

На правах рукописи

Пурсанова
Диана Манолисовна

**РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ В СЕРДЦЕ И СОСУДАХ МЕТОДОМ ПЭТ/КТ
С 18F-ФТОРДЕЗОКСИГЛЮКОЗОЙ**

3.1.20 - кардиология
3.1.25 - лучевая диагностика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Москва
2021

Диссертационная работа выполнена в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Научные консультанты:

академик РАН, доктор медицинских наук **Бокерия Леонид Антонович**
профессор, доктор медицинских наук **Асланиди Ираклий Павлович**

Официальные оппоненты:

Караулова Юлия Леонидовна – доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики им. академика В.С. Моисеева Медицинского института, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (специальность 3.1.20 - «кардиология»).

Мильто Анна Сергеевна – доктор медицинских наук, профессор курса гериатрии кафедры общей врачебной практики факультета усовершенствования врачей ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского (специальность 3.1.20 - «кардиология»).

Сандриков Валерий Александрович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, руководитель отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ РНЦХ им. академика Б.В. Петровского (специальность 3.1.25 - «лучевая диагностика»).

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «15» октября 2021г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.038.01 при ФГБУ «НМИЦ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России по адресу: 121552, г. Москва, Рублевское шоссе, д. 135, конференц-зал №2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и на сайтах www.bakulev.ru и Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «08» сентября 2021 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.01.038.01

доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Ранняя диагностика инфекционных процессов в сердце и сосудах (ИПСС) является чрезвычайно актуальной и сложной проблемой современной клинической медицины. Число пациентов с протезированными клапанами (ПК), различными имплантированными электронными внутрисердечными устройствами (ИЭВСУ), а также сосудистыми протезами (СП) неуклонно растет, что связано с расширением клинических показаний к указанным видам лечения. Частота инфекционных осложнений среди перечисленных категорий больных, несмотря на использование высокотехнологичных хирургических методик в комбинации с адекватной антибактериальной терапией (АБТ), не имеет тенденции к снижению за последние 30 лет (G.Habib,2015; F.M.Kusumoto,2017; Р.М.Муратов,2018). 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 ПК и/или инфекция ИЭВСУ (Р.М.Муратов,2018; Н.С.Чипыгина,2020). Инфекция СП после реконструкции аорты и/или артерий наблюдается у 1-6% пациентов (Р.А. Абдулгасанов,2016; W.R.Wilson,2016). Летальность при ИПСС достигает 16–59% в зависимости от клинической ситуации и выбора лечения (G.Habib,2015; F.M.Kusumoto,2017; Р.М.Муратов,2018).

ИПСС имеют атипичную клиническую картину, в связи с чем постановка диагноза крайне сложна и осуществляется многопрофильной командой специалистов в области кардиологии, кардиоторакальной хирургии, инфекционных заболеваний и диагностической визуализации (A.Gomes,2017; Л.И.Дворецкий,2019; A.P.Erba,2019). Подтвержденный диагноз в большинстве случаев является абсолютным показанием к

хирургическому лечению по жизненным показаниям (G.Habib,2015; C.G.Mihos,2017; Р.М.Муратов,2018).

В настоящее время диагностика ИПСС в клинической практике основывается на клинических и анамнестических данных, а также результатах лабораторных и инструментальных исследований (G.Habib,2015; Р.М.Муратов,2018; A.P.Erba,2019). Постановка диагноза ИЭ осуществляется с использованием «больших» и «малых» модифицированных критериев Duke (D.T.Durack,1997; J.S.Li,2000; G.Habib,2015), на основании различных сочетаний которых ставится диагноз «подтвержденного», «возможного» или «исключенного» ИЭ. Хорошо известно, что использование критериев Duke имеет высокую чувствительность в диагностике ИЭ нативного клапана (НК), однако у больных с подозрением на ИЭ ПК или ИЭВСУ – их применение ограничено, особенно на ранних этапах заболевания (G.Habib,2015). Общепринятые рекомендации по диагностике больных с инфекцией СП отсутствуют (Р.А.Абдулгасанов,2016; A.P.Erba,2019).

Основными критериями постановки диагноза ИПСС являются наличие лихорадки неясного генеза, положительные посевы крови и результаты исследований традиционными методами диагностической визуализации – эхокардиографии (ЭхоКГ), трансторакальной и чреспищеводной, а также компьютерной томографии (КТ) с внутривенным контрастированием и магнитно-резонансной томографии (G.Habib,2015; Р.М.Муратов,2018). Указанные методы имеют высокую информативность в оценке морфофункциональных изменений в органах и тканях у большинства больных, однако у пациентов с ПК и ИЭВСУ – получение информативных результатов возможно только на стадии выраженных анатомических изменений, которые развиваются на поздних сроках заболевания (W.Chen,2014; L.E.Swart,2018). Оценку зон интереса также

значительно затрудняют артефакты от высокоплотностных клапанов и электродов (особенно при наличии двух и более), а также их колебания (G.Nabib,2015; L.E.Swart,2018; М.С.Сургучкая,2018; Алехин М.Н., 2019). Так, при наличии ПК или ИЭВСУ показатели чувствительности и специфичности в диагностике ИЭ при трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ снижаются до 20% и 44–89%, соотв. (G.Nabib,2015; Алехин М.Н., 2019; Ю.В.Щукин,2020). Кроме того, ни ЭхоКГ, ни КТ не позволяют оценить состояние экстракардиальных отделов электродов. Таким образом, отрицательные результаты традиционных методов диагностической визуализации – ЭхоКГ и КТ с внутривенным контрастированием – не исключают наличия ИПСС.

Бактериемия может встречаться без инфекционного поражения ПК, ИЭВСУ или СП, и, напротив, ИПСС может протекать при стерильных посевах крови, особенно в случае начала АБТ по поводу лихорадки неясного генеза (А.И.Данилов,2019). Даже при тщательном соблюдении всех условий – забора необходимого количества проб и их объема, а также при исключении из анализа пациентов с предшествующей АБТ – у 2-7% больных с ИЭ посевы крови остаются стерильными (G. Nabib, 2015).

Таким образом, во многих случаях диагноз ИПСС остается неподтвержденным (А. Toran, 2015; L.M. Baddour, 2015). При этом сроки постановки диагноза крайне важны – у большей части больных поздняя постановка диагноза сопряжена с назначением неправильной эмпирической АБТ и несвоевременным хирургическим лечением, что, в свою очередь, приводит к ухудшению прогноза (Е.Ю. Пономарева, 2015; Р.А. Абдулгасанов, 2016; F.M. Kusumoto, 2017; Л.И. Дворецкий, 2019).

Все вышеперечисленное привело к необходимости поиска новых точных методов диагностики ИПСС. В последние годы для визуализации воспалительных процессов стали применять методы радионуклидной

диагностики, отличительной особенностью которых является возможность получения функциональных изображений, характеризующих строго определенные физиологические и патофизиологические процессы на молекулярном уровне. Наибольший интерес в настоящее время представляет позитронно-эмиссионная томография с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой, совмещенная с КТ (ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ). ПЭТ/КТ является современным высокоинформативным неинвазивным методом гибридной визуализации, позволяющим одновременно оценивать метаболические и структурные изменения в органах и тканях. Наиболее широко ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ применяется в онкологии, однако в последние годы метод все чаще используется для диагностики различных воспалительных процессов и оценки эффективности их лечения: активное накопление ^{18}F -ФДГ в фагоцитирующих клетках позволяет с высокой точностью визуализировать очаги воспаления и инфекции (W. Chen, 2014; F. Rouzet, 2014). В связи с этим ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ представляется перспективным методом диагностики ИПСС.

Цель исследования

Разработать методические основы использования ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в алгоритме комплексного обследования пациентов с подозрением на инфекционные процессы в сердце и сосудах.

Задачи исследования

1. Изучить возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах: инфекционного эндокардита протезированного и нативного клапана, инфекции имплантированных электронных внутрисердечных устройств и сосудистых протезов.
2. Разработать и внедрить в радиологическую практику методику ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах.

3. Изучить особенности визуальной и полуколичественной оценки результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у пациентов с инфекционными процессами в сердце и сосудах.
4. Изучить факторы, влияющие на получение ложных результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у пациентов с инфекционными процессами в сердце и сосудах.
5. Изучить возможности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике очагов воспаления другой локализации у пациентов с инфекционными процессами в сердце и сосудах.
6. Определить значение результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в постановке диагноза инфекционных процессов в сердце и сосудах при их включении в диагностические критерии и разработать диагностический алгоритм обследования указанной категории больных.
7. Проанализировать значение результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ для оптимизации тактики лечения больных с подозрением на инфекционные процессы в сердце и сосудах.

Научная новизна

Представленное исследование по изучению информативности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах в России является пионерским. Впервые на большом клиническом материале изучены диагностические возможности и подтверждены высокие показатели чувствительности и точности метода у больных с подозрением на ИПСС после кардиохирургических вмешательств. Впервые доказано, что, в отличие от других методов диагностической визуализации, ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в режиме обследования «всего тела» позволяет за одно исследование определить точную локализацию инфекционного процесса и его распространенность, а также исключить ИПСС при получении данных, свидетельствующих о наличии

альтернативного инфекционного или неопластического процесса, объясняющего симптомы болезни. В работе также показана возможность оценки эффективности АБТ у пациентов с ИПСС по результатам ПЭТ/КТ.

Впервые изложены основы метаболической ПЭТ-визуализации с ¹⁸F-ФДГ у больных с подозрением на ИПСС в зоне ПК, НК, ИЭВСУ и СП; разработаны рекомендации по методике выполнения исследования, включающие особенности подготовки пациентов, протокол сканирования, определение объема исследования; выработаны практические рекомендации для выполнения ПЭТ/КТ при подозрении на ИПСС и определены оптимальные сроки ее проведения после кардиохирургических вмешательств.

Таким образом, в настоящей работе впервые в рамках одного исследования на основании систематизации и анализа собственных данных даны ответы на ряд вопросов, активно изучаемых в современной мировой научной литературе.

Практическая значимость

Использование ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ существенно расширяет возможности неинвазивной диагностики ИПСС на ранних этапах. Результаты ПЭТ/КТ позволяют исключить необходимость выполнения повторных лабораторно-инструментальных обследований, сократить сроки постановки окончательного диагноза ИПСС, диагностировать на ранних этапах и предотвратить развитие осложнений заболевания. Использование методики также способствует своевременному проведению кардиохирургического лечения и улучшению его непосредственных и отдаленных результатов. Таким образом, внедрение ПЭТ/КТ в алгоритм обследования указанной категории больных позволяет повысить эффективность лечения ИПСС.

Разработанная методика проведения исследования, включающая специальную подготовку больных и алгоритм интерпретации результатов ПЭТ/КТ, а также практические рекомендации позволят внедрить метод в рутинную клиническую практику ПЭТ-центров.

Таким образом, своевременная диагностика и оценка распространенности ИПСС по данным ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ позволяет реализовать концепцию персонализированной терапии данной категории больных и, соответственно, снизить экономические затраты здравоохранения на диагностику, лечение, профилактику осложнений и реабилитацию этих пациентов.

Внедрение в практику

Оригинальные методики и разработки, сделанные в ходе выполнения диссертации, успешно внедрены в клинико-диагностический процесс ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н.Бакулева» Минздрава России (24.09.2020г.), а также используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики Института ПКВКиПО ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н.Бакулева» Минздрава России. Результаты, полученные при выполнении диссертационного исследования, можно рекомендовать для использования в клинической практике других медицинских учреждений, занимающихся диагностикой и лечением пациентов с ИПСС.

