



¹ Клиника Башкирского государственного медицинского университета

² Башкирский государственный медицинский университет

Радиоизотопная визуализация медиастинальных форм В-клеточной лимфомы и дифференциальная диагностика патологически измененных участков прилежащей легочной паренхимы методами ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI

М.М. Хафизов^{1, 2}, Д.Э. Байков, д.м.н.^{1, 2}, Л.Р. Ахмадеева^{1, 2}

Адрес для переписки: Мунавис Мунависович Хафизов, munavis.khafizov@gmail.com

Для цитирования: Хафизов М.М., Байков Д.Э., Ахмадеева Л.Р. Радиоизотопная визуализация медиастинальных форм В-клеточной лимфомы и дифференциальная диагностика патологически измененных участков прилежащей легочной паренхимы методами ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (48): 30–33.

DOI 10.33978/2307-3586-2023-19-48-30-33

Неходжкинские лимфомы составляют 3% всех видов рака и занимают шестое место по частоте среди женщин и седьмое среди мужчин. Существующие трудности в своевременном и качественном выявлении данных заболеваний, их дифференциальная диагностика по данным методов лучевой диагностики обуславливают необходимость применения радиоизотопных методов исследования.

Цель исследования – сравнить диагностические возможности визуализации медиастинальных форм лимфом по данным позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) с применением ¹⁸F-фтордезоксиглюкозы (¹⁸F-ФДГ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), с ^{99m}Tc-MIBI, их роль в дифференциальной диагностике патологически измененных участков прилежащей легочной паренхимы.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ радионуклидных исследований четырех пациентов с медиастинальной формой диффузной В-клеточной лимфомы высокой степени злокачественности с наличием зон легочной консолидации в прикорневых областях легких. Всем пациентам проводились ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI.

Результаты. При проведении настоящего исследования выявлено, что ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI и ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ имеют сопоставимую чувствительность в диагностической оценке пациентов с медиастинальными лимфомами. Однако поглощение ¹⁸F-ФДГ опухолевыми лимфоидными тканями было значительно выше по сравнению с накоплением ^{99m}Tc-MIBI, а выявленные очаги отчетливо дифференцировались от прилежащих тканей средостения и легких.

Заключение. ОФЭКТ с ^{99m}Tc-MIBI может быть полезна в обнаружении, дифференциальной диагностике медиастинальных лимфом, а также может рассматриваться как альтернатива, когда проведение ПЭТ невозможно. Однако лучшая визуализация метаболической активности образования имеет большее прогностическое значение, например, в оценке динамики химиотерапевтического лечения.

Ключевые слова: компьютерная томография, радионуклидная диагностика, ПЭТ, ОФЭКТ, В-клеточная лимфома

Введение

В 2020 г. в мире было зарегистрировано 545 000 новых случаев и 260 000 смертей от неходжкинской лимфомы [1]. Неходжкинские лимфомы занимают

11-е место среди наиболее часто диагностируемых видов рака и 11-е место по смертности от онкологических заболеваний в 2020 г. [2]. В последние десятилетия темпы роста заболеваемости и смертности



