

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.126-002-022.7-073.756.8

*Е.З. Голухова, И.П. Асланиди, Д.М. Пурсанова, О.В. Мухортова, И.В. Шурупова,  
Т.А. Катунина, С.А. Александрова, И.В. Тетвадзе*

## **Возможности позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой в оценке распространенности инфекционного процесса у пациентов с подозрением на инфекционный эндокардит протезированного клапана**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (президент – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Голухова Елена Зеликовна, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой, и. о. директора НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева, зам. главного редактора журнала, [orcid.org/0000-0002-6252-0322](https://orcid.org/0000-0002-6252-0322)

Асланиди Ираклий Павлович, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом, [orcid.org/0000-0001-6386-2378](https://orcid.org/0000-0001-6386-2378)

Пурсанова Диана Манолисовна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., [orcid.org/0000-0002-1846-0115](https://orcid.org/0000-0002-1846-0115)

Мухортова Ольга Валентиновна, доктор мед. наук, ст. науч. сотр., [orcid.org/0000-0002-7716-5896](https://orcid.org/0000-0002-7716-5896)

Шурупова Ирина Владимировна, доктор мед. наук, ст. науч. сотр., [orcid.org/0000-0002-2154-474X](https://orcid.org/0000-0002-2154-474X)

Катунина Татьяна Анатольевна, науч. сотр., [orcid.org/0000-0002-9375-9715](https://orcid.org/0000-0002-9375-9715)

Александрова Светлана Александровна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., [orcid.org/0000-0002-7795-9709](https://orcid.org/0000-0002-7795-9709)

Тетвадзе Инга Владимировна, канд. мед. наук, главврач Института кардиохирургии им. В.И. Бураковского, [orcid.org/0000-0001-8730-2201](https://orcid.org/0000-0001-8730-2201)

**Цель.** Изучить диагностические возможности позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), с  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой ( $^{18}\text{F}$ -ФДГ) в оценке распространенности инфекционного процесса у больных с подозрением на инфекционный эндокардит протезированного клапана (ИЭ ПК).

**Материал и методы.** В проспективный анализ включены результаты ПЭТ/КТ, выполненной 55 больным с лихорадкой неясного генеза в различные сроки (медиана 32 мес) после протезирования клапанов сердца. Исследования проведены на ПЭТ/КТ-сканере (Biograph-64, Siemens) через 90 мин после внутривенного введения  $^{18}\text{F}$ -ФДГ (175–200 МБк). Подготовка включала 2 сут строгой безуглеводной диеты и 15–18 ч голодания. Окончательный диагноз поставлен на основании клинических (в том числе наблюдения в течение 6 мес после ПЭТ/КТ), лабораторно-инструментальных, а также интраоперационных (n=40) данных: подтвержден у 37 и исключен у 18 больных.

**Результаты.** Данные ПЭТ/КТ позволили корректно диагностировать инфекционный процесс в зоне ПК у 34 (92%) из 37 и исключить его наличие у 12 (67%) из 18 больных. У 16% (9 из 55) получены ложные результаты – положительные (n=6) и отрицательные (n=3). У 51% (28 из 55) пациентов анализируемой группы выполнение ПЭТ/КТ в режиме «все тело» позволило не только оценить зону интереса (ПК), но и выявить ранее неизвестные очаги воспаления другой локализации. Всего диагностировано 39 очагов воспаления вне зоны ПК: по ходу сосудистых протезов (n=10), в паренхиме легких и по плевре (n=7), в грудине (n=6), в других различных отделах средостения (n=6), другой локализации (n=10). Среди пациентов с исключенным впоследствии ИЭ ПК (n=18) выполнение ПЭТ/КТ позволило установить возможную причину повышения температуры тела у 7 (39%) из 18 больных. Кроме того, выполнение ПЭТ/КТ в режиме «все тело» у 1 (2%) больного из 55 при получении истинно положительного результата для зоны ПК позволило одновременно диагностировать невыявленное ранее злокачественное образование ануса, которое впоследствии было верифицировано.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о высокой информативности ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в оценке распространенности инфекционного процесса при подозрении на ИЭ ПК. Выполнение обследования в режиме «все тело» позволяет одновременно диагностировать ранее неизвестные очаги воспаления экстракардиальной локализации, а также неопластические процессы.

**Ключевые слова:** позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией;  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкоза; инфекционный процесс; инфекционный эндокардит; протезированный клапан; очаги воспаления.

**Для цитирования:** Голухова Е.З., Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Александрова С.А., Тетвадзе И.В. Возможности позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с <sup>18</sup>F-фтордезоксиглюкозой в оценке распространенности инфекционного процесса у пациентов с подозрением на инфекционный эндокардит протезированного клапана. *Креативная кардиология*. 2020; 14 (3): 245–54. DOI: 10.24022/1997-3187-2020-14-3-245-254

**Для корреспонденции:** Пурсанова Диана Манолисовна, e-mail: dipoursanidou@gmail.com

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.09.2020  
Принята к печати 25.09.2020

*E.Z. Golukhova, I.P. Aslanidis, D.M. Pursanova, O.V. Mukhortova, I.V. Shurupova, T.A. Katunina, S.A. Aleksandrova, I.V. Tetvadze*

## **<sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography combined with computed tomography in the diagnosis of extracardiac foci of inflammation in patients with suspected prosthetic valve infective endocarditis**

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Elena Z. Golukhova, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Chief of Chair, Acting Head of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Deputy Chief Editor of the Journal, [orcid.org/0000-0002-6252-0322](https://orcid.org/0000-0002-6252-0322)

Iraklis P. Aslanidis, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department, [orcid.org/0000-0001-6386-2378](https://orcid.org/0000-0001-6386-2378)