Положения, выносимые на защиту

1. ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ является высокоинформативным методом ранней неинвазивной диагностики инфекционных процессов в сердце и сосудах у больных после кардиохирургических вмешательств – с протезированными клапанами, имплантированными электронными внутрисердечными устройствами и сосудистыми протезами.
2. Возможности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана ограничены – отсутствие накопления РФП

не исключает наличия инфекционного процесса – однако высокая положительная прогностическая ценность метода свидетельствует о целесообразности его использования у пациентов с сомнительными результатами других методов диагностики.

3. Методика ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах должна включать: специальную подготовку для блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ, сканирование в режиме обследования «всего тела», интерпретацию изображений с использованием визуальной и полуколичественной оценки.

4. При интерпретации результатов ПЭТ/КТ обязательна оценка двух типов изображений – с коррекцией аттенуации и без коррекции аттенуации. Для инфекционного процесса характерен фрагментарный тип накопления 18F-ФДГ высокой интенсивности. Дополнение визуальной оценки полуколичественным анализом повышает точность результатов ПЭТ/КТ в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах.

5. Основными факторами, снижающими точность результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах, являются интенсивное физиологическое накопление 18F-ФДГ в миокарде, а также интервал менее 2 месяцев между протезированием клапанов сердца и выполнением ПЭТ/КТ. Низкая активность воспалительного процесса и выполнение ПЭТ/КТ на фоне длительной антибактериальной терапии не влияют на точность результатов ПЭТ/КТ.

6. Выполнение ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в режиме обследования «всего тела» позволяет с высокой точностью оценить распространенность инфекционного процесса, диагностировать невыявленные ранее очаги инфекции вне зон интереса (сердца и сосудов), выявить альтернативные воспалительные, а также неопластические процессы.

7. Сочетанное использование результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ и диагностических критериев позволяет повысить точность диагностики инфекционного процесса в сердце и сосудах – корректно реклассифицировать случаи с исходно «возможным» и «исключенным» диагнозом.

8. Результаты ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ позволяют скорректировать лечебную тактику при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах, а также оценить эффективность антибактериальной терапии у пациентов, не подлежащих повторному хирургическому лечению.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены на ежегодных конгрессах Европейской ассоциации ядерной медицины (Дюссельдорф,2018; Барселона,2019г.; виртуальный,2020), Европейского общества кардиологов (виртуальный,2020), 26 Азиатского общества сердечно-сосудистых и торакальных хирургов (Москва,2018), Российского общества рентгенологов и радиологов (Москва,2018; Москва,2019), XXIV–XXVI Всероссийских съездах сердечно-сосудистых хирургов (Москва,2018, 2019, 2020), XXIII Ежегодной сессии НМИЦ СССХ им.А.Н.Бакулева МЗ РФ (Москва,2019), Невском радиологическом форуме (Санкт-Петербург,2019, 2021; ***победитель конкурса молодых ученых в рамках конгресса 2021***), XIII Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов Радиология (Москва,2019,2020), V–VII Международных конгрессах и школах для врачей «Кардиоторакальная радиология» (Москва,2018,2020; Санкт-Петербург,2019,2021).

Апробация диссертационной работы проведена на объединенной клинической конференции четырех отделений ФГБУ НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева 11 ноября 2020г. Номер и дата протокола: №16 от 11.11.2020 года.

По теме диссертации опубликовано 35 работ в периодических изданиях, 15 из которых, в рекомендованных ВАК.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 339 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, 4 глав, посвященных результатам собственных исследований и их обсуждению, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 89 рисунками и 20 клиническими примерами, содержит 46 таблиц и 5 приложений. Список литературы включает 231 источник, из них 75 отечественных и 156 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы исследования

В анализ включены результаты обследования 224 больных, которым выполнена ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ в ПЭТ-центре отдела ядерной диагностики НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева: 101 (45%) пациент обследованы по поводу подозрения на ИПСС, 112 (50%) – включены в контрольную группу без наличия ИПСС, 11 (5%) – проанализированы отдельно – ПЭТ/КТ выполнена проспективно через 2 месяца после ПК (контрольная подгруппа Б). Группы с подозрением на ИПСС и контрольная по полу, возрасту и времени после предшествующего хирургического лечения достоверно не различались (табл.1).

В группе с подозрением на ИПСС (n = 101) большинство пациентов – 93 (92%) были обследованы в различные сроки после кардиохирургических вмешательств: протезирования клапанов сердца – 31 их 101 (30%), имплантации ИЭВСУ – 22 (22%), имплантации СП – 13 (13%), ПК и СП – 14 (14%), ПК и ИЭВСУ – 10 (10%), ИЭВСУ и СП – 3 (3%). В 8 из 101 (8%) случаев пациенты обследованы по поводу подозрения на ИЭ НК. В 27 из 101 (27%) случаев анализируемой группы пациенты были обследованы после сочетанных вмешательств, у каждого их этих больных проанализировано по несколько зон интереса.

Таблица 1. Характеристика больных в группах с подозрением на ИПСС (n=101) и контрольной (n=112)

Характеристика больных	Подозрение на ИПСС (n = 101)	p	Контрольная группа (n = 112)
Количество больных, n мужчин : женщин	61 : 40	0,18	58 : 54
Средний возраст, лет <i>разброс значений</i>	52 ± 17 (14–87)	0,75	60 ± 19 (27–85)
Время после предш. хирургического лечения, мес <i>медиана, разброс значений</i>	32 [10; 62] (1–404)	0,82	63 [41; 75] (4–387)

Основной причиной обращения всех больных были жалобы на эпизоды лихорадки с подъемами температуры тела до 38–40⁰С на протяжении 3±2 (1–10) месяцев. У большинства – 67/101 (66%) пациентов данные эпизоды имели рецидивирующий характер и требовали проведения повторных курсов АБТ (продолжительность от 2 недель до 11 месяцев, медиана – 3 [2; 6] месяцев). Общая характеристика группы с подозрением на ИПСС (n = 101) представлена на рисунке 1.

Исходно до выполнения ПЭТ/КТ диагноз ИПСС, согласно диагностическим критериям, был «подтвержденным» только у 22/101 (22%) больных. Тогда как у остальных 79 (78%) – диагноз был «возможным» (n = 57) или «исключенным» (n = 22). Окончательный диагноз «в конце периода наблюдения» ставился на основании результатов повторного хирургического лечения у 75 больных, а также на основании результатов клинико-лабораторно-инструментальных данных и периода наблюдения 6 месяцев после проведения ПЭТ/КТ: подтвержден у 73 и исключен у 28 пациентов.

В контрольную группу без ИПСС (n = 112) вошли пациенты, обследованные по поводу онкологических заболеваний: ретроспективно найденные в базе данных ПЭТ-центра (n = 51) и включенные проспективно (n = 41). Критериями включения являлось отсутствие лихорадки на момент проведения ПЭТ/КТ, а также отсутствие физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде.

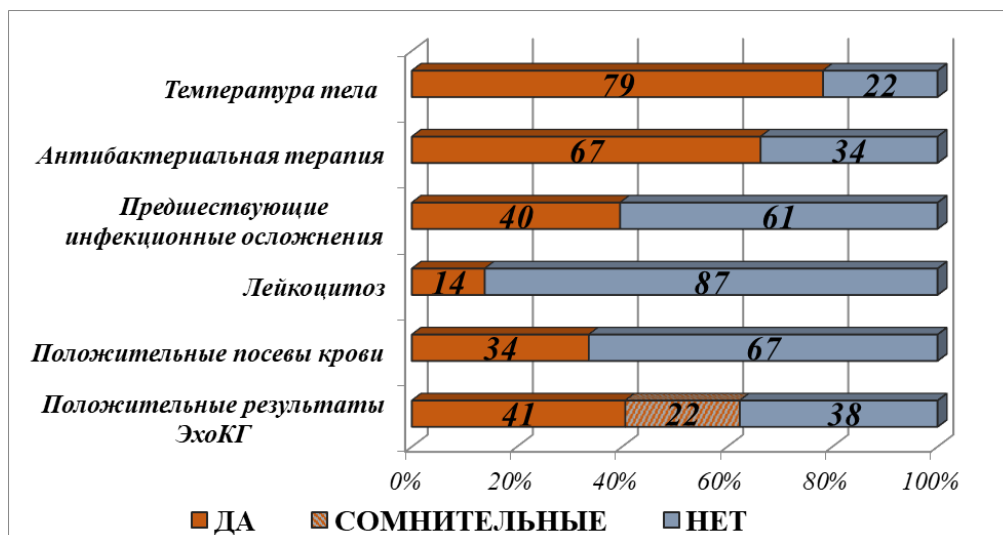


Рисунок 1. Распределение пациентов с подозрением на ИПСС ($n = 101$) в зависимости от результатов клинично-лабораторно-инструментального обследования на момент ПЭТ/КТ

В контрольной подгруппе Б ($n = 11$) в связи с высокой частотой получения ложного патологического накопления 18F-ФДГ в зоне ПК (10/11) дальнейшее обследование пациентов через 2 месяца после операции без наличия ИЭ ПК было прекращено (рис.2).

Для последующего анализа результатов ПЭТ/КТ выделены следующие подгруппы пациентов (рис.2):

- четыре в зависимости от локализации подозреваемого ИПСС: ПК, НК, ИЭВСУ и СП;
- четыре контрольные в зависимости от зоны интереса: ПК, НК, ИЭВСУ и СП;
- контрольная подгруппа с ПК через 2 месяца после операции;
- три в зависимости от подготовки к ПЭТ/КТ: с подозрением на ИПСС, прошедших специальную подготовку без введения гепарина и с введением гепарина; контрольная без специальной подготовки;
- подгруппа, которым проводилась высокодозная КТ с ЭКГ-синхронизацией и внутривенным контрастированием;
- подгруппа после стернотомии для оценки состояния грудины;
- подгруппа пациентов, обследованных неоднократно для оценки эффективности АБТ.

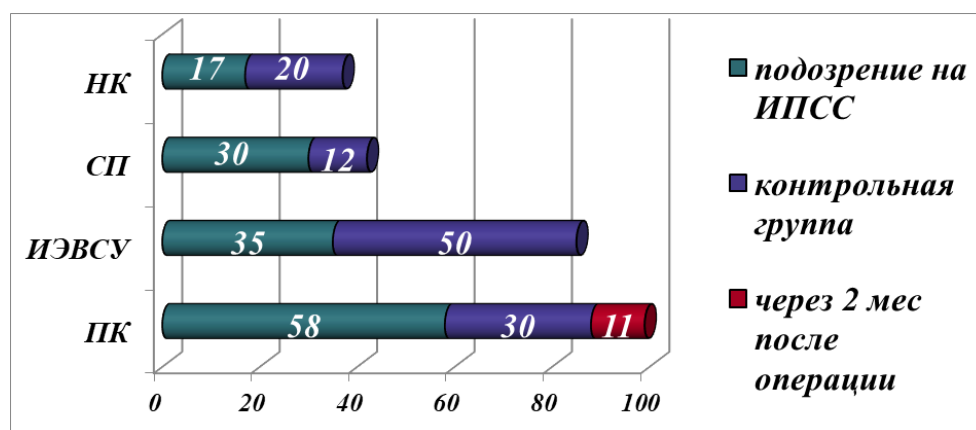


Рисунок 2. Распределение пациентов в зависимости от анализируемой зоны интереса

Методы исследования

В связи с физиологическим накоплением ^{18}F -ФДГ в миокарде все больные с подозрением на ИПСС ($n = 101$) и проспективные контрольной группы ($n = 112$) проходили специальную разработанную подготовку – строгую безуглеводную диету в течение как минимум 48 ч. с периодом голодания более 15 (16 ± 1) ч. перед исследованием. У 20/101 (20%) с подозрением на ИПСС также проведено дополнительное внутривенное введение низкомолекулярного гепарина (50 Ед/кг) за 15 мин до введения ^{18}F -ФДГ. Подготовка ретроспективных пациентов контрольной группы была стандартной для онкологических больных – строгая безуглеводная диета в течение 12 ч. с периодом голодания более 6 ч.

