

ПЭТ/КТ С ^{18}F -FDG В ОЦЕНКЕ РЕГИОНАРНОГО МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ ПЛОСКОКЛЕТОЧНОГО РАКА ПИЩЕВОДА

Королева Е.С.✉, Тулин П.Е., Абу-Хайдар О.Б., Коньякова О.А., Гращенко И.С., Соломьяный В.В., Филимонов А.В.

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24

✉ Королева Елена Сергеевна, e.korolyova@ronc.ru, 89271152413

РЕФЕРАТ

Цель: Оценка диагностических возможностей ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в регионарном стадировании первичного рака пищевода.

Материалы и методы: В исследование ретроспективно было включено 70 пациентов с верифицированным плоскоклеточным раком пищевода. Все пациенты на предоперационном этапе проходили ПЭТ/КТ-исследование с ^{18}F -FDG в период с 2020 по 2024 гг. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ. Оценивалась визуализация метастатического поражения лимфатических узлов при сопоставлении с данными гистологического исследования постоперационного материала и данных клинического наблюдения.

Результаты: В нашем исследовании ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG продемонстрировала чувствительность 86 % и специфичность 78 % в оценке пораженных регионарных лимфатических узлов.

Заключение: ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG является ценным методом визуализации при первичном N-стадировании плоскоклеточного рака пищевода, за счет обнаружения структурно неизмененных пораженных лимфатических узлов. Имеющиеся ограничения метода требуют комплексного диагностического подхода в сочетании с динамическим наблюдением.

Ключевые слова: ПЭТ/КТ, ^{18}F -FDG, рак пищевода, регионарные метастазы

Для цитирования: Королева Е.С., Тулин П.Е., Абу-Хайдар О.Б., Коньякова О.А., Гращенко И.С., Соломьяный В.В., Филимонов А.В. ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в оценке регионарного метастазирования плоскоклеточного рака пищевода. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2025;8(3):45-51.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-3-45-51>

Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy

ISSN: 2587-7593 (Print) ISSN: 2713-167X (Online)

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА | NUCLEAR MEDICINE

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-3-45-51>

PET/CT WITH ^{18}F -FDG IN THE EVALUATION OF REGIONAL METASTASIS OF ESOPHAGEAL SQUAMOUS CELL CARCINOMA

Elena S. Koroleva✉, Pavel E. Tulin, Omar B. Abu-Khaidar, Olga A. Konyakova, Igor S. Grashchenko, Viktor V. Solomyany, Aleksandr V. Filimonov.

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478;

✉ Koroleva Elena Sergeevna, e.korolyova@ronc.ru, 89271152413

ABSTRACT

Purpose: To study the diagnostic value of PET/CT with ^{18}F -FDG in evaluation of metastases in lymph nodes of esophageal cancer.

Materials and methods: The retrospective study included 70 patients with squamous cell esophageal cancer. All patients underwent PET/CT with ^{18}F -FDG from 2020 to 2024 in the N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology. Metastases in the regional lymph nodes were evaluated by PET/CT with ^{18}F -FDG. Histological verification was performed in all cases.

Results: PET/CT with ^{18}F -FDG demonstrated sensitivity 86 % and specificity 78 % of visualization of metastases in the regional lymph nodes.

Conclusion: PET/CT with ^{18}F -FDG is a promising imaging method in evaluation of cancer extent squamous cell esophageal carcinoma, detecting metastases in unchanged lymph nodes. PET/CT limitations require a comprehensive diagnostic approach.

Key words: PET/CT, ^{18}F -Fluorodeoxyglucose, esophageal cancer, regional lymph nodes

For citation: Koroleva E.S., Tulin P.E., Abu-Khaidar O.B., Konyakova O.A., Grashchenko I.S., Solomyany V.V., Filimonov A.V. PET/CT with ^{18}F -FDG in the Evaluation of Regional Metastasis of Esophageal Squamous Cell Carcinoma. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2025;8(3):45-51. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-3-45-51>

Введение

Рак пищевода (РП), по данным GLOBOCAN (2022), является значимой проблемой общественного здравоохранения, занимая 11-е место по распространенности и 7-е по смертности среди всех злокачественных опухолей в мире [1]. За период

2013–2023 гг. в России, несмотря на улучшение показателей смертности (снижение на 7,18 %), отмечается увеличение на 2,19 % «грубого» показателя заболеваемости [2]. Спектр гистологических вариантов рака пищевода характеризуется преобладанием плоскоклеточного рака, который диагностируется в 97,1 % случаев. Оставшиеся

2,9 % представлены аденокарциномой и другими редкими гистологическими вариантами [3]. Эпидемиологические, патогенетические и молекулярные различия между плоскоклеточным раком и аденокарциномой пищевода обуславливают их классификацию как отдельные типы рака, требующие индивидуализированных стратегий лечения [4, 5].

