

ПЭТ/КТ С ^{68}Ga -FAPI И ^{18}F -FDG В ОЦЕНКЕ МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФОУЗЛОВ ПРИ РАКЕ ЖЕЛУДКА

Белкин Е.В.✉, Тулин П.Е., Абу-Хайдар О.Б., Скрипачев И.А., Филимонов А.В.

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

✉ Белкин Егор Владимирович, ega.belkin@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Определить диагностическую эффективность ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI при раке желудка.

Материал и методы: В исследование включены 42 пациента с верифицированным раком желудка. Всем пациентам проведены ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI и ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG. Сравнивалась диагностическая точность методов по параметрам чувствительности и специфичности в отношении выявления метастатического поражения регионарных лимфатических узлов. Оценка данных проводилась на основании гистологически верифицированного заболевания и данных клинического наблюдения.

Заключение: ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI является более эффективным методом диагностики для определения метастазов в регионарных лимфатических узлах, чем ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI в клинической практике для более точной диагностики и выбора тактики лечения при раке желудка.

Ключевые слова: рак желудка, ПЭТ, позитронная эмиссионная томография, ^{68}Ga -FAPI, ^{18}F -FDG

Для цитирования: Белкин Е.В., Тулин П.Е., Абу-Хайдар О.Б., Скрипачев И.А., Филимонов А.В. ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI и ^{18}F -FDG в оценке метастатического поражения регионарных лимфоузлов при раке желудка. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2025;8(1):29-35.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-1-29-35>

Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy

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

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА | NUCLEAR MEDICINE

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-1-29-35>

PET/CT WITH ^{68}Ga -FAPI AND ^{18}F -FDG IN THE DETECTION OF METASTASES IN REGIONAL LYMPH NODES IN GASTRIC CANCER

Egor V. Belkin✉, Pavel E. Tulin, Omar B. Abu-Khaidar, Ivan A. Skripachev, Alexander V. Filimonov

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

✉ Egor V. Belkin, ega.belkin@yandex.ru

ABSTRACT

Purpose: To determine the diagnostic effectiveness of PET/CT with ^{68}Ga -FAPI in gastric cancer.

Material and methods: The study included 42 patients with histologically confirmed gastric cancer. All patients underwent PET/CT with ^{68}Ga -FAPI and PET/CT with ^{18}F -FDG. The diagnostic accuracy of the methods was compared based on sensitivity and specificity parameters in detecting metastatic involvement of regional lymph nodes. Data assessment was conducted based on histologically verified disease and clinical follow-up data.

Conclusion: PET/CT with ^{68}Ga -FAPI is a more effective diagnostic method for detecting metastases in regional lymph nodes compared to PET/CT with ^{18}F -FDG. Our results support the clinical potential of PET/CT with ^{68}Ga -FAPI for improved diagnosis and treatment planning in gastric cancer.

Key words: gastric cancer, PET, positron emission tomography, ^{68}Ga -FAPI, ^{18}F -Fluorodeoxyglucose

For citation: Belkin E.V., Tulin P.E., Abu-Khaidar O.B., Skripachev I.A., Filimonov A.V. PET/CT with ^{68}Ga -FAPI and ^{18}F -FDG in the Detection of Metastases in Regional Lymph Nodes in Gastric Cancer. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2025;8(1):29-35. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2025-8-1-29-35>

Введение

Рак желудка (РЖ) занимает пятое место по заболеваемости и смертности среди злокачественных опухолей в мире, с ежегодной регистрацией около 1 млн новых случаев. Наибольшая заболеваемость отмечается в Восточной Азии, Восточной Европе и Южной Америке, причём мужчины болеют вдвое чаще женщин. Высокая смертность связана с поздней диагностикой и агрессивным течением заболевания. В 2022 г. зарегистрировано более 660 тыс. смертей [1].

За последние десятилетия показатели заболеваемости и смертности снижаются благодаря улучшению условий жизни, снижению распространённости *Helicobacter pylori* и скрининговым программам в регионах с высоким уровнем заболеваемости, таких как Япония и Корея [2–5]. Однако рост заболеваемости среди молодых людей в странах с высоким доходом указывает на изменение факторов риска, что требует усиленного внимания к ранней диагностике и профилактике [6]. В контексте растущего понимания роли ранней диагностики становится очевидно, что своевременное обнару-

жение заболевания играет решающую роль в улучшении прогноза и снижении смертности.