Исследования были выполнены по протоколу в режиме обследования «всего тела» (до верхней трети бедра) на гибридной системе ПЭТ/КТ «Biograph-64» True Point (Siemens) через 90 минут после внутривенного введения ^{18}F -ФДГ. После проведения топограммы выполнялось низкодозное КТ-сканирование (170 мА, 120 кВ) с последующим проведением ПЭТ-сканирования. Коррекция аттенуации (КА) ПЭТ-данных (коррекция эмиссионных данных на поглощение и рассеивание излучения окружающими тканями) осуществлялась по данным КТ. В 59/101 (58%) случаев дополнительно проведено высокодозное КТ сканирование области сердца с ЭКГ-синхронизацией и

болюсным внутривенным контрастированием (90 мл «Ксенетикс-350» со скоростью 5,0 мл/с и такого же объема 0,9% раствора натрия хлорида).

Оценка и интерпретация ПЭТ/КТ изображений осуществлялись по виртуальному трехмерному изображению и по трем типам изображений – КТ, ПЭТ и фузионированного (ПЭТ/КТ) – каждый из которых анализировался в трех проекциях (корональной, трансаксиальной и сагиттальной), с использованием визуального (качественного), количественного и полуколичественного методов оценки.

Для исключения артефактов, связанных с реконструкцией изображения, у пациентов с наличием высокоплотных материалов – ПК, ИЭВСУ и СП, проводился анализ ПЭТ-изображений, полученных как с КА, так и без КА. Патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне интереса, определяющееся на двух указанных типах изображений принималось за *положительный результат ПЭТ/КТ*.

Полуколичественный анализ результатов ПЭТ/КТ проводился с определением в зонах интереса четырех показателей интенсивности накопления 18F-ФДГ – SUVmax и трех индексов накопления (ИН) с использованием в качестве референтных зон пула крови в нисходящей аорте, паренхимы печени и легких. Определены наиболее информативные показатели для оценки каждой из зон интереса (ПК, НК, ИЭВСУ и СП) и их пороговые значения для диагностики ИПСС.

Данные ПЭТ/КТ в оценке зон интереса, совпадающие с интраоперационными данными и/или результатами последующих лабораторно-диагностических процедур, в том числе повторных ПЭТ/КТ, и/или дальнейшего наблюдения в течение 6 месяцев, расценивались как *истинные результаты ПЭТ/КТ*.

Для выполнения **статистических расчетов** и построения графиков использовали программное обеспечение – IBM SPSS Statistics v.26.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка степени блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде

Для оценки степени блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде проанализировано 169 ПЭТ/КТ исследований в трех подгруппах: с подозрением на ИПСС – прошедших специальную подготовку без введения гепарина ($n = 81$) и с введением гепарина ($n = 20$), а также онкологических пациентов с 6-тичасовым периодом голодания ($n = 68$). Полной блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде удалось достичь в 90%, 75% и 60% случаев указанных подгрупп, соотв. (табл.2). В остальных случаях в двух подгруппах со специальной подготовкой в миокарде сохранялось фрагментарное физиологическое накопление 18F-ФДГ в 10% и 25%, соотв. – ни в одном из случаев не препятствовало изучению интракардиально расположенных зон интереса и не повлияло на точность оценки результатов ПЭТ/КТ. Интенсивное физиологическое накопление 18F-ФДГ в миокарде определялось только в третьей подгруппе без специальной подготовки – 19/68 (28%) случаев. Указанное накопление препятствовало оценке зон интереса у пациентов с ПК и ИЭВСУ – исследования исключены из анализа.

Таблица 2. Распределение пациентов в зависимости от степени блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде после различных типов подготовки к ПЭТ/КТ исследованию ($n = 169$)

Вариант подготовки к ПЭТ/КТ исследованию	строгая безуглеводная диета 48 часов и голодание более 15 часов		безуглеводная диета 12 часов + голодание 6 часов
	без введения гепарина	с доп. введением гепарина	
Количество больных, n	81	20	68
Полная блокировка	90% (73/81)	75% (15/20)	60% (8/68)
Частичная блокировка	10% (8/81)	25% (5/20)	12% (8/68)
Интенсивное накопление	–	–	28% (19/68)

Особенности визуальной оценки результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах

Проведена визуальная оценка 236 зон интереса с наличием высокоплотностных материалов в три этапа: 1) анализ изображений только

с КА, 2) анализ двух типов изображений – с КА и без КА, 3) качественный анализ изображений, включавший оценку характера накопления 18F-ФДГ на изображениях с КА и его интенсивность.

При оценке зон интереса только на изображениях с КА ложное патологическое накопление 18F-ФДГ определялось более, чем в два раза чаще: в 78 случаях против 32. Всего ложное патологическое накопление 18F-ФДГ за счет аттенуационного артефакта выявлено в 46 из 236 (19%) зон интереса. В преобладающем числе случаев 37/46 (80%) указанные аттенуационные артефакты располагались по ходу различных отделов ИЭВСУ – в ложе (34/37), по ходу экстра- ($n = 2$) и интракардиальных ($n = 1$) отделов электродов. В остальных 9/46 (20%) случаев аттенуационные артефакты определялись в зоне ПК ($n = 7$) и в зоне СП ($n = 2$).

Анализ показал, что при использовании визуальной оценки двух типов изображений, по сравнению с оценкой только изображений с КА, показатели ПЭТ/КТ в диагностике ИПСС возросли: специфичность с 47% до 78% и точность с 65% до 85% (рис.3).

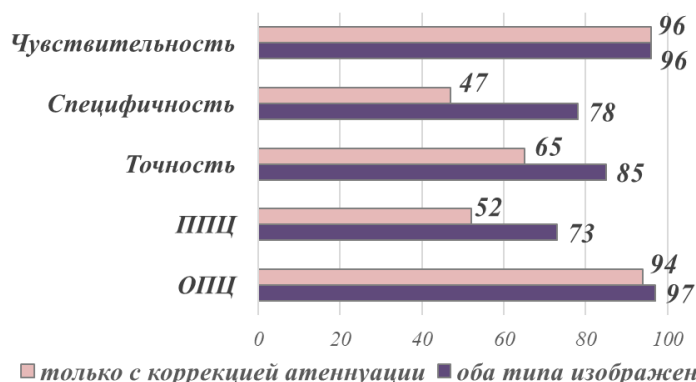


Рисунок 3. Показатели ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике ИПСС при визуальной оценке зон интереса ($n = 236$) на изображениях только с КА и на обоих типах изображений

Определено, что для зон интереса с истинным патологическим накоплением 18F-ФДГ ($n = 86$) характерно фрагментарное накопление 18F-ФДГ – в 91% (78/86) зон, а также его высокая интенсивность – в 85% (73/86) зон. Тогда как для зон с ложным патологическим накоплением ($n =$

32) характерно диффузное гомогенное накопление 18F-ФДГ – 84% (27/32) зон, а также его низкая интенсивность – 81% (26/32).

ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике ИЭ ПК

В подгруппе с подозрением на ИЭ ПК (n = 55) положительные результаты ПЭТ/КТ, свидетельствовавшие о наличии инфекционного процесса, получены у 34/37 (92%) больных с подтвержденным диагнозом ИЭ ПК (табл.3). Отрицательные результаты ПЭТ/КТ, свидетельствовавшие об отсутствии инфекционного процесса, получены у 12/18 (67%) пациентов с исключенным диагнозом ИЭ ПК. У 6/55 (11%) больных анализируемой подгруппы получены ложноположительные результаты ПЭТ/КТ, у 3/55 (5%) – ложноотрицательные. Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИЭ ПК составили 92%, 67%, 84%, соотв.; положительная (ППЦ) и отрицательная прогностическая ценность (ОПЦ) – 85% и 80% (табл.3).

Среди пациентов с подтвержденным ИЭ ПК и истинно положительными результатами ПЭТ/КТ (n = 34) сочетание положительных данных ЭхоКГ и посевов крови имелись только у 11 (32%) больных, тогда как у преобладающего большинства – 23 (68%) больных результаты лабораторно-инструментальных обследований были отрицательными и/или сомнительными (табл.3). У 4/34 (12%) больных с впоследствии подтвержденным диагнозом истинно положительные результаты получены при отрицательных данных лабораторно-инструментальных исследований.

В контрольной подгруппе с ПК (n = 30) у 26 (87%) пациентов получены истинно отрицательные результаты ПЭТ/КТ – патологического накопления 18F-ФДГ в зоне ПК выявлено не было. У 4 из 30 (13%) пациентов получен ложноположительный результат – определялось патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне ПК. Истинно положительных и ложноотрицательных результатов в данной подгруппе не получено.

Таблица 3. Общая характеристика пациентов с подозрением на ИЭ ПК в зависимости от полученных результатов ПЭТ/КТ (n = 55)

Характеристика пациентов	ИЭ ПК подтвержден (n = 37)		ИЭ ПК исключен (n = 18)		ВСЕГО (n = 55)
	ИП (n = 34)	ЛО (n = 3)	ИО (n = 12)	ЛП (n = 6)	
Количество больных, n мужчин : женщин	17 : 17	2 : 1	11 : 1	3 : 3	33 : 22
Средний возраст, лет разброс значений	51 ± 16 (28–84)	51 ± 15 (40–72)	54 ± 14 (31–82)	46 ± 15 (14–60)	51 ± 16 (14–84)
Время после предш. лечения, мес медиана, разброс значений	32 [10; 50] (3–279)	48 (20–71)	63 [12; 216] (5–404)	10 [4; 60] (3–168)	32 [10; 63] (3–404)
Предш. осложнения, n (%)	14 (41%)	2 (67%)	3 (25%)	1 (17%)	20 (36%)
Повышенная температура тела при ПЭТ/КТ, n (%)	27 (79%)	3 (100%)	6 (50%)	4 (67%)	40 (73%)
Лейкоцитоз(>11*10 ⁹ /л), n (%)	5 (15%)	0	3 (25%)	0	8 (15%)
АБТ при ПЭТ/КТ, n (%)	21 (62%)	3 (100%)	8 (67%)	5 (83%)	37 (67%)
Результаты ЭхоКГ, n положительные сомнительные отрицательные	20 9 5	1 2 0	0 5 7	1 3 2	22 19 14
Посевы крови, n положительные стерильные	19 15	1 2	0 12	2 4	22 33
Диагноз до ПЭТ/КТ, n подтвержденный возможный исключенный	11 19 4	1 2 0	0 7 5	1 3 2	13 31 11
Повт. хирургическое лечение, n положительные данные визуальной оценки, n посевов материала, n	34 34 26	3 3 2	2 0 —*	1 0 0	40 37 28
Диагноз в конце периода набл. подтвержденный, n исключенный, n	34 0	3 0	0 12	0 6	37 18

—* брали посевы СП с признаками инфекции, ПК интактен

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ во всей подгруппе с ПК (n = 85) – как с подозрением на ИЭ ПК (n = 55), так и контрольной подгруппы (n = 30). Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИЭ ПК составили 92%, 79% и 85%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 77% и 93% (табл.4).