ускорились. По прогнозам, к 2040 г. число случаев заболевания неходжкинскими лимфомами возрастет примерно до 778 000 [3]. В Российской Федерации с 2012 по 2020 г. смертность от всех злокачественных новообразований лимфатической и кроветворной ткани выросла на 16%. На их долю приходится 5% регистрируемых в течение года опухолей у мужчин и 4,6% – у женщин. Эти заболевания являются причиной около 5% случаев смерти от злокачественных новообразований [4–7]. На долю неходжкинских лимфом приходится 60% от всех лимфом, самыми частыми ее вариантами являются крупноклеточная В лимфома и В-клеточная фолликулярная лимфома, встречающиеся в этой группе в 33 и 22% случаев соответственно [8]. До внедрения в широкую практику радиоизотопных методов диагностики стадирование лимфом, как правило, осуществлялось на основании результатов клинического исследования, данных компьютерной томографии и пункционной биопсии. При этом диагностические возможности компьютерной томографии ограничены при визуализации лимфатических узлов нормальных размеров. Более того, при увеличении лимфатических узлов до 2 см вероятность специфического поражения составляет всего 50%, а увеличение более 3 см почти в 25% случаев связано с их доброкачественной гиперплазией [9]. Экстранодальные формы лимфом с поражением легочной ткани могут имитировать такие лучевые признаки воспалительных состояний легкого, как изменения по типу «матового стекла», зоны консолидации, перибронхиальные наложения, выпот в плевральной полости, возникающий либо в результате прямого поражения, либо в результате лимфатической обструкции, исходящей из лимфатических узлов, что в свою очередь также затрудняет диагностику. Появление в повседневной клинической практике современных неинвазивных радионуклидных методов диагностики, таких как однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ), и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), позволяющих одновременно выявить как патофизиологические, так и рентгеноморфологические нарушения, привело к существенному увеличению выявляемости и повышению точности стадирования неопластических процессов у большинства онкологических пациентов, а многочисленные исследования указывают на целесообразность использования методов ядерной медицины для определения степени распространенности лимфопролиферативных заболеваний, оценки эффективности проводимого лечения, определения показаний к лучевой терапии и подтверждают прогностическое значение их применения [8, 10–13]. Однако повсеместное использование позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) ограничено высокой стоимостью исследования и недостаточным количеством ПЭТ-центров. Вместе с тем возможности использования ОФЭКТ/КТ в клинической онкологии, в отличие от ПЭТ/КТ, изучены значительно хуже, и это при том, что

в целом оснащенность аппаратами ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ существенно выше. Так, на 2015 г. в Российской Федерации находилось 54 ПЭТ-сканера, тогда как количество гамма-камер ОФЭКТ, ОФЭКТ/КТ составляло 282 [14, 15].

Материал и методы

В данной работе были проанализированы исследования четырех пациентов медиастинальной формой диффузной В-клеточной лимфомы высокой степени злокачественности. Всем пациентам проводились исследования в режиме позитронно-эмиссионной томографии с использованием радиофармпрепарата (РФП) ^{18}F -ФДГ и ОФЭКТ/КТ с применением $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI. ПЭТ/КТ-сканирование с ^{18}F -ФДГ проводилось в режиме Whole Body спустя 60–90 минут после введения РФП в дозе 370–480 МБк. При анализе полученных изображений визуально оценивалась интенсивность накопления РФП по цветовым шкалам, а также осуществлялся полуколичественный подсчет стандартизированного уровня накопления РФП – SUV_{max} . Зоной интереса являлась сферическая область диаметром 1,0 см, расположенная в наиболее активной части образования. При проведении ОФЭКТ/КТ с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI радиофармпрепарат вводился в количестве 700 МБк. Спустя 20 минут после введения пациентам проводилось исследование в режиме однофотонной эмиссионной компьютерной томографии на гибридном аппарате по циркулярной орбите в 128 проекциях с экспозицией 30 секунд в матрице 128×128 с последующей бесконтрастной мультиспиральной компьютерной томографией грудной клетки. Для полуколичественной оценки уровня накопления РФП в патологическом очаге выбирались две зоны интереса сферической формы диаметром 1,0 см. Первая зона интереса соответствовала наиболее активной части объемного образования, а вторая отмечалась на симметричном участке неизменной паренхимы легкого. Измеряли число зарегистрированных фотонов в зонах интереса (counts) и рассчитывали количественный показатель аккумуляции РФП в патологическом очаге, выраженный в процентах. Компьютерная томография проводилась с использованием 16-срезового компьютерного томографа. Параметры сканирования органов грудной клетки: напряжение на трубке 120 кВ, ток в трубке 200 мА, толщина среза 1,25 мм. Исследования выполнялись при положении пациента лежа на спине с запрокинутыми вверх руками. Полученные данные радиоизотопных исследований и компьютерной томографии совмещались и анализировались в аксиальных, коронарных и сагиттальных проекциях. На полученных срезах визуально оценивались характер накопления и распределения РФП, локализация и размеры очагов гиперфиксации при их наличии.

