

Одновременная визуализация изменений перфузии и функции миокарда пересаженного сердца в неотложной кардиологии

Е.Н. Остроумов¹, Е.В. Мигунова^{✉1,2}, М.В. Вовченко¹, Г.А. Нефедова¹, А.А. Спасский¹, С.Ю. Шемакин¹, Е.Д. Котина³, К.С. Крупнова³, Л.Т. Хамидова¹, А.А. Каниболоцкий¹

¹ ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»,
129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3;

² ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ,
125993, Россия, Москва, Баррикадная ул., д. 2/1, стр. 1;

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

✉ Автор, ответственный за переписку: Екатерина Валентиновна Мигунова, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения лучевой диагностики НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; профессор кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности имени академиков А.С. Павлова и Ф.Г. Кроткова РМАНПО, migunovaev@sklif.mos.ru

Аннотация

Актуальность. В условиях отделения неотложной кардиологии особенно важна своевременная и дифференциальная диагностика патологии миокарда в отсутствие видимых его очаговых изменений и значимых стенозов коронарных артерий. К этой группе пациентов относятся реципиенты пересаженного сердца, когда трудно рассчитывать на высокую чувствительность только изображений перфузии. Это можно объяснить диффузным, сбалансированным распределением ишемии.

Цель. Анализ возможности перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда, синхронизированной с электрокардиографией, для детальной оценки состояния функции обоих желудочков пересаженного сердца.

Материал и методы. Представлены три клинических наблюдения пациентов с разной патологией пересаженного сердца, которые обратились в клинику неотложной кардиологии и с диагностической целью им проведена синхронизированная с электрокардиографией перфузионная однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда.

Результаты. Во всех представленных примерах радионуклидное исследование повлияло на постановку диагноза и изменило лечебную тактику. В первом клиническом примере томография позволила выявить очаговые изменения миокарда, по ее результатам немедленно была выполнена коронарография и чрескожное коронарное вмешательство с тромбэкстракцией. Во втором примере анализ изображений, отражающий функцию миокарда – полярные карты движения стенки и систолического утолщения, позволили отметить малую результативность лечения отторжения пересаженного сердца. В третьем клиническом примере исходная однофотонная эмиссионная компьютерная томография позволила предположить воспалительный характер изменений в миокарде, что было верифицировано результатами эндомиокардиальной биопсии.

Заключение. В представленных клинических наблюдениях срочное выполнение синхронизированной с электрокардиографией перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда позволило вовремя выполнить инвазивные вмешательства и тем самым способствовать восстановлению функционального состояния трансплантата и улучшению состояния пациента.

Ключевые слова: болезни пересаженного сердца, перфузионная однофотонная эмиссионная компьютерная томография миокарда, перфузия и функция миокарда пересаженного сердца

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Финансирование Исследование проводилось без спонсорской поддержки

Для цитирования: Остроумов Е.Н., Мигунова Е.В., Вовченко М.В., Нефедова Г.А., Спасский А.А., Шемакин С.Ю. и др. Одновременная визуализация изменений перфузии и функции миокарда пересаженного сердца в неотложной кардиологии. *Трансплантология*. 2024;16(2):219–229. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2024-16-2-219-229>

© Остроумов Е.Н., Мигунова Е.В., Вовченко М.В., Нефедова Г.А., Спасский А.А., Шемакин С.Ю., Котина Е.Д., Крупнова К.С., Хамидова Л.Т., Каниболоцкий А.А., 2024

Simultaneous visualization of changes in perfusion and myocardial function of a transplanted heart in emergency cardiology

E.N. Ostroumov¹, E.V. Migunova^{✉1,2}, M.V. Vovchenko¹, G.A. Nefedova¹, A.A. Spasskiy¹, S.Yu. Shemakin¹, E.D. Kotina³, K.S. Krupnova³, L.T. Khamidova¹, A.A. Kanibolotskiy¹

¹ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine,
3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090 Russia;

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
2/1 Bldg.1 Barrikadnaya St., Moscow 125993 Russia;

³ St. Petersburg State University,
7–9 Universitetskaya Emb., St. Petersburg 199034 Russia

✉Corresponding author: Ekaterina V. Migunova, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Associate of the Diagnostic Radiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Professor of the Radiology, Radiotherapy, Radiation Hygiene and Radiation Safety Department named after Academicians A.S. Pavlov and F.G. Krotkov, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, migunovaev@sklif.mos.ru

Abstract

Introduction. In conditions of the Emergency Cardiology Department, a timely and differential diagnosis of myocardial pathology is especially important in the absence of visible focal changes and significant coronary artery stenosis. This group of patients includes recipients of a transplanted heart, when it is difficult to count on the high sensitivity of perfusion images alone. This can be explained by the diffuse, balanced distribution of ischemia.

Objective. To present the possibilities of perfusion myocardial single photon emission computed tomography synchronized with electrocardiography for a detailed assessment of the functional condition of both ventricles of the transplanted heart

Material and methods. We have presented three clinical case reports of the patients with different pathology of the transplanted heart who referred themselves to the emergency cardiology clinic and underwent electrocardiography-synchronized perfusion myocardial single photon emission computed tomography for diagnostic purposes.

Results. In all the cases presented, the radionuclide study influenced making the diagnosis and changing the treatment tactics. In the first case, it was possible to identify focal myocardial changes, for which coronary angiography and percutaneous coronary intervention with thromboextraction were immediately performed. In the second case, the image analysis reflecting the function of the myocardium (polar maps of wall movement and systolic thickening) allowed us to note a low efficacy of treatment for the transplanted heart rejection. In the third clinical case, the initial single photon emission computed tomography suggested the inflammatory nature of changes in the myocardium, which was verified by the results of endomyocardial biopsy.

Conclusion. In the presented clinical cases, the urgently performed electrocardiography-synchronized perfusion myocardial single photon emission computed tomography made it possible to perform invasive interventions in time and thereby contribute to the recovery of the graft functional state and patient's condition improvement.