Точное определение стадии РП на начальном этапе имеет решающее значение. Оно включает в себя выявление и местную оценку первичной опухоли, определение поражения регионарных лимфатических узлов и исключение или подтверждение отдаленных метастазов. На основании полученных данных разрабатывается план лечения. Использование неoadъювантной химиолучевой терапии (ХЛТ) или химиотерапии (ХТ), как часть комплексного подхода, у больных со стадией $\text{cT}_3\text{N}_0\text{M}_0$ или $\text{T}_{1-4a}\text{N}_+\text{M}_0$ позволяет существенно увеличить продолжительность жизни при плоскоклеточном раке пищевода. В исследовании CROSS медиана общей выживаемости увеличилась с 20 до 84 мес, а выживаемость без прогрессирования увеличилась в 7 раз [6]. Неточное стадирование заболевания влечет за собой неадекватное лечение, что напрямую сказывается на выживаемости пациента.

Для постановки диагноза и стадирования применяется комплексный поэтапный подход, включающий различные методы визуализации. Эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) с последующим гистологическим анализом считается эталонным методом для обнаружения и локальной оценки первичного образования [7]. Эндосонография (эндоУЗИ) используется для определения глубины инвазии опухолевой ткани. Хотя эндоУЗИ показывает неплохие результаты в диагностике поражения лимфатических узлов (N-стадия) с чувствительностью 59–97 % и специфичностью 40–100 %, его использование становится невозможным, когда опухолевая ткань достигает больших размеров, поскольку толстый зонд эндоскопа не может пройти через зону стеноза. Альтернативой для установления глубины инвазии (T) в таких случаях служит компьютерная томография (КТ) или магнитно-резонансная томография (МРТ) [8, 9]. Для выявления регионарных и отдаленных метастазов используются КТ, МРТ и позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с КТ (ПЭТ/КТ). Методы используются как по отдельности, так и в комбинации, чтобы получить наиболее полную и точную картину заболевания [10].

Метастазы в регионарных лимфатических узлах при РП обнаруживаются в 74–88 % случаев, у половины пациентов на момент постановки диагноза имеются отдаленные метастазы (M-стадия)

[11, 12]. Идентификация регионарного вторичного поражения остается сложной диагностической задачей, обусловленной потенциальными ограничениями стандартных методов визуализации. Общая чувствительность и специфичность КТ в обнаружении пораженных лимфатических узлов составляет около 50 % и 83 % соответственно, при использовании порогового значения размеров лимфатического узла 1 см по короткой оси (КО) [10]. МРТ для стадирования РП используется реже, но позволяет получить дополнительную информацию в оценке лимфатических узлов малых размеров с чувствительностью 67 % [13]. Из-за отсутствия четких критериев диагностики метастазов в лимфатических узлах стандартные методы визуализации часто оказываются недостаточно чувствительными для их выявления.

ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG при РП применяется для определения объема лучевой терапии (ЛТ), исключения/подтверждения регионарного и отдаленного метастазирования, а также в качестве дополнительного метода при неоднозначных результатах КТ и МРТ [14]. В отличие от КТ, ПЭТ/КТ обладает повышенной чувствительностью в отношении обнаружения метастатического поражения регионарных лимфатических узлов и отдаленных метастазов, в то же время показатель метаболической активности опухоли является значимым прогностическим фактором при РП [15]. По данным Shi W. et al. (2013), чувствительность и специфичность ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG для обнаружения метастазов в лимфатических узлах составили 62 % и 96 % соответственно [16]. В мета-анализе Bunting D et al (2017) продемонстрировали сопоставимую точность КТ и ПЭТ/КТ в определении локорегионарной стадии опухолевого процесса (74,5 % и 75,6 % соответственно) [16].

В настоящем исследовании мы освещаем собственный опыт применения ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в оценке метастазирования в регионарные лимфатические узлы плоскоклеточного РП.

Материалы и методы

В исследование ретроспективно включены 70 пациентов (44 мужчины и 26 женщин) с установленным диагнозом плоскоклеточного рака пищевода, в возрасте от 41 до 77 лет. Все пациенты на этапе первичного стадирования проходили ПЭТ/КТ-исследование с ^{18}F -FDG в период 2020–2024 гг. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ.

Распределение по локализации первичной опухоли:

- верхнегрудной отдел — 1 пациент;
- среднегрудной отдел — 41 пациент;
- нижнегрудной отдел — 28 пациентов.