Диагностика РЖ представлена комплексом методов. Согласно рекомендациям RUSSCO (2024), при подозрении на РЖ проводится эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) с мультифокальной биопсией (6–8 участков) для определения локализации опухоли и морфологической верификации. ЭГДС остаётся наиболее информативным методом, позволяя оценить размеры, макроскопический тип опухоли и риск осложнений [7].

Также рекомендуется проводить рентгенографическое исследование с контрастированием пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки при распространении опухоли на эти органы и/или при наличии признаков опухолевого стеноза, чтобы определить оптимальный хирургический доступ и объем операции [8]. Однако выполнение рентгенографии при раннем РЖ нецелесообразно ввиду низкой информативности метода [9].

Компьютерная томография (КТ) является стандартным методом лучевой диагностики рака желудка. Для оценки первичной опухоли и распространенности метастатического поражения проводят сканирование органов грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза с применением внутривенного и перорального контрастирования.

Гематогенные метастазы рака желудка чаще всего обнаруживаются в печени, надпочечниках, легких, костях и яичниках. При подозрении на метастатический процесс на основании данных КТ рекомендуется проведение пункционной биопсии подозрительного очага под ультразвуковым контролем. Однако биопсия не проводится при подтвержденном генерализованном процессе и показана в случаях выявления одиночного очага, если его вторичное происхождение влияет на стадию заболевания, переводя его из локализованного процесса в диссеминированный [10]. По данным нескольких мета-анализов, диагностическая эффективность КТ в N-стадировании РЖ варьируется: чувствительность — 62,5–91,9 %, специфичность — 50,0–87,9 %. Такие широкие диапазоны показателей эффективности КТ связаны с затруднением дифференцировки пораженных и гиперплазированных регионарных лимфатических узлов, а также с ограничением в выявлении метастатического поражения лимфатических узлов без изменения их формы и размеров [11, 12].

Позитронная эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) с ^{18}F -FDG при РЖ не применяется для выявления и оценки первичной опухоли и не рекомендуется

при однозначно установленной стадии M₁, а также при стадии T₁, которая характеризуется низким потенциалом метастазирования. Выполнение ПЭТ/КТ возможно при подозрении на наличие отдаленных метастазов в случаях, когда их подтверждение значимо изменяет тактику лечения [8, 13]. Ограничения применения ПЭТ/КТ ^{18}F -FDG при РЖ связаны не только с недостаточно высокой доступностью метода, но и с повышенным накоплением ^{18}F -FDG в стенках желудка, что чаще всего обусловлено наличием воспалительных изменений [14]. Однако наиболее важным фактором, ограничивающим ПЭТ-диагностику РЖ с ^{18}F -FDG, является зависимость уровня накопления от гистологической характеристики РЖ. Так, перстневидноклеточный рак, обладающий низкой клеточностью и слабо выраженной экспрессией транспортера глюкозы GLUT1, накапливает ^{18}F -FDG с меньшей интенсивностью, чем раки кишечного типа (гистологическая классификация инвазивного рака желудка по Лаурену, 1965 г.) [15].

Указанные особенности существенно ограничивают возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG в диагностике РЖ. Совершенствование ПЭТ-диагностики РЖ связано с поиском новых туморотропных РФЛП. Перспективным считается ^{68}Ga -FAPi, который является генераторным (нециклотронным) радиофармпрепаратом. ^{68}Ga -FAPi обладает тропностью к трансмембранной молекуле FAP (fibroblast activation protein), расположенной в мембране опухоли-ассоциированных фибробластов. Данные фибробласты являются основным окружением опухолевых клеток большинства стромальных опухолей и обладают широким набором функций, способных как сдерживать опухолевый рост, так и усиливать опухолевую активность. Таким образом, накопление ^{68}Ga -FAPi в опухоли не зависит напрямую от гистогенеза, а связано с формированием фибробластами белка FAP [16].

В настоящее время известны отдельные публикации, основанные на исследованиях малых групп пациентов с РЖ. Несмотря на умеренное количество опубликованного материала, установлено, что ^{68}Ga -FAPi обладает рядом преимуществ перед ^{18}F -FDG — менее выражено накапливается в участках воспаления и позволяет одинаково успешно визуализировать РЖ кишечного и диффузного типа [17–19].

В данной работе продемонстрированы результаты собственных клинических наблюдений пациентов с диагнозом рака желудка, включающих проведение ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi и ^{18}F -FDG, и оценивающих метастатическое поражение регионарных лимфатических узлов.

