

Сердце и сосуды | Heart and vessels

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1048>

Некоторые аспекты кардиocereбральных отношений у хирургических пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сердечной недостаточностью

© Короткевич А.А. *, Семенов С.Е., Малева О.В., Трубникова О.А.

ФГБНУ "Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний"; 650002 Кемерово, Сосновы бульвар, 6, Российская Федерация

Введение. Уровень перфузии головного мозга у пациентов с мультифокальным атеросклерозом зависит не только от ограничения кровотока по каротидным артериям, но и от степени изменений миокарда.

Цель исследования: определить наличие связи между показателями регионарного мозгового кровотока по данным ОФЭКТ и эхокардиографическими параметрами сердечной деятельности и проанализировать механизм их взаимоотношений.

Материал и методы. Обследовано 22 пациента (18 мужчин и 4 женщины в возрасте $64 \pm 6,5$ года) с признаками хронической сердечной недостаточности (ХСН) и мультифокальным атеросклерозом с поражением каротидных и коронарных артерий, подвергшихся симультанному хирургическому вмешательству. Всем пациентам выполнялось эхокардиографическое исследование сердца и ОФЭКТ головного мозга.

Результаты. Выявлены умеренные прямые корреляционные связи между показателями регионарного мозгового кровотока (рМК) и фракцией выброса (ФВ) ($p = 0,009307$), УО/КДО ($p = 0,012431$); умеренные обратные корреляционные связи между показателями рМК и УО ($p = 0,002913$), КДО ($p = 0,031737$), КСО ($p = 0,016483$), КСО/КДО ($p = 0,010645$), КСО/УО ($p = 0,007255$). В послеоперационном периоде выявлена умеренная прямая корреляционная связь показателей когнитивного статуса и показателей перфузии головного мозга в правой затылочной, теменной и лобной доле ($p = 0,021162$, $R = 0,511475$).

Заключение. Изученные нами эхокардиографические параметры у пациентов с ХСН коррелируют с показателями регионарного мозгового кровотока, причем эта связь в большей степени выражена не для ФВ, а прослеживается между параметрами КДО, КСО и их соотношением по принципу "золотой пропорции". Полученные данные по перфузии головного мозга методом ОФЭКТ связаны с показателями сердечной деятельности и отражают тяжесть ХСН.

Ключевые слова: ОФЭКТ, симультанное хирургическое вмешательство, регионарный мозговой кровоток, КДО, КСО, УО, ФВ

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Короткевич А.А., Семенов С.Е., Малева О.В., Трубникова О.А. Некоторые аспекты кардиocereбральных отношений у хирургических пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сердечной недостаточностью. *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (2): 101–112. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1048>

Поступила в редакцию: 11.07.2021. **Принята к печати:** 19.01.2022. **Опубликована online:** 15.05.2022.

Some aspects of cardio-cerebral relationship in surgical patients with multifocal atherosclerosis and heart failure

© Aleksey A. Korotkevich*, Stanislav E. Semenov, Ol'ga V. Maleva, Ol'ga A. Trubnikova

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases; 6, Sosnovy blvd., Kemerovo, 650000, Russian Federation



Relevance. The level of cerebral perfusion in patients with multifocal atherosclerosis depends not only on the restriction of blood flow through the carotid arteries, but also on the degree of myocardial changes.

Goal of investigation. Determine the presence of a relationship between the indices of regional cerebral blood flow according to SPECT data and echocardiographic parameters of cardiac activity and analyze the mechanism of their relationship.

Material and methods. We examined 22 patients (18 men and 4 women aged 64 ± 6.5 years) with signs of chronic heart failure and multifocal atherosclerosis with the involvement of carotid and coronary arteries, who underwent simultaneous surgery. All patients underwent echocardiographic examination of the heart and SPECT of the brain.

Results. Moderate direct correlations were revealed between the indices of regional cerebral blood flow (CBF) and ejection fraction ($p = 0.009307$), SV/EDV ($p = 0.012431$); moderate inverse correlations between the indices of CBF and SV ($p = 0.002913$), EDV ($p = 0.031737$), ESV ($p = 0.016483$), ESV/EDV ($p = 0.010645$), ESV/SV ($p = 0.007255$). In the postoperative period, a moderate direct correlation was found between indicators of cognitive status (MMSE) and indicators of cerebral perfusion in the right occipital, parietal and frontal lobes ($p = 0.021162$, $R = 0.511475$).