Diana M. Pursanova, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, [orcid.org/0000-0002-1846-0115](https://orcid.org/0000-0002-1846-0115)

Ol'ga V. Mukhortova, Dr. Med. Sc., Senior Researcher, [orcid.org/0000-0002-7716-5896](https://orcid.org/0000-0002-7716-5896)

Irina V. Shurupova, Dr. Med. Sc., Senior Researcher, [orcid.org/0000-0002-2154-474X](https://orcid.org/0000-0002-2154-474X)

Tat'yana A. Katunina, Researcher, [orcid.org/0000-0002-9375-9715](https://orcid.org/0000-0002-9375-9715)

Svetlana A. Aleksandrova, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, [orcid.org/0000-0002-7795-9709](https://orcid.org/0000-0002-7795-9709)

Inga V. Tetvadze, Cand. Med. Sc., Head Physician of V.I. Bourakovsky Institute of Cardiac Surgery, [orcid.org/0000-0001-8730-2201](https://orcid.org/0000-0001-8730-2201)

**Objective.** To investigate the diagnostic performance of <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose (<sup>18</sup>F-FDG) PET/CT in the diagnosis of extracardiac foci of inflammation in patients with suspected prosthetic valve infective endocarditis (IE PV).

**Material and methods.** The prospective analysis included results of PET/CT examinations performed in 55 patients with fever of unknown origin after heart valve implantation (median time 32 months). PET/CT scan was performed 90 min after intravenous injection of <sup>18</sup>F-FDG (175–200MBq). All patients underwent strict carbohydrate-free diet and fasted for at least 15–18 hours. Final diagnosis was based on clinical, laboratory, instrumental and intraoperative (n=40) data: confirmed in 37 and ruled out in 18 patients.

**Results.** PET/CT results correctly confirmed the infectious process in the prosthetic valve area in 34 (92%) out of 37 and ruled it out in 12 (67%) out of 18 patients. False results were obtained in 9 (16%) out of 55 – positive (n=6) and negative (n=3). In 28 (51%) out of 55 of patients of the analyzed group, the “whole body” PET/CT examination allowed not only to assess the zone of interest (prosthetic valve), but also to identify previously unknown foci of inflammation of other localization. In total, 39 foci of inflammation other than valve area were diagnosed: along vascular grafts (n=10), in lung parenchyma and pleura (n=7), in sternum (n=6), in other various parts of the mediastinum (n=6), other localization (n=10). Among the patients with subsequently excluded PC IE (n=18), PET/CT allowed to determine the possible cause of increased body temperature in 7 (39%) out of 18 patients. In addition, “whole body” PET/CT in 1 (2%) out of 55 patient with true positive result in the valve area simultaneously detected a previously unknown cancer of the colon, which was subsequently verified.

**Conclusion.** <sup>18</sup>F-FDG PET/CT proved to be highly informative for the diagnosis of extracardiac foci of inflammation in patients with suspected prosthetic valve endocarditis. The “whole body” examination allows one to simultaneously diagnose previously unknown extracardiac foci of inflammation, as well as neoplastic processes.

**Keywords:** positron emission tomography combined with computed tomography; <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose; infectious process; infective endocarditis; prosthetic valve; foci of inflammation.

**For citation:** Golukhova E.Z., Aslanidis I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Katunina T.A., Aleksandrova S.A., Tetvadze I.V. <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography combined with computed tomography in the diagnosis of extracardiac foci of inflammation in patients with suspected prosthetic valve infective endocarditis. *Creative Cardiology*. 2020; 14 (3): 245–54 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2020-14-3-245-254

**For correspondence:** Diana M. Pursanova, e-mail: dipoursanidou@gmail.com

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received September 23, 2020  
Accepted September 25, 2020

## Введение

Частота инфекционного эндокардита (ИЭ) в Российской Федерации имеет высокие показатели и достигает 46,3 человека на 1 млн населения в год, при этом треть случаев составляет ИЭ протезированного клапана (ПК) и/или имплантированных электронных внутрисердечных устройств [1, 2]. Инфекционные осложнения у пациентов после протезирования клапанов сердца имеют плохой прогноз: показатели заболеваемости и летальности не снижаются за последние 30 лет, при этом летальность достигает 25–59% [1–3]. Подтвержденный диагноз ИЭ ПК в большинстве случаев является абсолютным показанием к хирургическому лечению по жизненным показаниям [1–3]. Важным вопросом при постановке диагноза ИЭ ПК является определение распространенности инфекционного процесса – диагностика септических эмболов и других очагов инфекции. Раннее и точное выявление таких осложнений играет ключевую роль в определении тактики лечения и прогнозе.

Инфекционные эмболы являются нередким осложнением ИЭ ПК – встречаются у 20–50% больных, нередко протекают без каких-либо клинических проявлений, в связи с чем их диагностика затруднена [3–5]. Указанные осложнения при ИЭ ПК включают септическую эмболию легких, септический артрит, спондилит, остеомиелит, перикардит, образование абсцессов в мягких тканях и др. [5–10].

В последние годы в клинической практике для диагностики ИЭ ПК все шире используется современный метод гибридной визуализации – позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) с  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой ( $^{18}\text{F}$ -ФДГ), совмещенная с компьютерной томографией (КТ). Принцип диагностики ИЭ ПК основан на активном накоплении указанного радиофармпрепарата клетками воспаления – полиморфноядерными лейкоцитами (активированными макрофагами и гранулоцитами) и лимфоци-

тами, уровень гликолиза в которых повышен [11]. ПЭТ/КТ позволяет при одном исследовании оценить метаболические (по данным ПЭТ-опции) и структурные (по данным КТ-опции) изменения в органах и тканях. Преимуществом метода также является выполнение обследования в режиме «все тело», что позволяет не только оценить зону интереса (ПК), но и выявить очаги воспаления другой локализации, а также неопластические процессы.