Результаты и обсуждение

ОФЭКТ/КТ с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI активно используется в кардиологии, эндокринологии, но ее роль в ядерной онкологии точно не установлена. В этом исследовании



Показатели аккумуляции радиофармпрепарата в зонах интереса по данным ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI и ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ

Номер исследования	ОФЭКТ/КТ с ^{99m} Tc-MIBI		Показатель перфузии в патологическом очаге, выраженный в процентах	ПЭТ/КТ с ¹⁸ F- фтордезоксиглюкозой
	Показатель аккумуляции РФП в зоне консолидации (counts)	Показатель аккумуляции РФП на симметричном участке неизменной ткани (counts)		
1	457,73	171,12	267,49%	16,60
2	372,51	201,41	184,95%	25,67
3	298,23	198,77	150,03%	22,46
4	535,73	190,23	281,62%	19,17

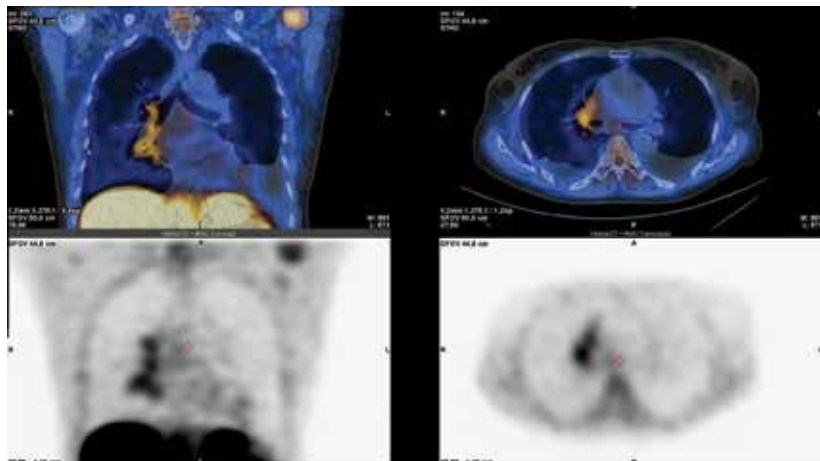


Рис. 1. Пациент А., 57 лет. Диагноз: медиастинальная форма диффузной В-клеточной лимфомы высокой степени злокачественности. На представленных ОФЭКТ-срезах с ^{99m}Tc-MIBI в коронарной и аксиальной проекциях визуализируется зона гиперфиксации РФП в области корня правого легкого, при сопоставлении с данными компьютерной томографии соответствующая увеличенным лимфатическим узлам