Conclusion. The echocardiographic parameters we studied in patients with chronic heart failure correlate with indicators of regional cerebral blood flow, and this relationship is more pronounced not in the ejection fraction, but is traced between the parameters of the end diastolic volume, end systolic volume and their ratio according to the principle of the golden ratio. The data obtained on the perfusion of the brain by the SPECT method are associated with indicators of cardiac activity and reflect the severity of chronic heart failure.

Keywords: SPECT, simultaneous surgery, cerebral blood flow, EDV, ESV, EF, SV

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Korotkevich A.A., Semenov S.E., Maleva O.V., Trubnikova O.A. Some aspects of cardio-cerebral relationship in surgical patients with multifocal atherosclerosis and heart failure. *Medical Visualization*. 2022; 26 (2): 101–112. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1048>

Received: 11.07.2021.

Accepted for publication: 19.01.2022.

Published online: 15.05.2022.

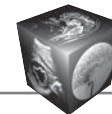
Цель исследования

Выявить наличие связи между показателями регионарного мозгового кровотока по данным ОФЭКТ и эхокардиографическими параметрами сердечной деятельности и проанализировать механизм их взаимоотношений у хирургических пациентов с мультифокальным атеросклерозом и сердечной недостаточностью.

Введение

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) является одной из главных причин летальности у пациентов с сердечно-сосудистой патологией, однако, несмотря на значительный прогресс в определении тактики ведения и применении лекарственной терапии у данной категории пациентов, распространенность ХСН продолжает расти [1]. Сердечная недостаточность (СН) связана с системным снижением перфузии и увеличением застойных явлений в большом и малом круге кровообращения, приводящим к нарушению функции органов, и является одной из экстрацеребральных причин, ведущих к развитию нарушений мозгового кровотока [2]. В отношении головного мозга в течение многих лет ряд исследований сообщает о связи между застойной СН и когнитивными нарушениями [3]. Знания об этиологии когнитивных нарушений у пациентов с СН ограничены, в качест-

ве причин рассматривается несколько вариантов. Во-первых, СН за счет нарушения сократительной функции сердца, снижения сердечного выброса может привести к хронической гипоперфузии головного мозга, способствуя формированию или утяжелению когнитивных расстройств. Другими причинами могут выступать тромбоэмболия, ведущая к ишемическому поражению головного мозга, и атеросклероз, который часто присутствует у пациентов с сердечно-сосудистыми и цереброваскулярными заболеваниями. Перфузия головного мозга находится под строгим контролем и защищена механизмом ауторегуляции, остается постоянной при изменениях перфузионного давления в широком диапазоне [4]. У пациентов с тяжелой СН описаны изменения регионарного и глобального кровотока головного мозга, что часто сопровождается когнитивной дисфункцией и, вероятно, связанными с этим затруднениями при распознавании симптомов ухудшения клинической картины и корректировке лекарственной терапии [5]. Предоставить объективные данные о структурном и функциональном состоянии головного мозга способны разнообразные методы лучевой диагностики, среди которых наиболее распространенными являются компьютерная и магнитно-резонансная томография, однако также ценные сведения о церебральной перфузии раскрываются методами однофотонно-эмиссион-



ной и позитронно-эмиссионной томографии. Кроме того, радиоизотопная диагностика позволяет проводить исследования с нейроактивными и фармакологическими пробами для оценки нейронной активности в различных областях головного мозга [6], что позволяет изучать вариации регионального мозгового кровотока в различных условиях, способствует исследованию сенсорной, моторной и когнитивной активности в норме и при патологии головного мозга [7].

Материал и методы

В ходе исследования были изучены данные о состоянии регионарного мозгового кровотока у 22 пациентов с мультифокальным атеросклерозом в возрасте $64 \pm 6,5$ года (18% женщины и 82% мужчины). У всех обследуемых имелись клинические признаки ХСН, у 16 (73%) ХСН I и у 6 (17%) ХСН II, также по данным дополнительных методов обследования у всех были выявлены гемодинамически значимые стенозы внутренних сонных и коронарных артерий. Клиническая картина стенокардии II функционального класса (ФК) прослеживалась у 68% пациентов ($n = 15$), III ФК отмечался у 23% пациентов ($n = 5$), также в 9% случаев ($n = 2$) определялась безболевого форма ишемии миокарда. Указания на перенесенный инфаркт миокарда имелись в 77% случаев ($n = 17$), также 27% пациентов ($n = 6$) имели в анамнезе острое нарушение мозгового кровообращения. В качестве хирургической тактики у данной группы пациентов было определено симультанное вмешательство в условиях искусственного кровообращения в виде односторонней каротидной эндартерэктомии в сочетании с аортокоронарным и маммарокоронарным шунтированием.