Пациенты с локализацией опухоли в шейном отделе пищевода или с распространением на кардиоэзофагеальный отдел, а также пациенты с отдаленными метастазами не были включены в исследование.

Распределение по проведенному лечению:

- исключительно хирургическое лечение (операция Льюиса) — 10 пациентов;
- НАПХТ (доцетаксал, цисплатин, фторурацил) с последующим хирургическим лечением (операция Льюиса) — 34 пациента;
- ХЛТ (пласитаксел + карбоплатин, СОД 44 Гр) с последующим хирургическим лечением (операция Льюиса) — 26 пациентов.

Динамический ПЭТ/КТ-контроль после проведенной ХЛТ или НАПХТ проводился 49 пациентам.

Критерии включения в исследование:

- гистологически подтвержденный диагноз плоскоклеточного рака пищевода;
- отсутствие предшествующего хирургического лечения, химиотерапии (ХТ) и/или лучевой терапии перед первичным ПЭТ/КТ-исследованием;
- отсутствие противопоказаний к проведению ПЭТ/КТ.

Оценка локализации опухоли пищевода и биопсия с последующим гистологическим исследованием осуществлялись с помощью ЭГДС не менее чем за 5 дней перед ПЭТ/КТ-сканированием.

ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG выполнялась через 60 мин после внутривенного введения радиофармацевтического лекарственного препарата (РФЛП), от верхнего края глазницы до средней трети бедра, верхние конечности подняты вверх, продолжительность сканирования 3 мин на одну «кровать». Средняя вводимая активность вычислялась из расчета 5 МБк на 1 кг массы тела. Подготовка к исследованию включала безуглеводную диету за сутки до исследования, прием пищи не ранее чем за 6 ч до начала исследования, отсутствие физических нагрузок в день исследования. Всем пациентам перед исследованием измеряли уровень глюкозы. При отсутствии противопоказаний проводилось внутривенное введение рентгеноконтрастного препарата.

Признаки метастатического поражения регионарных лимфатических узлов по данным ПЭТ/КТ:

- наличие повышенного накопления ¹⁸F-FDG;
- округлая форма;
- увеличенные размеры (более 1 см по КО).

При отсутствии изменения формы и/или увеличения размеров наличие очага патологического накопления РФЛП в регионарном лимфатическом узле рассматривалось как более точный критерий метастатического поражения. Изменение формы и увеличение размеров лимфатического узла при отсутствии в нем патологического накопления РФЛП

рассматривалось как метастатическое поражение (КТ-критерии).

Методами, подтверждающими или опровергающими результаты ПЭТ/КТ, являлись:

- морфологическая верификация после хирургического лечения;
- изменение вышеуказанных параметров (очаг патологического накопления РФЛП, форма и размеры лимфатического узла) на фоне химиотерапии (положительная или отрицательная динамика при соответствии с идентичными динамическими изменениями в первичной опухоли и в других опухолевых очагах);

Была проведена оценка следующих параметров:

- факт визуализации первичной опухоли при ПЭТ/КТ-исследовании с сопоставлением данных ЭГДС по локализации опухоли;
- факт визуализации вторично пораженных регионарных лимфатических узлов с дальнейшей оценкой наличия ложноположительных и ложноотрицательных результатов по данным постоперационного гистологического исследования и динамического контроля.

Система стадирования РП осуществлялась согласно классификации TNM Американского объединенного комитета по раку (AJCC) и международного противоракового союза (UICC), в последней 8-й редакции от 2017 г. [18].

Результаты

У всех 70 пациентов была визуализирована первичная опухоль по данным ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG, которая соответствовала локализации по ЭГДС.

Согласно результатам гистологического исследования, у 39 из 70 пациентов была диагностирована стадия N₀. У 28 пациентов данные ПЭТ/КТ соответствовали стадии N₀, в остальных случаях (11 пациентов) наблюдалось неспецифическое повышенное накопление РФЛП в лимфатических узлах, что повлияло на точность интерпретации результатов.

После ХЛТ или НАПХТ у 8 из 11 пациентов динамический ПЭТ/КТ-контроль выявил стабильность изменений в реактивной лимфаденопатии. У оставшихся 3 пациентов уровень накопления РФЛП повысился на фоне положительной динамики в опухолевой ткани (рис. 1).

Также в ходе динамического ПЭТ/КТ-мониторинга определялось появление реактивных внутригрудных лимфатических узлов, которые изначально не проявляли признаков метаболической активности (рис. 2). Изменения подтверждены результатами гистологического исследования.

