании считается признаком плохого прогноза и является IV стадией заболевания [15].

Сравнение результатов 2 методов показало, что при ПЭТ дополнительно выявлен 41 патологический очаг. В соответствии с этими данными стадия заболевания была повышена у 17 (19,1 %) больных ЛХ. Распределение больных по стадиям заболевания по данным ПЭТ представлено в табл. 3.

Из таблицы видно, что у большей части пациентов с помощью ПЭТ стадия заболевания увеличилась до IV. Данный факт был обусловлен в основном обнаружением очагов патологического накопления РФП в костной системе. Изменение стадии заболевания привело к изменению тактики лечения у 10 (11,2 %) пациентов.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что ПЭТ с ^{18}F -ФДГ является высокоинформативным методом диагностики и компенсирует некоторые недостатки РКТ. Это относится к обнаружению поражения в лимфатических узлах нормальных размеров, а также оценке состояния костного мозга, печени и селезенки. Возможность визуализации всего тела обеспечивает клинициста базисными данными о метаболизме выявленного патологического образования, что в особенности полезно для обоснования тактики ведения больного.

Результаты ПЭТ с ^{18}F -ФДГ, выполненной на ранних этапах ПХТ-лечения (после 2–3-го циклов), показали, что 23 (25,8 %) пациента из 89 обследованных имели признаки метаболической активности лимфопролиферативного за-

болевания — ПЭТ-позитивная группа. У 66 (74,2 %) пациентов очагов патологического накопления РФП уже на раннем этапе лечения не определялось — ПЭТ-негативная группа. В течение всего периода наблюдения за больными ПЭТ-негативной группы было выявлено, что только у 3 (4,5 %) пациентов были зарегистрированы очаги патологической гиперфиксации РФП, свидетельствующие о рецидиве заболевания. Остальные 95,45 % больных этой группы продолжали оставаться в полной ремиссии на протяжении всего периода наблюдения (медиана периода наблюдения составила 729 дней). Таким образом, уже после 2–3-го циклов ПХТ все эти пациенты, пребывающие в длительной ремиссии по результатам ПЭТ, не имели очагов патологического накопления РФП. Результаты ПЭТ, проведенной на отдаленных этапах наблюдения ПЭТ-позитивной группы, показали, что у 9 (39,1 %) больных продолжали визуализироваться метаболически активные опухолевые очаги. У 14 (60,9 %) пациентов дальнейшее лечение привело к полной ремиссии.

Статистический анализ сравнения данных безрецидивной выживаемости 2 анализируемых групп выявил значимую связь между результатами ПЭТ, проведенной на ранних этапах ПХТ, и безрецидивной выживаемостью ($p < 0,0001$). Двухлетняя безрецидивная выживаемость больных ЛХ ПЭТ-негативной группы составила 96,8 %, ПЭТ-позитивной группы — 46,2 %.

Таким образом, промежуточная ПЭТ, выполненная в ранние сроки после начала терапии, является надежным прогностическим фактором в предсказании дальнейшего прогноза заболевания. Выполнение ПЭТ после 2–3-го циклов

Таблица 3

Результаты стадирования по данным ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ

Первоначальная стадия заболевания	Стадия по данным ПЭТ с ¹⁸ F-ФДГ	Количество больных (n = 17)	
		Абсолютное	Относительное, в %
I	II	5	29,4
I	IV	2	11,8
II	III	2	11,8
II	IV	5	29,4
III	IV	3	17,65

ПХТ позволяет выделить группу больных с высоким риском рецидива заболевания, а также группу больных резистентных к текущему виду терапии. Данная категория пациентов является потенциальными кандидатами для более интенсивного лечения.

Выводы

Результаты нашего исследования свидетельствуют о высокой диагностической точности ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ в стадировании больных ЛХ. Важным преимуществом ПЭТ является оценка состояния лимфатических узлов, имеющих нормальные размеры, а также выявление поражения экстранодальных органов. Определение чувствительности опухоли к ПХТ-лечению уже на ранних этапах терапии является надежным прогностическим фактором течения заболевания и выживаемости больных, что помогает изменить тактику лечения в группах больных с неблагоприятным прогнозом.