Таблица 4. Данные для расчета диагностических показателей в подгруппе с ПК в целом (n = 85)

Результат ПЭТ/КТ	ИЭ ПК подтвержден (n = 37)	ИЭ ПК исключен (n = 48)
положительный (n = 44)	34 (ИП)	10 (ЛП)
отрицательный (n = 41)	3 (ЛО)	38 (ИО)

В контрольной подгруппе Б (n = 11) – у 10 (91%) больных с ПК без наличия ИЭ, обследованных через 2 месяца после операции получены ложноположительные результаты ПЭТ/КТ – определялось патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне ПК.

ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике ИЭ НК

В подгруппе с подозрением на ИЭ НК (n = 16) истинно положительные результаты ПЭТ/КТ получены у 5/14 (36%) больных с подтвержденным ИЭ НК; истинно отрицательные – у 2/2 больных с исключенным диагнозом. У 9/16 (56%) – получены ложноотрицательные результаты; ложноположительных результатов не получено (табл.5).

Таблица 5. Общая характеристика больных с подозрением на ИЭ НК в зависимости от полученных результатов ПЭТ/КТ (n = 16)

Характеристика больных	ИЭ НК подтвержден (n = 14)		ИЭ НК исключен (n = 2)		ВСЕГО (n = 16)
	ИП (n = 5)	ЛО (n = 9)	ИО (n = 2)	ЛП (n = 0)	
Количество больных, n мужчин : женщин	4 : 1	5 : 4	2 : 0	–	11 : 5
Средний возраст, лет <i>разброс значений</i>	32 ± 15 (15–50)	58 ± 15 (34–84)	59, 65	–	50 ± 19 (15–84)
Повышенная темп. тела при ПЭТ/КТ, n (%)	4 (80%)	9 (100%)	1 (50%)	–	14 (88%)
Лейкоцитоз(>11*10 ⁹ /л), n(%)	3 (60%)	2 (22%)	0 (0%)	–	5 (31%)
АБТ на момент выполнения ПЭТ/КТ, n (%)	3 (60%)	7 (78%)	1 (50%)	–	11 (69%)
Результаты ЭхоКГ, n					
положительные	4	9	2	–	15
сомнительные	1	0	0	–	1
отрицательные	0	0	0	–	0
Посевы крови, n					
положительные	1	4	0	–	5
стерильные	4	5	2	–	11
Диагноз до ПЭТ/КТ, n					
подтвержденный	1	4	0	–	5
возможный	4	5	2	–	11
исключенный	0	0	0	–	0
Повт. хир. лечение, n	5	9	2	–	16
<i>положительные данные</i>					
<i>визуальной оценки</i>	5	9	0	–	14
<i>посевов материала</i>	1	5	0	–	6
Диагноз в конце периода набл.					
подтвержденный, n	5	9	0	–	14
исключенный, n	0	0	2	–	2

Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИЭ НК составили 34%, 100%, 44%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 100% и 18% (табл.5).

Среди пациентов с подтвержденным ИЭ НК и истинно положительными результатами ПЭТ/КТ ($n = 5$) сочетание положительных данных ЭхоКГ и посевов крови имел только 1 пациент, тогда как у 4/5 (80%) результаты лабораторно-инструментальных обследований были отрицательными и/или сомнительными (табл.5).

В контрольной подгруппе с НК ($n = 20$) у всех больных получены истинно отрицательные результаты ПЭТ/КТ – патологического накопления 18F-ФДГ в зонах НК не выявлено.

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ *во всей подгруппе больных с НК ($n = 36$)*, как с подозрением на ИЭ НК ($n = 16$), так и контрольной подгруппы ($n = 20$). Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИЭ НК составили 36%, 100% и 75%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 100% и 71% (табл. 6).

Таблица 6. Данные для расчета диагностических показателей в подгруппе с НК в целом ($n=36$)

Результаты ПЭТ/КТ	ИЭ НК подтвержден ($n = 14$)	ИЭ НК исключен ($n = 22$)
положительные ($n = 5$)	5 (ИП)	0 (ЛП)
отрицательные ($n = 31$)	9 (ЛО)	22 (ИО)

ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекции ИЭВСУ

В подгруппе больных с подозрением на инфекцию ИЭВСУ ($n = 35$) истинно положительные результаты ПЭТ/КТ получены у 20/21 (95%) больных с подтвержденной инфекцией ИЭВСУ (табл.7). Истинно отрицательные результаты ПЭТ/КТ получены у 11/14 (79%) больных с исключенным диагнозом. Ложноположительные результаты ПЭТ/КТ получены у 3/35 (9%) больных, ложноотрицательные – у 1/35 (3%).

У всех 20 больных с истинно положительными результатами ПЭТ/КТ определялось патологическое накопление 18F-ФДГ по ходу

различных отделов ИЭВСУ: в ложе (n = 10), а также по ходу электродов (n = 20) – их экстра- (n = 19) и интракардиальных (n = 9) отделов (табл.7–9).

Таблица 7. Общая характеристика больных с подозрением на инфекцию ИЭВСУ в зависимости от полученных результатов ПЭТ/КТ (n = 35)

Характеристика больных	Инфекция ИЭВСУ подтверждена (n = 21)		Инфекция ИЭВСУ исключена (n = 14)		ВСЕГО (n = 35)
	ИП (n = 20)	ЛО (n = 1)	ИО (n = 11)	ЛП (n = 3)	
Количество больных, n <i>мужчин : женщин</i>	10 : 10	0 : 1	8 : 3	3 : 0	21 : 14
Средний возраст, лет <i>разброс значений</i>	55 ± 17 (19–87)	72	55 ± 17 (14–73)	43 ± 22 (18–72)	54 ± 18 (14–87)
Время после предш. лечения, мес <i>медиана, разброс значений</i>	30 [6;47] (2–228)	2	33 [10;48] (1–108)	5 (4–84)	29 [5; 48] (1–228)
Предш. осложнения, n (%)	11(55%)	0	4 (36%)	1 (33%)	16 (46%)
Повышенная темп. тела при ПЭТ/КТ, n (%)	14 (70%)	1 (100%)	7 (64%)	2 (67%)	24 (69%)
Лейкоцитоз(>11*10 ⁹ /л), n (%)	2 (10%)	0	0	1 (33%)	3 (9%)
АБТ при ПЭТ/КТ, n (%)	14 (70%)	1 (100%)	7 (64%)	2 (67%)	24 (69%)
Результаты ЭхоКГ, n					
положительные	8	0	0	1	9
сомнительные	4	0	0	0	4
отрицательные	8	1	11	2	22
Посевы крови, n					
положительные	7	0	4	0	11
стерильные	13	1	7	3	24
Диагноз до ПЭТ/КТ, n					
подтвержденный	4	0	0	0	4
возможный	11	0	4	1	16
исключенный	5	1	7	2	15
Повт. хир. лечение, n	20	1	5	0	26
<i>положительные данные</i>					
<i>визуальной оценки, n</i>	20	1	0	0	21
<i>посевов материала, n</i>	20	0	–*	0	23
Диагноз в конце периода наблюдения, n					
подтвержденный	20	1	0	0	21
исключенный	0	0	11	3	14

–* брали посевы ПК с признаками ИЭ, электроды интактны

Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике инфекции ИЭВСУ составили 95%, 79% и 89%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 87% и 92% (табл.7). Также отдельно изучены возможности ПЭТ/КТ в зависимости от локализации инфекционного процесса – в ложе ИЭВСУ, по ходу экстра- и интракардиальных отделов электродов (табл.8, 9).

Среди больных с подтвержденной инфекцией *ложжа ИЭВСУ* (n = 10)

результаты ПЭТ/КТ позволили корректно диагностировать инфекционный процесс как при наличии его клинических проявлений – у 8 (80%), так и без них – у 2 (20%). Среди больных с подтвержденной *инфекцией электродов ИЭВСУ* и истинно положительными результатами ПЭТ/КТ ($n = 20$) сочетание положительных данных ЭхоКГ и посевов крови имели только 4/20 (20%), тогда как у преобладающего большинства – 16/20 (80%) – результаты лабораторно-инструментальных обследований были отрицательными или сомнительными. Всего среди больных с подтвержденной инфекцией ИЭВСУ ($n = 21$) у 5 (24%) диагноз поставлен на основании результатов ПЭТ/КТ при отрицательных данных лабораторно-инструментальных исследований.

Таблица 8. Распределение результатов ПЭТ/КТ в анализируемой подгруппе в зависимости от отделов ИЭВСУ ($n = 35$)

Зона интереса	Инфекция ИЭВСУ подтверждена ($n = 21$)		Инфекция ИЭВСУ исключена ($n = 14$)	
	ИП	ЛО	ИО	ЛП
ВСЕ ОТДЕЛЫ ИЭВСУ	20	1	11	3
ВСЕ ОТДЕЛЫ ЭЛЕКТРОДОВ	20	1	11	3
интракардиальные отделы	9	1	24	1
экстракардиальные отделы	19	0	13	3
ЛОЖЕ ИЭВСУ	10	0	25	0

Таблица 9. Диагностические показатели ПЭТ/КТ в подгруппе с подозрением на инфекцию ИЭВСУ в целом, а также в зависимости от локализации инфекционного процесса ($n = 35$)

Показатель	инфекция в ложе	инфекция по ходу электродов			инфекция ИЭВСУ в целом
		экстракард.	интракард.	в целом	
Чувствительность	100%	100%	90%	95%	95%
Специфичность	100%	81%	96%	79%	79%
Точность	100%	91%	94%	89%	89%
ППЦ	100%	86%	90%	87%	87%
ОПЦ	100%	100%	96%	92%	92%

Детально сопоставлены результаты ПЭТ/КТ и ЭхоКГ в диагностике инфекции различных отделов ИЭВСУ – ложа, экстра- и интракардиальных отделов электродов. Среди пациентов с местными признаками *инфекции ложа ИЭВСУ* ($n = 8$) у 7 (88%) результаты ЭхоКГ, как трансторакальной, так и чреспищеводной, были отрицательными;

вегетации на электроде убедительно прослеживались только у одного больного. Выполнение ПЭТ/КТ позволило корректно диагностировать вовлечение в инфекционный процесс электродов у всех 8 указанных больных, и, соответственно, определить тактику лечения – необходимость удаления всей системы, а не только санации ложа. Среди больных с корректно диагностированным по данным ПЭТ/КТ *инфекционным поражением электродов* (n = 20) результаты ЭхоКГ были положительными только у 8/20 (40%), тогда как у 12/20 (60%), как указывалось выше, были сомнительными (n = 4) или отрицательными (n = 8).

В контрольной подгруппе с ИЭВСУ (n = 50) у 47 (94%) пациентов получены истинно отрицательные результаты ПЭТ/КТ – патологического накопления 18F-ФДГ в ложе ИЭВСУ, а также по ходу электродов не выявлено. У остальных 3/50 (6%) пациентов получены ложноположительные результаты – определялось локально повышенное накопление 18F-ФДГ по ходу электродов в левой надключичной области (n = 1) и в полости правого предсердия (n = 2).