Keywords: transplanted heart disease, myocardial perfusion single photon emission computed tomography, myocardial perfusion and function in transplanted hearts

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was performed without external funding

For citation: Ostroumov EN, Migunova EV, Vovchenko EV, Nefedova GA, Spasskiy AA, Shemakin SYu, et al. Simultaneous visualization of changes in perfusion and myocardial function of a transplanted heart in emergency cardiology. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2024;16(2):219–229. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2024-16-2-219-229>

АК – аортальный клапан
б/о – без особенностей
БКАПС – болезнь коронарных артерий пересаженного сердца
ВТК – ветвь тупого края
КДО – конечный диастолический объем
КДР – конечный диастолический размер
КСО – конечный систолический объем
КСР – конечный систолический размер
ЛЖ – левый желудочек
ЛКА – левая коронарная артерия
ЛП – левое предсердие
МЖП – межжелудочковая перегородка
МК – митральный клапан
ОА – огибающая артерия
ОВ – огибающая ветвь

ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография
ПЖ – правый желудочек
ПКА – правая коронарная артерия
ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь
ПНПГ – правая ножка пучка Гиса
ПП – правое предсердие
ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка
ТК – трикуспидальный клапан
ФВ – фракция выброса
ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство
ЧСС – частота сокращений сердца
ЭКГ – электрокардиограмма
ЭКС – электрокардиостимулятор
ЭОС – электрическая ось сердца
ЭхоКГ – эхокардиография

Введение

Функционирование донорского сердца после трансплантации неизбежно подвержено влиянию множества как предрасполагающих факторов, влияющих на физиологическое состояние пересаженного органа (гипоксическое повреждение трансплантата в организме донора, ишемическое и низкотемпературное повреждение во время консервации, особенности хирургической техники забора донорского сердца, зависимость от метода трансплантации и др.), так и на воздействие факторов гистосовместимости, способных вызывать различные дисфункции трансплантата (острое отторжение, болезнь коронарных артерий пересаженного сердца (БКАПС) и др.), усугубленные условиями децентрализации.

Поэтому основной целью всех мероприятий, выполняемых на каждом этапе трансплантации сердца, является своевременная диагностика вероятных дисфункций пересаженного сердца и воссоздание адекватного физиологического взаимодействия между трансплантированным органом и организмом реципиента, которое и определяет удовлетворительную работу пересаженного сердца и, соответственно, продолжительность жизни пациента.

Диагностические возможности перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) только в выявлении БКАПС показали различную чувствительность и специфичность, варьирующуюся в диапазоне от 14–90% до 33–98% в популяциях пациентов и методах выявления БКАПС [1]. При этом авторы анализировали, как правило, только распределение перфузии в миокарде, тогда как синхронизация с электрокардиографией (ЭКГ) позволяет оценивать и функцию миокарда. Исследования диагностических возможностей ОФЭКТ-изображений миокардиальной перфузии в выявлении патологии сердечного трансплантата на сегодняшний момент чаще всего проводится с использованием стресс-тестов. При этом авторы анализируют, как правило, только распределение перфузии в миокарде, сравнивая данные исследования в покое и после нагрузки [2, 3]. Между тем уже около четверти века в кардиологии развит метод перфузионной ОФЭКТ, синхронизированной с ЭКГ, который позволяет не только оценивать изменения объемов левого желудочка (ЛЖ) и правого желудочка (ПЖ), их фракции выброса (ФВ), диастолическую функцию и скоростные параметры изгнания, но и получать изображения движения,

систолического утолщения и асинхронии миокарда обоих желудочков по сегментам и в цифровых значениях [4]. Это особенно важно при экстренных повторных обращениях пациентов в клинику неотложной кардиологии.

В данной статье мы хотим поделиться тремя клиническими наблюдениями из практики отделения радиоизотопной диагностики.

Клиническое наблюдение № 1

Пациент Ю., 65 лет, поступил с жалобами на общую слабость, одышку при физической нагрузке, кашель с мокротой. Из анамнеза известно, что 2,5 года назад он перенес ортотопическую трансплантацию сердца и имплантацию электрокардиостимулятора. Послеоперационный период протекал без осложнений, и пациент находился на амбулаторном наблюдении. В экстренном порядке выполнен ряд исследований: ЭКГ, эхокардиография (ЭхоКГ) и перфузионная ОФЭКТ миокарда.

При проведении ЭКГ регистрируется ритм электрокардиостимулятора (ЭКС) со стимулирующей желудочков с частотой сокращений сердца (ЧСС) 90 уд./мин. На фоне работы ЭКС судить об ишемическом повреждении миокарда затруднительно. Оценка сегмента ST затруднена в связи с желудочковой стимуляцией.

При выполнении ЭхоКГ получены данные:

Аорта 3,0 см. Левое предсердие (ЛП) 4,2 см. ПЖ 2,3 см. ЛЖ по формуле «S-L»: конечный диастолический размер (КДР) 5,2 см; конечный систолический размер (КСР) 3,6 см; конечный диастолический объем (КДО) 133 мл, конечный систолический объем (КСО) 76 мл, ФВ 43%, ударный объем (УО) 57 мл. Толщина передней стенки ПЖ 1,1 см, правое предсердие (ПП) 5,8×4,3 см. Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) 1,5 см. Толщина задней стенки 1,4 см.

Локальная сократимость ЛЖ: дискинезия МЖП, гипокинез сегментов верхушки ЛЖ. Аортальный клапан (АК): уплотнен, регургитация 0–1 ст. Митральный клапан (МК): стенки уплотнены, степень регургитации 0–1 ст. Трикуспидальный клапан (ТК): без особенностей (б/о), степень регургитации 0–1 ст. Давление в легочной артерии: 32 (сист.) мм рт.ст.

Данные ОФЭКТ, синхронизированной с ЭКГ, сопоставлены с результатами исследования, выполненного в раннем посттрансплантационном периоде (рис. 1). На рисунке представлены последовательно слева направо карты распределения перфузии, движения стенки, систолического утолщения и фазовые изображения. Верхний ряд (А) – после трансплантации, нижний ряд (В) – при повторном поступлении. Стрелками указаны слева направо появившийся дефект перфузии в передней стенке, расширение зоны гипокинеза по переднеперегородочной обла-

сти. Наибольшие изменения выявлены в передней стенке ЛЖ, они проявляются в снижении систолического утолщения и появлении очага патологической асинхронии.

