

ВОЗМОЖНОСТИ ПЭТ/КТ С 18F-ФТОРДЕЗОКСИГЛЮКОЗОЙ В ДИАГНОСТИКЕ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА НАТИВНОГО КЛАПАНА

Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухортова О.В., Шурупова И.В.,
Катунина Т.А., Муратов Р.М., Сергуладзе С.Ю., Мироненко В.А.

Цель исследования. Изучить диагностические возможности ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой у больных с инфекционным эндокардитом нативного клапана (ИЭНК).

Материалы и методы. Проанализированы результаты ПЭТ/КТ, выполненной 15 больным с лихорадкой неясного генеза, у которых впоследствии интраоперационно подтвержден (n=13) или исключен (n=2) ИЭНК. Все пациенты обследовались по поводу подозрения на инфекционный процесс в сердце: ИЭ НК (n=9), ИЭ протезированного клапана (n=3), ИЭ, ассоциированный с имплантированным ЭКС (n=2), а также инфекцию протеза грудной аорты (n=1). Исследования проведены на ПЭТ/КТ сканнере (Biograph-64, Siemens) через 90 минут после внутривенного введения 18F-ФДГ (175-200 МБк). Подготовка включала двое суток строгой безуглеводной диеты и 15-18 часов голодания.

Результаты. Результаты ПЭТ/КТ позволили корректно диагностировать инфекционный процесс в зонах НК у 31% (4/13) и исключить его наличие у 50% (1/2) больных. Таким образом, в анализируемой группе (n=15) чувствительность, специфичность и диагностическая точность ПЭТ/КТ в диагностике ИЭНК составили 31%, 50% и 33% соответственно; положительная и отрицательная прогностическая ценность – 80% и 10%.

У 62% (8/13) больных с подтвержденным ИЭНК выполнение ПЭТ/КТ в режиме всего тела позволило диагностировать наличие ранее неизвестных очагов воспаления иной локализации: в зоне протезов аортальных клапанов (n=2), в легком (n=1), в легком и по ходу ЭКС (n = 2), по ходу протеза восходящей аорты (n=1), в поясничном позвонке (спондилодисцит) и в легком (n=1), в грудине (остеомиелит) и в образовании мягких тканей правой околоключичной области (n=1).

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о низкой чувствительности ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике ИЭНК – отсутствие накопления 18F-ФДГ в зоне НК не исключает наличия воспалительного процесса. Результаты ПЭТ/КТ информативны в оценке распространенности инфекционного процесса – диагностике очагов воспаления экстракардиальной локализации..

Ключевые слова: ПЭТ/КТ, 18F-ФДГ, 18F-фтордезоксиглюкоза, инфекционный эндокардит, нативный клапан.

Контактный автор: Пурсанова Д.М., e-mail: dipoursanidou@gmail.com

Для цитирования: Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Муратов Р.М., Сергуладзе С.Ю., Мироненко В.А. Возможности ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана. REJR 2019; 9(4):68-76. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-68-76.

Статья получена: 10.06.19

Статья принята: 22.08.19

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России.
г. Москва, Россия.

18F-FLUORODEOXYGLUCOSE PET/CT IN DIAGNOSTICS OF INFECTIVE ENDOCARDITIS OF NATIVE VALVE

Aslanidis I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Katunina T.A., Serguladze S.Yu., Muratov R.M., Mironenko V.A.

Purpose. To investigate the diagnostic performance of 18F-fluorodeoxyglucose PET/CT in patients with infective endocarditis of native valve (IENV).

Material and methods. The analysis included results of PET/CT examinations performed in 15 patients with fever of unknown origin and intraoperatively confirmed (n=13) or excluded (n=2) IENV. Patients underwent PET/CT for suspected infectious process: IENV (n=9), IE of prosthetic valve (n=3), IE of implantable intracardiac device (n=2), aortic prosthesis infection (n=1). PET/CT scan was performed 90 min after intravenous injection of 18F-FDG (175-200MBq). All patients underwent carbohydrate-free diet and fasted for at least 15-18 hours.

Results. Overall, PET/CT results correctly confirmed the infection in NV in 31%(4/13) and ruled it out in 50%(1/2) of patients. Thus, in the analyzed group (n=15), the sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of PET/CT in IENV diagnosis were 31%, 50% and 33%, respectively; positive and negative predictive value – 80% and 10%.

In 62%(8/13) of patients with confirmed IE, whole body PET/CT revealed other than NV previously unknown foci of inflammation: in the area of aortic valve prostheses (n=2), in the lung (n=1), in the lung and along the pacemaker (n=2), along the ascending aorta prosthesis (n=1), in the lumbar vertebra (spondylodiscitis) and in the lung (n=1), in the sternum (osteomyelitis) and in the right paraclavicular soft tissue component (n=1).

Conclusion. According to initial results, 18F-FDG PET/CT showed low sensitivity in the diagnosis of IENV – negative result in the NV area does not exclude the diagnosis. PET/CT is useful in the detection of extracardiac foci of inflammation..

Keywords: PET/CT, 18F-FDG, 18F-fluorodeoxyglucose, infectious endocarditis, native valve.