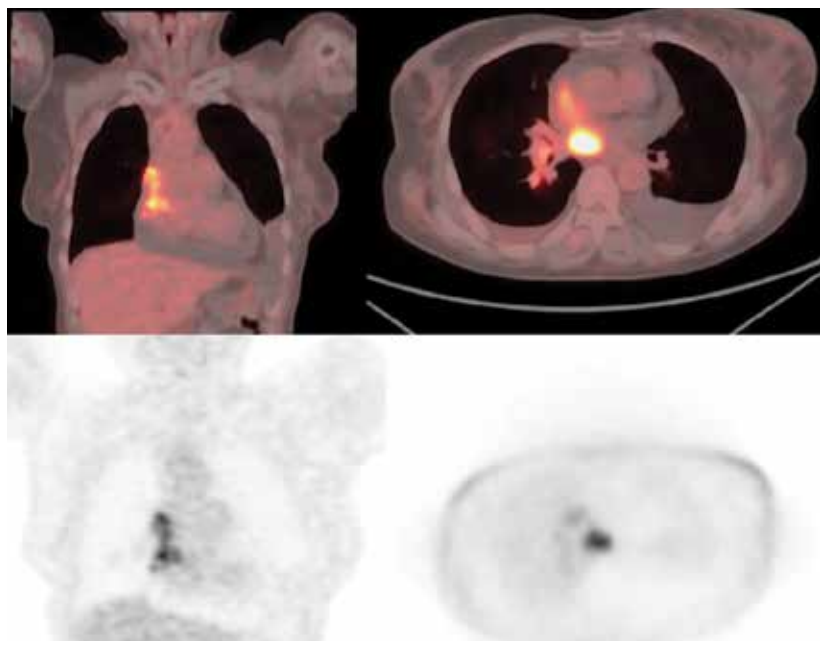


Рис. 2. Тот же пациент, что и на рис. 1. На представленных ПЭТ-срезах с ¹⁸F-ФДГ в коронарной и аксиальной проекциях визуализируется аналогичная зона гиперфиксации РФП в области корня правого легкого, с более интенсивным накоплением РФП в лимфатическом узле бифуркационной группы по сравнению с ОФЭКТ с ^{99m}Tc-MIBI

мы сравнили результаты ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-MIBI и ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ у четырех пациентов с гистологически верифицированной медиастинальной формой диффузной В-клеточной лимфомы. Был произведен количественный анализ ОФЭКТ- и ПЭТ-изображений в областях интереса (рис. 1, 2). Количественную оценку степени накопления радиофармпрепарата проводили путем расчета соотношения аккумуляции в патологическом очаге и здоровой ткани, их значения представлены в таблице.

Исходя из полученных данных, диагностическая чувствительность визуализации обоих методик в представленных случаях составила 100%. Однако количественный анализ аккумуляции ^{99m}Tc-MIBI и ¹⁸F-ФДГ в зонах интереса показал, что поглощение ¹⁸F-ФДГ было значительно ($p < 0,001$) выше по сравнению с поглощением ^{99m}Tc-MIBI (2,2 против 13,3), что указывает на высокий метаболизм глюкозы в пораженных лимфатических узлах. Кроме того, совмещение ПЭТ- и ОФЭКТ-изображений с данными компьютерной томографии одинаково позволяет визуально разграничить пораженные лимфатические узлы средостения от соседних анатомических структур и патологически измененных участков прилежащей легочной паренхимы – ателектазов или постобструктивной пневмонии вследствие обструкции дыхательных путей увеличенными лимфатическими узлами.

Заключение

Таким образом, ОФЭКТ с ^{99m}Tc-MIBI может позволить осуществить дифференциальную диагностику медиастинальных форм В-клеточной лимфомы, обладая большей доступностью, относительной легкостью проведения и существенно меньшими затратами на исследование по сравнению с ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ, при сопоставимой с ней чувствительности. Отсюда появляются основания рекомендовать ОФЭКТ с ^{99m}Tc-MIBI пациентам с целью выявления, проведения дифференциальной диагностики при подозрении на медиастинальную лимфому, в случаях, когда ПЭТ недоступна. Однако существенно меньшее в сравнении с ¹⁸F-ФДГ поглощение ^{99m}Tc-MIBI опухолевыми лимфоидными тканями может явиться некоторым ограничением в дифференциальной диагностике заболеваний методом ОФЭКТ. Для уточнения диагностического и прогностического значения ОФЭКТ с ^{99m}Tc-MIBI необходимы дальнейшие исследования на более многочисленных группах пациентов. ☺