Список литературы

1. Гранов А. М., Ильин Н. В. Лимфомы: Науч.-практ. изд. СПб., 2010. 272 с.
2. Ильин Н. В., Глостанова М. С., Ходжибекова М. М., Костеников Н. А., Тютин

Л. А., Виноградова Ю. Н., Иванова Е. И., Иванова А. А., Крицкая А. В. Клиническая оценка значения позитронно-эмиссионной томографии всего тела с ¹⁸F-ФДГ при злокачественных лимфомах // Клини. онкогематология. 2010. Т. 3. № 2. С. 130–137.

3. Сташук Г. А., Дуброва С. Э., Нуман С. А. Компьютерная томография в диагностике поражения легких и внутригрудных лимфатических узлов при лимфомах // Радиология — практика. 2009. № 5. С. 11–29.
4. Тютин Л. А., Костеников Н. А., Ильин Н. В., Ходжибекова М. М., Виноградова Ю. Н. Позитронная эмиссионная томография с ¹⁸F-ФДГ в комплексной лучевой диагностике больных злокачественными лимфомами // Современные технологии в медицине. 2011. № 2. С. 120–126.
5. Тютин Л. А., Костеников Н. А., Ходжибекова М. М., Чубенко В. А. Роль позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-ФДГ в стадировании больных лимфомой Ходжкина // Лучевая диагностика и лучевая терапия. 2012. № 4. С. 31–39.
6. Ходжибекова М. М. Информативность позитронной эмиссионной томографии с ¹⁸F-ФДГ в диагностике и стадировании больных лимфомой Ходжкина //

- Вопросы онкологии. 2013. Т. 59. № 4. С. 470–474.
7. *Ходжибекова М. М.* Роль позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -ФДГ в определении степени злокачественности неходжкинских лимфом // Радиология – практика. 2014. № 1. С 31–37.
 8. *Ходжибекова М. М., Тютин Л. А., Костеников Н. А., Ильин Н. В., Виноградова Ю. Н.* Прогностическое значение позитронной эмиссионной томографии с ^{18}F -ФДГ в ранней оценке эффективности лечения больных неходжкинскими лимфомами // Вестн. рентгенологии и радиологии. 2014. № 4. С. 38–42.
 9. *Connors J. M.* Positron emission tomography in the management of Hodgkin lymphoma // Hematol. 2011. V. 2011. № 1. P. 317–322.
 10. *Delbeke D., Stroobants S., Kerviler E., Gisselbrecht C., Meignan M., Conti P. S.* Expert Opinions on Positron Emission Tomography and Computed Tomography Imaging in Lymphoma // The Oncologist. 2009. V. 14. № 2. P. 30–40.
 11. *De Jong P. A., van Ufford H. M., Baarslaq H. J., de Haas M. J., Wittebol S. H., Quekel L. G., de Klerk J. M.* CT and ^{18}F -FDG PET for noninvasive detection of splenic involvement in patients with malignant lymphoma // Am. J. of Roentgenol. 2009. V. 192. № 3. P. 745–753.
 12. *Gallamini A., Barrington S. F., Biggi A., Chauvie S., Kostakoglu L., Gregianin M., Meignan M., Mikhaeel G. N., Loft A., Zaucha J. M., Seymour J. F., Hofman M. S., Rigacci L., Pulsoni A., Coleman M., Dann E. J., Trentin L., Casasnovas O., Rusconi C., Brice P., Bolis S., Viviani S., Salvi F., Luminari S., Hutchings M.* The predictive role of interim positron emission tomography for Hodgkin lymphoma treatment outcome is confirmed using the interpretation criteria of the Deauville five-point scale // Haematol. 2014. V. 99. № 6. P. 1107–1113.
 13. *Gospodarowicz M. K.* Hodgkin's lymphoma – patient assessment and staging // Cancer. 2009. V. 15. № 2. P. 138–142.
 14. *Kumar A. R.* Current clinical applications of positron emission tomography // Austr. Prescriber. 2008. V. 31. № 5. P. 123–128.
 15. *Kwee T. C., de Klerk J. M. H., Nievelstein R. A. J.* Imaging of bone marrow involvement in lymphoma: state of art and future directions // The Scientific World J. 2011. V. 11. P. 391–402.
 16. *Kwee T. C., Kwee R. M., Nievelstein R. A. J.* Imaging in staging of malignant lymphoma: a systematic review // Blood. 2008. V. 111. № 2. P. 504–516.