Материал и методы

В исследование были включены 42 пациента (25 мужчин, 17 женщин) с диагнозом рака желудка, в возрасте от 27 до 80 лет. Все пациенты проходили ПЭТ/КТ-исследование с двумя радиофармпрепаратами ^{18}F -FDG и ^{68}Ga -FAPI в период с сентября 2022 по декабрь 2024 г. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ.

Распределение пациентов по гистологическому типу опухолей было следующим:

- диффузный тип — 11 пациентов;
- кишечный тип — 14 пациентов;
- смешанный тип — 9 пациентов;
- неопределенный тип — 8 пациентов.

Критерии включения в исследование:

- гистологически подтвержденный диагноз рак желудка;
- отсутствие предшествующего хирургического и/или химиотерапевтического лечения;
- отсутствие противопоказаний к проведению ПЭТ/КТ;
- выполнение двух ПЭТ/КТ-исследований (с ^{68}Ga -FAPI и ^{18}F -FDG) с интервалом менее 7 дней.

Сканирования осуществлялись на ПЭТ/КТ-сканере Biograph mCT (Siemens, Германия).

ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG выполнялась через 60 мин после внутривенного введения РФЛП, от темени до коленных суставов, 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 времени исследования, отсутствие физических нагрузок в день исследования. Всем пациентам перед исследованием измеряли уровень глюкозы.

ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI выполнялась без специальной подготовки пациента, вводимая активность составила 2,5 МБк/кг массы тела пациента, исследования проводили через 60 мин, область и длительность сканирования были аналогичными применяемым параметрам сканирования для ^{18}F -FDG.

Интервал между двумя ПЭТ/КТ-исследованиями для каждого пациента не превышал 7 дней.

После реконструкции данных ПЭТ и КТ анализ изображений осуществлялся двумя специалистами (врачом-рентгенологом и врачом-радиологом) на рабочих станциях Syngo via (Siemens, Германия). Интерпретация результатов ПЭТ/КТ

сканирования осуществлялась с использованием визуальной оценки формы и размеров, и измерения стандартизованного уровня накопления $\text{SUV}_{\text{max-bw}}$.

Статистический анализ выполнялся с использованием программного обеспечения SPSS (версия 27.0; IBM Inc.). Непрерывные переменные представлены в виде среднего значения \pm стандартного отклонения (SD). Категориальные переменные выражены в виде количества и процента. Количество положительных очагов сравнивалось с использованием критерия χ^2 , а для оценки различий значений SUV_{max} между двумя группами применялся t-критерий Стьюдента. Значение p менее 0,05 считалось статистически значимым.

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

- наличие патологического накопления РФЛП (^{68}Ga -FAPI и/или ^{18}F -FDG)
- округлая форма
- увеличенные размеры

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-критерий).

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).

Результаты

У всех 42 пациентов первичная опухоль была выявлена с использованием ^{68}Ga -FAPI, тогда как при применении ^{18}F -FDG опухоль визуализировалась только у 29 пациентов.

Метастатическое поражение лимфатических узлов по данным ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI было выявлено у 33 пациентов, среди которых 13 имели