Для изучения перфузии головного мозга пациентам до и после операции проводили однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ) с применением гидрофильного радиофармацевтического препарата (РФП) "Церетек" (экзаметазим технеция (^{99m}Tc)). Исследование проводилось по стандартному протоколу с применением низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения (LEHR), время на проекцию 30 с, матрица 128×128 . Получение данных осуществлялось на аппарате Discovery NM/CT 670 (GE Medical Systems, Israel). Активность изотопа в РФП составляла 740 МБк. Последующая обработка полученных данных осуществлялась в специализированном приложении Brain Spect. Для реконструкции изображений использовали итеративный алгоритм OSEM/MLEM.

Областью интереса на 12 аксиальных срезах всего головного мозга толщиной 6 мм являлись

корковые зоны лобных, височных, затылочных, теменных долей, область базальных ядер и таламусы. Распределение РФП в корковых зонах на каждом аксиальном срезе оценивали с использованием 8-сегментарной модели. Референсной зоной выступал мозжечок.

Для модификации данных ОФЭКТ в показатели регионарного мозгового кровотока (рМК) в мл/100 г/мин применялась трехкомпонентная модель кинетики N. Lassen и соавт. [8].

Всем пациентам до операции и в раннем послеоперационном периоде проводили трансторакальную эхокардиографию на аппаратах Philips Clear Vue 550, Philips iE33, протокол содержал оценку размеров полостей сердца и сократительной функции желудочков, оценку клапанного аппарата из стандартных позиций. Изучались данные размеров полостей сердца, полученные по методике Тейхольца.

В послеоперационном периоде данные нейропсихологического тестирования, эхокардиографии, ОФЭКТ головного мозга были получены на 5–7-е сутки.

Статистическая обработка данных проводилась в программе STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc.). Результаты в работе показаны как среднее арифметическое число, стандартное отклонение, верхние и нижние проценти. Для количественной оценки статистического изучения связи между явлениями использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для оценки различия между двумя независимыми выборками использовали критерий Манна–Уитни. Уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

Корреляционный анализ показателей перфузии в дооперационном периоде и фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) показал статистическую связь в правой затылочной и теменной доле, в верхних отделах левой затылочной и лобной доли, в левой теменной доле ($R = 0,541116$, $p = 0,009307$), связь умеренная прямая.

Для изучения связи между показателями рМК и ФВ ЛЖ в дооперационном периоде мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины ФВ ЛЖ, деление было не совсем типичным в связи с тем, что только у 3 пациентов ФВ ЛЖ была в диапазоне 40–49% и у 1 пациента – ниже 40%: в 1-й группе ($n = 10$) ФВ ЛЖ составила $49,7 \pm 7,24$ [34; 57]%, показатели рМК – $40,5 \pm 5,5$ [30; 50] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 12$) ФВ – $65,33 \pm 4,08$ [60; 72]%, показатели рМК – $47,17 \pm 3,9$ [43; 53] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между группами