При гистологическом исследовании у 31 из 70 пациентов было обнаружено метастатическое по-

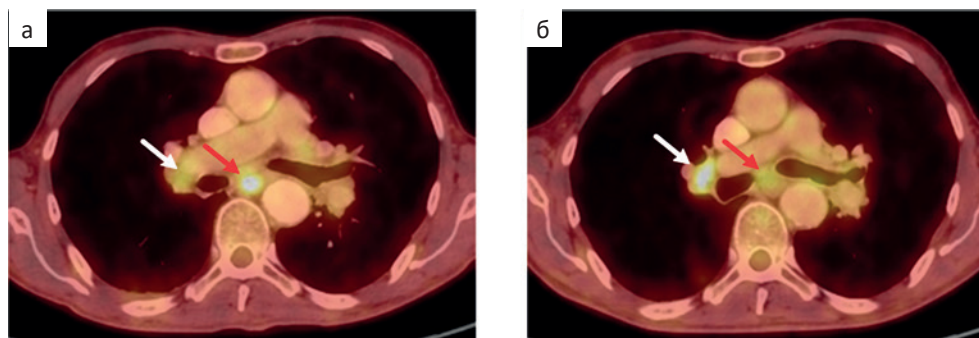


Рис. 1. Плоскоклеточный рак пищевода. ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в аксиальной проекции до лечения (а) и после НАПХТ (б). Повышенное накопление РФЛП в первичной опухоли (а) со снижением уровня накопления РФЛП (б) (красные стрелки). Повышенное накопление РФЛП во внутригрудных лимфатических узлах (а, б) (белые стрелки) — реактивные / воспалительные изменения

Fig. 1. Squamous cell esophageal cancer. PET/CT with ^{18}F -FDG (axial projections) before the treatment (a) and after the neoadjuvant chemotherapy (b). PET/CT showed increased accumulation of ^{18}F -FDG in the esophageal lesion (a) and low level of accumulation of ^{18}F -FDG (b) after chemotherapy (red arrows). Also PET/CT showed increased accumulation of ^{18}F -FDG in the intrathoracic hilar lymph nodes (a, b) (white arrows) — reactive changes

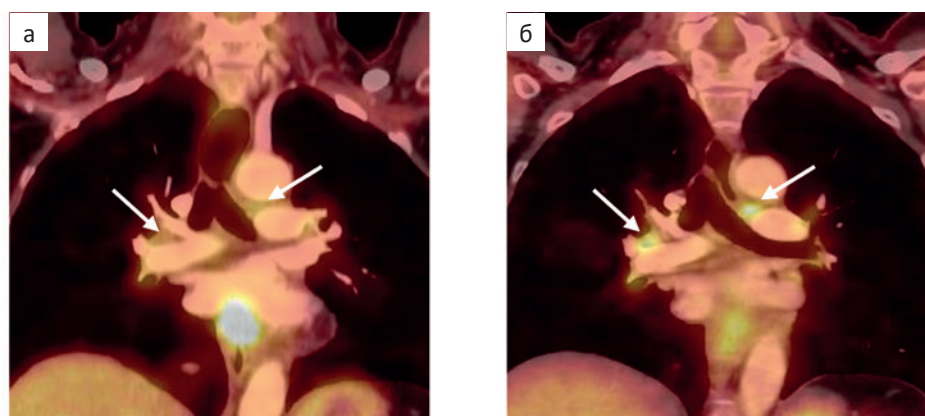


Рис. 2. Плоскоклеточный рак пищевода. ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG во фронтальной проекции до лечения (а) и после ЛТ (б). На изображении (б) появились внутригрудные лимфатические узлы с повышенным накоплением РФЛП, не определявшиеся до лечения (а) (белые стрелки) — реактивные / воспалительные изменения

Fig. 2. Squamous cell esophageal cancer. PET/CT with ^{18}F -FDG (frontal projections) before the treatment (a) and after the radiation therapy (b). PET/CT showed increased accumulation of radiopharmaceutical in the intrathoracic lymph nodes (b). Changes were not detected before the treatment (a) (white arrows) — reactive changes

ражение регионарных лимфатических узлов. У 26 из 31 пациента отмечалось повышенное накопление РФЛП по ПЭТ/КТ (рис. 3).

У 5 из 31 пациентов ПЭТ/КТ оказалась неинформативна для точной оценки N-стадии. Во всех случаях лимфатические узлы имели малые размеры или располагались вблизи «активной» опухолевой ткани пищевода, что не позволило должным образом оценить наличие патологического накопления РФЛП (рис. 4).