Corresponding author: Pursanova D.M., e-mail: dipoursanidou@gmail.com

For citation: Aslanidis I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Katunina T.A., Serguladze S.Yu., Muratov R.M., Mironenko V.A. 18F-fluorodeoxyglucose PET/CT in diagnostics of infective endocarditis of native valve. REJR 2019; 9(4):68-76. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-4-68-76.

Received: 10.06.19

Accepted: 22.08.19

Инфекционный эндокардит (ИЭ) является грозным заболеванием, которое ассоциируется с высоким риском осложнений и летальности – показатели достигают 40%. В Российской Федерации частота ИЭ составляет 46,3 человека на 1 млн. населения в год, а абсолютная заболеваемость ежегодно увеличивается на 15-20 тыс. новых случаев [1, 2].

В настоящее время диагностика ИЭ в рутинной практике основывается на клинических и анамнестических данных, а также результатах лабораторных и инструментальных исследований. Основными критериями постановки диагноза являются лихорадка неясного генеза, положительные посевы крови и результаты эхокардиографии (ЭхоКГ), трансторакальной и/или чреспищеводной [1 - 3]. Однако отрицательные результаты указанных лабораторно-

инструментальных исследований не исключают наличия ИЭ.

Хорошо известно, что традиционная ЭхоКГ высокоинформативна в диагностике ИЭ нативного клапана (НК). В диагностике вегетаций на НК показатели чувствительности для трансторакального и чреспищеводного исследований составляют 70% и 96%, специфичности – 90% для обоих методов [4, 5]. Тем не менее, при абсцессах структур сердца ложноотрицательные результаты достигают 50%. Диагностика абсцесса по данным ЭхоКГ может быть затруднена из-за наличия кальция или из-за артефактов от протезного материала других клапанов или электродов при наличии имплантированного внутрисердечного устройства. Чувствительность трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ в диагностике абсцесса составляют 50% и 90%, соответственно [4, 5]. Также при веде-

A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, Russia.

нии больных с ИЭ рекомендуется использование других методов лучевой диагностики таких, как компьютерная томография (КТ) с внутривенным контрастированием и магнитно-резонансная томография головного мозга, имеющих высокую информативность в оценке морфо-функциональных изменений в органах и тканях [1 - 3].

В последние годы для визуализации воспалительных процессов в сердце и сосудах стали применять методы радионуклидной диагностики, отличительной особенностью которых является возможность получения функциональных изображений, характеризующих строго определенные физиологические и патофизиологические процессы на клеточном уровне [6 - 9]. Одним из таких методов гибридной визуализации является позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), совмещенная с КТ, с использованием 18F-фтордезоксиглюкозы (18F-ФДГ). В отличие от других методов диагностической визуализации, ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ позволяет одновременно оценивать метаболические и структурные изменения [6].

Цель.

Изучение диагностических возможностей ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой у больных с инфекционным эндокардитом нативного клапана (ИЭНК).

Материалы и методы.

В анализ включены результаты обследования 15 больных, которым выполнена ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в ПЭТ-центре отдела ядерной диагностики НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Все пациенты обследовались по поводу подозрения на инфекционный процесс в сердце: ИЭ НК (n = 9), ИЭ протезированного клапана (ПК) (n = 3), ИЭ, ассоциированный с имплантированным электрокардиостимулятором (n = 2), а также инфекцию протеза грудной аорты (n = 1). Анализируемую группу больных составили 10 мужчин и 5 женщин; средний возраст – 50+19 (15–84) года.

Основной причиной обращения всех больных являлись жалобы на эпизоды лихорадки с подъемами температуры тела до 38-40°C в течение 6+8 (1–30) месяцев. У большинства пациентов (80% (12/15)) данные эпизоды имели рецидивирующий характер и требовали проведения повторных курсов антибиотикотерапии. При этом у одного больного имелись локальные признаки инфекции ложа электрокардиостимулятора – покраснение, боль, отечность, у другого – гнойный артрит левого плечевого сустава. У остальных 13 пациентов повышение температуры тела клинически не было связано с четко локализованными воспалительными или инфекционными процессами.

У всех больных на момент ПЭТ/КТ обследования имелись результаты трансторакальной

и чреспищеводной ЭхоКГ – у 100% (15/15) выявлены признаки ИЭ НК – в большинстве случаев с наличием вегетаций (9/15) преимущественными размерами от 2 до 7 мм, а у двоих больных – размерами 15x10 мм и 8 мм d.

Всем пациентам проводились трехкратные посевы крови. У 33% (5/15) получен положительный результат посевов: *Enterococcus faecalis* (n = 2), *Staphylococcus aureus* (n = 1), *Staphylococcus epidermidis* (n = 1), *Streptococcus mitis* (n = 1). У остальных 67% (10/15) посевы крови были стерильными.

У 80% (12/15) больных, находящихся в процессе антибактериальной терапии, ПЭТ/КТ обследование выполнялось в среднем на 10-й (3–35) день от начала лечения.