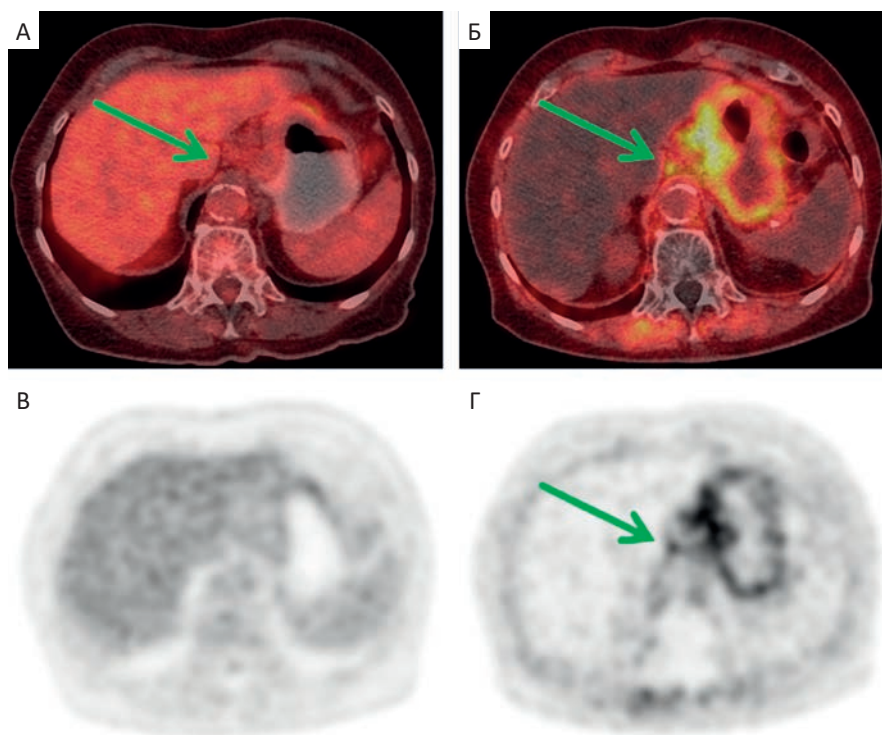


Рис. 1. По данным ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG (А, В — аксиальные проекции) патологическое накопление РФЛП не определяется.

Отмечаются единичные парагастральные и окологривные лимфатические узлы, без накопления РФЛП (А — зеленая стрелка). При ПЭТ/КТ-исследовании с ^{68}Ga -FAPI (Б, Г — аксиальные проекции) патологическое накопление отмечается в утолщенных стенках средней трети тела желудка, а также в единичных окологривных и парагастральных лимфатических узлах (Б, Г — зеленые стрелки). В других исследованных отделах очаги патологического накопления РФЛП не были выявлены

Fig. 1. According to the PET/CT scan with ^{18}F -FDG (A, B — axial projections), no pathological radiopharmaceutical uptake is detected. A few paragastric and paraceliac lymph nodes are observed without radiopharmaceutical uptake (A — green arrow). In the PET/CT scan with ^{68}Ga -FAPI (Б, Г — axial projections), pathological uptake is noted in the thickened walls of the middle third of the gastric body, as well as in a few paraceliac and paragastric lymph nodes (Б, Г — green arrows). No pathological radiopharmaceutical uptake was detected in other examined areas

кишечный тип рака желудка, 9 — диффузный, 2 — неопределённый, а у всех 9 пациентов со смешанным типом опухоли метастазы были подтверждены. В то же время при использовании ^{18}F -FDG метастазы в лимфатических узлах обнаружены у 24 пациентов: 10 с кишечным типом, 2 с диффузным, 6 со смешанным и 6 с неопределённым типом опухоли (рис. 1).

После обоих обследований 10 пациентов перенесли хирургическое вмешательство в объёме резекции желудка, у 9 была выполнена гастрэктомия, однако большинству пациентов ($n = 23$) провели неоадъювантную химиотерапию. Из 23 пациентов, прошедших химиотерапевтическое лечение, у 17 отмечается положительная динамика в виде изменения форм и/или размеров метастатических очагов, у оставшихся 7 пациентов отмечается прогрессирование заболевания, следовательно, данные очаги были расценены как метастатическое поражение, потому что измене-

ние в них полностью коррелировало с изменениями в первичной опухоли. Чувствительность и специфичность в определении N-стадирования для ^{68}Ga -FAPI составили 96,9 % и 82 % соответственно, тогда как для ^{18}F -FDG эти показатели составили 62,5 % и 90 % соответственно.

Метастатическое поражение отдаленных лимфатических узлов по данным ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI было выявлено у 23 пациентов, среди которых у 2 было поражение парааортальных лимфатических узлов, 5 — лимфатических узлов ворот печени, 8 — забрюшинных, 5 — внутригрудных и 3 — надключичных. В то же время при ПЭТ/КТ-исследовании с ^{18}F -FDG метастазы в отдаленных лимфатических узлах были обнаружены у 15 пациентов: 4 с поражением парааортальных лимфатических узлов, 2 — лимфатических узлов ворот печени, 2 — забрюшинных, 5 — внутригрудных и 2 — надключичных (рис. 2).