Таким образом, в рамках нашего исследования у 70 пациентов с плоскоклеточным РП ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG позволила выявить пораженные регионарные лимфатические узлы с чувствительностью 86 % и специфичностью 78 % на этапе первичного N-стадирования.

Обсуждение

Первичное N-стадирование РП является определяющим фактором в выборе оптимальной стратегии лечения. На этом этапе крайне важно точно оценить состояние регионарных лимфатических узлов и исключить или подтвердить наличие отдаленных метастазов. Согласно классификации TNM Американского объединенного комитета по раку (AJCC) и Международного противоракового союза (UICC) в последней 8-й редакции от 2017 г., N-стадия связана с количеством пораженных лимфатических узлов и выживаемостью пациентов с РП [18]. Пятилетняя выживаемость пациентов с метастазами в лимфатических узлах составляет менее 15 % и более 40 % при отсутствии регионарных метастазов [19]. В исследовании Yamashita K. et

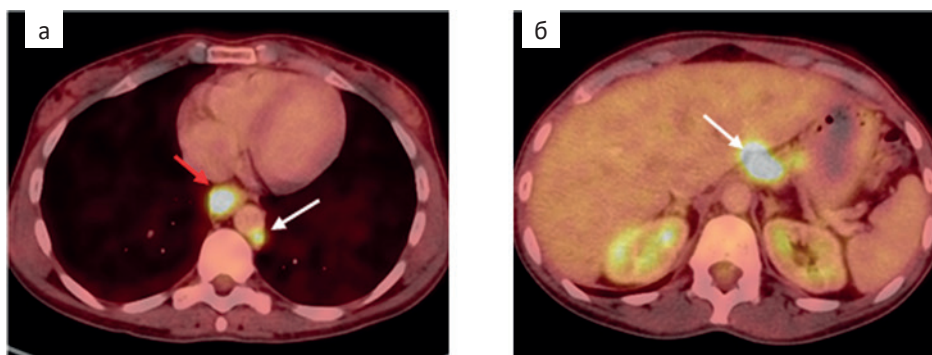


Рис. 3. Плоскоклеточный рак пищевода. ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в аксиальной проекции до лечения (а, б). Отмечается патологическое накопление РФЛП в стенках пищевода (красная стрелка) и пораженных лимфатических узлах (белые стрелки)

Fig. 3. Squamous cell esophageal cancer. PET/CT with ^{18}F -FDG (axial projections) before the treatment (a, б). PET/CT showed high accumulation of radiopharmaceuticals in the esophageal lesion (red arrows) and metastases in the lymph nodes (white arrows)

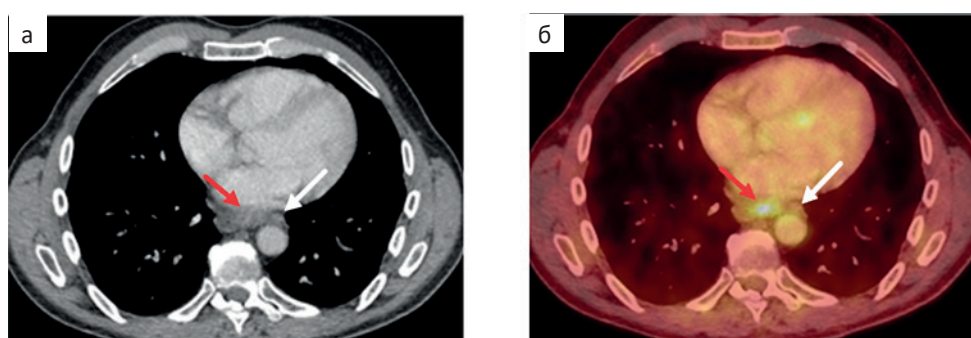


Рис. 4. Плоскоклеточный рак пищевода. КТ (а) и ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG (б) в аксиальной проекции. На КТ и ПЭТ/КТ-изображениях определяются утолщенные стенки пищевода с патологическим накоплением РФЛП (а, б) (красные стрелки) и пораженный неувеличенный параэзофагеальный лимфатический узел без очагового накопления РФЛП (б) (белые стрелки)

Fig. 4. Squamous cell esophageal cancer. CT (a) and PET/CT with ^{18}F -FDG (б) (axial projections). PET/CT showed the esophageal lesion with high accumulation of ^{18}F -FDG (a, б) (red arrows) and metastasis in the paraesophageal lymph node without focal accumulation of ^{18}F -FDG (б) (white arrows)

al (2017) авторы пришли к выводу, что около 59,7 % всех случаев рецидива РП были вызваны поражением лимфатических узлов после радикального хирургического лечения [20]. Рутинные методы визуализации, основанные на морфологических изменениях лимфатических узлов, часто недостаточно информативны для точного определения N-стадии.