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ *во всей подгруппе больных с ИЭВСУ (n = 85)* – как с подозрением на инфекцию ИЭВСУ (n = 35), так и контрольной подгруппы (n = 50). Чувствительность, специфичность и точность метода составили 95%, 91% и 92%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 77% и 98% (табл. 10).

Таблица 10. Данные для расчета диагностических показателей в подгруппе с ИЭВСУ в целом (n = 85)

Результаты ПЭТ/КТ	Инфекция ИЭВСУ подтверждена (n = 21)	Инфекция ИЭВСУ исключена (n = 64)
положительные (n = 26)	20 (ИП)	6 (ЛП)
отрицательные (n = 59)	1 (ЛО)	58 (ИО)

ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекции СП

В подгруппе с подозрением на инфекцию СП (n = 30) истинно положительные результаты ПЭТ/КТ получены у всех 19 больных с подтвержденной инфекцией СП; истинно отрицательные результаты

получены у 7/11 (64%) пациентов с исключенным диагнозом (табл.11). У 4/30 (13%) больных получены ложноположительные результаты ПЭТ/КТ; ложноотрицательных результатов не получено. Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике инфекции СП составили 100%, 64%, 87%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 83% и 100% (табл.11).

Таблица 11. Общая характеристика пациентов с подозрением на инфекцию СП в зависимости от полученных результатов ПЭТ/КТ (n = 30)

Характеристика пациентов	Инфекция СП подтверждена (n = 19)		Инфекция СП исключена (n = 11)		ВСЕГО (n = 30)
	ИП (n = 19)	ЛО (n = 0)	ИО (n = 7)	ЛП (n = 4)	
Количество больных, n <i>мужчин : женщин</i>	16 : 3	–	5 : 2	4 : 0	25 : 5
Количество СП, n	24	–	9	10	43
Средний возраст, лет <i>разброс значений</i>	48 ± 18 (15–82)	–	38 ± 17 (18–68)	56 ± 7 (43–67)	47 ± 17 (15–82)
Время после предшеств. хир. лечения, мес <i>медиана, разброс значений</i>	33 [18; 68] (5–240)	–	234 [93; 267] (48–276)	40 [4; 100] (3–136)	48 [20; 105] (3–276)
Предш. осложнения, n (%)	6 (32%)	–	4 (57%)	1 (25%)	11 (37%)
Повышенная темп. тела при ПЭТ/КТ, n	16 (84%)	–	5 (71%)	1 (25%)	22 (73%)
Лейкоцитоз(>11*10 ⁹ /л), n	1 (5%)	–	0	1 (25%)	2 (7%)
АБТ при ПЭТ/КТ, n	11 (58%)	–	5 (71%)	1 (25%)	17 (57%)
Результаты КТ с в/в контрастированием: положительные отрицательные	16 3	–	0 7	1 3	17 13
Посевы крови: положительные стерильные	6 13	–	0 7	0 4	6 24
Диагноз до ПЭТ/КТ: подтвержденный возможный исключенный	7 10 2	–	0 0 7	0 2 2	7 12 11
Повт. хир. лечение, n <i>положительные данные визуальной оценки, n посевов материала, n</i>	18 18 14	–	3 0 –*	0 0 0	21 18 14
Диагноз в конце периода наблюдения: подтвержденный исключенный	17 0	–	0 6	0 6	19 11

–* брали посевы ПК и ИЭВСУ с признаками ИЭ, СП интактен

Среди пациентов с подтвержденным диагнозом инфекции СП и положительными данными ПЭТ/КТ (n = 19) сочетание положительных

результатов КТ и/или ЭхоКГ, а также посевов крови имелось только у 7 (37%) больных. У остальных 12 (63%) больных результаты лабораторно-инструментальных обследований были отрицательными или сомнительными.

В контрольной подгруппе с СП (n = 12) у большинства – 9/12 (75%) получены ложноположительные результаты. У указанных пациентов определялось диффузное равномерно повышенное накопление 18F-ФДГ на всем протяжении СП. У остальных 3/12 (25%) больных получены истинно отрицательные результаты ПЭТ/КТ – патологического накопления 18F-ФДГ в зоне СП выявлено не было.

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ *во всей подгруппе с СП (n=42)*, как с подозрением на инфекцию СП (n=30), так и контрольной подгруппы без инфекции СП (n=12). Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике инфекции СП составили 100%, 43% и 69%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 59% и 100% (табл.12).

Таблица 12. Данные для расчета диагностических показателей ПЭТ/КТ в подгруппе с СП в целом (n = 42)

Результаты ПЭТ/КТ	Инфекция СП подтверждена (n = 19)	Инфекция СП исключена (n = 23)
положительные (n = 32)	19 (ИП)	13 (ЛП)
отрицательные (n = 10)	0 (ЛО)	10 (ИО)

Оценка информативности ПЭТ/КТ в диагностике ИПСС

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ *в группе с подозрением на ИПСС в целом (n = 101)*: чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИПСС составили 88%, 57%, 79%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 84% и 64%, соотв. (рис.4а, табл.13).

В группе с подозрением на ИПСС 27% (27/101) случаев представлено пациентами с подозрением на ИПСС и наличием нескольких зон интереса – ПК и/или ИЭВСУ и/или СП (табл.13). Среди указанных пациентов истинные результаты ПЭТ/КТ для всех зон интереса каждого анализируемого больного получены у 21/27 (78%), из них положительные

у 18 и отрицательные у 3; ложные результаты получены у 22% (6/27). Таким образом, выполнение ПЭТ/КТ у 78% (21/27) таких больных позволило с высокой точностью диагностировать и дифференцировать локализацию очагов инфекции и, тем самым, определить объем хирургического лечения – необходимость удаления и замены одного или нескольких имплантированных материалов.

Таблица 13. Общая характеристика случаев с подозрением на ИПСС в зависимости от полученных результатов ПЭТ/КТ (n = 101)

Характеристика случаев	Инфекция ИПСС подтверждена (n = 73)		Инфекция ИПСС исключена (n = 28)		ВСЕГО (n = 101)
	ИП (n = 64)	ЛО (n = 9)	ИО (n = 16)	ЛП (n = 12)	
Количество случаев, n мужчин : женщин	36 : 28	6 : 3	10 : 6	9 : 3	61 : 40
Зоны интереса, n	83	11	19	16	129
ПК, n	20	1	6	4	31
ИЭВСУ, n	16	0	4	2	22
СП, n	8	0	3	2	13
НК, n	2	6	0	0	8
ПК + ИЭВСУ, n	4	2	2	2	10
ПК + СП, n	11	0	1	2	13
ИЭВСУ + СП, n	3	0	0	0	3
Средний возраст, лет <i>разброс значений</i>	52 ± 17 (15–87)	55 ± 14 (34–73)	51 ± 15 (18–73)	49 ± 16 (14–72)	52 ± 17 (14–87)
Время после предш. хир. лечения, мес <i>медиана, разброс значений</i>	31 [12; 50] (2–279)	48 (20–71)	36 [11;108] (1–404)	11 [4;41] (3–168)	32 [10; 62] (1–404)
Предш.осложнения, n (%)	28 (44%)	4 (44%)	25% (4/16)	33% (4/12)	40% (40/101)
Повышенная темп тела при ПЭТ/КТ, n (%)	53 (83%)	9 (100%)	11 (69%)	6 (50%)	79 (78%)
Лейкоцитоз(>11*10 ⁹ /л),n (%)	9 (14%)	2 (22%)	1 (6%)	2 (17%)	14 (14%)
АБТ при ПЭТ/КТ, n (%)	43 (67%)	8 (89%)	9 (56%)	7 (58%)	67 (66%)
Результаты ЭхоКГ, положительные	32	7	0	2	41
сомнительные	13	2	4	3	22
отрицательные	19	0	12	7	38
Посевы крови: положительные	29	2	1	2	34
стерильные	35	7	15	10	67
Диагноз до ПЭТ/КТ подтвержденный	19	2	0	1	22
возможный	37	7	7	6	57
исключенный	8	0	9	5	22
Повт. хир. лечение, n <i>положительные данные</i>	63	9	1	2	75
<i>визуальной оценки, n</i>	63	9	0	0	72
<i>посевов материала, n</i>	51	5	0	0	56
Диагноз в конце периода наблюдения: подтвержденный, n	64	9	0	0	73
исключенный, n	0	0	16	12	28

Исключение из анализа пациентов с подозрением на ИЭ НК без хирургического вмешательства в анамнезе ($n = 8$) позволило повысить показатели ПЭТ/КТ при подозрении на ИПСС: чувствительности с 88% до 95% и точности с 79% до 84% при сохранении умеренной специфичности 57% (рис.4а). Следующим этапом проведен сравнительный анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ в подгруппе после кардиохирургических вмешательств ($n = 93$) в зависимости от зоны интереса: ПК ($n = 55$), ИЭВСУ ($n = 35$) и СП ($n = 30$) (рис.4б). Сочетание наиболее высоких диагностических показателей ПЭТ/КТ после кардиохирургических вмешательств получено при оценке состояния ИЭВСУ (рис.4б). В диагностике ИЭ ПК и инфекции СП метод имеет сопоставимо высокие показатели чувствительности и точности при ограниченной специфичности (рис.4б).

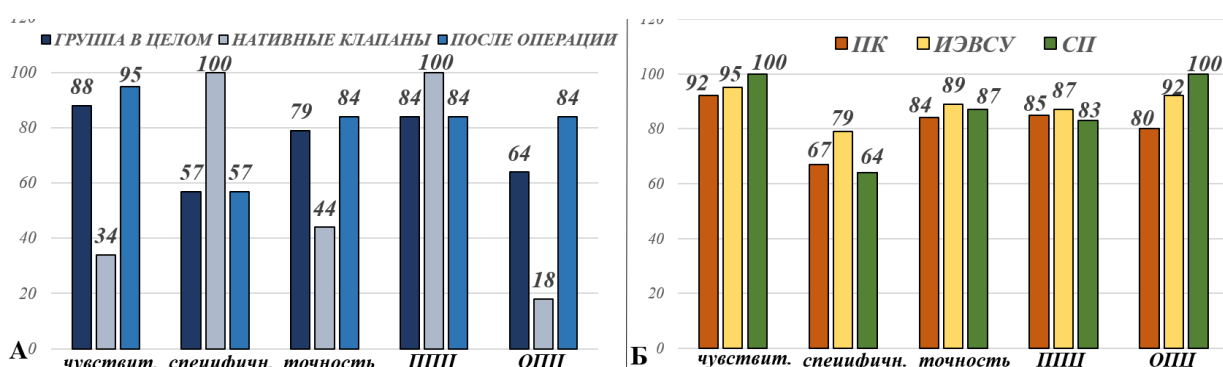


Рисунок 4. Диагностические показатели ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ (А) в группе с подозрением на ИПСС в целом ($n = 101$), в подгруппах с подозрением на ИЭ НК ($n = 16$) и с подозрением на ИПСС после кардиохирургических вмешательств ($n = 93$); (Б) в подгруппе после кардиохирургических вмешательств в зависимости от зоны интереса – ПК ($n = 55$), ИЭВСУ ($n = 35$) и СП ($n = 30$)

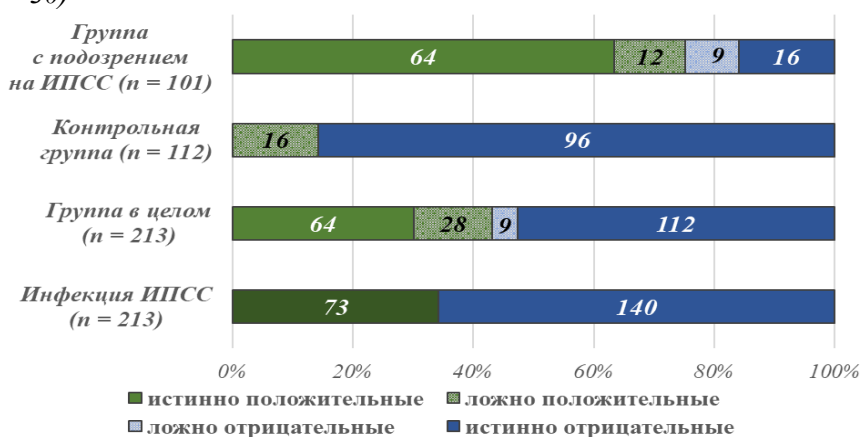


Рисунок 5. Распределение результатов ПЭТ/КТ в анализируемых группах

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ *во всей группе больных (n = 213)* – как с подозрением на ИПСС (n = 101), так и контрольной группы (n = 112). Чувствительность, специфичность и точность метода в диагностике ИПСС составили 88%, 80% и 83%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 70% и 93% (рис.5).