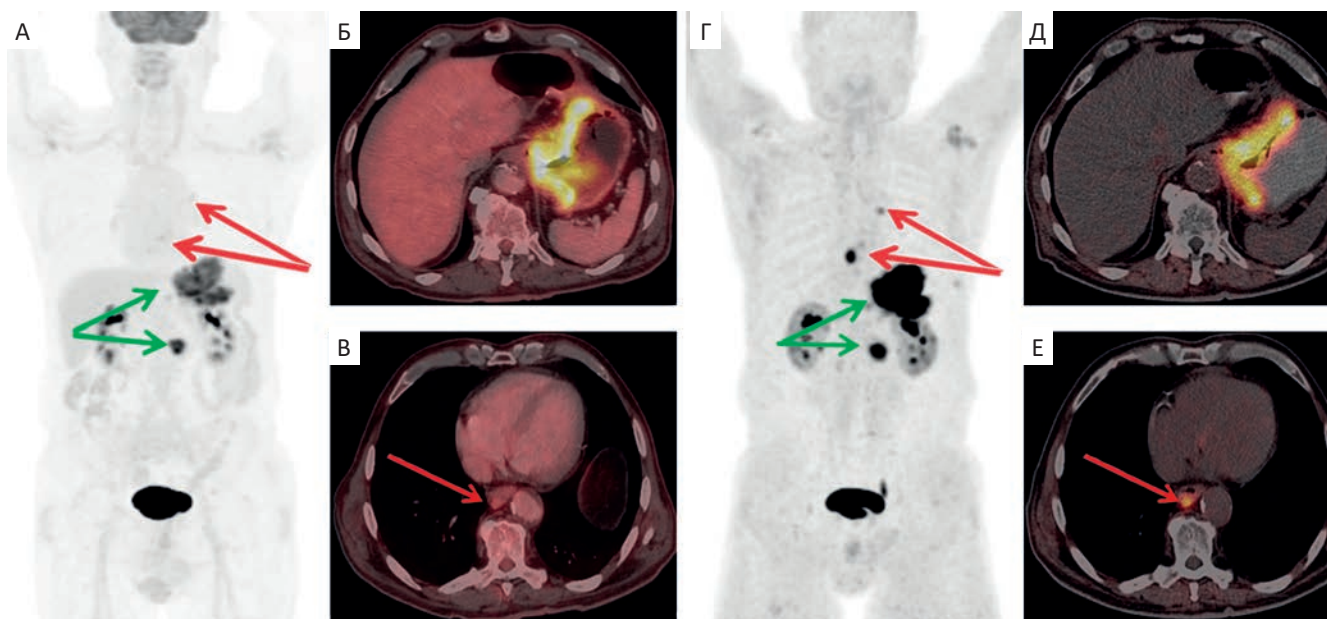


Рис. 2. По данным ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG (А, Б, В) определяется поражение тела и кардиального отдела желудка, а также забрюшинных лимфатических узлов (А — зеленые стрелки). Неинтенсивно определяется повышение накопления ^{18}F -FDG во внутригрудных лимфатических узлах, в частности, в округлом параэзофагеальном (А, В — красные стрелки). При ПЭТ/КТ-исследовании с ^{68}Ga -FAPI также определяется патологическое накопление в желудке и забрюшинных лимфатических узлах (Г — зеленые стрелки). Кроме того, определяется интенсивное накопление ^{68}Ga -FAPI во внутригрудных лимфатических узлах (Г, Е — красные стрелки). В дальнейшем параэзофагеальный лимфатический узел был спунктирован, и по результатам гистологического исследования был верифицирован метастаз рака желудка.

Fig. 2. According to the ^{18}F -FDG scan (A, B, V), involvement of the body and cardia of the stomach, as well as retroperitoneal lymph nodes, is detected (A — green arrows). Mildly increased ^{18}F -FDG uptake is observed in the intrathoracic lymph nodes, particularly in the rounded paraesophageal node (A, B — red arrows). The PET/CT scan with ^{68}Ga -FAPI also reveals pathological accumulation in the stomach and retroperitoneal lymph nodes (Г — green arrows). Additionally, intense ^{68}Ga -FAPI uptake is detected in the intrathoracic lymph nodes (Г, Е — red arrows). Subsequently, the paraesophageal lymph node was biopsied, and histological examination confirmed a metastasis of gastric cancer

По данным ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI у 6 пациентов были выявлены и подтверждены метастазы по брюшине, тогда как с использованием ^{18}F -FDG они обнаружены только у 1 пациента. Подобные находки позволили в 3 из этих случаев скорректировать стадию, благодаря чему пациенты были переведены на химиотерапевтическое лечение.

При выявлении отдалённых метастазов в костях ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI позволила обнаружить поражения у 4 пациентов, тогда как ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG не выявила ни одного случая.