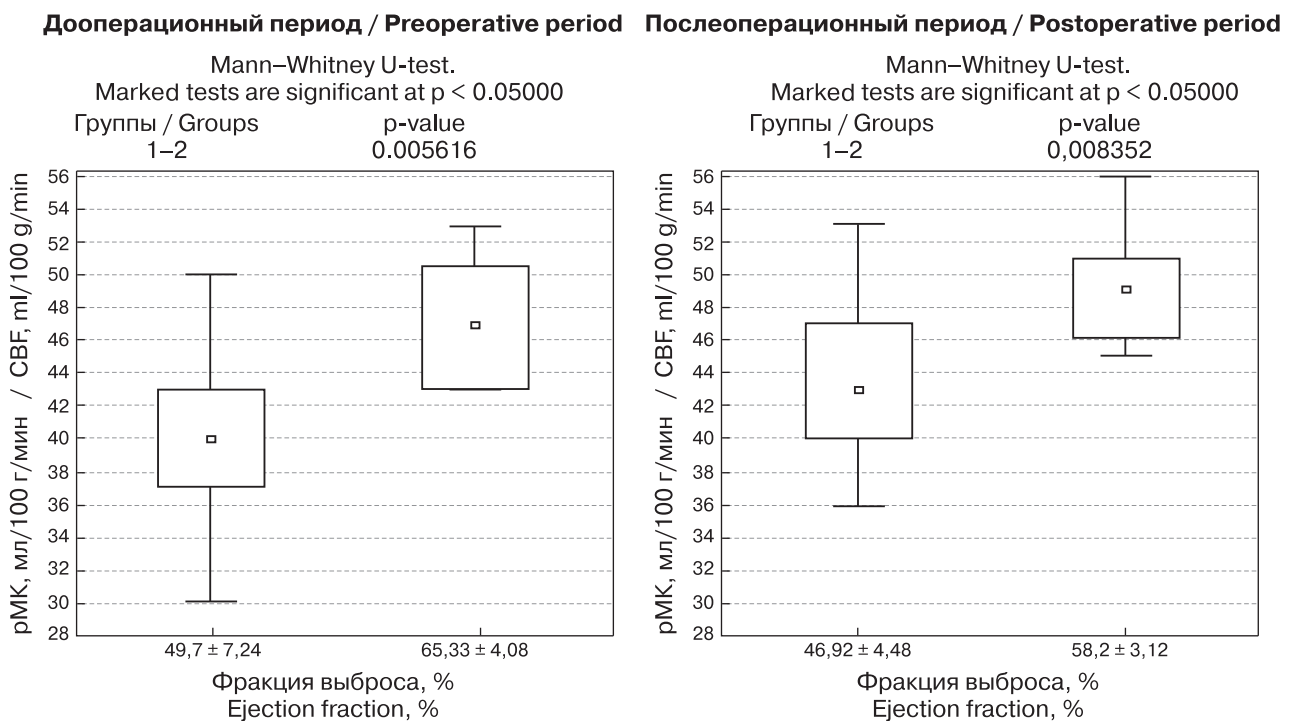


Рис. 1. Диаграмма размаха. Различия между показателями рМК у пациентов в зависимости от фракции выброса.

Fig. 1. Boxplot. Differences between CBF in patients depending on the ejection fraction.

($p = 0,005616$), показатели Cerebral Blood Flow (CBF) во 2-й группе выше на 6,67 мл/100 г/мин.

Корреляционный анализ показателей перфузии в послеоперационном периоде и ФВ ЛЖ показал статистическую связь в области базальных ядер справа и слева, в правой теменной доле, в нижних отделах лобных долей, в верхнем отделе левой теменной доли ($R = 0,514894$, $p = 0,014203$), связь умеренная прямая. В сравнении с дооперационными данными участки головного мозга, в которых ранее определялась связь ФВ ЛЖ с рМК, существенно уменьшились в размерах.

Для изучения связи между показателями рМК и ФВ ЛЖ в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины ФВ ЛЖ: в 1-й группе ($n = 12$) ФВ ЛЖ составила $46,92 \pm 4,48$ [40; 52]%, показатели рМК – $43,5 \pm 4,8$ [36; 53] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 10$) ФВ – $58,2 \pm 3,12$ [54; 64]%, показатели рМК – $49,2 \pm 3,7$ [45; 56] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между группами ($p = 0,008352$), показатели CBF во 2-й группе выше на 5,7 мл/100 г/мин (рис. 1).

Корреляционный анализ показателей перфузии в послеоперационном периоде и ударного объема (УО) показал статистическую связь в верхнем отделе левой лобной доли, в левой теменной доле, в левой затылочной доле, в верхнем отделе

правой затылочной доли, в правой теменной доле ($R = -0,604003$, $p = 0,002913$), связь умеренная обратная. В дооперационном периоде статистически значимой связи между УО и рМК не выявлено.

Для изучения связи между показателями рМК и УО мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины УО: в 1-й группе ($n = 11$) УО составил $69,73 \pm 6,39$ [57; 79] мл, показатели рМК – $44,9 \pm 5,5$ [35; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 11$) УО – $90,73 \pm 10,93$ [81; 113] мл, показатели рМК – $39,6 \pm 3,5$ [35; 44] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,015116$), показатели CBF во 2-й группе ниже на 5,26 мл/100 г/мин (рис. 2).

Корреляционный анализ показателей перфузии в дооперационном периоде и конечного диастолического объема (КДО) показал статистическую связь в верхних отделах левой затылочной, левой и правой теменной доли ($R = -0,458797$, $p = 0,031737$), связь умеренная обратная.