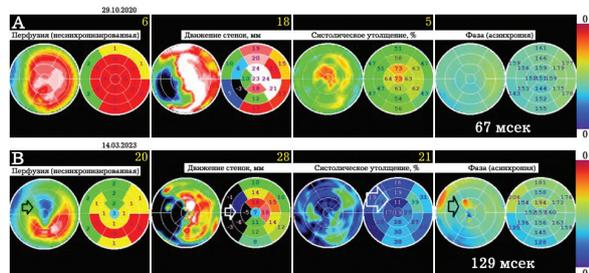


Рис. 1. Результаты перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда, выполненные на 15-е сутки после пересадки (А) и через 29 месяцев (В)
Fig. 1. The results of perfusion myocardial single photon emission computed tomography performed on the 15th day after transplantation (A) and 29 months later (B)

При сравнении результатов исследований обращало на себя внимание увеличение КДО со 100 до 150 мл, а также появление зоны глубокого снижения перфузии, акинезии и компактной патологической асинхронии в области передней стенки, что является скинтиграфическими признаками ишемии передней стенки ЛЖ.

Перед проведением коронарографии выполнено отключение ЭКС и на ЭКГ был получен синусовый ритм с ЧСС 65 уд./мин с признаками полной блокады передней ветви левой ножки пучка Гиса и элевацией сегмента ST в V3-V6, что указывает на очаговые изменения миокарда в области верхушки, по передней, переднеперегородочной и боковой стенкам ЛЖ.

По результатам проведенных исследований пациенту в экстренном порядке выполнена коронарография, при которой выявлено многососудистое поражение: ствол левой коронарной артерии (ЛКА) типично расположен, без значимых изменений. Передняя межжелудочковая ветвь (ПМЖВ) – окклюзия в проксимальной трети без восстановления кровотока в дистальном русле. Огибающая артерия (ОА) – стеноз в проксимальной трети от устья до 90% с переходом на устье ветви тупого края (ВТК) до 75%. В правой коронарной артерии (ПКА) без значимых изменений (рис. 2А).

Одномоментно выполнено чрезкожное вмешательство и мануальная тромбаспирация в устье и проксимальной части ПМЖВ со стентированием ПМЖВ, ВТК и огибающей ветви (ОВ) (рис. 2В).

По результатам гистологического исследования в сосудах микроциркуляторного русла выявлена выраженная активация и пролиферация эндотелия (рис. 3А), местами с полной облитерацией просветов, в просвете отдельных синусоид и артериол – полинуклеарные лейкоциты (рис. 3В). В интерстиции отмечается редкая инфильтрация лейкоцитами.

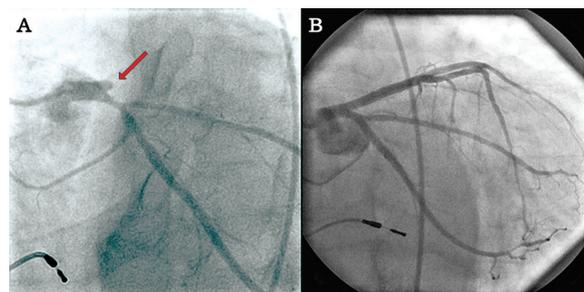


Рис. 2. Селективная коронароангиограмма левой коронарной артерии до (А) и после восстановления кровотока (В)
Fig. 2. Selective coronary angiogram of the left coronary artery before (A) and after (B) restoration of blood flow.

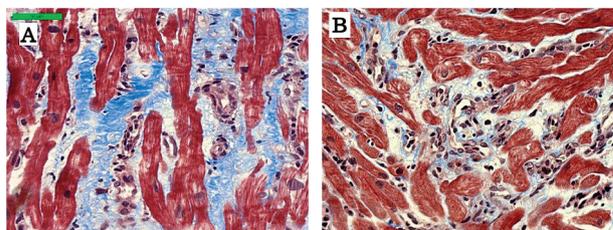


Рис. 3. А–В. Гистологический срез миокарда пациента Ю. Во всех фрагментах – диффузно-очаговый склероз интерстиция, выраженная дистрофия кардиомиоцитов. Отек интерстиция. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$
Fig. 3. A–B. Histological section of the myocardium in patient Yu. In all fragments, there is diffuse focal interstitial sclerosis, pronounced cardiomyocyte dystrophy. Interstitial edema. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 400$

При проведении полимеразной цепной реакции (ПЦР) ДНК вируса Эпштейна–Барр выявлено 8 копий/ 1×10^5 клеток.

Таким образом, по результатам патологоанатомического и иммуногистохимического исследований выявлено хроническое отторжение трансплантационного сердца в сочетании с острым вирусным миокардитом.

Клиническое наблюдение № 2

Пациент Ш., 61 год, поступил с жалобами на одышку при минимальной нагрузке. Известно, что, 3,5 года назад он перенес ортотопическую трансплантацию сердца. При осмотре общее состояние средней тяжести. Дыхание везикулярное, частота дыхательных движений в покое 17/мин, хрипов нет. Аускультативно тоны сердца приглушены, шумы не выслушиваются. Ритм правильный, ЧСС 97 уд./мин, дефицита пульса не выявлено. Артериальное давление (АД) 100/70 мм рт.ст. На ЭКГ ритм синусовый, ЧСС 79 уд./мин. Отклонение электрической оси сердца (ЭОС) влево. Полная блокада правой ножки пучка Гиса (QRS=152 мс), низкий вольтаж QRS в стандартных отведениях от конечностей, отрицательный Т с V1-V5.