Цель настоящего исследования – изучить диагностические возможности ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в оценке распространенности инфекционного процесса у больных с подозрением на ИЭ ПК.

## Материал и методы

В проспективный анализ включены результаты обследования 55 больных, которым выполнена ПЭТ/КТ по поводу подозрения на ИЭ ПК: аортального – 31 (56%), митрального – 11 (20%), трикуспидального – 3, клапана легочной артерии – 2, митрального и аортального – 3, митрального и трикуспидального – 2, аортального, митрального и трикуспидального – 3. Анализируемую группу больных составили 33 мужчины и 22 женщины, средний возраст –  $51 \pm 16$  (14–84) года. Интервал между предшествующим хирургическим лечением и проведением ПЭТ/КТ составил 3–404 мес, медиана – 32 [10; 63] мес.

У 31 (56%) из 55 больных анализируемой группы имплантированы только ПК, у остальных 24 (44%) – проведены сочетанные кардиохирургические вмешательства: у 1 пациента – также имплантированы сосудистый протез и электрокардиостимулятор (ЭКС), у 10 – ЭКС, у 13 – сосудистые протезы: дуги аорты ( $n=1$ ) и после операции Бенталла–де Боно ( $n=12$ ), в том числе в одном случае – в сочетании с протезированием дистальной части восходящего отдела и дуги аорты с многобраншевым протезом, нисходящего грудного и торакоабдоминального отделов аорты.

Основной причиной обращения всех больных являлись жалобы на эпизоды лихорадки с подъемами температуры тела до 38–41 °С на протяжении от 2 нед до 13 мес, медиана – 2,5 [1,5; 4] мес, без убедительной связи с диагностированными воспалительными или инфекционными процессами. У большинства пациентов – 37 (67%) данные эпизоды имели рецидивирующий характер и вызывали необходимость проведения повторных курсов антибактериальной терапии (АБТ). Продолжительность АБТ перед выполнением ПЭТ/КТ составила от 2 нед до 25 мес, медиана – 3 [2; 5] мес. У 15 (27%) больных на момент выполнения ПЭТ/КТ температура тела была нормальной.

У 20 (36%) пациентов анализируемой подгруппы в анамнезе имелись эмболические события и другие инфекционные осложнения различной локализации (n=25): ИЭ ПК (n=7), острая недостаточность мозгового кровообращения (n=5), тромбоз легочной артерии/пневмония (n=4), абсцесс селезенки (n=2), стерномедиастинит (n=2), тромбоз правой бедренной артерии (n=1), инфекция перманентного катетера (n=1), гнойный пародонтит (n=1), рециди-

вирующий экссудативный плеврит (n=1), а также гематома прямой мышцы живота вследствие травмы и кровотечения (n=1).

Всем пациентам выполнена трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография, а также взяты посевы крови. Общая характеристика больных с подозрением на ИЭ ПК представлена на рисунке 1.

У большинства пациентов – 40 (73%) в связи с высокой вероятностью инфекционного процесса по данным полного клинико-лабораторно-инструментального обследования, в том числе с учетом результатов ПЭТ/КТ, впоследствии было проведено хирургическое лечение. Временной интервал между выполнением ПЭТ/КТ и последующей операцией составил 1–28 дней, медиана – 9 [6; 12] дней.

Согласно интраоперационным данным (визуальная оценка и/или результат посева интраоперационного материала) у 37 (92%) из 40 прооперированных больных диагноз ИЭ ПК был подтвержден. При этом у 13 (35%) из них также выявлен инфекционный процесс другой локализации – в области нативного митрального клапана (n=2), ЭКС (n=2) и сосудистого протеза (n=9); у 5 (14%) из 37 из указанных больных ис-

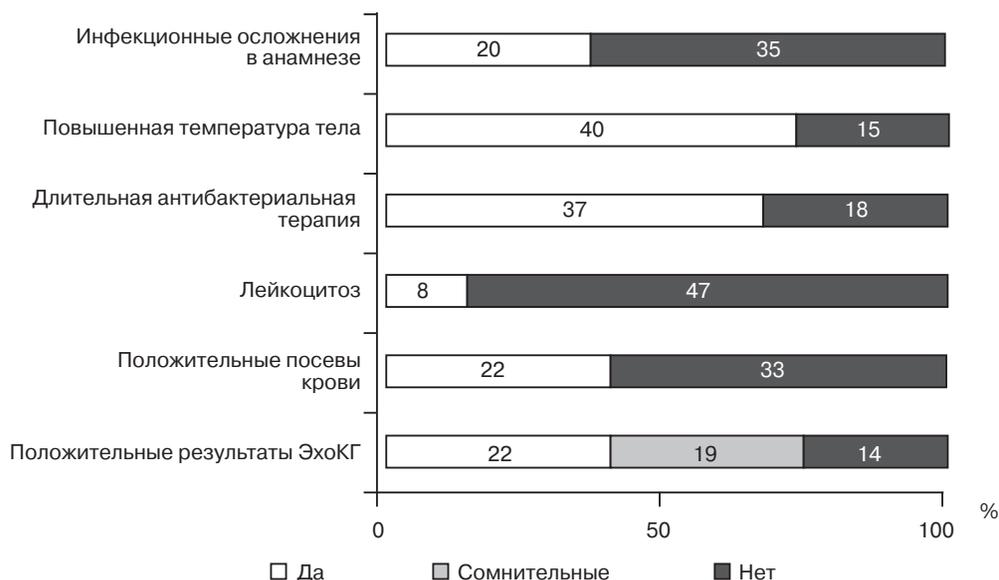


Рис. 1. Распределение пациентов анализируемой группы (n=55) в зависимости от результатов клинико-лабораторно-инструментального обследования на момент выполнения ПЭТ/КТ