Анализ факторов, предположительно влияющих на точность результатов ПЭТ/КТ, показал, что нормальная температура тела при проведении ПЭТ/КТ, отсутствие лейкоцитоза, короткий интервал между предшествующим хирургическим лечением и проведением ПЭТ/КТ (от 3 до 6 месяцев), выполнение ПЭТ/КТ на фоне АБТ, а также физиологическое накопление 18F-ФДГ в миокарде – не повлияли на точность результатов ПЭТ/КТ (табл.14).

Таблица 14. Распределение результатов ПЭТ/КТ в зависимости от факторов, предположительно влияющих на их точность, в группе с подозрением на ИПСС (n = 101)

Фактор	ИПСС подтвержден (n = 73)			ИПСС исключен (n = 28)			ВСЕГО (n = 101)
	ИП (n = 64)	ОШ, 95% ДИ p	ЛО (n = 9)	ИО (n = 16)	ОШ, 95% ДИ, p	ЛП (n = 12)	
Нормальная температура тела при ПЭТ/КТ, n	17% (11/64)	–	0	31% (5/16)	0,5 (0,1–2,1) >0,05	50% (6/12)	22% (22/101)
Отсутствие лейкоцитоза (<11*10 ⁹ /л), n	86% (55/64)	1,7 (0,3–9,8) >0,05	78% (7/9)	94% (15/16)	3,0 (0,2–37) >0,05	83% (10/12)	86% (87/101)
Интервал от 3 до 6 мес. после операции, n	14% (9/64)	–	0	19% (3/16)	0,3 (0,1–1,8) >0,05	42% (5/12)	17% (17/101)
Интервал 3 мес. после операции, n	3% (2/64)	–	0	6% (1/16)	0,7 (0,1–13) >0,05	8% (1/12)	4% (4/101)
АБТ при выполнении ПЭТ/КТ, n	67% (43/64)	0,3 (0,1–2,2) >0,05	89% (8/9)	56% (9/16)	0,9 (0,2–4,2) >0,05	58% (7/12)	66% (67/101)
Фрагм. физиологическое накопление 18F-ФДГ в миокарде, n	16% (10/64)	0,4 (0,1–1,7) >0,05	30% (3/9)	13% (2/16)	0,4 (0,1–3,1) >0,05	21% (3/12)	18% (18/101)

ОШ – отношение шансов; фактор риска считался значимым при ОШ>1 и p<0,05

В анализируемой группе с подозрением на ИПСС выполнение ПЭТ/КТ в режиме обследования «все тело» у 46 из 101 (46%) пациентов позволило не только оценить зоны интереса (ПК, НК, ИЭВСУ и СП), но и

выявить *очаги воспаления другой локализации*: у 34/64 (53%) больных с истинно положительными результатами ПЭТ/КТ, у 4/16 (25%) – с истинно отрицательными, у 4/12 (33%) – с ложноположительными и у 3/9 (33%) – с ложноотрицательными результатами ПЭТ/КТ. Наиболее часто очаги воспаления экстракардиальной локализации определялись: в различных отделах средостения ($n = 15$), легких ($n = 13$) и грудине ($n = 11$). Среди пациентов с исключенной впоследствии инфекцией ИПСС ($n = 28$) и различными результатами ПЭТ/КТ, как истинно отрицательными ($n = 16$), так и ложноположительными ($n = 12$), выполнение исследования позволило установить возможную причину повышения температуры тела у 8 из 28 (29%) больных. У 3 из 101 (3%) больных анализируемой группы выявлены верифицированные впоследствии *неопластические процессы*: рак толстой кишки ($n = 2$) и фолликулярная лимфома ($n = 1$).

Проведено сопоставление результатов ПЭТ/КТ с данными клинικο-лабораторно-инструментальных обследований. Среди пациентов с подтвержденным ИПСС и истинно положительными результатами ПЭТ/КТ ($n = 64$) сочетание положительных данных ЭхоКГ и/или КТ (для СП) и посевов крови имелись только у 19 (30%), тогда как у преобладающего числа больных – 45 (70%) результаты лабораторно-инструментальных обследований были отрицательными и/или сомнительными. У 8/64 (13%) пациентов с впоследствии подтвержденным ИПСС истинно положительные результаты ПЭТ/КТ получены при отрицательных данных лабораторно-инструментальных исследований.

Проанализировано распределение пациентов в зависимости от вероятности наличия ИПСС в анализируемой группе ($n = 101$) исходно до выполнения ПЭТ/КТ: у большинства – 78% (79/101) исходно до выполнения ПЭТ/КТ диагноз был «возможным» ($n = 57$) или «исключенным» ($n = 22$); у остальных 22% (22/101) – «подтвержденным»

(табл.13). Включение результатов ПЭТ/КТ в диагностические критерии позволило корректно реклассифицировать 52 (52%) пациента – подтвердить ИПСС у 45 и исключить ИПСС у 8. В 18% (18/101) случаев группы пациенты реклассифицированы некорректно (рис.6).



Рисунок 6. Изменение в распределении пациентов в подгруппах с исходно «возможным» (n = 57) и «исключенным» (n = 22) диагнозами ИПСС с учетом результатов ПЭТ/КТ в качестве «большого» диагностического критерия

Анализ показал, что включение результатов ПЭТ/КТ в диагностические критерии позволяет существенно повысить точность диагностики ИПСС (рис.7).

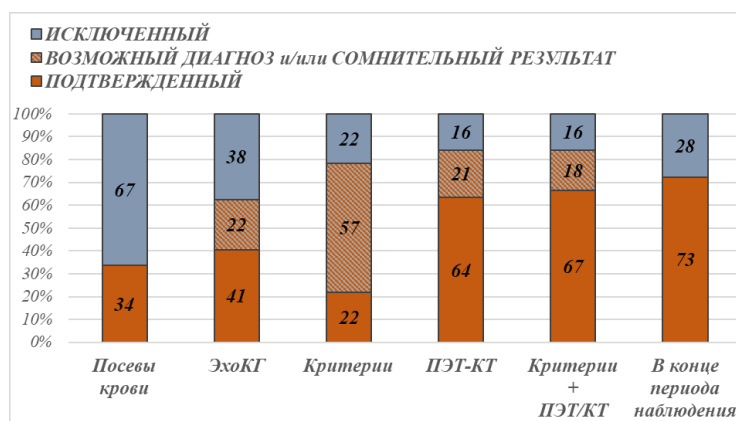


Рисунок 7. Распределение случаев с подозрением на ИПСС (n = 101) в зависимости от посевов крови, результатов ЭхоКГ, диагноза согласно диагностическим критериям, согласно результатам ПЭТ/КТ, согласно их сочетанию, а также в конце периода наблюдения

Таким образом, в группе с подозрением на ИПСС (n = 101) результаты ПЭТ/КТ повлияли на тактику лечения 72% (72/101) пациентов за счет:

- корректной реклассификации пациентов с первоначально «возможным» и «исключенным» диагнозом, а также диагностики очагов

воспаления другой локализации (вне зон интереса – ПК, НК, ИЭВСУ и СП) – у 27/101 (27%),

- корректной реклассификации пациентов с первоначально «возможным» и «исключенным» диагнозом у 23/101 (23%),
- диагностики очагов воспаления другой локализации (вне зон интереса – ПК, НК, ИЭВСУ и СП) у 19/101 (19%),
- реклассификации пациентов с первоначально «возможным» диагнозом и диагностики неопластического процесса у 2/101 (2%),
- диагностики неопластического процесса у одного пациента (1%).

Полуколичественный анализ результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на ИПСС

Анализ полуколичественных данных для каждой зоны интереса (ПК, НК, ИЭВСУ и СП) показал, что для ИПСС характерна высокая интенсивность накопления 18F-ФДГ: значения всех четырех показателей интенсивности (SUVmax и трех индексов накопления) были достоверно выше в зонах интереса с наличием ИПСС, по сравнению с зонами без него ($p < 0.05$). На подгруппах в целом, включающих пациентов с подозрением на ИПСС и из контрольных подгрупп, проведен ROC-анализ (рис.8).

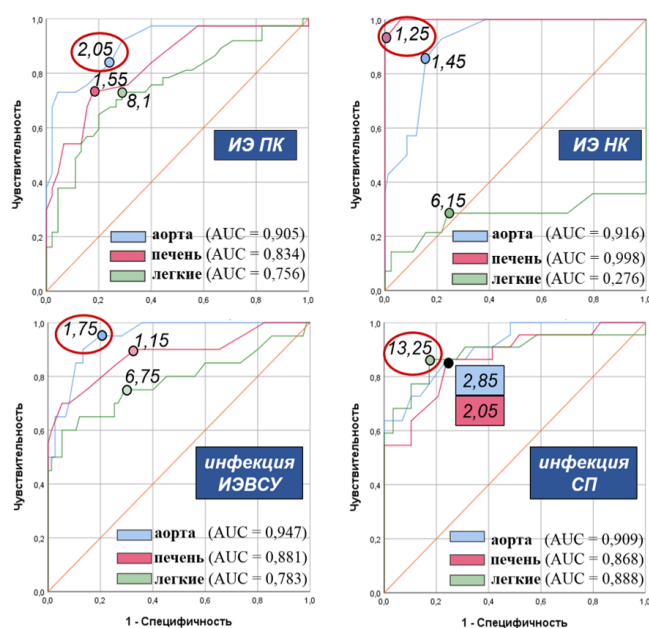


Рисунок 8. ROC-кривые для определения пороговых значений для анализируемых зон интереса

Для каждого из четырех показателей и определен наиболее информативный для каждой зоны интереса: индекс накопления по аорте для ПК и ИЭВСУ, по печени для НК и по легким для СП. Определены соответствующие пороговые значения для каждого из показателей (рис.8).

Оценка информативности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике ИПСС при использовании разработанной методики (n = 93)

Проведен анализ диагностических показателей ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в подгруппе с подозрением на ИПСС в целом после кардиохирургических вмешательств (n = 93) при использовании разработанной методики. За истинно положительный результат принималось патологическое накопление 18F-ФДГ в зоне интереса (ПК, ИЭВСУ и СП): определяемое на двух типах изображений – с КА и без КА, фрагментарного типа, высокой интенсивности – выше пороговых значений индексов накопления для каждой зоны интереса (рис.9).