При выполнении трансторакальной ЭхоКГ выявлены умеренные изменения на АК, МК и ТК. Створки уплотнены, регургитация 1-й степе-

ни. Градиент давления среднесистолический – 5 мм рт.ст. ЛП 30 мм, объем 40 мл; ЛЖ: КДР 3,9 см, КДО 65 мл, ФВ 61%, КСР 2,6 см, КСО 25 мл. Объем ПП 36 мл, ПЖ 2,7 см. Расчетное систолическое давление в ПЖ 27 мм рт.ст. Толщина МЖП 1,05 см, толщина задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ) 1,0 см. Полости сердца не расширены. Глобальная и регионарная систолическая функция ЛЖ сохранена, ФВ ЛЖ 61% (Simpson). Диастолическая функция не нарушена. Регургитация на АК 1-й степени, на МК 1-й степени, на ТК 1-й степени. Среднее давление в легочной артерии 27 мм рт.ст. Локальная сократимость миокарда ЛЖ не нарушена.

По данным перфузионной ОФЭКТ миокарда на томосцинтиграммах визуализируется миокард не увеличенного ЛЖ с диффузным снижением перфузии диафрагмальной стенки, зоной умеренного

гипокинеза по передневерхушечным отделам с распространением на МЖП и диафрагмальную стенку (рис. 4А). Диастолическая дисфункция по типу рестрикции. ФВ ЛЖ = 80% (рис. 5).

Правый желудочек не увеличен. Диастолическая дисфункция по типу нарушения эластичности. Внутривентрикулярная патологическая асинхрония до 250 мсек. Нарушение митохондриальной функции преимущественно в области верхушки и передней стенки (коэффициент выведения равен 38% и 33% соответственно, его допустимый уровень ≤23%). ФВ ПЖ = 28%. Межжелудочковая асинхрония = 44 мсек. Первый – правый.

По данным селективной коронарографии – тип коронарного кровоснабжения – правый. Ствол ЛКА – обычно развит, не изменен. ПМЖВ – стеноз в средней трети 75%. Диагональная ветвь (ДВ) 1 –

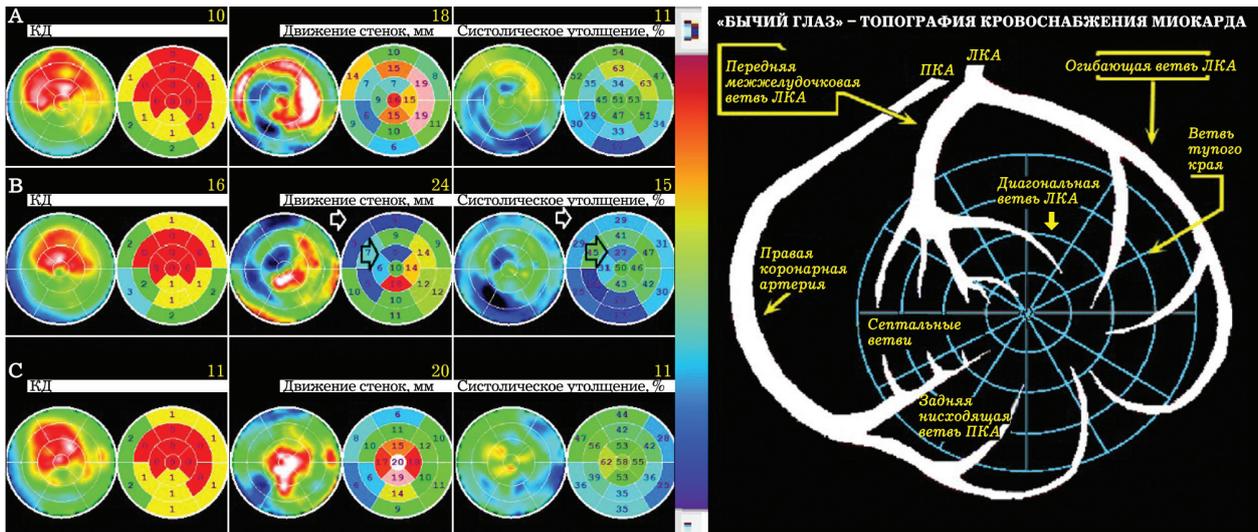


Рис. 4. Полярные карты пациента Ш. Миокард левого желудочка до лечения (А), после лечения (В), после стентирования (С)
Fig. 4. Polar maps of patient Sh. Left ventricular myocardium before treatment (A), after treatment (B), after stenting (C)

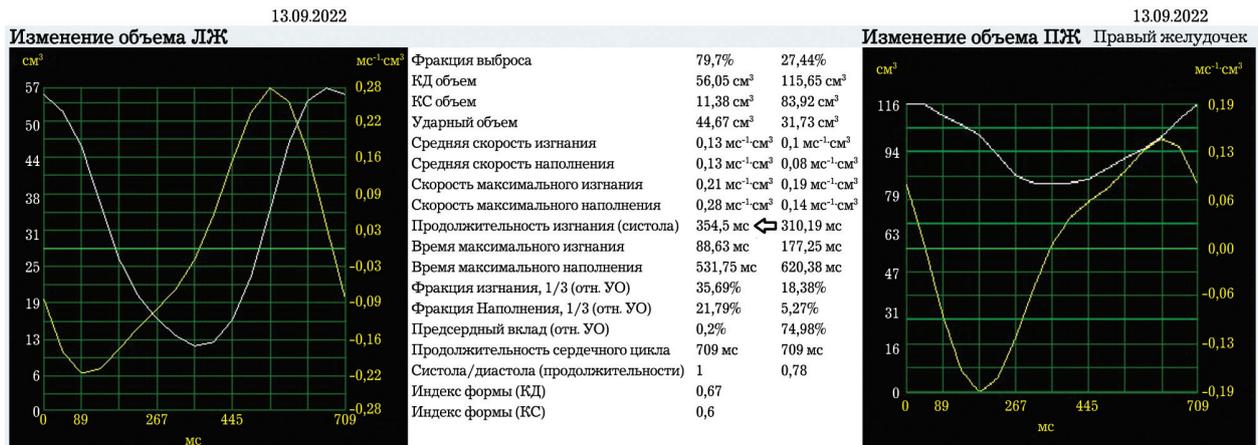


Рис. 5. Объемные и временные показатели вентрикулограммы пациента Ш.
Fig. 5. Volumetric and temporal parameters of ventriculogram in patient Sh.

окклюзия в средней трети, ДВ 2 – устьевой стеноз 75%. ОВ – неровность контуров, без гемодинамически значимых стенозов. ВТК – неровность контуров, без гемодинамически значимых стенозов. ПКА – неровность контуров, без гемодинамически значимых стенозов (рис. 6).