Всем больным анализируемой группы проведено хирургическое лечение через 9+8 (1–28) дней после выполнения ПЭТ/КТ. Согласно интраоперационным данным (визуальная оценка и результат посева интраоперационного материала) диагноз ИЭ НК подтвержден у 13/15 (87%) – ИЭ митрального (n = 7), аортального (n = 4) и трикуспидального (n = 2) клапанов; исключен у 2/15 (13%) пациентов в зоне митрального клапана.

Исследования выполнялись на гибридной системе ПЭТ/КТ «Biograph – 64» True Point фирмы Siemens, состоящей из высокоскоростного позитронно-эмиссионного томографа с трансаксиальным разрешением 4,2 мм и 64-срезового спирального рентгеновского компьютерного томографа. С целью уменьшения физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде левого желудочка все больные соблюдали строгую безуглеводную диету в течение 48 часов с периодом голодания 15 часов и более. Полная блокировка накопления 18F-ФДГ в миокарде была достигнута у 13/15 (87%) больных, у 2/15 пациентов определялось фрагментарное накопление радиофармпрепарата, которое не препятствовало оценке зон интереса.

Сканирование выполнялось через 90 минут после внутривенного введения 18F-ФДГ (175-200 МБк) по стандартному протоколу в режиме обследования «всего тела» – от уровня глазниц до уровня верхней трети бедра; с последовательным выполнением КТ- и ПЭТ-сканирований. Более подробно методика выполнения ПЭТ/КТ изложена в опубликованной нами ранее статье [10]. 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.

Результаты.

Пациенты анализируемой группы (n = 15), обследованные методом ПЭТ с 18F-ФДГ, согласно интраоперационным данным – визуальной оценке и посевам – были распределены следующим образом: 87% (13/15) составили группу с подтвержденным ИЭ НК. В группу с исключенным диагнозом вошло 13% (2/15) больных: у одного выявлен фиброз створки в результате перенесенного эндокардита (неактивная фаза), у другого – выраженный кальциноз клапана без признаков инфицирования.

Положительные результаты ПЭТ/КТ, свидетельствовавшие о наличии инфекционного процесса в зоне НК, получены у 31% (4/13) пациентов с подтвержденным ИЭ: в зоне митрального клапана с массивной вегетацией размерами 15x10 мм (n = 1) (рис. 1), в зоне аор-

тального клапана с наличием циркулярного абсцесса фиброзного кольца (n = 2), в зоне трикуспидального клапана у пациента с инфицированным интракардиальным электродом в правых отделах сердца. При этом у 75% (3/4) из этих больных результаты ПЭТ/КТ позволили не только подтвердить наличие выраженного воспаления в зоне НК, но и диагностировать инфекционный процесс иной локализации – в легком (n = 1), в легком и по ходу экстра- и интракардиальных отделов электродов (n = 1), в зоне протеза восходящей аорты (n = 1).

У остальных 69% (9/13) больных с подтвержденным ИЭ получены ложноотрицательные результаты ПЭТ/КТ. Тем не менее, у 56% (5/9) из этих пациентов результаты ПЭТ/КТ позволили диагностировать инфекционный процесс иной локализации – в зоне протезов аортальных клапанов (n = 2), в легком и по ходу электрокардиостимулятора – в ложе и на протяжении всех отделов электродов (n = 1), в легком и в поясничном позвонке (спондилодисцит) (n = 1) (рис. 2), в грудине (остеомиелит) и в образовании мягких тканей правой околоключич

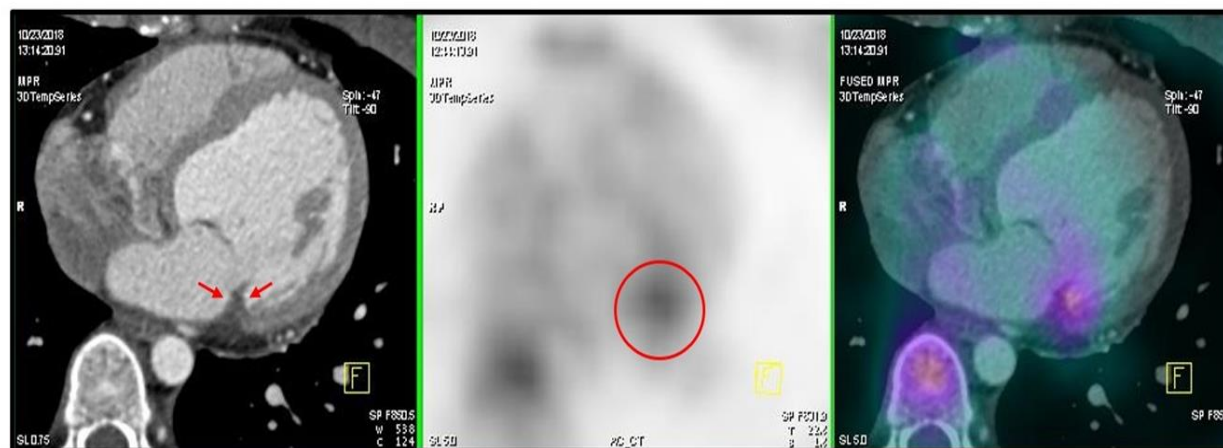


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Пример истинно-положительного результата ПЭТ/КТ.