Для изучения связи между показателями рМК и КДО мы разделили пациентов на 3 группы в зависимости от величины КДО: в 1-й группе ($n = 7$) КДО составил $129,15 \pm 15$ [108; 141] мл, показатели рМК – $44,57 \pm 4,5$ [39; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 9$) КДО – $158,89 \pm 10,8$ [147; 180] мл, показатели рМК – $41,22 \pm 5,6$ [32; 52] мл/100 г/мин, в 3-й ($n = 6$) КДО – $223,33 \pm 30,7$ [187; 272] мл, показате-

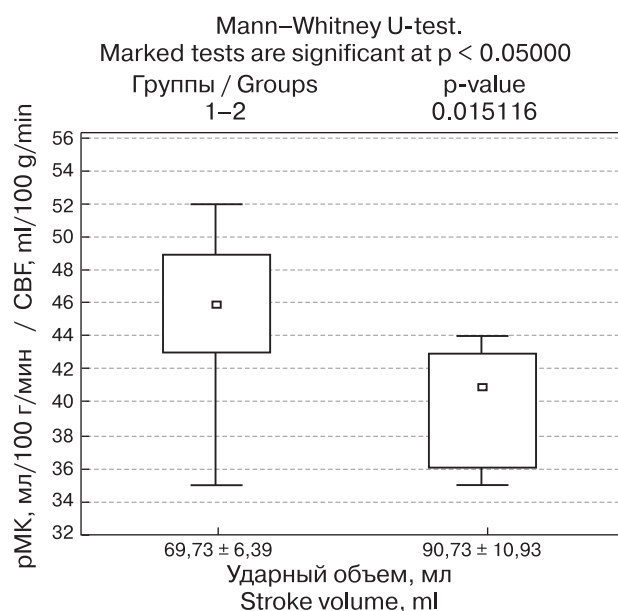
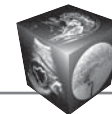


Рис. 2. Диаграмма размаха. Различия между показателями рМК у пациентов в зависимости от ударного объема.

Fig. 2. Boxplot. Differences between CBF in patients depending on the stroke volume.

ли рМК – $38,33 \pm 4,5$ [33; 43] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 3-й группами ($p = 0,045501$), показатели CBF в 3-й группе ниже на 6,24 мл/100 г/мин. Статистически значимых различий между 1-й и 2-й, 2-й и 3-й группами не определялось.

Корреляционный анализ показателей перфузии в послеоперационном периоде и КДО показал статистическую связь в верхнем отделе правой теменной доли, в левой затылочной и теменной доле ($R = -0,727513$, $p = 0,000125$), связь умеренная обратная. Размеры зон, в которых определяется связь между КДО и показателями рМК, в сравнении с дооперационными данными существенно увеличились.

Для изучения связи между показателями рМК и КДО в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 3 группы в зависимости от величины КДО: в 1-й группе ($n = 11$) КДО составил $126,73 \pm 11,96$ [108; 141] мл, показатели рМК – $44,82 \pm 5,4$ [37; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 6$) КДО – $160,17 \pm 11$ [147; 180] мл, показатели рМК – $41,67 \pm 3,3$ [35; 44] мл/100 г/мин, в 3-й ($n = 5$) КДО – $223,8 \pm 14,17$ [201; 239] мл, показатели рМК – $37,4 \pm 2,9$ [35; 41] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 3-й группами ($p = 0,012691$), показатели CBF в 3-й группе ниже на 7,42 мл/100 г/мин.

Статистически значимых различий между 1-й и 2-й, 2-й и 3-й группами не определялось (рис. 3).

Корреляционный анализ показателей перфузии в дооперационном периоде и конечного систолического объема (КСО) показал статистическую связь в верхних отделах правой затылочной и теменной доли, в верхних отделах левой затылочной, теменной и лобной доли ($R = -0,505161$, $p = 0,016483$), связь умеренная обратная.

Для изучения связи между показателями рМК и КСО в дооперационном периоде мы разделили пациентов на 3 группы в зависимости от величины КСО: в 1-й группе ($n = 5$) КСО составил $41 \pm 7,04$ [32; 47] мл, показатели рМК – $46,6 \pm 3,6$ [43; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 10$) КСО – $58,6 \pm 6,38$ [51; 70] мл, показатели рМК – $41 \pm 5,3$ [32; 52] мл/100 г/мин, в 3-й ($n = 5$) КСО – $99,2 \pm 8,76$ [92; 113] мл, показатели рМК – $38,6 \pm 3,97$ [33; 42] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,037337$), показатели CBF во 2-й группе ниже на 5,6 мл/100 г/мин, между 1-й и 3-й группами ($p = 0,012186$), показатели CBF в 3-й группе ниже на 8 мл/100 г/мин. Статистически значимых различий между 2-й и 3-й группами не определялось.