Рис. 6. Селективная коронарограмма левой коронарной артерии пациента Ш.

Fig. 6. Selective coronary angiogram of the left coronary artery of patient Sh.

В данном случае можно говорить о значимости стеноза для кровоснабжаемой зоны, а также оценке перспективности чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Учитывая данные проведенных исследований, назначена противовоспалительная (Солюмедрол в дозе 1000 мг в течение 3 дней), иммуномоделирующая (иммуноглобулин человека 100 мл в течение 2 дней) и детоксикационная терапия (плазмаферез). Для оценки эффективности лечения проведена 6-минутная проба, которая показала результат – 180 м.

Для оценки динамики на фоне проводимого лечения радионуклидное исследование выполнено повторно. Выявлена тенденция к улучшению диастолической функции ЛЖ и ПЖ. В то же время отмечено появление диссоциированных зон гипокинеза в передней, диафрагмальной и боковой стенках ЛЖ (указано стрелками на рис. 4В). Сократительная функция обоих желудочков удовлетворительная – ФВ ЛЖ = 76%; ФВ ПЖ = 42%.

На рис. 4 представлены последовательно слева направо карты распределения перфузии, движения стенки, систолического утолщения и, справа, схема кровоснабжения миокарда.

Значимых очаговых изменений перфузии миокарда не выявлено. Признаки переносимого текущего диффузного процесса в миокарде, возможно отторжение.

При анализе полученных данных было высказано предположение, что в средней трети ПМЖВ присутствуют стенотические изменения и выполнена повторная коронарография, в ходе которой подтверждено наличие стеноза 75% в средней трети (указано стрелкой на рис. 7).

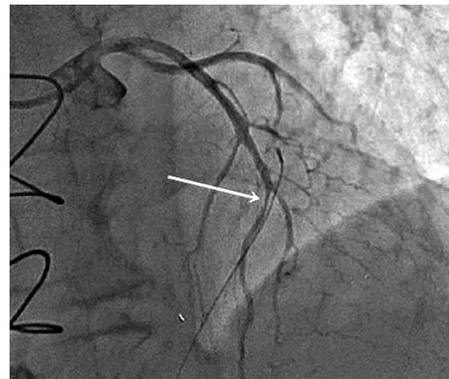


Рис 7. Коронарограмма пациента Ш.

Fig. 7. Coronarogram of patient Sh.

При выполнении ЧКВ проведена баллонная ангиопластика в средней трети ПМЖВ давлением до 12 атм и имплантирован стент в средней трети ПМЖВ давлением 10 атм. На контрольных ангиограммах стент полностью расправлен, диссекция в месте вмешательства отсутствует, антеградный кровоток ТИМІ 3.

Для определения эффективности проведенного вмешательства на 4-е сутки после установки стента выполнена повторно перфузионная ОФЭКТ миокарда, при которой отмечено исчезновение очагов гипокинеза в передней стенке ЛЖ (рис. 4С). Для подтверждения положительной динамики повторно выполнена 6-минутная проба, результаты которой увеличились со 180 до 540 метров.

При гистологическом исследовании в кусочках субэндокардиального миокарда выявлены признаки слабовыраженного склероза с немногочисленными лимфоцитами в перикапиллярных пространствах при отсутствии дистрофических изменений кардиомиоцитов (рис. 8 А–С).

Клиническое наблюдение № 3

Пациент Ф., 49 лет поступил с жалобами на снижение физической нагрузки, слабость. Из анамнеза известно, что 8 месяцев назад он перенес ортотопическую трансплантацию сердца. За время наблюдения отмечается прогрессирующая сердечная недостаточность. Получает иммуносупрессивную, противовирусную, противомикробную, антиагрегантную, глюкокортикоидную терапию, терапию статинами (такролимус 4 мг × 2 раза в день, микофеноловая кислота 720 мг × 2 раза в день, метипред 4 мг × 1 раз в день, бисептол 480 мг × 1 раз в день, ацикловир 450 мг × 1 раз в день, ацекардол 100 мг × 1 раз в

день, розувостатин 20 мг – вечером). Состояние при поступлении средней тяжести. При осмотре дыхание жесткое, равномерно проводится над всеми отделами легких. Хрипов нет, частота дыхания 16/мин. Аускультативно тоны сердца приглушены, дополнительные шумы не выслушиваются. Ритм сердца регулярный, ЧСС 102 уд./мин, дефицита пульса нет. АД 160/100 мм рт.ст. Результаты 6-минутной пробы – 300 м. На ЭКГ регистрируется синусовый ритм, отклонение ЭОС влево, ЭКГ-признаки гипертрофии ЛЖ. Отрицательный зубец Т в отведениях V2-V6.

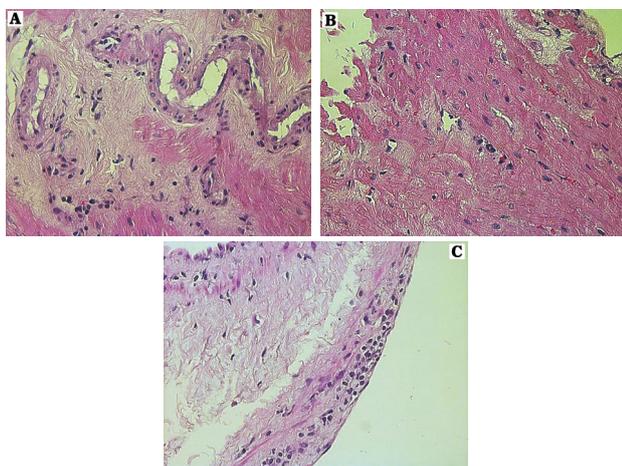


Рис. 8. Гистологический срез миокарда. А–В. Периваскулярный и межмышечный склероз, единичные лимфоциты и мелкие их скопления. С. Выраженный субэндокардиальный склероз и скопления лимфоцитов. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$

Fig. 8. Histological section of the myocardium. A–B. Perivascular and intermuscular sclerosis, single lymphocytes and their small clusters. C. Severe subendocardial sclerosis and lymphocyte clusters. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 400$