Слева направо аксиальные проекции КТ, ПЭТ и фузионированного ПЭТ/КТ изображений.

Пациентка М., 21 год, обследована по поводу инфекционного эндокардита нативного митрального клапана: подъемы температуры тела до 39,90С в течение месяца, по данным трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ – вегетация у основания задней створки митрального клапана (15x10 мм), посевы крови стерильные, в процессе антибактериальной терапии. По результатам ПЭТ/КТ патологическое накопление 18F-ФДГ (красный круг) определяется в области задней створки митрального клапана соответственно вегетации (красные стрелки).

Fig. 1. Example of a true positive PET/CT result.

From left to right, axial projections of CT, PET and fused PET/CT images.

Patient M., 21 y.o., underwent examination for infectious endocarditis of the native mitral valve: fever of unknown origin up to 39.90C during one month, during antibiotic therapy, negative blood cultures, transthoracic and transesophageal echocardiography showed vegetation at the posterior cusp of the mitral valve (15x10 mm). PET/CT results showed abnormal 18F-FDG uptake (red circle) in the region of the posterior cusp of the mitral valve corresponding to vegetation (red arrows).

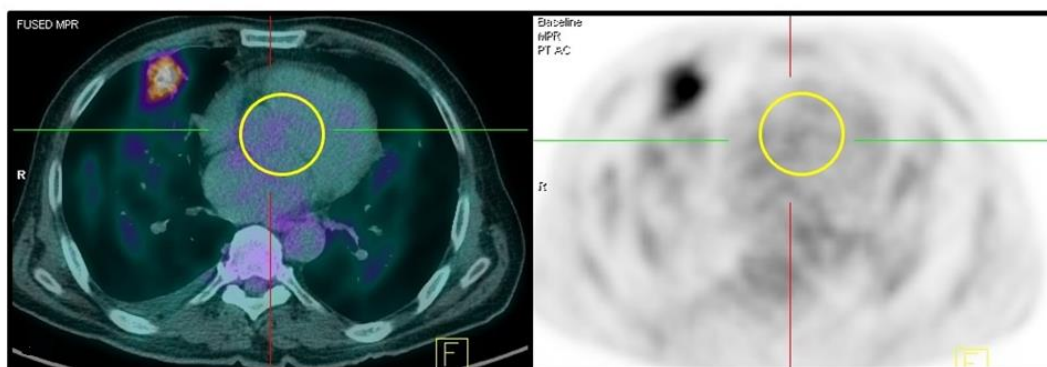


Рис. 2 а (Fig. 2 a)

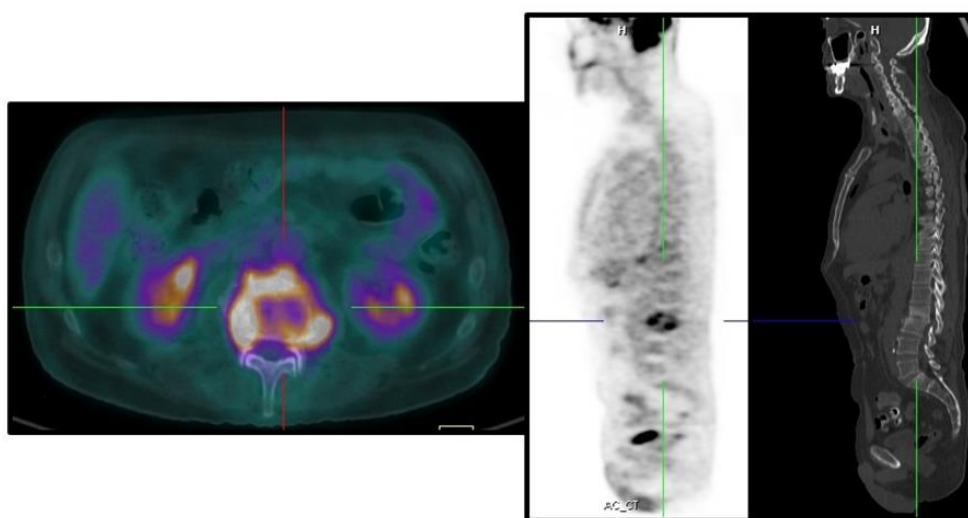


Рис. 2 б (Fig. 2 b)

Рис. 2. Пример ложноотрицательного результата ПЭТ/КТ.

А - слева направо аксиальные проекции фузионированного ПЭТ/КТ и ПЭТ изображений; Б - слева направо аксиальная проекция фузионированного ПЭТ/КТ изображения, коронарные проекции ПЭТ и КТ изображений.

Пациент К., 63 года, обследован по поводу инфекционного эндокардита нативного аортального клапана: подъемы температуры тела до 38,60С в течение 3 недель; по данным трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ – по свободному краю аортального клапана отмечены дополнительные эхо-сигналы, с возможной деструкцией края створок, с признаками регургитации 3 степени; посевы крови стерильные, в процессе антибактериальной терапии. По результатам ПЭТ/КТ (А) в области аортального клапана накопление 18F-ФДГ в пределах физиологической нормы без признаков очагового патологического гиперметаболизма (желтый круг). Тем не менее, выполнение исследования в режиме обследования «все тело» позволило диагностировать (А) воспалительные изменения в правом легком и (Б) выраженный воспалительный процесс в зоне деструкции смежных отделов L2-L3 позвонков (признаки спондилодисцита) и в прилежащих паравертебральных мягких тканях определяются патологические очаги гиперметаболической активности сливного типа.