Корреляционный анализ показателей перфузии в послеоперационном периоде и КСО показал статистическую связь в области базальных ядер справа, в верхнем отделе правой теменной доли, в нижнем отделе правой лобной доли, в верхних отделах левой теменной и затылочной доли ($R = -0,652391$, $p = 0,001$), связь умеренная обратная. В сравнении с дооперационными данными отмечается увеличение размеров зон в теменных долях, в которых коррелируют показатели КСО и рМК, уменьшение зоны в левой затылочной доле.

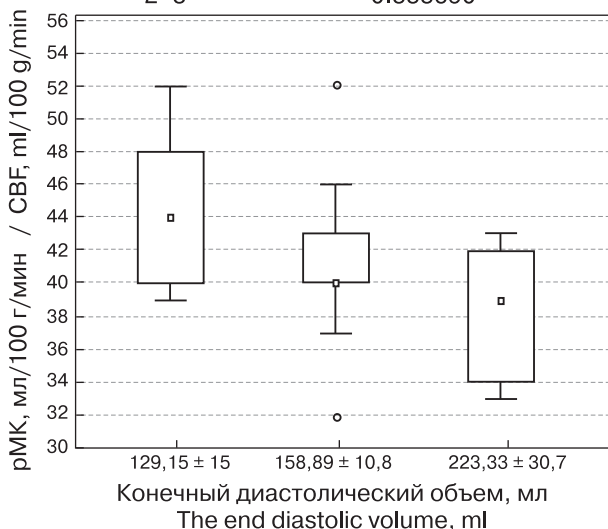
Для изучения связи между показателями рМК и КСО в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 3 группы в зависимости от величины КСО: в 1-й группе ($n = 8$) КСО составил $50,75 \pm 3,88$ [47; 58] мл, показатели рМК – $44,13 \pm 5,5$ [36; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 8$) КСО – $71,88 \pm 8,74$ [62; 83] мл, показатели рМК – $43,38 \pm 3,4$ [37; 49] мл/100 г/мин, в 3-й ($n = 6$) КСО – $121,33 \pm 13,79$ [108; 141] мл, показатели рМК – $37 \pm 2,8$ [35; 41] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 3-й группами ($p = 0,008132$), показатели CBF в 3-й группе ниже на 8,13 мл/100 г/мин, между 2-й и 3-й группами ($p = 0,005510$), показатели CBF в 3-й группе ниже на 6,38 мл/100 г/мин. Статистически значимых различий между 1-й и 2-й группами не определялось (рис. 4).



Дооперационный период / Preoperative period

Mann–Whitney U-test.
Marked tests are significant at $p < 0.05000$

Группы / Groups	p-value
1–2	0.244278
1–3	0.045501
2–3	0.555690



Послеоперационный период / Postoperative period

Mann–Whitney U-test.
Marked tests are significant at $p < 0.05000$

Группы / Groups	p-value
1–2	0.209009
1–3	0.012691
2–3	0.055235

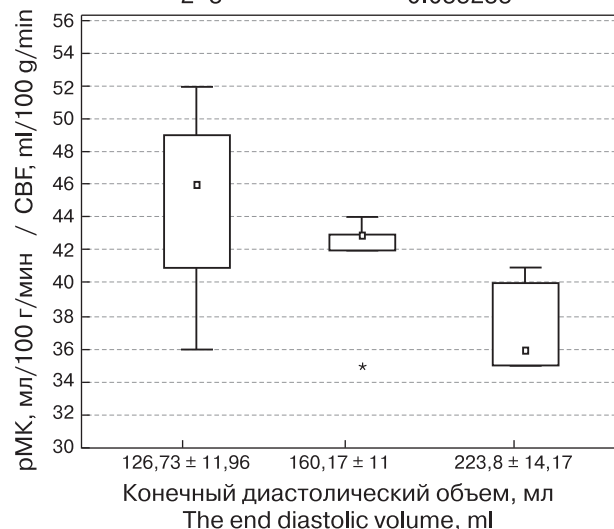


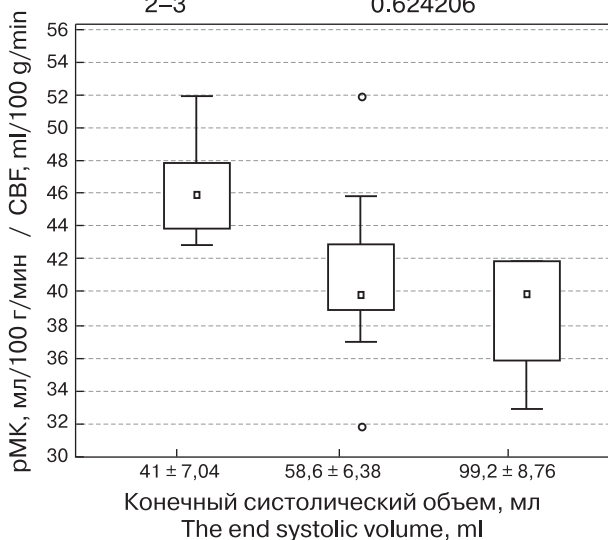
Рис. 3. Диаграмма размаха. Различия между показателями рМК у пациентов в зависимости от конечного диастолического объема.