ключена инфекция другой локализации – в зоне ЭКС (n=3), ПК и ЭКС (n=1) и сосудистого протеза (n=1). У 3 (8%) из 40 прооперированных больных ИЭ ПК был исключен, из них в одном случае также исключен инфекционный процесс в зоне ЭКС. У одного прооперированного пациента инфекционный процесс в зоне ПК корректно исключен, однако подтвержден в зоне сосудистого протеза грудной аорты. Посевы интраоперационного материала были положительными у 28 (76%) из 37 прооперированных больных с подтвержденным ИЭ ПК, у 9 (24%) из них – посевы были стерильными.

У остальных 15 (27%) из 55 больных анализируемой подгруппы по результатам комплексного клиничко-лабораторного и инструментального обследований диагноз ИЭ ПК был исключен, из них у 9 (60%) также исключена инфекция ЭКС (n=3) и сосудистого протеза (n=6). Больные выписаны без операции, дальнейшее наблюдение в течение  $6\pm 3$  мес подтвердило отсутствие инфекционного процесса.

Таким образом, в анализируемой подгруппе с подозрением на ИЭ ПК (n=55) диагноз был подтвержден у 37 (67%) и исключен у 18 (33%) пациентов.

Исследования выполнялись на гибридной системе ПЭТ/КТ Biograph-64 True Point (Siemens), сочетающей в себе высокоскоростной позитронно-эмиссионный томограф с трансаксиальным разрешением 4,2 мм и 64-срезовой спиральный рентгеновский компьютерный томограф. С целью уменьшения физиологического накопления  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в миокарде левого желудочка все больные соблюдали строгую безуглеводную диету в течение 48 ч с периодом голодания 15 ч и более. Сканирование выполнялось через 90 мин после внутривенного введения  $^{18}\text{F}$ -ФДГ (175–200 МБк) по стандартному протоколу в режиме обследования «все тело» – от уровня глазниц до уровня верхней трети бедра; с последовательным выполнением КТ- и ПЭТ-сканирований. Более подроб-

но методика выполнения ПЭТ/КТ изложена в опубликованной нами ранее статье [12]. Интерпретация изображений осуществлялась визуально по виртуальному трехмерному ПЭТ-изображению, а также по всем трем типам изображений (КТ, ПЭТ и фузионированному) в трех проекциях. Очаги повышенного накопления препарата (гиперметаболизма), не связанные с его физиологическим распределением расценивались как патологические.

Для выполнения статистических расчетов и построения графиков использовали программы Excel и SPSS Statistics. Значения средних по группам представлены как среднее арифметическое  $\pm$  стандартное отклонение, 95% доверительный интервал, который учитывает объем малой выборки. При распределении, отличном от нормального, значения по группам представлены в виде медианы и интерквартильного размаха – Me [25; 75%].

## Результаты

Положительные результаты ПЭТ/КТ, свидетельствовавшие о наличии инфекционного процесса в зоне ПК, получены у 34 (92%) из 37 больных с подтвержденным диагнозом ИЭ ПК. Отрицательные результаты ПЭТ/КТ, свидетельствовавшие об отсутствии инфекционного процесса в зоне ПК, получены у 12 (67%) из 18 пациентов с исключенным диагнозом ИЭ ПК. У 6 (11%) из 55 больных анализируемой группы при оценке зоны ПК получены ложноположительные результаты ПЭТ/КТ, у 3 (5%) – ложноотрицательные.

В анализируемой группе выполнение ПЭТ/КТ в режиме обследования «все тело» у 28 (51%) из 55 пациентов позволило не только оценить зону интереса (ПК), но и выявить очаги воспаления другой локализации (рис. 2). В каждой подгруппе результатов ПЭТ/КТ (истинно положительных, истинно отрицательных, ложноположительных и ложноотрицательных) проанализирована локализация дополнительно выявленных очагов воспаления.

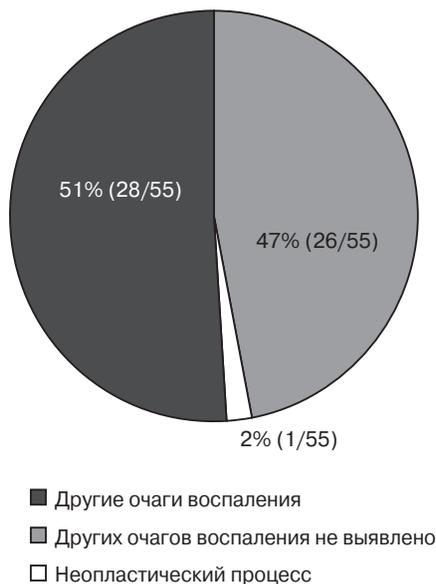


Рис. 2. Частота диагностики других очагов воспаления и неопластических процессов по данным ПЭТ/КТ в подгруппе с подозрением на ИЭ ПК (n=55)

У 20 (59%) из 34 больных с подтвержденным диагнозом ИЭ ПК и *истинно положительными результатами ПЭТ/КТ* очаги воспаления дополнительно диагностированы: в зоне сосудистого протеза грудной аорты (n=9), в том числе в 1 случае в сочетании с очагом в легком и в 3 случаях — в грудине; в средостении (n=5), в том числе в 2 случаях в зоне шовного материала и в 1 случае в сочетании с грудной; в легких (n=2), в грудине (n=1), в области электрода ЭКС в полости правого желудочка и в легком (n=1), в зоне кальцинированного нативного клапана и абсцессе в селезенке (n=1) (рис. 3), в абсцессе перикарда и инфекционной эмболе в мышцу (n=1) (рис. 4).