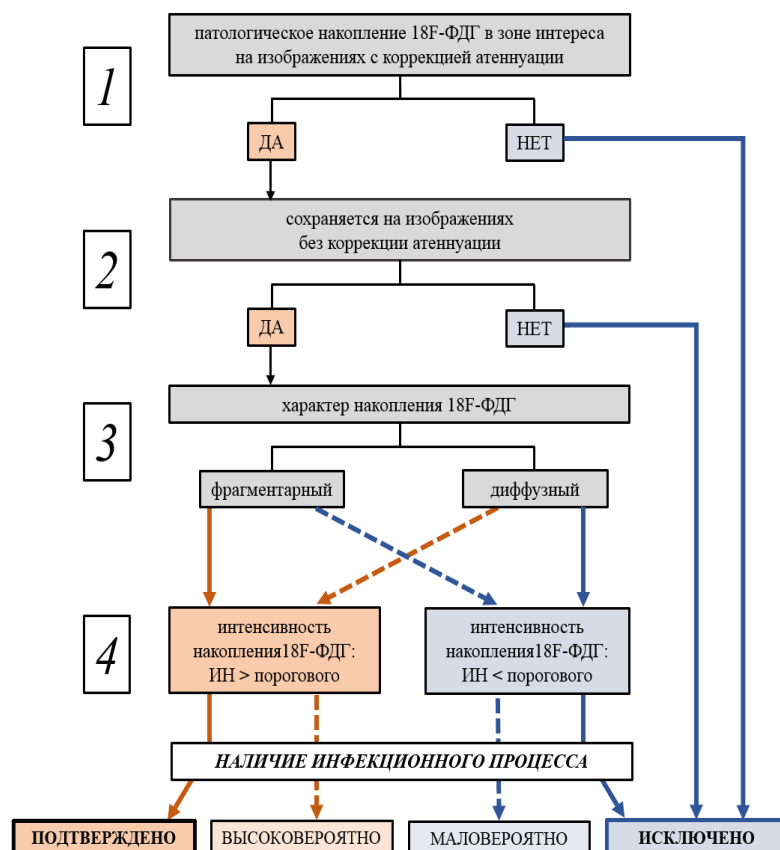


Рисунок 9. Алгоритм интерпретации результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах; * ИН – индекс накопления

Проанализированы диагностические показатели ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ для выявления ИПСС при стандартной визуальной оценке и интерпретации изображений с использованием разработанной методики. Анализ показал, что использование разработанной методики позволило повысить специфичность с 57% до 86% и точность с 84% до 91% при сохранении чувствительности метода на высоком уровне (рис.10).



Рисунок 10. Диагностические показатели ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при изолированной визуальной оценке и при использовании разработанной методики в подгруппе с подозрением на ИПСС (n = 101)

ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционного поражения грудины

Изучены диагностические возможности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционного поражения грудины в подгруппе с подозрением на ИПСС после стернотомии (n = 66): чувствительность, специфичность и точность метода составили 100%, 89% и 91%, соотв.; ППЦ и ОПЦ – 65% и 100% (табл. 15).

Таблица 15. Сравнение сроков после хирургического лечения и результатов полуколичественной оценки ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в подгруппах больных в зависимости от результатов ПЭТ/КТ (n = 66)

Результаты ПЭТ/КТ	ИП (n = 11)	p	ИО (n = 49)	p	ЛП (n = 6)	p*
Время после операции, мес	14 [3; 32] (2 – 63)	0,57	36 [16; 86] (5 – 404)	0,56	13 [4; 39] (4 – 44)	0,97
SUVmax ср.знач. ± ст. откл.	7,3 ± 2,6 (3,3 – 11,9)	0,000	3,0 ± 0,8 (1,8 – 4,9)	0,000	4,6 ± 0,6 (3,6 – 5,4)	0,022

* - p между ИП и ЛП результатами ПЭТ/КТ

Выявлено, что с увеличением времени после стернотомии интенсивность накопления РФП в грудиने снижалась (p = 0,044; r = – 0,268). Определено пороговое значение SUVmax = 4,65 для остеомиелита грудины. Доказано, что дополнение визуальной оценки изображений полуколичественным анализом с использованием порогового значения

позволило повысить показатели специфичности с 89% до 95%, точности с 91% до 94%, а также ППЦ метода с 77% до 98%.

Анализ подгруппы случаев, обследованных по расширенному протоколу с внутривенным контрастированием

Расширенный протокол ПЭТ/КТ обследования с выполнением высокодозной КТ с ЭКГ-синхронизацией и внутривенным контрастированием проведен в 59/101 (58%) случаях группы с подозрением на ИПСС (табл.16). Это позволило диагностировать структурные изменения в зоне ПК и СП в 67% (32/48) случаев с подтвержденным ИПСС, однако в 30 (94%) из указанных случаев полученные данные не имели определяющего значения для принятия решения о необходимости проведения повторного хирургического вмешательства. У пациентов с ИЭВСУ расширение объема исследования не позволило оценить состояние электродов ни в одном случае.

Таблица 16. Распределение результатов в случаях с дополнительно выполненной КТ с внутривенным контрастированием (n=59) в зависимости от результатов ПЭТ/КТ в анализируемой подгруппе в целом

	ИПСС подтвержден (n = 73)		ИПСС исключен (n = 28)		ВСЕГО (n = 101)
	ИП (n=64)	ЛО (n=9)	ИО (n=16)	ЛП (n=12)	
Доля исследований с расширенным протоколом в группе с подозрением на ИПСС	72% (46/64)	22% (2/9)	31% (5/16)	50% (6/12)	58% (59/101)
Результаты КТ с внутривенным контрастированием:	ИПСС подтвержден (n = 48)		ИПСС исключен (n = 11)		ВСЕГО (n = 59)
	ИП (n=46)	ЛО (n=2)	ИО (n=5)	ЛП (n=6)	
положительные, n	30	2	1	1	34
абсцессы, n	7	1	0	0	8
вегетации, n	6	1	0	0	7
абсцессы + вегетации, n	2	0	0	0	2
фистулы, n	3	0	1*	0	4
расширение паракондуитного пространства, n	12	0	0	1	13
отрицательные, n	16	0	4	5	25

** также диагностирована аневризма восходящей аорты*

ПЭТ/КТ в оценке эффективности консервативного лечения ИПСС

В настоящем исследовании пяти больным ПЭТ/КТ исследование выполнено неоднократно (всего 11 ПЭТ/КТ исследований) для оценки эффективности консервативного лечения у неоперабельных больных. Во

всех случаях результаты ПЭТ/КТ позволили корректно оценить динамику процесса: нейтральная или отрицательная динамика – с нарастанием интенсивности и объема воспалительного процесса с появлением дополнительных структурных изменений – свидетельствовала об отсутствии эффекта от проводимой терапии ($n = 3$), в случаях частичной или полной резорбции инфекционного процесса динамика была положительной ($n = 2$). Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования ПЭТ/КТ у данной категории больных.

ВЫВОДЫ

1. ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ является высокоинформативным методом в ранней неинвазивной диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах у больных после кардиохирургических вмешательств – с протезированными клапанами, электронными внутрисердечными устройствами и сосудистыми протезами: чувствительность, специфичность, точность, положительная и отрицательная прогностическая ценность метода составляют 95%, 57%, 84%, 84% и 84%, соотв.
2. Наиболее высокой информативностью ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ обладает при подозрении на инфекцию электронных внутрисердечных устройств: чувствительность, специфичность и точность составляют 95%, 79% и 89% соотв. Точность метода в диагностике инфекции экстра- и интракардиальных отделов электродов составляет 89%, в диагностике инфекции ложа – 100%.
3. ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ обладает сопоставимо высокими показателями чувствительности и точности в диагностике инфекционного эндокардита протезированного клапана (92% и 84%) и инфекции сосудистых протезов (100% и 87%) при ограниченной специфичности (67% и 64%, соотв.). Высокая отрицательная прогностическая ценность метода у данных

категорий больных (92% и 100%, соотв.) позволяет с высокой точностью исключить инфекционный процесс и избежать повторного хирургического вмешательства.

4. В диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ имеет низкую чувствительность (34%) и точность (44%): отрицательные результаты ПЭТ/КТ не исключают наличия инфекционного процесса. Стопроцентная положительная прогностическая ценность метода свидетельствует о целесообразности его использования у пациентов с сомнительными и отрицательными результатами других методов диагностики.

5. Использование разработанной методики интерпретации результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ, включающей визуальный и полуколичественный анализ, позволяет повысить диагностические показатели метода при подозрении на инфекционный процесс в сердце и сосудах после кардиохирургических вмешательств: специфичность с 57% до 86% и точность с 84% до 91%.

6. Доказано, что при визуальной оценке для инфекционного процесса в сердце и сосудах характерен фрагментарный тип накопления 18F-ФДГ высокой интенсивности, определяемый на изображениях с коррекцией и без коррекции аттенуации. Наиболее информативным полуколичественным показателем является индекс накопления – по пулу крови в аорте для протеза клапана (пороговое значение 2,05) и электронного внутрисердечного устройства (1,75); по паренхиме печени для нативного клапана (1,25); по паренхиме легких для сосудистого протеза (13,25).

7. Основными факторами, снижающими точность результатов ПЭТ/КТ, у пациентов с подозрением на инфекционный процесс в сердце и сосудах являются интенсивное физиологическое накопление 18F-ФДГ в миокарде,

а также интервал менее 2 месяцев между хирургическим вмешательством и выполнением ПЭТ/КТ. Низкая активность воспалительного процесса и выполнение ПЭТ/КТ на фоне длительной антибактериальной терапии не влияют на точность результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ.

8. Выполнение ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в режиме обследования «всего тела» при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах дополнительно позволяет: диагностировать невыявленные ранее очаги инфекции вне сердца и сосудов (46%), определить альтернативные воспалительные (29%), а также неопластические (3%) процессы.

9. Сочетанное использование результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ и общепринятых диагностических критериев позволяет корректно реклассифицировать 77% пациентов с первоначально «возможным» и 36% с первоначально «исключенным» диагнозом, что составило 52% больных с подозрением на инфекционный процесс в сердце и сосудах; 18% – реклассифицированы неправильно.

10. Результаты ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ позволяют скорректировать тактику лечения у 72% пациентов с подозрением на инфекционный процесс в сердце и сосудах. У больных, не подлежащих повторному хирургическому лечению, метод высоко информативен для оценки эффективности антибактериальной терапии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ целесообразно использовать для диагностики инфекционных процессов в сердце и сосудах:

- пациентам с лихорадкой неясного генеза после протезирования клапанов сердца и/или имплантации внутрисердечных электронных устройств при отрицательных и/или сомнительных лабораторно-инструментальных данных;
- пациентам с подтвержденной инфекцией ложа имплантированного

внутрисердечного устройства и отрицательными результатами ЧП ЭхоКГ – для оценки состояния экстракардиальных отделов электродов и определения объема оперативного вмешательства;

- пациентам с подозрением или подтвержденной инфекцией сосудистого протеза для оценки распространенности инфекционного процесса;
- при подозрении на наличие очагов воспаления экстракардиальной локализации пациентам с подтвержденным диагнозом инфекционного эндокардита протезированного или нативного клапана, а также инфекции электронного внутрисердечного устройства;
- пациентам с подтвержденным инфекционным процессом в сердце и сосудах для оценки эффективности консервативной терапии в неоперабельных случаях.