Fig. 3. Boxplot. Differences between CBF in patients depending on the end diastolic volume.

Дооперационный период / Preoperative period

Mann–Whitney U-test.
Marked tests are significant at $p < 0.05000$

Группы / Groups	p-value
1–2	0.037337
1–3	0.012186
2–3	0.624206



Послеоперационный период / Postoperative period

Mann–Whitney U-test.
Marked tests are significant at $p < 0.05000$

Группы / Groups	p-value
1–2	0.599511
1–3	0.008132
2–3	0.005510

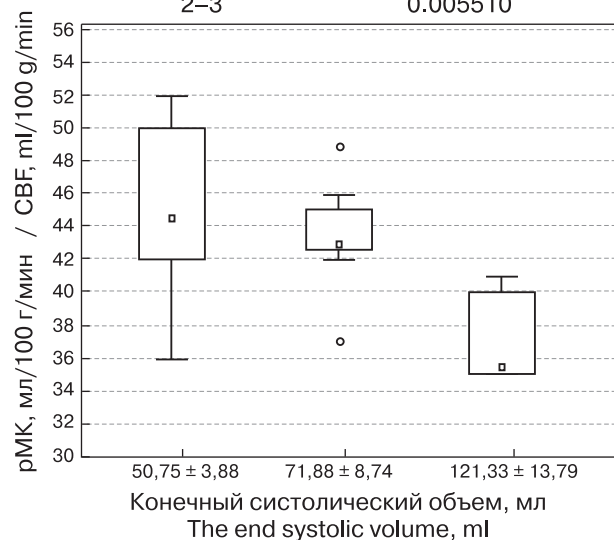


Рис. 4. Диаграмма размаха. Различия между показателями рМК у пациентов в зависимости от конечного систолического объема.

Fig. 4. Boxplot. Differences between CBF in patients depending on the end systolic volume.

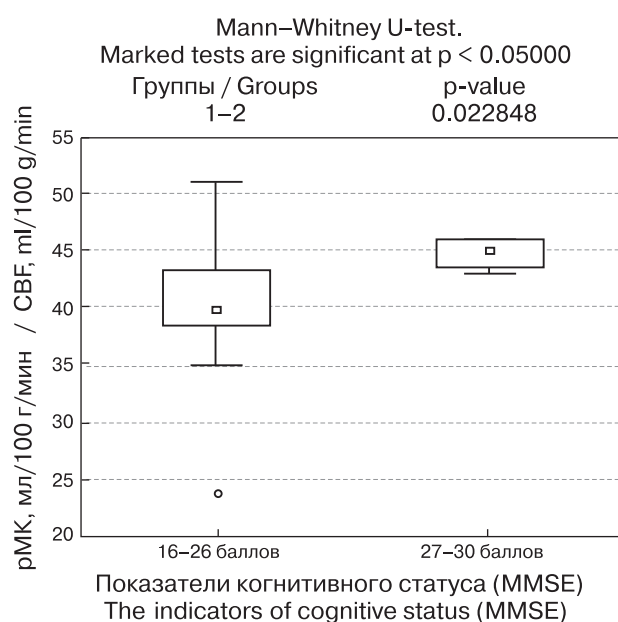
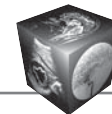


Рис. 5. Диаграмма размаха. Различия между показателями рМК у пациентов в зависимости от показателей когнитивного статуса.

Fig. 5. Boxplot. Differences between CBF in patients depending on the indicators of cognitive status.

Корреляционный анализ показателей перфузии головного мозга в послеоперационном периоде и показателей когнитивного статуса (MMSE) выявил статистически значимую связь в правой затылочной, теменной и лобной доле ($p = 0,021162$, $R = 0,511475$), связь умеренная прямая. Для изучения связи мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от суммы баллов по шкале MMSE: в 1-й группе сумма баллов составила 16–26 баллов ($n = 12$), показатели рМК – $40,17 \pm 6,6$ [24; 51] мл/100 г/мин, во 2-й сумма баллов – 27–30 баллов ($n = 8$), показатели рМК – $44,75 \pm 1,3$ [43; 46] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между группами ($p = 0,022848$), показатели перфузии в 1-й группе были ниже на 4,55 мл/100 г/мин (рис. 5).