У 4 (33%) из 12 пациентов с исключенным ИЭ ПК и *истинно отрицательными результатами ПЭТ/КТ* выполнение исследования позволило установить возможную причину повышения температуры тела — диагностированы воспалительные процес-

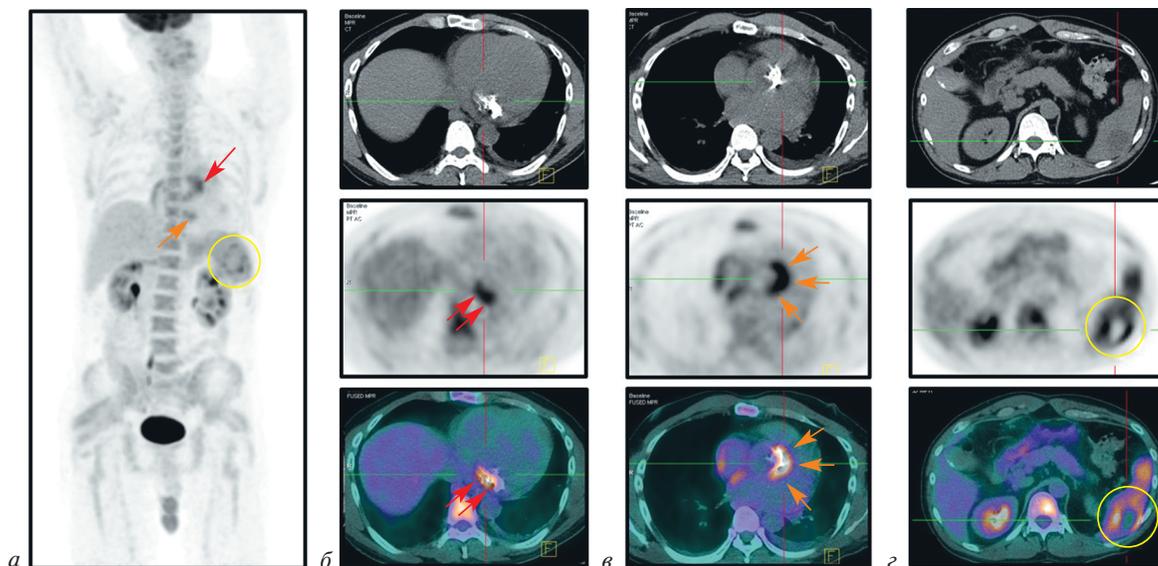


Рис. 3. Пример истинно положительного результата ПЭТ/КТ в зоне ПК и диагностики других очагов воспаления. Пациент Ч., 50 лет, через 23 года после протезирования аортального клапана, подъемы температуры тела до 40 °С в течение 3 нед, по данным трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии — абсцессы корня аорты, створки митрального клапана кальцинированы, посевы крови стерильные, в процессе АБТ. При ПЭТ/КТ патологическое накопление <sup>18</sup>F-ФДГ определяется в области: протеза аортального клапана и парапротезно (оранжевые стрелки) (а, в), кальцинированного нативного митрального клапана (красные стрелки) (а, б), гиподенсного образования (абсцесса) селезенки (желтый круг) (а, г):

а — виртуальное трехмерное ПЭТ-изображение; б–г — аксиальные проекции КТ, ПЭТ и ПЭТ/КТ-изображений