Fig. 1. Example of a false negative PET/CT result.

(A) from left to right axial projections of fused PET/CT and PET images. (B) from left to right axial projection of fused PET/CT images, coronary projections of PET and CT images.

Patient K., 63y.o., underwent examination for infectious endocarditis of the native aortic valve: fever of unknown origin up to 38.60C during 3 weeks; transthoracic and transesophageal echocardiography showed additional echo signals along the free edge of the aortic valve, with possible destruction of the leaflet edge, with grade 3 regurgitation; negative blood cultures; during antibiotic therapy. PET/CT results showed (A) no abnormal 18F-FDG uptake in the area of the aortic valve (yellow circle). Nevertheless, the “whole body” examination revealed (A) inflammation in the right lung and (B) severe inflammation in the destruction zone of adjacent segments of L2-L3 vertebrae (signs of spondylodiscitis) as well as in the adjacent paravertebral soft tissues – extensive high intensity 18F-FDG avid foci are detected.

ной области ($n = 1$).

Таким образом, по данным ПЭТ/КТ у 62% (8/13) с подтвержденным ИЭ НК была оценена распространенность инфекционного процесса.

У одного пациента, обследованного по поводу лихорадки неясного генеза с подъемами температуры тела до 40°C, через 23 года после протезирования аортального клапана, посевы крови были стерильными. По данным чреспищеводной ЭхоКГ на протезе аортального клапана выявлены вегетации и абсцесс, нативный митральный клапан – с наличием очага кальция и выраженного миксоматоза створок. Результаты ПЭТ/КТ позволили корректно подтвердить наличие инфекционного процесса в зоне протеза аортального клапана, а также диагностировать абсцесс в селезенке. Кроме того, определялось патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне нативного митрального клапана с массивным очагом кальция. При этом указанное накопление радиофармпрепарата сохранялось как на изображениях с коррекцией аттенуации, так и без нее – т.е. исключен аттенуационный артефакт. Однако интраоперационно признаков инфицирования нативного митрального клапана выявлено не было. Таким образом, данный результат мы расценили как ложноположительный. Однако выявленные при ПЭТ/КТ изменения в зоне митрального клапана были учтены при планировании дальнейшей тактики лечения пациента (назначении антибактериальной терапии).

Другому пациенту протезирование клапана проводилось с целью коррекции митральной недостаточности – по данным ЭхоКГ определялась перфорация задней створки и центральная регургитация за счет краевой деструкции передней створки. Пациенту выставлен диагноз ИЭ в неактивной фазе. По данным ПЭТ/КТ в зоне митрального клапана патологического накопления 18F-ФДГ не определялось, результат расценен как истинно отрицательный.

В заключение проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ: чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана составили 31%, 50% и 33% соответственно; положительная и отрицательная прогностическая ценность – 80% и 10%.

Обсуждение.

Данное исследование по изучению диагностических возможностей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у больных с ИЭ НК является первым в нашей стране. В зарубежных публикациях последних лет появились данные о возможностях метода в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах – получены достаточно высокие диагностические показатели ПЭТ/КТ у пациентов с ИЭ ПК и инфекцией, ассоциированной с имплантированными внутрисердечными устройствами. Так по результатам мета-анализа 2017

г. Mahmood и соавт., проанализировавших 13 наиболее актуальных статей, суммарные показатели чувствительности и специфичности ПЭТ/КТ составили 77% и 78% соответственно [9]. На основании накопленного опыта группа экспертов Европейского общества кардиологов в последних рекомендациях 2015 г. по ведению больных с ИЭ включила патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне ПК или по ходу имплантированных внутрисердечных устройств в качестве «большого» диагностического критерия [2]. Однако в диагностике ИЭ НК роль ПЭТ/КТ не столь однозначна и требует детального изучения.

В настоящем исследовании истинно-положительные результаты ПЭТ/КТ получены только у 31% (4/13) пациентов с подтвержденным ИЭ НК. В исследовании Kouijzer и соавт. получен аналогичный результат – 30% (3/10) [11]. Другие авторы, проанализировавшие меньшие по количеству группы больных, получили ложноотрицательные результаты практически во всех случаях – 100% (6/6), 86% (6/7), и 100% (7/7) [12 - 14].

Показатели чувствительности и специфичности ПЭТ/КТ в диагностике ИЭ НК в настоящем исследовании ($n = 15$) составили 31% и 50%. В исследовании de Camargo и соавт. 2019 г., проанализировавших наиболее крупную группу больных с ИЭ НК ($n = 115$) соответствующие показатели составили 22% и 100% [15]. В настоящем исследовании единственный результат, расцененный как ложноположительный, формально не был подтвержден (основывался только на данных визуальной интраоперационной оценке). Это объясняет существенные различия показателей специфичности в указанных исследованиях.