При выявлении метастазов в паренхиматозных органах ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPI также показала большую эффективность: обнаружено 5 метастатических очагов (3 в печени и 2 в лёгких) против 2, выявленных при ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG (1 в печени и 1 в лёгких).

Обсуждение

ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ, диагностическая эффективность которой зависит от гликолитической активности опухоли, играет важную роль в диагностике рака желудка, включая стадирование, рестадирование, оценку эффективности лечения. Однако ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ обладает низкой чувствительностью в визуализации опухолей менее 10 мм, опухолей диффузного и смешанного гистологических типов рака желудка (гистологическая классификация инвазивного рака желудка по Лаурену, 1965 г.), ввиду сниженной концентрации транспортеров глюкозы GLUT1, а также гиперфиксации РФП в стенках желудка, что чаще всего обусловлено воспалительными изменениями [14, 15]. Поэтому диагностическая эффективность ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в диагностике рака желудка не всегда является достаточной для уверенной постановки диагноза.

Строма большинства опухолей содержит клетки соединительной ткани, представленные в основном опухоль-ассоциированными фибробластами. Опухоль-ассоциированные фибробласты выполняют важные функции в инициации, прогрессировании, метастазировании и, с другой стороны, ограничении роста опухоли. Белок активации фибробластов (FAP), который представляет собой трансмембранный гликопротеин II типа из семейства белков дипептидилпептидазы IV типа, гиперэкспрессируется в опухоль-ассоциированных фибробластах большинства эпителиальных карцином. Таким образом, меченный ^{68}Ga ингибитор FAP (FAPi) позволяет визуализировать строму различных опухолей, накапливаясь в фибробластах, составляющих наибольшую массу клеточного микроокружения опухоли [16].

В нашем исследовании показано, что ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi позволила выявить не только сам первичный очаг у каждого из пациентов с диагнозом рака желудка, но также показала превалирующую точность в выявлении как регионарного, так и отдаленного метастатического поражения. Отмечено, что первичная опухоль не накапливала ^{18}F -ФДГ у большинства пациентов. Напротив, ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi показала гиперфиксацию РФЛП как в первичном очаге, так и в метастазах. Выявленные при ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi дополнительные метастатические очаги позволили сменить стадию и скорректировать лечение у 3 пациентов (7,1 %). Также было отмечено высокое значение показателя опухоль/фон при ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi, связанное с низким физиологическим накоплением РФЛП в неизмененных тканях, что улучшает визуализацию и, следовательно, повышает точность диагностики.

Выводы

ПЭТ/КТ с ^{68}Ga -FAPi обладает более высокой диагностической эффективностью в оценке метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке желудка, чем ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG, и может быть рекомендована для включения в комплекс диагностических методов при раке желудка.