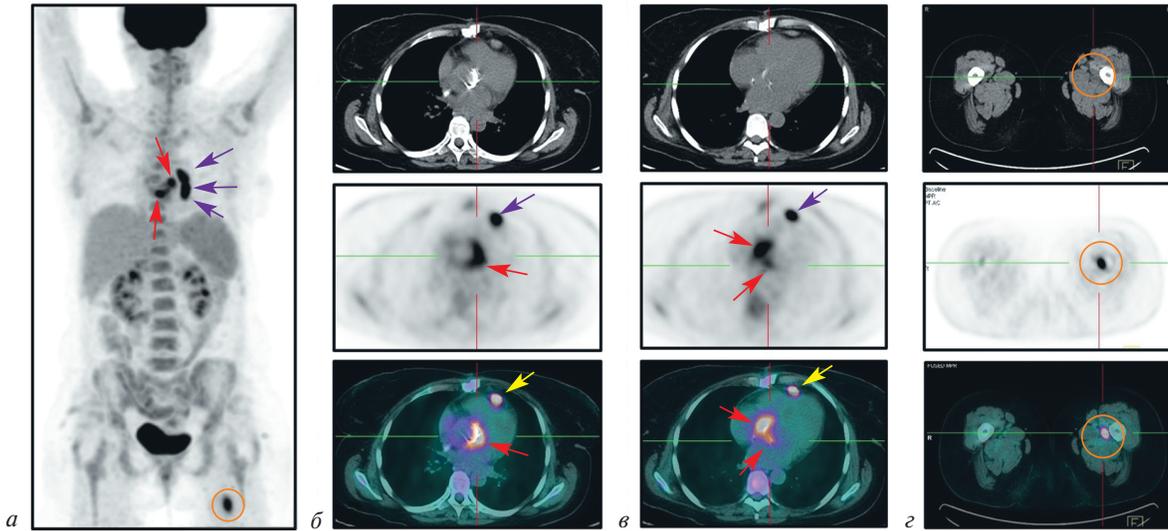


Рис. 4. Пример истинно положительного результата ПЭТ/КТ в зоне абсцессов ПК, абсцесса перикарда и очага воспаления в мышце. Пациентка X., 46 лет, через 6 мес после протезирования аортального клапана (МЕДИНЖ № 21); подъемы температуры тела до 38,4 °С с ознобами в течение 5 мес, по данным трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии – дисфункция протеза, абсцесс (?) корня аорты, посевы крови стерильные, состояние в процессе АБТ. При ПЭТ/КТ патологическое накопление  $^{18}\text{F}$ -ФДГ определяется (красные стрелки) в области протеза аортального клапана и парапротезно. Кроме того, выявлено два очага воспаления другой локализации: в инкапсулированном мягкотканом образовании по переднему листку перикарда на протяжении 78 мм (фиолетовые и желтые стрелки) – интраоперационно абсцесс, в локальном утолщении мышцы верхней трети левого бедра (оранжевый круг) – септический эмбол. Отмечены реактивные изменения в селезенке и костном мозге изученных отделов скелета. Результаты верифицированы интраоперационно (*Staphylococcus epidermidis*).

а – виртуальное трехмерное ПЭТ-изображение; б–в – аксиальные проекции КТ, ПЭТ и фузионированного ПЭТ/КТ-изображений

сы следующей локализации: в области сосудистого протеза восходящей аорты (n=1), в области подключичного катетера, гидроторакса и плеврального дренажа (n=1), в зоне постманипуляционных изменений в передней брюшной стенке и гематомы прямой мышцы живота вследствие посттравматического кровотечения (n=1), саркоидоз с поражением медиастинальных лимфоузлов (n=1).

У 3 (50%) из 6 пациентов с ложноположительными результатами ПЭТ/КТ в зоне ПК корректно диагностированы очаги воспаления другой локализации: в области подключичного катетера (n=1), признаки стерномедиастинита (n=1), системный васкулит (n=1).

У 1 (33%) из 3 больных с ложноотрицательными результатами ПЭТ/КТ в зоне ПК корректно диагностирован абсцесс мио-

кардиального электрода и правосторонний плеврит.

Таким образом, всего в анализируемой группе у 55 пациентов с подозрением на ИЭ ПК диагностировано 39 очагов воспаления вне зоны ПК: в зоне сосудистых протезов (n=10), в паренхиме легких и по плевре (n=7), в грудине (n=6), в различных отделах средостения (n=6), другой локализации (n=10).

Очаги воспаления за пределами сердца и сосудов в анализируемой группе диагностированы у 22 (40%) из 55 пациентов.

Среди пациентов с исключенным впоследствии ИЭ ПК (n=18) выполнение исследования позволило установить возможную причину повышения температуры тела у 7 (39%) из 18 больных. Кроме того, выполнение ПЭТ/КТ в режиме «все тело» у 1 (2%) из 55 больных при получении ис-

тинно положительного результата для зоны ПК позволило одномоментно диагностировать невыявленное ранее злокачественное образование ануса, которое впоследствии было верифицировано.

У 21 (38%) из 55 пациентов анализируемой группы отмечались реактивные изменения в селезенке и костном мозге, связанные с длительным воспалительным процессом (см. рис. 4).

Выявление дополнительных очагов воспаления и неопластического процесса (n=29) повлияло на тактику лечения всех указанных пациентов в виде: изменения объема хирургического лечения у 11 (38%) и коррекции продолжительности АБТ у 3 (10%), их сочетания у 13 (45%), а также изменения лечения по поводу саркоидоза и системного васкулита у 2 (7%).

### Обсуждение

Очаги инфекции экстракардиальной локализации встречаются у 20–50% пациентов с инфекционными процессами в сердце, при этом в большинстве случаев их выявление затруднено в связи с отсутствием клинических проявлений [5, 13]. Ранняя и точная диагностика таких осложнений играет ключевую роль в определении тактики лечения и прогнозе при подозрении на ИЭ ПК.

В настоящем исследовании по данным ПЭТ/КТ в режиме исследования «все тело» дополнительные очаги инфекции выявлены у 20 (59%) из 34 пациентов с подтвержденным ИЭ ПК — результаты ПЭТ/КТ повлияли на тактику лечения во всех указанных случаях. K. Orvin et al. также сообщают, что результаты ПЭТ/КТ позволили выявить очаги воспаления экстракардиальной локализации у 17 (43%) из 40 больных, у 8 (38%) из них — при отсутствии клинических проявлений [5]. Другие исследователи также отмечают высокую частоту выявления при ПЭТ/КТ экстракардиальных очагов воспаления — у 15–56% больных с подтвержденным ИЭ ПК [5, 6, 14].

В настоящем исследовании у 7 (39%) из 18 пациентов с исключенным на конец периода наблюдения диагнозом ИЭ ПК результаты ПЭТ/КТ позволили установить возможную причину лихорадки. M. Mahmood et al. также отмечают, что диагностика альтернативного воспалительного процесса при подозрении на ИПСС особенно важна, поскольку позволяет избежать ненужной или некорректной АБТ, а также ненужного хирургического вмешательства по поводу предполагаемого ИЭ ПК [7].

В настоящем исследовании у пациентов с подозрением на ИЭ ПК по данным ПЭТ/КТ вне сердца и сосудов наиболее часто выявлялись очаги воспаления следующей локализации: в легких и по плевре (7 из 39), грудине (6 из 39) и в других различных отделах средостения (6 из 39). Другие исследователи сообщают, что при подозрении на ИЭ ПК преобладающими локализациями экстракардиальных очагов воспаления были абсцессы в селезенке и спондилодисцит [5, 15].