References

1. *Granov A. M., Il'in N. V.* Lymphomas: Scientific-practical edition. Saint Petersburg, 2010. P. 272 (in Russian).
2. *Il'in N. V., Tlostanova M. S., Khozhibekova M. M., Kostenikov N. A., Tyutin L. A., Vinogradova Y. N., Ivanova E. I., Ivanova A. A., Kritskaya A. V.* Clinical evaluation of the value of whole body positron emission tomography with ^{18}F -FDG in malignant lymphomas. Klinicheskaya onkogematologiya. 2010. V. 3. No. 2. P. 130–137 (in Russian).
3. *Stashuk G. A., Dubrova S. E., Numan S. A.* Multidetector Computed Tomography of thoracic lymphoma. Radiologiya – praktika. 2009. No. 5. P. 11–29 (in Russian).
4. *Tyutin L. A., Kostenikov N. A., Il'in N. V., Khodzhibekova M. M., Vinogradova Y. N.* Positron Emission Tomography with ^{18}F -FDG in a complex radiodiagnosis of patients with malignant lymphomas. Sovremennye tekhnologii v meditsine. 2011. No. 2. P. 120–126 (in Russian).

5. *Tyutin L. A., Kostenikov N. A., Khodzhbekova M. M., Chubenko V. A.* Role of positron emission tomography with ¹⁸F-FDG in staging of patients with Hodgkin's lymphoma. *Luhevaya diagnostika i luhevaya terapiya*. 2012. No. 4. P. 31–39 (in Russian).
6. *Khodzhbekova M. M.* Positron emission tomography using ¹⁸F-FDG for initial staging of patients with Hodgkin's disease. *Voprosy onkologii*. 2013. V. 59. No. 4. P. 470–474 (in Russian).
7. *Khodzhbekova M. M.* Role of Positron Emission Tomography with ¹⁸F-FDG in predicting malignancy grade of non-Hodgkin's lymphoma. *Radiologiya — praktika*. 2014. No. 1. P. 31–37 (in Russian).
8. *Khodzhbekova M. M., Tyutin L. A., Kostenikov N. A., Il'in N. V., Vinogradova Y. N.* Prognostic value of ¹⁸F-FDG positron emission tomography in the early evaluation of the efficiency of treatment in patients with non-Hodgkin's lymphoma. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2014. No. 4. P. 38–42 (in Russian).
9. *Connors J. M.* Positron Emission Tomography in the Management of Hodgkin Lymphoma. *Hematology*. 2011. V. 2011. No. 1. P. 317–322.
10. *Delbeke D., Stroobants S., Kerviler E., Gisselbrecht C., Meignan M., Conti P. S.* Expert Opinions on Positron Emission Tomography and Computed Tomography Imaging in Lymphoma. *The Oncologist*. 2009. V. 14. No. 2. P. 30–40.
11. *De Jong P. A., van Ufford H. M., Baarslaq H. J., de Haas M. J., Wittebol S. H., Quekel L. G., de Klerk J. M.* CT and ¹⁸F-FDG PET for noninvasive detection of splenic involvement in patients with malignant lymphoma. *American Journal of Roentgenology*. 2009. V. 192. No. 3. P. 745–753.
12. *Gallamini A., Barrington S. F., Biggi A., Chauvie S., Kostakoglu L., Gregianin M., Meignan M., Mikhaeel G. N., Loft A., Zaucha J. M., Seymour J. F., Hofman M. S., Rigacci L., Pulsoni A., Coleman M., Dann E. J., Trentin L., Casasnovas O., Rusconi C., Brice P., Bolis S., Viviani S., Salvi F., Luminari S., Hutchings M.* The predictive role of interim positron emission tomography for Hodgkin lymphoma treatment outcome is confirmed using the interpretation criteria of the Deauville five-point scale. *Haematologica*. 2014. V. 99. No. 6. P. 1107–1113.
13. *Gospodarowicz M. K.* Hodgkin's lymphoma — Patient Assessment and Staging. *Cancer*. 2009. V. 15. No. 2. P. 138–142.
14. *Kumar A. R.* Current clinical applications of positron emission tomography. *Australian Prescriber*. 2008. V. 31. No. 5. P. 123–128.
15. *Kwee T. C., de Klerk J. M. H., Nievelstein R. A. J.* Imaging of bone marrow involvement in lymphoma: state of art and future directions. *The Scientific World Journal*. 2011. V. 11. P. 391–402.
16. *Kwee T. C., Kwee R. M., Nievelstein R. A. J.* Imaging in staging of malignant lymphoma: a systematic review. *Blood*. 2008. V. 111. No. 2. P. 504–516.