Высокую частоту ложноотрицательных результатов ПЭТ/КТ в зоне НК при ИЭ большинство авторов связывает с рядом факторов. В первую очередь накопление 18F-ФДГ зависит от размеров вегетации [12 - 17]. В большинстве случаев при ИЭ на створках НК имеются мелкие вегетации, как правило, размерами менее 10 мм. Кроме того, следует учитывать высокую подвижность створок клапана, которая приводит к снижению четкости ПЭТ-изображения и, соответственно, занижению фактической интенсивности накопления 18F-ФДГ в зоне интереса [13]. В настоящем исследовании у 2/4 больных с истинно положительными результатами ПЭТ/КТ патологическое накопление 18F-ФДГ определялось в зоне массивной вегетации (15x10 мм), а также в зоне трикуспидального клапана с подпаянной створкой к инфицированному электроду. Тогда как у больных с ложноотрицательными результатами ПЭТ/КТ размеры вегетаций по данным ЭхоКГ и визуальной интраоперационной оценки составляли от 2 до

7 мм d.

Принцип диагностики инфекционных процессов методом ПЭТ/КТ заключается в активном накоплении ¹⁸F-ФДГ клетками воспалительного ответа – полиморфноядерными лейкоцитами (гранулоцитами и макрофагами), которые характеризуются высоким уровнем гликолиза [7, 9]. Поэтому интенсивность накопления ¹⁸F-ФДГ определяется выраженностью воспалительного процесса. Во всех исследованиях авторы отмечают значительно более высокие диагностические показатели ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ в диагностике ИЭ ПК, по сравнению с ИЭ НК [12 - 17]. В исследовании с наибольшей группой больных (188 с ПК и 115 с НК) авторы впервые изучили различия инфекционных процессов при ИЭ НК и ПК на клеточном уровне и их влияние на накопление ¹⁸F-ФДГ [16]. Исследователи сообщают о более высокой концентрации полиморфноядерных клеток и менее выраженных фиброзных изменениях при ИЭ ПК, что ведет к активному накоплению ¹⁸F-ФДГ в зоне интереса. Тогда как при ИЭ НК гистологическая картина противоположна – отмечается преобладание фиброзных изменений, которые слабо накапливают ¹⁸F-ФДГ. Кроме того, на ПК бактерии образуют биопленки, которые вызывают воспалительную реакцию на границе между ПК и эндокардом, что также ведет к большей выраженности, а также площади изменений, по сравнению с ИЭ НК [14, 15, 17]. Так в настоящем исследовании у двух больных с ложноотрицательными результатами ПЭТ/КТ в зоне ИЭ НК, корректно диагностировано патологическое накопление ¹⁸F-ФДГ в зоне ПК, свидетельствующее о наличии ИЭ.

При ИЭ НК в активной фазе с деструкцией структур клапана ¹⁸F-ФДГ хорошо накапливается в результате выраженной воспалительной реакции, тогда как в подострой хронической фазе ИЭ НК лейкоцитарный ответ менее выражен, особенно при кальцификации вегетаций [14, 16]. У 1/4 больных с ИП результатами ПЭТ/КТ патологическое накопление РФП определялось не только в зоне клапана, но и парапротезной области, что позволило сделать предположение о наличии парапротезного абсцесса, который был подтвержден интраоперационно. Результаты ЭхоКГ у данного пациента свидетельствовали о наличии только вегетации

(8 мм d), тогда как абсцесс остался недиагностированным. Истинно положительные результаты ПЭТ/КТ у пациентов с парапротезными абсцессами, безусловно, связано с большим объемом процесса. Однако более интенсивное накопление ¹⁸F-ФДГ ряд исследователей также связывают с большей концентрацией воспалительных клеток в абсцессе, по сравнению с вегетациями [14].

Немаловажным фактором является получение пациентами антибактериальной терапии на момент выполнения ПЭТ/КТ, которая влияет на активность воспалительного процесса [14 - 16]. Преобладание таких пациентов (80%) в группе больных настоящего исследования также могло повлиять на полученные диагностические показатели.

У пациентов с ИЭ нельзя недооценивать важность диагностики других очагов инфекции. Инфекционные эмболы являются нередким осложнением и могут встречаться у 20-50% больных, зачастую протекают без каких-либо клинических проявлений, в связи с чем, их диагностика затруднена [4, 18]. В настоящем исследовании у 62% (8/13) больных выполнение обследования в режиме всего тела позволило диагностировать дополнительные очаги инфекции, что определило тактику лечения больных. Другие исследователи также отмечают высокую частоту выявления экстракардиальных очагов воспаления при ПЭТ/КТ – 57% (4/7), 44% (11/25), 43% (17/40) [14, 19, 20].

Заключение.