При выполнении трансторакальной эхокардиографии: Аорта – 4,0 см, восходящий отдел 3,4 см, Аортальный клапан – 3 ств, амплитуда раскрытия – 18 мм, регургитации не выявлено. ЛПП – 4,6 см, объем ЛПП – 110 мл, ЛЖ КДО – 105 мл, КСО – 42 мл, ФВ – 60%, толщина МЖП в диастолу – 1,3 см, ТЗСЛЖ в диастолу – 1,1 см. ПЖ – 2,6 см. Локальная сократимость ПЖ не нарушена. Толщина свободной стенки ПЖ – 0,4 см. ТК: створки – б/о, регургитация – 1 ст., градиент регургитации – 20 мм рт.ст., диаметр легочной артерии ЛА – 23 мм. Систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) – 25 мм рт.ст. Нижняя полая вена – 25 мм, спадение на вдохе менее 50%. Локальная сократимость миокарда ЛЖ не нарушена.

Выявлена умеренная гипертрофия миокарда ЛЖ. Выраженная дилатация полости ЛПП, митральная и трикуспидальная регургитация 1-й ст. Диастолическая дисфункция ЛЖ 1-го типа без нарушения систолической функции ЛЖ.

По результатам перфузионной ОФЭКТ миокарда отмечено резкое замедление изгнания из ЛЖ, причем продолжительность изгнания стала превалировать над продолжительностью наполнения ЛЖ. Появились обширные зоны гипоакинеза в передней стенке с распространением на боковую, а также в диафрагмальную стенку. Зоны гипоакинеза топографически совпадают с очагами максимальной перфузии (рис. 9). В показателе сократимости миокарда наметилась тенденция к снижению (ФВ ЛЖ – 70%). В ПЖ значительно увеличился КСО, в результате ФВ ПЖ снизилась до 31% (исходно – 55%) и появилась внутривентрикулярная патологическая асинхрония (до 177 мсек по 8 сегментам). Кроме того, появилась межжелудочковая асинхрония 12 мсек, первый – правый.

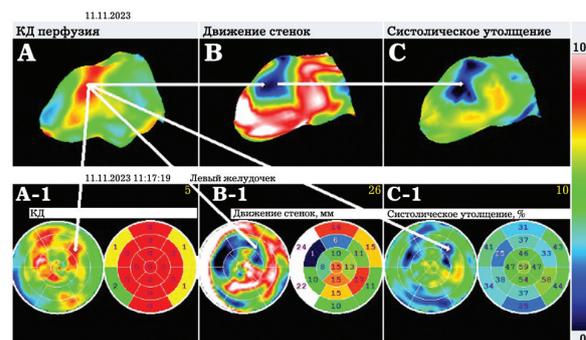


Рис. 9. А–С. Полярные карты Пациента Ф.

Fig. 9. A–C. Polar maps of patient F.

На рис. 9 в верхнем ряду представлены трехмерные изображения распределения перфузии миокарда в диастолу (А), движения стенки (В) и систолического утолщения стенки (С). В нижнем ряду изображения в виде полярных карт (бычьего глаза) с количественной оценкой параметров (соответственно А-1, В-1, и С-1). Видно, что зоны максимальной перфузии на изображениях в диастолу топографически совпадают с зонами акинеза. При просмотре через 4 часа отмечается диффузный ускоренный клиренс, наиболее выраженный в области передней стенки и МЖП (КВ 38% и 36% соответственно). Также совпадения выявлены на картах движения стенки и систолического утолщения (указано стрелками). Результаты исследования позволили предположить диффузные изменения воспалительного характера миокарда обоих желудочков, характер которых требует уточнения – отторжение? миокардит?

Эталонным исследованием для ответа на этот вопрос является прижизненное патологоанатомическое исследование биопсийного (операционного) материала, по результатам которого в пределах присланного материала выявлены признаки острого клеточного отторжения 1В–3А.

Согласно полученным данным, пациенту проведено интенсивное лечение, включающее противовоспалительную, иммуносупрессивную и метаболическую терапию и проведено контрольное радионуклидное исследование ЛЖ.

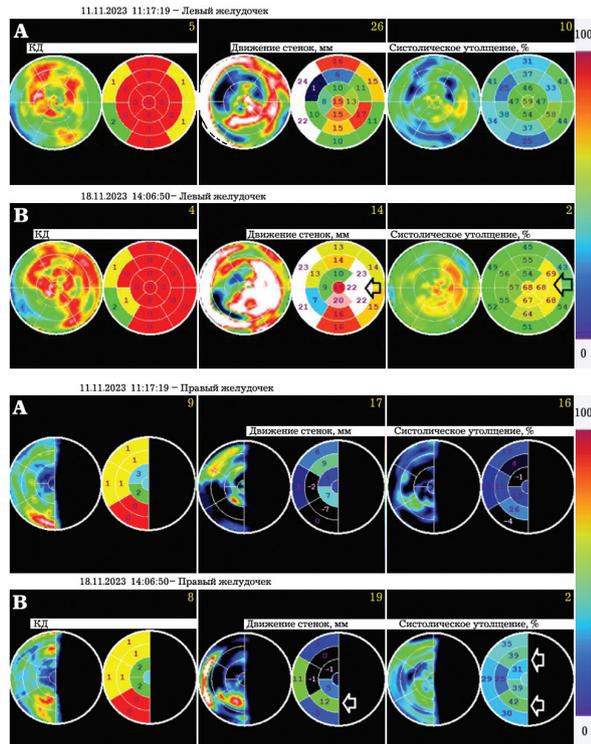


Рис. 10. Полярные карты – конечно-диастолическая, движения стенок и систолического утолщения левого и правого желудочков пациента Ф. до (А) и после лечения (В).

Fig. 10. Polar maps: end-diastolic, wall movements, and systolic thickening of the left and right ventricles of patient F. before (A) and after (B) treatment.