Сведения об авторах

Ходжибекова Малика Маратовна, кандидат медицинских наук, врач-радиолог отделения позитронной эмиссионной томографии ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург. Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70. Тел.: +7 (812) 596-66-49. Электронная почта: malika_25@mail.ru

Khodzhibekova Malika Maratovna, Ph. D. Med., Nuclear Medicine Physician of Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg.
Address: Leningradskaya ul., 70, Pesochniy pos., Saint Petersburg, 197758, Russia.
Phone number: +7 (812) 596-66-49. E-mail: malika_25@mail.ru

Тютин Леонид Аврамович, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург.
Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70.
Тел.: +7 (812) 596-84-62. Электронная почта: crirr@peterlink.ru

Tyutin Leonid Avramovich, M. D. Med., Professor, Honored Scientist Deputy Director for Scientific Work of Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg.
Address: Leningradskaya ul., 70, Pesochniy pos., Saint Petersburg, 197758, Russia.
Phone number: +7 (812) 596-84-62. E-mail: crirr@peterlink.ru

Костеников Николай Анатольевич, доктор медицинских наук, заведующий отделением радионуклидной позитронной эмиссионной томографии ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург.
Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70.
Тел.: +7 (812) 596-66-49. Электронная почта: nkostenikov@yandex.ru

Kostenikov Nikolay Anatol'evich, M. D. Med., Head of the Positron Emission Tomography Department of Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg.
Address: Leningradskaya ul., 70, Pesochniy pos., Saint Petersburg, 197758, Russia.
Phone number: +7 (812) 596-66-49. E-mail: nkostenikov@yandex.ru

Ильин Николай Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения лучевой терапии системных заболеваний ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» Минздрава России, Санкт-Петербург.
Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70.
Тел.: +7 (812) 596-90-35. Электронная почта: ilyin_prof@mail.ru

Ilyin Nikolay Vasil'evich, M. D. Med., Professor, Head of Radiotherapy Department of Systemic Diseases of Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg.
Address: Leningradskaya ul., 70, Pesochniy pos., Saint Petersburg, 197758, Russia.
Phone number: +7 (812) 596-90-35. E-mail: ilyin_prof@mail.ru

Чубенко Вячеслав Андреевич, кандидат медицинских наук, заведующий отделением химиотерапии ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)», Санкт-Петербург.
Адрес: 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68а, лит. А.
Тел.: +7 (812) 573-91-31. Электронная почта: vchubenko@me.com

Chubenko Vyacheslav Andreevich, Ph. D. Med., Head of Chemotherapy Department of Saint Petersburg Clinical Research Center of Specialized Types of Medical Care (Oncological), Saint Petersburg.
Address: Leningradskaya ul., 68a, lit. A. Pesochniy pos., Saint Petersburg, 197758, Russia.
Phone number: +7 (812) 573-91-31. E-mail: vchubenko@me.com

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.