В исследовании M. Kestler et al. проанализированы две группы больных с подтвержденным ИЭ — с выполненной ПЭТ/КТ (n=47) и без нее (n=94). Частота диагностики инфекционных осложнений при использовании ПЭТ/КТ была значительно выше (57,4% против 18, p<0,0001). Кроме того, авторы показали, что результаты ПЭТ/КТ вследствие своевременной диагностики и лечения экстракардиальных очагов воспаления позволяют снизить риск развития рецидива инфекции (9,6% против 4, p>0,25) [4].

Важно, что выполнение ПЭТ/КТ в режиме обследования «все тело» позволяет диагностировать неопластические процессы, также протекающие без клинических проявлений. По данным ряда исследователей, при выполнении ПЭТ/КТ пациентам с подозрением на инфекционные процессы в сердце и сосудах также были диагностированы и бессимптомно протекающие онкологические процессы: рак толстой кишки, пищевода, молочной железы, в том

числе с метастазом в скелет [6, 7, 16]. M.R. Sohail et al. считают, что наличие неопластического процесса является признанным фактором риска наличия иммунодефицита, который может способствовать развитию инфекционных осложнений у пациентов после кардиохирургических вмешательств [17]. Интересно, что наличие рака толстой кишки связывают с развитием ИЭ возбудителями *Streptococcus bovis* и *Enterococcus faecalis* [18]. В настоящем исследовании выполнение ПЭТ/КТ позволило дополнительно диагностировать рак толстой кишки у одного пациента, у которого посев интраоперационного материала выявил наличие *Enterococcus faecalis*.

Таким образом, при подозрении на ИЭ ПК ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в режиме обследования «все тело» является высокоинформативным методом для оценки распространенности инфекционного процесса – одномоментной диагностики очагов воспаления экстракардиальной локализации, а также выявления неопластических процессов.

### Литература

1. Инфекционный эндокардит. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2016. <https://gacvs.ru/clinic/files/2016/infective-endocarditis.pdf> (дата обращения 22.05.2020).
2. Муратов Р.М., Бабенко С.И. Рекомендации по профилактике и лечению инфекционного эндокардита. М.: ННПССХ им. А.Н. Бакулева; 2018.
3. Habib G., Lancellotti P., Antunes M.J., Bongioni M.G., Casalta J.P., Del Zotti F. et al. ESC Scientific Document Group. 2015. ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur. Heart J.* 2015; 36: 3075–128. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv319
4. Kestler M., Muñoz P., Rodríguez-Crèixems M. et al. Role of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET in patients with infectious endocarditis. *J. Nucl. Med.* 2014; 55: 1093–8.
5. Orvin K., Goldber E., Bernstine H., Groshar D., Sagie A., Kornowski R. et al. The role of FDG-PET/CT imaging in early detection of extracardiac complications of infective endocarditis. *Clin. Microbiol. Infect.* 2015; 21: 69–76. DOI: 10.1016/j.cmi.2014.08.012
6. Granados U., Fuster D., Pericas J.M. et al. Diagnostic Accuracy of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in infective endocarditis and implantable cardiac electronic device infection: a cross-sectional study. *J. Nucl. Med.* 2016; 57: 1726–32.
7. Mahmood M., Kendi A.T., Ajmal S., Saira F., O'Horo J.C., Chareonthaitaweet P. et al. Meta-analysis of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis. *J. Nucl. Cardiol.* 2017; 26 (3): 922–35. DOI: 10.1007/s12350-017-1092-8
8. Van Riet J., Hill E.E., Gheysens O. et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT for early detection of embolism and metastatic infection in patients with infective endocarditis. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2010; 37: 1189–97.
9. Mikail N., Benali K., Mahida B. et al.  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT Imaging to diagnose septic emboli and mycotic aneurysms in patients with endocarditis and cardiac device infections. *Curr. Cardiol. Rep.* 2018; 20: 14.
10. Третьякова Н.А., Суханин В.С., Вдовушкина Т.А. Спондилит как осложнение перенесенного уросепсиса и инфекционного эндокардита (клиническое наблюдение). *Русский медицинский журнал.* 2020; 8: 37–40.
11. Rouzet F., Chequer R., Benali K., Lepage L., Ghodbane W., Duval X. et al. Respective performance of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET and radiolabeled leukocyte scintigraphy for the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *J. Nucl. Med.* 2014; 55 (12): 1980–5. DOI: 10.2967/jnumed.114.141895
12. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухоргова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Сергуладзе С.Ю., Муратов Р.М. Возможности ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционных процессов, связанных с имплантированными внутрисердечными устройствами. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2019; 20 (6): 498–508.
13. Graziosi M., Nanni C., Lorenzini M., Diemberger I., Bonfiglioli R., Pasquale F. et al. Role of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis in patients with an implanted cardiac device: a prospective study. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2014; 41 (8): 1617–23. DOI: 10.1007/s00259-014-2773-z
14. Pizzi M.N., Roque A., Fernandez-Hidalgo N., Cuellar-Calabria H., Ferreira-Gonzalez I., Gonzalez-Alujas M.T. et al. Improving the diagnosis of infective endocarditis in prosthetic valves and intracardiac devices with  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT-angiography: initial results at an infective endocarditis referral center. *Circulation.* 2015; 132 (12): 1113–26. DOI: 10.1161/circulationaha.115.015316
15. Saby L., Laas O., Habib G., Cammilleri S., Mancini J., Tessonier L. et al. Positron emission tomography/computed tomography for diagnosis of prosthetic valve endocarditis: increased valvular  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose uptake as a novel major criterion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61 (23): 2374–82. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.092