Первоначальные результаты свидетельствуют о низкой чувствительности ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ в диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана – отсутствие накопления препарата не исключает наличия инфекционного процесса. Выполнение ПЭТ/КТ у данной категории больных целесообразно с целью диагностики распространенности воспалительного процесса, в том числе экстракардиальной локализации.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список Литературы:

1. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Инфекционный эндокардит. 2016. <https://racvs.ru/clinic/files/2016/infective-endocarditis.pdf>
2. Николаевский Е.Н. Инфекционный эндокардит как медико-социальная проблема современной России. Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016; 88 (6-3): 26–9.
3. Habib G., Lancellotti P., Antunes M.J., Bongioni M.G., Casal-

4. 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. Муратов П.М., Бабенко С.И. Рекомендации по профилак-

тике и лечению инфекционного эндокардита. ННПЦССХ им. А.Н.Бакулева. Москва. 2018. 32с.

5. Habib G., Badano L., Tribouilloy C., Vilacosta I., Zamorano J.L., Galderisi M., et al. Recommendations for the practice of echocardiography in infective endocarditis. *Eur J Echocardiogr.* 2010; 11 (2): 202–19. DOI:10.1093/ejehocardi/jeq004.

6. Afonso L, Kottam A, Reddy V, Penumetcha A. Echocardiography in Infective Endocarditis: State of the Art. *Curr Cardiol Rep.* 2017 Oct 25;19(12):127. doi: 10.1007/s11886-017-0928-9.

7. Chen W., Kim J., Molchanova-Cook O.P., Dilsizian V. The Potential of FDG PET/CT for Early Diagnosis of Cardiac Device and Prosthetic Valve Infection Before Morphologic Damages Emerge. *Curr Cardiol Rep.* 2014; 16: 459. DOI: 10.1007/s11886-013-0459-y.

8. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Шурупова И.В., Гранов А.М., Тютин Л.А., Рыжкова Д.В., Деревянко Е.П., Катунина Т.А., Екаева И.В., Рогова Т.В. Позитронно-эмиссионная томография в кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии. Москва, Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева, 2010, 236с.

9. Асланиди И.П., Манукова В.А., Мухортова О.В., и др. Позитронно-эмиссионная томография с 18F-ФДГ в оценке эффективности лечения гигантоклеточного артериита и артериита Такаясу. Бюллетень НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания». 2017; 18 (4): 380–90. DOI:10.24022/1810-0694-2017-18-4-380-390.

10. Mahmood M., Kendi A.T., Ajmal S., Farid S., O'Horo J.C., Chareonthaitawee P., et al. Meta-analysis of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis. *J Nucl Cardiol.* 2017. DOI: 10.1007/s12350-017-1092-8. [Epub ahead of print].

11. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Пурсанова Д.М., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Сергуладзе С.Ю., Муратов Р.М. Возможности ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционных процессов, связанных с имплантированными внутрисердечными устройствами. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2019; 20(6): 498-508.

12. Kouijzer IJE, Berrevoets MAH, Aarntzen EHJG, et al. 18F-

fluorodeoxyglucose positron-emission tomography combined with computed tomography as a diagnostic tool in native valve endocarditis. *Nucl Med Commun* 2018; 39:747–752.

13. Granados U., Fuster D., Pericas J.M., et al. Diagnostic Accuracy of 18F-FDG PET/CT in Infective Endocarditis and Implantable Cardiac Electronic Device Infection: A Cross-Sectional Study. *J Nucl Med.* 2016; 57:1726–1732.

14. Salomäki S.P., Saraste A., Kempainen J., Bax J.J., Knuuti J., Nuutila P., et al. 18F-FDG positron emission tomography/computed tomography in infective endocarditis. *J Nucl Cardiol.* 2017; 24(1): 195–206. DOI: 10.1007/s12350-015-0325-y

15. Ricciardi A., Sordillo P., Ceccarelli L., Maffongelli G., Calisti G., Di Pietro B., et al. 18-Fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography-computed tomography: an additional tool in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *Int J Infect Dis.* 2014; 28: 219–24. DOI:10.1016/j.ijid.2014.04.028

16. de Camargo R.A., Bitencourt M.S., Meneghetti J.C., Soares J., Gonçalves L.F.T., Buchpiguel C.A., et al. The role of 18F-FDG-PET/CT in the diagnosis of left-sided endocarditis: native vs. prosthetic valves endocarditis. *Clin Infect Dis.* 2019. DOI: 10.1093/cid/ciz267. [Epub ahead of print]

17. Kestler M., Muñoz P., Rodríguez-Crèixems M., et al. Role of (18)F-FDG PET in Patients with Infectious Endocarditis. *J Nucl Med* 2014; 55:1093–1098.

18. Kouijzer I.J.E., Bleeker-Rovers C.P., Oyen W.J.G. 18F-FDG PET/CT for the Detection of Septic Embolisms in Patients with Infectious Endocarditis. *J Nucl Med.* 2014; 55:1045–1046.

19. Van Riet J., Hill E.E., Gheysens O., Dymarkowski S., Herregods M.C., Herijgers P., et al. 18F-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.

20. 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.

References:

1. Klinicheskie rekomendatsii Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii. *Infektsionnyy endokardit.* 2016. <https://racvs.ru/clinic/files/2016/infective-endocarditis.pdf> (in Russian).