По результатам отмечено улучшение региональной функции миокарда обоих желудочков сердца (рис. 10А-В), уменьшение межжелудочковой асинхронии, при досмотре через 4 часа снижение КВ до 23–33% и улучшение показателей изгнания миокарда обоих желудочков. В нижнем ряду такие же изображения после лечения (В). Стрелками указана область полного восстановления движения и систолического утолщения в боковой стенке ЛЖ и восстановление систолического утолщения в ПЖ.

Положительная динамика подтверждена результатами патологоанатомического исследования биопсийного (операционного) материала. При гистологическом исследовании выявлены диффузная и очаговая лимфо-плазмоцитарная инфильтрация, склероз стромы разной степени выраженности, признаки расстройств кровообращения в виде пареза и полнокровия капилляров.

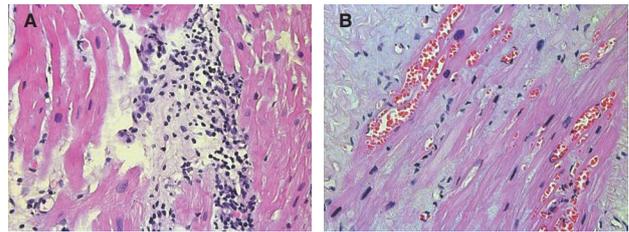


Рис. 11. Гистологический срез миокарда. А – диффузная и очаговая, преимущественно периваскулярная, лимфо-плазмоцитарная инфильтрация. В – выраженный склероз стромы, гипертрофия кардиомиоцитов, парез капилляров и эритростазы. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$

Fig. 11. Histological section of the myocardium. A. Diffuse and focal, mainly perivascular, lymphoplasmocytic infiltration. B. Pronounced sclerosis of the stroma, hypertrophy of cardiomyocytes, capillary paresis and erythrocytostasis. Staining with hematoxylin and eosin, $\times 400$

Отмечена положительная динамика по ЭКГ, которая заключается в виде снижения Т в отведениях V4–V6 и результатам 6-минутной пробы, которые выросли значительно с 300 м до 421 м.

Обсуждение

В условиях отделения неотложной кардиологии особенно важно иметь представление о возможностях радионуклидного метода в диагностике таких редких осложнений после трансплантации сердца, как острый инфаркт миокарда, развитие стенозов в коронарных артериях трансплантата и отторжении трансплантата. Конечно, диагностика острых очаговых изменений в миокарде, инфаркта миокарда в пересаженном, как и в собственном сердце остается приоритетом сцинтиграфии [5].

В первом клиническом примере при обращении пациент не отмечал боли, только недомогание. При клиническом обследовании больного не было выявлено признаков острой сердечной недостаточности. Результаты электрокардиографии и ЭхоКГ не указывали на очаговые изменения в миокарде. Решающими и главными в постановке диагноза стали результаты перфузионной ОФЭКТ миокарда, после анализа изображений которой немедленно выполнена коронарография и ЧКВ с тромбэкстракцией.

Во втором клиническом примере анализ выполненной коронароангиографии не показал необходимости в проведении ЧКВ. Проведенное терапевтическое лечение отторжения оказалось малорезультативным. И только ОФЭКТ выявила прогрессирование очаговой патологии в миокарде, что послужило поводом к повторной экспертной оценке ангиограмм и выполнению

ЧКВ. Результаты позволили не только улучшить функцию миокарда, но и восстановить функциональные возможности пациента, что подтверждают результаты 6-минутной пробы. Наибольшее значение у данного пациента имели изображения, отражающие функцию миокарда – полярные карты движения стенки и систолического утолщения.

В третьем клиническом примере исходная ОФЭКТ позволила предположить воспалительный характер изменений в миокарде, что было верифицировано результатами эндомикардиальной биопсии. Повторное, после терапевтического лечения, исследование показало отчетливое восстановление общей и региональной функции миокарда обоих желудочков сердца. В этом случае важно было сопоставление полярных карт перфузии и функции. В заключении необходимо подчеркнуть, что ОФЭКТ, синхронизированная с ЭКГ – это не только оценка распределения перфузии, но и функции миокарда. В отсутствие очаговых изменений, да еще без возможности про-

ведения стресс-тестов, трудно рассчитывать на высокую чувствительность только изображений перфузии в выявлении патологии миокарда пересаженного сердца [6]. Для пересаженного сердца характерно диффузное, сбалансированное распределение ишемии в БКАПС, которое часто не зависит от площади и объема изменений [7]. В этих случаях глобальное, равномерное снижение перфузии может быть пропущено, что приведет к ложноотрицательным результатам.

Заключение

В представленных клинических наблюдениях срочное выполнение именно синхронизированной с электрокардиографией перфузионной однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда позволило вовремя выполнить инвазивные вмешательства и тем самым способствовать восстановлению функции трансплантата и улучшению состояния пациента.

Список литературы/References

1. Aguilar J, Miller RJH, Otaki Y, Tamaraappoo B, Hayes S, Friedman J, et al. Clinical Utility of SPECT in the Heart Transplant Population: Analysis from a Single Large-Volume Center. *Transplantation*. 2022;106(3):623–632. PMID: 33901107 <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003791>
2. Veenis JF, Boiten HJ, van den Berge JC, Caliskan K, Maat APWM, Valkema R, et al. Prediction of long-term (> 10 year) cardiovascular outcomes in heart transplant recipients: Value of stress technetium-99m tetrofosmin myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol*. 2019;26(3):845–852. PMID: 29116562 <https://doi.org/10.1007/s12350-017-1089-3>
3. Acharya D, Rajapreyar I. Myocardial perfusion imaging for cardiac allograft vasculopathy assessment: evidence-grows, but questions remain. *J Nucl Cardiol*. 2019;26(3):853–856. PMID: 29116561 <https://doi.org/10.1007/s12350-017-1116-4>
4. Остроумов Е.Н. Где нужна ядерная кардиология? *Российский кардиологический журнал*. 2009;(5):4–9. Ostroumov EN. Where need nuclear cardiology? *Russian Journal of Cardiology*. 2009;(5):4–9. (In Russ.)
5. Marcassa C, Bax JJ, Bengel F, Hesse B, Petersen CL, Reyes E, et al. Clinical value, cost-effectiveness, and safety of myocardial perfusion scintigraphy: a position Statement. *Eur Heart J*. 2008;29(4):557–563. PMID: 18202253 <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm607>
6. Мигунова Е.В., Нефедова Г.А., Кудряшова Н.Е., Остроумов Е.Н., Коков Л.С., Шемакин С.Ю. и др. Оценка митохон-
- дриальной дисфункции пересаженного сердца радионуклидным методом (два клинических наблюдения). *REJR*. 2020;10(3):156–164. Migunova EV, Nefedova GA, Kudryashova NE, Ostroumov EN, Kokov LS, Shemakin SY, et al. Evaluation of mitochondrial dysfunction of a transplanted heart with radionuclide method (clinical observations). *REJR*. 2020;10(3):156–164. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-3-156-164>
7. Elhendy A, van Domburg RT, Vant-rimpont P, Poldermans D, Bax JJ, van Gelder T, et al. Prediction of mortality in heart transplant recipients by stress technetium-99m tetrofosmin myocardial perfusion imaging. *Am J Cardiol*. 2002;89(8):964–968. PMID: 11950436 [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)02247-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)02247-6)