16. Cautela J., Alessandrini S., Cammilleri S., Giorgi R., Richet H., Casalta J.P. et al. Diagnostic yield of FDG positron-emission tomography/computed tomography in patients with CIED infection: a pilot study. *Europace*. 2013; 15: 252–57. DOI: 10.1093/europace/eus335
17. Sohail M.R., Uslan D.Z., Khan A.H., Friedman P.A., Hayes D.L., Wilson W.R. et al. Risk factor analysis of permanent pacemaker infection. *Clin. Infect. Dis.* 2007; 45: 166–73. DOI: 10.1086/518889
18. Gupta A., Madani R., Mukhtar H. Streptococcus bovis endocarditis, a silent sign for colonic tumour. *Colorectal Dis.* 2010; 12: 164–71. DOI: 10.1111/j.1463-1318.2009.01814.x

### References

1. Infective endocarditis. Clinical guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2016. Available at: <https://racvs.ru/clinic/files/2016/infective-endocarditis.pdf> (accessed 22 May 2020) (in Russ.).
2. Muratov R.M., Babenko S.I. Recommendations on prevention and treatment of infectious endocarditis. Moscow; 2018 (in Russ.).
3. Habib G., Lancellotti P., Antunes M.J., Bongioni M.G., Casalta J.P., Del Zotti F. et al. ESC Scientific Document Group. 2015. ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur. Heart J.* 2015; 36: 3075–128. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv319
4. Kestler M., Muñoz P., Rodríguez-Crèixems M. et al. Role of (18)F-FDG PET in patients with infectious endocarditis. *J. Nucl. Med.* 2014; 55: 1093–8.
5. Orvin K., Goldber E., Bernstine H., Groshar D., Sagie A., Kornowski R. et al. The role of FDG-PET/CT imaging in early detection of extracardiac complications of infective endocarditis. *Clin. Microbiol. Infect.* 2015; 21: 69–76. DOI: 10.1016/j.cmi.2014.08.012
6. Granados U., Fuster D., Pericas J.M. et al. Diagnostic Accuracy of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in infective endocarditis and implantable cardiac electronic device infection: a cross-sectional study. *J. Nucl. Med.* 2016; 57: 1726–32.
7. Mahmood M., Kendi A.T., Ajmal S., Saira F., O'Horo J.C., Chareonthaitaweet P. et al. Meta-analysis of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis. *J. Nucl. Cardiol.* 2017; 26 (3): 922–35. DOI: 10.1007/s12350-017-1092-8
8. Van Riet J., Hill E.E., Gheysens O. et al. (18)F-FDG PET/CT for early detection of embolism and metastatic infection in patients with infective endocarditis. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2010; 37: 1189–97.
9. Mikail N., Benali K., Mahida B. et al. <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT Imaging to diagnose septic emboli and mycotic aneurysms in patients with endocarditis and cardiac device infections. *Curr. Cardiol. Rep.* 2018; 20: 14.
10. Tret'yakova N.A., Sukhanin V.S., Vdovushkina T.A. Spondylitis as a complication of urosepsis and infective endocarditis (case report). *Russian Medical Journal.* 2020; 8: 37–40 (in Russ.).
11. Rouzet F., Chequer R., Benali K., Lepage L., Ghodbane W., Duval X. et al. Respective performance of <sup>18</sup>F-FDG PET and radiolabeled leukocyte scintigraphy for the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *J. Nucl. Med.* 2014; 55 (12): 1980–5. DOI: 10.2967/jnumed.114.141895
12. Bockeria L.A., Aslanidi I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Ekaeva I.V., Serguladze S.Yu., Muratov R.M. Possibilities of PET/CT with <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose in the diagnosis of infectious processes associated with implanted intracardiac devices. *The Bulletin of Bakoulev Center for Cardiovascular Diseases.* 2019; 20 (6): 498–508 (in Russ.).
13. Graziosi M., Nanni C., Lorenzini M., Diemberger I., Bonfiglioli R., Pasquale F. et al. Role of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis in patients with an implanted cardiac device: a prospective study. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* 2014; 41 (8): 1617–23. DOI: 10.1007/s00259-014-2773-z
14. Pizzi M.N., Roque A., Fernandez-Hidalgo N., Cuellar-Calabria H., Ferreira-Gonzalez I., Gonzalez-Alujas M.T. et al. Improving the diagnosis of infective endocarditis in prosthetic valves and intracardiac devices with <sup>18</sup>F-FDG-PET/CT-angiography: initial results at an infective endocarditis referral center. *Circulation.* 2015; 132 (12): 1113–26. DOI: 10.1161/circulationaha.115.015316
15. Saby L., Laas O., Habib G., Cammilleri S., Mancini J., Tessonnier L. et al. Positron emission tomography/computed tomography for diagnosis of prosthetic valve endocarditis: increased valvular <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose uptake as a novel major criterion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61 (23): 2374–82. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.092
16. Cautela J., Alessandrini S., Cammilleri S., Giorgi R., Richet H., Casalta J.P. et al. Diagnostic yield of FDG positron-emission tomography/computed tomography in patients with CIED infection: a pilot study. *Europace*. 2013; 15: 252–57. DOI: 10.1093/europace/eus335
17. Sohail M.R., Uslan D.Z., Khan A.H., Friedman P.A., Hayes D.L., Wilson W.R. et al. Risk factor analysis of permanent pacemaker infection. *Clin. Infect. Dis.* 2007; 45: 166–73. DOI: 10.1086/518889
18. Gupta A., Madani R., Mukhtar H. Streptococcus bovis endocarditis, a silent sign for colonic tumour. *Colorectal Dis.* 2010; 12: 164–71. DOI: 10.1111/j.1463-1318.2009.01814.x