2. Nikolaevskii E.N. Infectious endocarditis as a medico-social problem of modern Russia // *Novaya nauka: strategii i vektory razvitiya* 2016. 6-3 (88): 26–9 (in Russian)

3. Habib G., Lancellotti P., Antunes M.J., Bongiorno 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. Muratov R.M., Babenko S.I. Recommendations on prevention and treatment of infectious endocarditis. A.N. Bakulev NSPCCVS. Moscow. 2018. 32 p. (in Russian)

5. Habib G., Badano L., Tribouilloy C., Vilacosta I., Zamorano J.L., Galderisi M., et al. Recommendations for the practice of echocardiography in infective endocarditis. *Eur J Echocardiogr.* 2010; 11 (2): 202–19. DOI:10.1093/ejehocardi/jeq004.

6. Afonso L, Kottam A, Reddy V, Penumetcha A. Echocardiography in Infective Endocarditis: State of the Art. *Curr Cardiol Rep.* 2017 Oct 25;19(12):127. doi: 10.1007/s11886-017-0928-9.

7. Chen W., Kim J., Molchanova-Cook O.P., Dilsizian V. The Potential of FDG PET/CT for Early Diagnosis of Cardiac Device and Prosthetic Valve Infection Before Morphologic Damages Emerge. *Curr Cardiol Rep.* 2014; 16: 459. DOI: 10.1007/s11886-013-0459-y.

8. Bokeria L.A., Aslanidi I.P., Shurupova I.V., Granov A.M., Tyutin L.A., Ryzhkova D.V., Derevyanko E.P., Katunina T.A., Ekaeva I.V., Rogova T.V. Positron emission tomography in cardiology and cardiovascular surgery. Moscow, National Scientific and Practical Center for Cardiovascular Surgery named after A.N. Bakuleva, 2010, 236p. (in Russian).

9. Aslanidi I.P., Manukova V.A., Mukhortova O.V., et al. Pozitronno-emissionnaya tomografiya s 18F-FDG v otsenke effektivnosti lecheniya gigantokletochnogo arteriita i arteriita Takayasu. Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN «Serdechno-sosudistyye zabolevaniya» (Bulletin NTSSSH them. A.N. Bakuleva RAMS "Cardiovascular diseases") 2017; 18 (4): 380–90 (in Russian) doi:10.24022/1810-0694-2017-18-4-380-390
10. Mahmood M., Kendi A.T., Ajmal S., Farid S., O'Horo J.C., Chareonthaitawee P., et al. Meta-analysis of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of infective endocarditis. *J Nucl Cardiol*. 2017. DOI: 10.1007/s12350-017-1092-8. [Epub ahead of print].
11. Bokeria L.A., Aslanidi I.P., Pursanova D.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Yekaeva I.V., Serguladze S.Yu., Muratov R.M. Possibilities of PET / CT with 18F-fluorodeoxyglucose in the diagnosis of infectious processes associated with implanted intracardiac devices. Bulletin NTSSSH them. A.N. Bakuleva RAMS. 2019; 20 (6): 498-508 (in Russian).
12. Kouijzer IJE, Berrevoets MAH, Aarntzen EHJG, et al. 18F-fluorodeoxyglucose positron-emission tomography combined with computed tomography as a diagnostic tool in native valve endocarditis. *Nucl Med Commun* 2018; 39:747–752.
13. Granados U., Fuster D., Pericas J.M., et al. Diagnostic Accuracy of 18F-FDG PET/CT in Infective Endocarditis and Implantable Cardiac Electronic Device Infection: A Cross-Sectional Study. *J Nucl Med*. 2016; 57:1726–1732.
14. Salomäki S.P., Saraste A., Kemppainen J., Bax J.J., Knuuti J., Nuutila P., et al. 18F-FDG positron emission tomography/computed tomography in infective endocarditis. *J Nucl Cardiol*. 2017; 24(1): 195–206. DOI: 10.1007/s12350-015-0325-y
15. Ricciardi A., Sordillo P., Ceccarelli L., Maffongelli G., Calisti G., Di Pietro B., et al. 18-Fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography-computed tomography: an additional tool in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *Int J Infect Dis*. 2014; 28: 219–24. DOI:10.1016/j.ijid.2014.04.028
16. de Camargo R.A., Bitencourt M.S., Meneghetti J.C., Soares J., Gonçalves L.F.T., Buchpiguel C.A., et al. The role of 18F-FDG-PET/CT in the diagnosis of left-sided endocarditis: native vs. prosthetic valves endocarditis. *Clin Infect Dis*. 2019. DOI: 10.1093/cid/ciz267. [Epub ahead of print]
17. Kestler M., Muñoz P., Rodríguez-Crèixems M., et al. Role of (18)F-FDG PET in Patients with Infectious Endocarditis. *J Nucl Med* 2014; 55:1093–1098.
18. Kouijzer I.J.E., Bleeker-Rovers C.P., Oyen W.J.G. 18F-FDG PET/CT for the Detection of Septic Embolisms in Patients with Infectious Endocarditis. *J Nucl Med*. 2014; 55:1045–1046.
19. Van Riet J., Hill E.E., Gheysens O., Dymarkowski S., Herregods M.C., Herijgers P., et al. 18F-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.
20. 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.