2. Методика ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах должна включать:

- специальную подготовку для блокировки физиологического накопления 18F-ФДГ в миокарде со строгой безуглеводной диетой в течение двух суток и периодом голодания более 15 часов перед исследованием; дополнительное использование гепарина перед введением 18F-ФДГ нецелесообразно;
- сканирование в режиме обследования «все тело» для оценки распространенности инфекционного процесса, а также возможного выявления сопутствующих заболеваний, влияющих на тактику лечения; по клиническим показаниям протокол следует расширить с включением нижних конечностей;
- расширенный протокол ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ с одномоментным КТ сканированием с ЭКГ-синхронизацией и внутривенным контрастированием у всех пациентов с сосудистыми протезами, а также

для детальной структурной оценки зоны интереса и прилежащих структур перед повторной операцией у пациентов с протезированными клапанами.

3. Интервал между операцией протезирования клапана сердца и выполнением ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ должен составлять не менее 2 месяцев.

4. Прерывание антибактериальной терапии для выполнения ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах не рекомендуется.

5. Интерпретация результатов ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ при диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах должна включать:

- визуальную оценку двух типов изображения – с коррекцией аттенуации и без коррекции аттенуации – для исключения аттенуационных артефактов;
- визуальную оценку характера накопления 18F-ФДГ (фрагментарный или диффузный) и его интенсивности;
- полуколичественный анализ с расчетом индекса накопления для снижения числа ложноположительных результатов; для каждой зоны интереса целесообразно использовать определенную референтную зону; при оценке электронных внутрисердечных устройств полуколичественный анализ необходимо проводить для каждого из отделов электродов – экстра- и интракардиальных, оценка ложа ИВСУ высокоинформативна по данным визуального анализа, поэтому проведение дополнительной полуколичественной оценки нецелесообразно;

6. Для постановки диагноза инфекционного процесса в сердце и сосудах результаты ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ должны использоваться в сочетании с клиническими данными и результатами других лабораторно-инструментальных обследований.

7. При подозрении на инфекционное поражение грудины по данным ПЭТ/КТ необходимо учитывать наличие структурных изменений, характер

(фрагментарный или диффузный) и интенсивность накопления ^{18}F -ФДГ (пороговое значение $\text{SUV}_{\text{max}} = 4,65$).

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Сергуладзе С.Ю., Новиков А.В. Диагностика электродного инфекционного эндокардита методом ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой. **Анналы аритмологии**. 2019; 16(1):22–27.
2. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Сергуладзе С.Ю., Муратов Р.М., Нежданова М.В. Возможности ПЭТ/КТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционных процессов, связанных с имплантированными внутрисердечными устройствами. **Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН**. 2019;20(6):498–508.
3. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Голухова Е.З., Тетвадзе И.В., Муратов Р.М., Мироненко В.А., Скопин И.И. Позитронно-эмиссионная томография с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой, совмещенная с компьютерной томографией, в диагностике клапанного инфекционного эндокардита. Первоначальные результаты. **Креативная кардиология**. 2019;13(2):98–113.
4. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Сергуладзе С.Ю., Трифонова Т.А. Использование позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, у больных с подозрением на инфекцию имплантированных внутрисердечных устройств. **Анналы хирургии**. 2019;24(3):189–197.
5. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Муратов Р.М., Федосейкина М.И. Диагностика протезного инфекционного эндокардита по данным позитронно-эмиссионной

томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с 18F-фтордезоксиглюкозой. **Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.** 2019;61(4):369–373.

6. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Сергуладзе С.Ю., Трифонова Т.А. Использование полуколичественной оценки результатов ПЭТ/КТ у пациентов с инфекцией имплантированных внутрисердечных устройств. **Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.** 2019;20(9-10):752–762.

7. 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. **Российский электронный журнал лучевой диагностики.** 2019;9(4):68–76.

8. Титов Д.А., Соркомов М.Н., **Пурсанова Д.М.**, Муратов Р.М., Хугаев Г.А. Случай успешного хирургического лечения раннего протезного эндокардита аортального и нативного митрального клапанов после транскатетерного протезирования аортального клапана у больной 84 лет. **Анналы хирургии.** 2019;24(4):275–281.

9. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Сергуладзе С.Ю., Муратов Р.М., Мироненко В.А., Александрова С.А. Возможности позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с 18F-фтордезоксиглюкозой у пациентов с подозрением на инфекционные процессы в сердце и сосудах после кардиохирургических вмешательств. **Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.** 2019;20(11-12):1070–1077.

10. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Катунина Т.А., Трифонова Т.А. Особенности визуальной оценки результатов ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой при подозрении

на инфекционные процессы в сердце и сосудах. **Российский электронный журнал лучевой диагностики.** 2020;10(4):120–130.

11. 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 ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой в оценке распространенности инфекционного процесса у пациентов с подозрением на инфекционный эндокардит протезированного клапана. **Креативная кардиология.** 2020;14(3):245–254.

12. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Екаева И.В. Интерпретация результатов позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекции сосудистых протезов. **Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.** 2021;22(1):66–73.

13. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Катунина Т.А., Трифонова Т.А., Метелкина М.В. Особенности подготовки к ПЭТ/КТ исследованию при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах. **Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.** 2021;14(3):179–184.

14. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Александрова С.А., Муратов Р.М., Попов Д.А. Использование полуколичественной оценки при интерпретации результатов ПЭТ/КТ с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой у пациентов с инфекционным эндокардитом протезированного клапана. **Российский электронный журнал лучевой диагностики.** 2021;11(1):125–136.

15. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В., Аракелян В.С., Голухова Е.З., Мироненко В.А., Гарманов С.В., Попов Д.А. Возможности ПЭТ/КТ с ¹⁸F-фтордезоксиглюкозой в

диагностике инфекции сосудистых протезов. **Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.** 2021;(2):58–66.

16. Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Трифонова Т.А., Екаева И.В. Первый опыт клинического применения ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой для диагностики инфекционных процессов в сердце и сосудах. Материалы V Юбилейного международного конгресса «Кардиоторакальная радиология». 2018:8–9.

17. **Pursanova D.M.**, Bockeria L.A., Aslanidis I.P., Muratov R.M., Mukhortova O.V., Shurupova I.V. 18F-FDG PET/CT in the detection of prosthetic valve endocarditis: a pilot study. The 26th Annual Meeting of the Asian Society for Cardiovascular and Thoracic Surgery. Abstracts. 2018:392.

18. Bockeria L.A., Aslanidis I.P., **Pursanova D.M.**, Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Ekaeva I.V., Trifonova T.A. Role of 18F-FDG PET/CT in Diagnostics of Cardiovascular Infections. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. 2018;45(Suppl.1):S322–323.

19. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Екаева И.В. ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционного эндокардита имплантированных внутрисердечных устройств:первоначальный опыт. Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: сборник тезисов. 2018:17.

20. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Муратов Р.М. ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике протезного инфекционного эндокардита. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2018;19(S6):200.

21. **Пурсанова Д.М.**, Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Возможности ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционного эндокардита у больных с протезированными клапанами и имплантированными внутрисердечными устройствами.

Лучевая диагностика и терапия. 2019;№1(S):80–81.

22. Бокерия Л.А. Асланиди И.П. **Пурсанова Д.М.** Мухортова О.В. Шурупова И.В. Катунина Т.А. Использование ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ у больных с подозрением на инфекционный эндокардит протезированного клапана. Материалы VI Международного конгресса и школы для врачей «Кардиоторакальная радиология». 2019:150–151.

23. Бокерия Л.А., **Пурсанова Д.М.**, Шурупова И.В., Муратов Р.М., Сергуладзе С.Ю., Аракелян В.С. Клиническое применение ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах у больных с лихорадкой неясного генеза. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2019;20(5):137.

24. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Сергуладзе С.Ю. Возможности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике электродного инфекционного эндокардита. Материалы XIII национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов Радиология 2019. 2019:40.

25. Bockeria L.A., Aslanidis I.P., **Pursanova D.M.**, Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Katunina T.A. Trifonova T.A. Role of 18F-FDG PET/CT in Diagnostics of Infective Endocarditis in Patients with Prosthetic Valves and Implantable Cardiac Devices. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. 2019;46(Suppl.1):S313.

26. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., Шурупова И.В., Муратов Р.М., Сергуладзе С.Ю. ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционных процессов в сердце и сосудах у пациентов после кардиохирургических вмешательств. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2019;20(11):171.

27. Бокерия Л.А., Асланиди И.П., **Пурсанова Д.М.**, Мухортова О.В., ПЭТ/КТ в диагностике инфекции, ассоциированной с имплантированными

внутрисердечными устройствами. Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: сборник тезисов. 2019:26–27.

28. **Пурсанова Д.М.**, Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционного эндокардита нативного клапана. Материалы VII Международного конгресса «Кардиоторакальная радиология». Сборник тезисов. 2020:44–45.

29. **Pursanova D.M.**, Aslanidis I.P., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Ekaeva I.V. Trifonova T.A., Popov D.A. Semiquantitative Analysis of 18F-FDG PET/CT Results in Patients with Cardiac Implantable Electronic Device Infection. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. 2020;47(Suppl.1):S464-465.

30. **Pursanova D.M.**, Aslanidis I.P., Mukhortova O.V., Shurupova I.V., Trifonova T.A., Katunina T.A., Muratov R.M., Serguladze S.Yu. Role of 18F-FDG PET/CT in Diagnosis of Cardiovascular Infection in Patients after Cardiac Surgery. European Heart Journal. 2020;41(Issue Suppl.2):284.

31. Кокоев М.Б., Мироненко В.А., Рычин С.В., Чегрина Л.В., Косарева Т.И., **Пурсанова Д.М.** Случай успешной ПЭТ-диагностики и хирургического лечения инфекционного эндокардита после операции Бенталла с применением ксеноперикардального кондуита при реоперации. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2020;21(6):154.

32. **Пурсанова Д.М.**, Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Муратов Р.М., Сергуладзе С.Ю., Мироненко В.А., Попов Д.А. Клиническое применение ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике инфекционного эндокардита. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2020;21(6):21.

33. **Пурсанова Д.М.**, Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Трифонова Т.А., Попов Д.А. Возможности ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в диагностике инфекционного эндокардита. Лучевая диагностика и

терапия.2020;№1(S):176–177.

34. **Пурсанова Д.М.**, Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Екаева И.В. Оценка распространенности инфекционного процесса при подозрении на инфекционный эндокардит протезированного клапана по данным ПЭТ/КТ. Лучевая диагностика и терапия.2021;№1(S):144–145.

35. **Пурсанова Д.М.**, Асланиди И.П., Мухортова О.В., Шурупова И.В., Катунина Т.А., Трифонова Т.А. Специальная подготовка к ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой при подозрении на инфекционные процессы в сердце и сосудах. Материалы VIII Международного конгресса «Кардиоторакальная радиология». Сборник тезисов. 2021:82.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

18F-ФДГ – 18F-фтордезоксиглюкоза

ИЭ – инфекционный эндокардит

ИПСС – инфекционные процессы в сердце и сосудах

ИЭВСУ – имплантированное электронное внутрисердечное устройство

КА – коррекция атеннуации

НК – нативный клапан

ОПЦ – отрицательная положительная ценность

ПК – протезированный клапан

ППЦ – положительная прогностическая ценность

ПЭТ/КТ – позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с КТ

СП – сосудистый протез