Информация об авторах

**Евгений Николаевич
Остроумов**

д-р мед. наук, старший преподаватель учебного центра, научный консультант отделения лучевой диагностики ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0002-8915-5388>, ostroumoven@sklif.mos.ru
24% – концепция, проведение исследований, сбор материала, анализ литературы

**Екатерина Валентиновна
Мигунова**

д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; профессор кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности имени академиков А.С. Павлова и Ф.Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, <https://orcid.org/0000-0001-7521-487X>, migunovaev@sklif.mos.ru
20% – сбор и анализ материала, проведение исследований, написание текста статьи

**Мария Валентиновна
Вовченко**

врач-кардиолог 1-го кардиохирургического отделения ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0002-0062-277X>, vovchenkomv@sklif.mos.ru
7% – ведение больных

**Галина Александровна
Нефедова**

канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения патологической анатомии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0002-8452-8499>, nefedovaga@sklif.mos.ru
7% – анализ морфологических данных, редактирование текста статьи

**Александр Андреевич
Спасский**

врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0003-1823-0982>, spasskiyaa@sklif.mos.ru
7% – ведение больных

**Сергей Юрьевич
Шемакин**

канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной кардиохирургии, вспомогательного кровообращения и трансплантации сердца ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0002-1750-9706>, shemakinsy@sklif.mos.ru
7% – ведение больных

**Елена Дмитриевна
Котина**

проф., д-р физ.-мат. наук, заведующая кафедрой диагностики функциональных систем ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», <https://orcid.org/0000-0002-2057-682X>, e.kotina@spbu.ru
7% – разработка методики анализа полученных скинтиграфических данных

**Карина Сергеевна
Крупнова**

магистрант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», <https://orcid.org/0009-0004-2391-9578>, st110004@student.spbu.ru
7% программный анализ полученных скинтиграфических данных

**Лайла Тимарбековна
Хамидова**

д-р мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <http://orcid.org/0000-0002-9669-9164>, khamidovalt@sklif.mos.ru
7% – анализ полученных эхокардиографических данных

**Александр Алексеевич
Каниболоцкий**

канд. мед. наук, заведующий отделением – врач-патологоанатом патологоанатомического отделения ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0001-6123-8387>, kanibolotskiyaa@sklif.mos.ru
7% – анализ морфологических данных

Information about the authors

Evgeniy N. Ostroumov	Dr. Sci. (Med.), Senior Lecturer at the Training Center, Scientific Consultant, the Diagnostic Radiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0002-8915-5388 , ostroumoven@sklif.mos.ru 24%, study concept, conducting research, collection of material, literature analysis
Ekaterina V. Migunova	Dr. Sci. (Med.), Leading Research Associate of the Diagnostic Radiology Department of Diagnostics, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Professor of the Radiology, Radiotherapy, Radiation hygiene, and Radiation safety Department named after Academicians A.S. Pavlov and F.G. Krotkov, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, https://orcid.org/0000-0001-7521-487X , migunovaev@sklif.mos.ru 20%, collection and analysis of material, conducting research, writing the text of the article
Marya V. Vovchenko	Cardiologist, Cardiac Surgery Department № 1, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0002-0062-277X , vovchenkomv@sklif.mos.ru 7%, patient management
Galina A. Nefedova	Cand. Sci. (Med.), Leading Research Associate, Department of Pathological Anatomy, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0002-8452-8499 , nefedovaga@sklif.mos.ru 7%, morphological data analysis, editing the text of the article
Aleksander A. Spasskiy	Doctor of the Department of Radiosurgical Methods of Diagnosis and Treatment, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0003-1823-0982 , spasskiyaa@sklif.mos.ru 7%, patient management
Sergey Yu. Shemakin	Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher at the Department of Emergency Cardiac Surgery, Assisted Circulatory Support and Heart Transplantation, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0002-1750-9706 , shemakinsy@sklif.mos.ru 7%, patient management
Elena D. Kotina	Prof., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Head of the Department of Functional Systems Diagnostics, St. Petersburg State University, https://orcid.org/0000-0002-2057-682X , e.kotina@spbu.ru 7%, development of the method for analyzing the obtained scintigraphic data
Karina S. Krupnova	Master's Student, St. Petersburg State University, https://orcid.org/0009-0004-2391-9578 , st110004@student.spbu.ru 7%, computer-assisted analysis of the obtained scintigraphic data
Layla T. Khamidova	Dr. Sci. (Med.), Head of the Diagnostic Radiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, http://orcid.org/0000-0002-9669-9164 , khamidovalt@sklif.mos.ru 7%, analysis of the obtained echocardiographic data
Alexander A. Kanibolotskiy	Cand. Sci. (Med.), Head of the Pathology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0001-6123-8387 , kanibolotskiyaa@sklif.mos.ru 7%, morphological data analysis

Статья поступила в редакцию 14.03.2024;
одобрена после рецензирования 25.03.2024;
принята к публикации 27.03.2024

The article was received on March 14, 2024;
approved after reviewing March 25, 2024;
accepted for publication March 27, 2024