В рамках нашего исследования диагностической эффективности ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в оценке первичного N-стадирования плоскоклеточного РП мы проанализировали ретроспективные данные 70 пациентов. Гистологическое подтверждение наличия метастазов в лимфатических узлах было получено у 31 пациента. У 26 из 31 пациента отмечалось повышенное накопление РФЛП по ПЭТ/КТ. При раке средне- и нижнегрудного отделов пищевода чаще поражались лимфатические узлы параэзофагеальной, паракардиальной областей и вдоль левой желудочной артерии. Стоит отметить, что у

22 из 26 пациентов пораженные лимфатические узлы характеризовались изменением размеров и структуры по данным КТ с контрастным усилением. У оставшихся 4 пациентов идентификация пораженных лимфатических узлов была произведена только за счет патологического накопления ^{18}F -FDG.

У 5 из 31 пациента ПЭТ/КТ продемонстрировала ложноотрицательное накопление ^{18}F -FDG. Наибольшую сложность в диагностике представляли лимфатические узлы, тесно прилегающие к пораженной стенке пищевода. Интенсивное поглощение ^{18}F -FDG первичной опухолью затрудняет оценку патологического накопления РФЛП в близлежащих лимфатических узлах, снижая точность результатов исследования. Помимо этого, разрешающая способность ПЭТ/КТ-диагностики ограничивает оценку лимфатических узлов малых размеров. В нашем исследовании метастатические лимфати-

ческие узлы с отсечкой размеров до 4 мм по КО не продемонстрировали патологического накопления ¹⁸F-FDG.

Гистологическое подтверждение отсутствия метастазов было получено у 39 из 70 пациентов. У 11 пациентов наблюдались ложноположительные результаты по ПЭТ/КТ, обусловленные накоплением ¹⁸F-FDG в реактивных внутригрудных лимфатических узлах. При проведении дифференциальной диагностики наибольшие трудности вызывали лимфатические узлы паратрахеальной, бифуркационной областей и корней легких. Симметричное расположение реактивных лимфатических узлов и отсутствие динамики при повторном ПЭТ/КТ-сканировании могут служить дополнительными критериями для дифференциальной диагностики. В группе из 60 пациентов, получавших предоперационную ХТ и / или ЛТ, у 12 пациентов наблюдалось появление повышенного накопления РФЛП в ранее «неактивных» лимфатических узлах, в то время как опухолевые изменения адекватно отвечали на терапию. Гистологическое исследование подтвердило реактивный характер подобных изменений. В связи с этим необходимо учитывать возможность ложноположительных результатов ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG, особенно после проведения неoadъювантной терапии. Неспецифичность ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG, приводящая к повышенному накоплению ¹⁸F-FDG в воспалительных изменениях, является значимым фактором, ограничивающим специфичность метода. Перспективным направлением является исследование роли ПЭТ/КТ с другими РФЛП, нацеленными на специфические маркеры опухолевых клеток, что может повысить точность диагностики и стратификации пациентов [21, 22].

В отличие от данных, представленных в литературе, в нашем исследовании ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG продемонстрировала значительно более высокую чувствительность (86 %) в диагностике метастазов в регионарных лимфатических узлах, чем, например, в мета-анализе Hu J. et al (2018) (57 %) и в другом исследовании Meltzer C. et al (2000) (41 %). При этом специфичность в нашей работе (78 %) оказалась ниже, чем в вышеупомянутых отчетах (91 % и 90 % соответственно) несмотря на общие ограничения метода [23, 24]. Специфичность метода в нашем исследовании значительно снизилась до 53 % у пациентов, получавших неoadъювантную терапию за счет появления повышенного накопления ¹⁸F-FDG во внутригрудных лимфатических узлах. Однако все лимфатические узлы по совокупности параметров были корректно интерпретированы как реактивные.

Заключение

ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG является ценным диагностическим инструментом в оценке поражения регионарных лимфатических узлов при плоскоклеточном раке пищевода, особенно при отсутствии структурных изменений по данным КТ. Тем не менее, из-за ограниченной специфичности ¹⁸F-FDG и пространственного разрешения метода, результаты исследования могут неточно отображать истинную локорегионарную распространенность опухолевого процесса. В случаях, когда интерпретация ПЭТ/КТ затруднена, целесообразно проводить динамический контроль или подтверждать диагноз с помощью гистологического исследования.