Литература

1. Frampas E. Lymphomas: basic points that radiologists should know. *Diagn. Interv. Imaging*. 2013; 94 (2): 131–144.
2. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J. Clin.* 2021; 71 (3): 209–249.
3. Chu Y., Liu Y., Fang X., et al. The epidemiological patterns of non-Hodgkin lymphoma: global estimates of disease burden, risk factors, and temporal trends. *Front. Oncol.* 2023; 2 (13): 1059914.
4. Улумбекова Г.Э., Петрачков И.В. Онкогематологические заболевания в Российской Федерации и в развитых странах: смертность, заболеваемость, ресурсы и организация медицинской помощи с учетом пандемии COVID-19. *ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ*. 2022; 8 (2): 22–47.
5. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018.
6. Чанчикова Н.Г., Дудникова Е.А., Карлова Е.А. и др. Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в диагностике и стадировании лимфом. *Вопросы онкологии*. 2019; 65 (1).
7. Гематология: национальное руководство. Под ред. О.А. Рукавицина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 912 с.
8. Чанчикова Н.Г., Дудникова Е.А., Карлова Е.А. и др. Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в диагностике и стадировании лимфом. *Вопросы онкологии*. 2019; 1.
9. Kwee T.C., Kwee R.M., Nievelstein R.A. Imaging in staging of malignant lymphoma: a systematic review. *Blood*. 2008; 111: 504–516.
10. Канаев С.В., Новиков С.Н., Гершанович М.Л. Значение радионуклидной визуализации костного мозга и селезенки в выборе лечебной тактики и топометрической подготовке больных лимфомой Ходжкина к облучению. *Вопросы онкологии*. 2002; 48: 193.
11. Cheson B.D. Role of functional imaging in the management of lymphoma. *J. Clin. Oncol.* 2011; 29: 1844–1854.
12. Hutchings M., Loft A., Hansen M., et al. Position emission tomography with or without computed tomography in the primary staging of Hodgkin's lymphoma. *Haematologica*. 2006; 91: 482–489.
13. Elstrom R.L., Leonard J.P., Coleman M., et al. Combined PET and low-dose, noncontrast CT scanning obviates the need for additional diagnostic contrast-enhanced CT scans in patients undergoing staging or restaging for lymphoma. *Ann. Oncol.* 2008; 19: 1770–1773.
14. Israel O., Goldsmith S.J. Hybrid SPECT/CT imaging in clinical practice. Chapter 12: 197–208.
15. Кумар А., Киреев В.С. Обзор российского рынка ядерной медицины. *Фундаментальные исследования*. 2018; 2: 134–138.

Radioisotope Visualization of Mediastinal Forms of B-Cell Lymphoma and Differential Diagnosis of Pathologically Changed Areas of the Adjacent Pulmonary Parenchyma by PET/CT with ^{18}F -FDG and SPECT/CT with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI

М.М. Khafizov^{1,2}, D.E. Baikov, PhD^{1,2}, L.R. Akhmadeeva^{1,2}

¹ Clinic of Bashkir State Medical University Federation

² Bashkir State Medical University

Contact person: Munavis M. Khafizov, munavis.khafizov@gmail.com

Non-Hodgkin's lymphomas account for 3% of all cancers and rank sixth in frequency among women and seventh among men. The existing difficulties in the timely and high-quality detection of these diseases, their differential diagnosis according to the methods of radiation diagnostics, necessitate the use of radioisotope research methods.

Purpose of the study – to compare the diagnostic possibilities of visualization of mediastinal forms of lymphomas according to positron emission and computed tomography (PET/CT) using ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG) and single-photon emission computed tomography combined with X-ray computed tomography (SPECT/CT) with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, their role in the differential diagnosis of pathologically altered areas of the adjacent lung parenchyma.

Material and methods. A retrospective analysis of radionuclide studies of 4 patients with a mediastinal form of diffuse B-cell lymphoma of a high degree of malignancy with the presence of zones of pulmonary consolidation in the hilar areas of the lungs was carried out. All patients underwent PET/CT with ^{18}F -FDG and SPECT/CT with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI.

Results. The present study found that SPECT/CT with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI and PET/CT with ^{18}F -FDG have comparable sensitivity in the diagnostic evaluation of patients with mediastinal lymphomas. However, the uptake of ^{18}F -FDG by tumor lymphoid tissues was significantly higher compared to the accumulation of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, and the detected foci were clearly differentiated from the adjacent tissues of the mediastinum and lungs.

Conclusions. The present study found that SPECT/CT with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI and PET/CT with ^{18}F -FDG have comparable sensitivity in the diagnostic evaluation of patients with mediastinal lymphomas. However, the uptake of ^{18}F -FDG by tumor lymphoid tissues was significantly higher compared to the accumulation of $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, and the detected foci were clearly differentiated from the adjacent tissues of the mediastinum and lungs.

Keywords: computed tomography, radionuclide diagnostics, PET, SPECT, B-cell lymphoma