Список литературы / References

- 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.21834>.
- Hooi JKY, Lai WY, Ng WK, et al. Global prevalence of *Helicobacter pylori* infection: systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology*. 2017;153(2):420-29. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.04.022>.
- Kim H, Hwang Y, Sung H, et al. Effectiveness of gastric cancer screening on gastric cancer incidence and mortality in a community-based prospective cohort. *Cancer Res Treat*. 2018;50(2):582-89. <https://doi.org/10.4143/crt.2017.048>.
- Hamashima C, Ogoshi K, Okamoto M, et al. A community-based, case-control study evaluating mortality reduction from gastric cancer by endoscopic screening in Japan. *PLoS One*. 2013;8(11):e79088. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079088>.
- Jun JK, Choi KS, Lee H-Y, et al. Effectiveness of the Korean national cancer screening program in reducing gastric cancer mortality. *Gastroenterology*. 2017;152(6):1319-28.e7. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.01.029>.
- Arnold M, Park JY, Camargo MC, et al. Is gastric cancer becoming a rare disease? A global assessment of predicted incidence trends to 2035. *Gut*. 2020;69(5):823-9. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-320234>.
- Бесова НС, Болотина ЛВ, Гамаюнов СВ и др. Рак желудка. Практические рекомендации RUSSCO, часть 1.1. Злокачественные опухоли. 2024;14(3s2):241-62. <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2024-14-3s2-1.1-13>.
- Клинические рекомендации. Рак желудка. Клинические рекомендации Ассоциации онкологов России и Российского общества клинической онкологии. 2020. AOP (Internet). <https://oncology-association.ru>
- Muto M, Saito S, Muto M, et al. Effect of adding X-ray examination to endoscopy in the assessment of the invasion depth of early gastric cancer. *Nihon Shokakibyo Gakkai Zasshi*. 2019;116(6):506-14. <https://doi.org/10.11405/nisshoshi.116.506>.
- Muro K, Van Cutsem E, Narita Y, et al. Pan-Asian adapted ESMO Clinical Practice Guidelines for the management of patients with metastatic gastric cancer: a JSMO-ESMO initiative endorsed by CSCO, KSMO, MOS, SSO and TOS. *Ann Oncol*. 2019;30(1):19-33. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdy502>.
- Seo N, Lim JS, Cho A. Radiologic Diagnosis (CT, MRI, PET-CT). In: Noh, S., Hyung, W. (eds). *Surgery for Gastric Cancer*. Berlin: Springer. 2019:67-86. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45583-8_4.
- Wang Y, Liu W, Yu Y, et al. CT radiomics nomogram for the preoperative prediction of lymph node metastasis in gastric cancer. *Eur Radiol*. 2020;30(2):976-86. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06398-z>.
- National Comprehensive Cancer Network, et al. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®): Gastric Cancer. Version 5.2024. www.nccn.org.
- Kobayashi S, Ogura M, Suzawa N, et al. ^{18}F -FDG uptake in the stomach on screening PET/CT: value for predicting *Helicobacter pylori* infection and chronic atrophic gastritis. *BMC Med Imaging*. 2016;16(1):58. <https://doi.org/10.1186/s12880-016-0161-9>.
- Yin C, Gao B, Yang J, et al. Glucose Transporter-1 (GLUT-1) Expression is Associated with Tumor Size and Poor Prognosis in Locally Advanced Gastric Cancer. *Med Sci Monit Basic Res*. 2020;26:e920778. <https://doi.org/10.12659/MSMBR.920778>.
- Hamson EJ, Keane FM, Tholen S, et al. Understanding fibroblast activation protein (FAP): substrates, activities, expression and targeting for cancer therapy. *Proteomics Clin Appl*. 2014;8(5-6):454-63. <https://doi.org/10.1002/prca.201300095>.

17. Veldhuijzen van Zanten SEM, Pieterman KJ, Wijnhoven BPL, et al. FAPI PET versus FDG PET, CT or MRI for Staging Pancreatic-, Gastric- and Cholangiocarcinoma: Systematic Review and Head-to-Head Comparisons of Diagnostic Performances. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(8):1958. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12081958>.
18. Qin C, Shao F, Gai Y, et al. ⁶⁸Ga-DOTA-FAPI-04 PET/MR in the Evaluation of Gastric Carcinomas: Comparison with ¹⁸F-FDG PET/CT. *J Nucl Med*. 2022;63(1):81-8. <https://doi.org/10.2967/jnumed.120.258467>.
19. Ruan D, Zhao L, Cai J, et al. Evaluation of FAPI PET imaging in gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *Theranostics*. 2023;13(13):4694-10. <https://doi.org/10.7150/thno.88335>.

Вклад авторов

Е.В. Белкин: написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна статьи.
П.Е. Тулин: разработка дизайна статьи, консультация клинической составляющей исследования, редактирование.
О.Б. Абу-Хайдар: консультация клинической составляющей исследования, редактирование.

И.А. Скрипачев: разработка дизайна статьи, редактирование.
А.В. Филимонов: разработка дизайна статьи, редактирование.

Authors' contributions

Egor V. Belkin: Writing the article text, reviewing publications on the article's topic, developing the article design.
Pavel E. Tulin: Developing the article design, consulting on the clinical aspect of the study, editing.
Omar B. Abu-Khaydar: Consulting on the clinical aspect of the study, editing.
Ivan A. Skripachev: Developing the article design, editing.
Alexander V. Filimonov: Developing the article design, editing.

Information about the authors

Egor V. Belkin <https://orcid.org/0009-0009-0819-3891>
Pavel E. Tulin <https://orcid.org/0000-0001-7226-5129>
Omar B. Abu-Khaydar <https://orcid.org/0000-0002-7045-0977>
Ivan A. Skripachev <https://orcid.org/0000-0003-1030-1686>
Alexander 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: 10.02.2024.
Принята к публикации: 01.03.2025.
Опубликована online: 26.03.2025.

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: 10.02.2024.
Accepted for publication: 01.03.2025.
Published online: 26.03.2025.