Список литературы / References

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024;74(3):229-63. <https://doi.org/10.3322/caac.21841>. PMID: 38506106.
2. Злокачественные новообразования в России в 2023 г. (заболеваемость и смертность). Под ред. Каприн АД, Старинский ВВ, Шахзадова АО. МНИОИ им. П.А. Герцена, 2024. 276 с.
Malignant neoplasms in Russia in 2023 (morbidity and mortality). Ed. by Kaprin AD, Starinsky VV, Shakhzadova AO. Moscow: P.A. Herzen Moscow State Medical Research Institut. Moscow, 2024. 276 p. (In Russ.).
3. Wang LD, Li X, Song XK, et al. Clinical characteristics of 272 437 patients with different histopathological subtypes of primary esophageal malignant tumors. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi*. 2022;61(9):1023-30. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112138-20210929-00668>. PMID: 36008295.
4. Zhang X, Wang Y, Meng L. Comparative genomic analysis of esophageal squamous cell carcinoma and adenocarcinoma: New opportunities towards molecularly targeted therapy. *Acta Pharm Sin B*. 2022 Mar;12(3):1054-67. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2021.09.028>. PMID: 35530133.
5. Deboever N, Jones CM, Yamashita K, et al. Advances in diagnosis and management of cancer of the esophagus. *BMJ*. 2024 Jun 3;385:e074962. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-074962>. PMID: 38830686.
6. Shapiro J, van Lanschot JJB, Hulshof MCCM, et al. CROSS study group. Neoadjuvant chemoradiotherapy plus surgery versus surgery alone for oesophageal or junctional cancer (CROSS): long-term results of a randomised controlled trial. *Lancet Oncol*. 2015;16(9):1090-8. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00040-6](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00040-6). PMID: 26254683.
7. Dawsey SM, Wang GQ, Weinstein WM, et al. Squamous dysplasia and early esophageal cancer in the Linxian region of China: distinctive endoscopic lesions. *Gastroenterology*. 1993 Nov;105(5):1333-40. [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(93\)90137-2](https://doi.org/10.1016/0016-5085(93)90137-2). PMID: 8224637.
8. Kelly S, Harris KM, Berry E, et al. A systematic review of the staging performance of endoscopic ultrasound in gastro-oesophageal carcinoma. *Gut*. 2001 Oct;49(4):534-9. <https://doi.org/10.1136/gut.49.4.534>. PMID: 11559651.
9. Obermannova R, Alsina M, Cervantes A, et al. Oesophageal cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2022;33(10):992-1004. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.07.003>. PMID: 35914638.

10. Van Vliet EP, Heijenbrok-Kal MH, Hunink MG, et al. Staging investigations for oesophageal cancer: a meta-analysis. *Br J Cancer*. 2008 Feb 12;98(3):547-57. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6604200>. PMID: 18212745.
11. Goel R, Subramaniam RM, Wachsmann JW. PET/Computed tomography scanning and precision medicine: esophageal cancer. *PET Clin*. 2017;12(4):373-91. <https://doi.org/10.1016/j.cpet.2017.05.001>. PMID: 28867110.
12. Deng J, Chu X, Ren Z, et al. Relationship between T stage and survival in distantly metastatic esophageal cancer: A STROBE-compliant study. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(19):e20064. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000020064>. PMID: 32384472.
13. Shuto K, Kono T, Shiratori T, et al. Diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in assessing lymph node metastasis of esophageal cancer compared with PET. *Esophagus*. 2020;17(3):239-49. <https://doi.org/10.1007/s10388-019-00704-w>. PMID: 31820208.
14. Рак пищевода и кардии. МКБ10: C15, C16.0. Клинические рекомендации. Министерство Здравоохранения Российской Федерации, Ассоциация онкологов России, Общероссийская общественная организация «Российское общество клинической онкологии», Общероссийская общественная организация «Российское общество онкопатологов». Москва, 2024. Доступно по: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/07/kr_rak-pishhevoda-i-kardii_aor_28.06.2024-bez-kommentariy-s-pravkami_final.docx. Esophageal and Cardia Cancer. Clinical Recommendations. Ministry of Health of the Russian Federation, Association of Oncologists of Russia, All-Russian Public Organization "Russian Society of Clinical Oncology", All-Russian Public Organization "Russian Society of Oncopathologists". Moscow, 2024. (In Russ.). Available at: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2024/07/kr_rak-pishhevoda-i-kardii_aor_28.06.2024-bez-kommentariy-s-pravkami_final.docx.
15. Lee S, Choi Y, Park G, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT Parameters for Predicting Prognosis in Esophageal Cancer Patients Treated With Concurrent Chemoradiotherapy. *Technol Cancer Res Treat*. 2021 Jan-Dec;20:15330338211024655. <https://doi.org/10.1177/15330338211024655>. PMID: 34227434.
16. Shi W, Wang W, Wang J, et al. Meta-analysis of ¹⁸FDG PET-CT for nodal staging in patients with esophageal cancer. *Surg Oncol*. 2013;22(2):112-16. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2013.02.003>. PMID: 23478047.
17. Bunting D, Bracey T, Fox B, Berrisford R, Wheatley T, Sanders G. Loco-regional staging accuracy in oesophageal cancer — How good are we in the modern era? *Eur J Radiol*. 2017;97:71-5. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.10.015>. PMID: 29153370.
18. Rice TW, Ishwaran H, Ferguson MK, et al. Cancer of the Esophagus and Esophagogastric Junction: An Eighth Edition Staging Primer. *J Thorac Oncol*. 2017 Jan;12(1):36-42. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2016.10.016>. PMID: 27810391.
19. Liao S, Wei W, Zhang S, et al. Modified method to improve the diagnostic efficiency of ¹⁸F-FDG PET/CT in regional lymph node metastasis of esophageal squamous cell carcinoma. *Ann Transl Med*. 2021 Oct;9(20):1549. <https://doi.org/10.21037/atm-21-4926>. PMID: 34790755; PMCID: PMC8576671.
20. Yamashita K, Watanabe M, Mine S, et al and Outcomes of Recurrent Esophageal Cancer After Curative Esophagectomy. *World J Surg*. 2017 Sep;41(9):2337-2344. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4024-5>. PMID: 28432391.
21. Liu H, Hu Z, Yang X, et al. Comparison of [⁶⁸Ga]Ga-DO-TA-FAPI-04 and [¹⁸F]FDG uptake in esophageal cancer. *Front Oncol*. 2022;12:875081. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.875081>. PMID: 35785188.
22. Liu H, Yang X, You Z, et al. Role of ⁶⁸Ga-FAPI-04 PET/CT in the initial staging of esophageal cancer. *Nuklearmedizin*. 2023;62(1):38-44. <https://doi.org/10.1055/a-1984-8044>. PMID: 36746149.
23. Hu J, Zhu D, Yang Y. Diagnostic value of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography for preoperative lymph node metastasis of esophageal cancer: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Dec;97(50):e13722. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013722>. PMID: 30558091.
24. Meltzer CC, Luketich JD, Friedman D, et al. Whole-body FDG positron emission tomographic imaging for staging esophageal cancer comparison with computed tomography. *Clin Nucl Med*. 2000 Nov;25(11):882-7. <https://doi.org/10.1097/00003072-200011000-00005>. PMID: 11079584.

Вклад авторов

Королева Е.С.: разработка дизайна статьи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи.

Тулин П.Е.: разработка дизайна статьи, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, редактирование статьи.

Коньякова О.А., Абу-Хайдар О.Б., Гращенко И.С., Соломянный В.В., Филимонов А.В.: обзор публикаций по теме статьи, редактирование статьи.

Authors' contributions

Elena S. Koroleva: Developing the design of the article, reviewing publications on the topic of the article, analyzing the obtained data, writing the manuscript.

Pavel E. Tulin: Developing the design of the article, reviewing publications on the topic of the article, analyzing the obtained data, editing of the article.

Olga A. Konyakova, Omar B. Abu-Khaidar, Igor S. Grashchenko, Viktor V. Solomyany, Aleksandr V. Filimonov: reviewing publications on the topic of the article, editing of the article.

Information about the authors

Elena S. Koroleva <http://orcid.org/0000-0002-2416-9826>

Pavel E. Tulin <https://orcid.org/0000-0001-7226-5129>

Omar B. Abu-Khaidar <https://orcid.org/0000-0002-7045-0977>

Olga A. Konyakova <https://orcid.org/0009-0007-8258-073X>

Igor S. Grashchenko <https://orcid.org/0009-0006-7656-7363>

Viktor V. Solomyany <https://orcid.org/0009-0007-6294-5826>

Aleksandr V. Filimonov <https://orcid.org/0009-0001-6694-9564>

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Соответствие принципам этики. Одобрение этического комитета не требовалось.
Информированное согласие. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Тип статьи: Оригинальная статья.

Поступила: 30.05.2025.

Принята к публикации: 22.07.2025.

Опубликована online: 26.09.2025.

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interests. Not declared.

Ethical compliance. Ethical committee approval was not necessary.

Informed consent. The patients signed informed consent for the publication of the data.

Article type: Original article.

Received: 30.05.2025.

Accepted for publication: 22.07.2025.

Published online: 26.09.2025.