Корреляционный анализ показателей перфузии в дооперационном периоде и значений КСО/КДО, КСО/УО, УО/КДО показал статистическую связь в одних и тех же зонах в правой затылочной доле, в правой теменной доле, в верхнем отделе левой лобной доли, в левой теменной доле, в левой затылочной доле; для КСО/КДО ($R = -0,533002$, $p = 0,010645$) связь умеренная обратная, для КСО/УО ($R = -0,555661$, $p = 0,007255$) связь умеренная обратная, для УО/КДО ($R = 0,523382$, $p = 0,012431$) связь умеренная прямая.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения КСО/КДО мы разделили пациентов

на 2 группы в зависимости от величины КСО/КДО: в 1-й группе ($n = 12$) КСО/КДО составило $0,35 \pm 0,04$ [0,28; 0,4], показатели рМК – $47,17 \pm 3,9$ [43; 53] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 10$) КСО/КДО – $0,5 \pm 0,07$ [0,43; 0,66], показатели рМК – $40,5 \pm 5,5$ [30; 50] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,005616$), показатели CBF во 2-й группе ниже на 6,67 мл/100 г/мин.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения КСО/УО мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины КСО/УО: в 1-й группе ($n = 13$) КСО/УО составило $0,55 \pm 0,1$ [0,39; 0,75], показатели рМК – $45,85 \pm 6,1$ [30; 53] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 9$) КСО/УО – $1,1 \pm 0,37$ [0,78; 1,96], показатели рМК – $41,67 \pm 4,4$ [36; 50] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,033161$), показатели CBF во 2-й группе ниже на 4,18 мл/100 г/мин.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения УО/КДО мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины УО/КДО: в 1-й группе ($n = 10$) УО/КДО составило $0,5 \pm 0,072$ [0,34; 0,57], показатели рМК – $38,8 \pm 2,1$ [37; 43] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 12$) УО/КДО – $0,65 \pm 0,04$ [0,6; 0,72], показатели рМК – $42,2 \pm 3,4$ [37; 48] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,019367$), показатели CBF во 2-й группе выше на 3,37 мл/100 г/мин.

Корреляционный анализ показателей перфузии в послеоперационном периоде и значений КСО/КДО, КСО/УО, УО/КДО показал статистическую связь в одних и тех же зонах в области базальных ядер справа и слева, в нижнем отделе правой лобной доли, в верхних отделах обеих теменных долей; для КСО/КДО ($R = -0,519670$, $p = 0,013182$) связь умеренная обратная, для КСО/УО ($R = -0,520221$, $p = 0,013068$) связь умеренная обратная, для УО/КДО ($R = 0,515821$, $p = 0,014$) связь прямая умеренная. В сравнении с дооперационными данными участки головного мозга, в которых ранее определялась связь КСО/КДО, КСО/УО, УО/КДО с рМК, существенно уменьшились в размерах.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения КСО/КДО в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины КСО/КДО: в 1-й группе ($n = 11$) КСО/КДО составило $0,42 \pm 0,033$ [0,36; 0,47], показатели рМК – $45,2 \pm 4,8$ [36; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 11$) КСО/КДО – $0,54 \pm 0,043$ [0,48; 0,6], показатели рМК – $39,4 \pm 3,9$ [35; 46] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статисти-



стически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,007828$), показатели CBF во 2-й группе ниже на $5,82$ мл/100 г/мин.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения КСО/УО в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины КСО/УО: в 1-й группе ($n = 14$) КСО/УО составило $0,79 \pm 0,128$ [0,57; 0,99], показатели рМК – $44,4 \pm 4,8$ [36; 52] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 8$) КСО/УО – $1,25 \pm 0,2$ [1,04; 1,52], показатели рМК – $38,5 \pm 3,6$ [35; 43] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,007019$), показатели CBF во 2-й группе ниже на $5,93$ мл/100 г/мин.

Для изучения связи между показателями рМК и отношения УО/КДО в послеоперационном периоде мы разделили пациентов на 2 группы в зависимости от величины УО/КДО: в 1-й группе ($n = 9$) УО/КДО составило $0,45 \pm 0,047$ [0,36; 0,5], показатели рМК – $38,3 \pm 3,4$ [35; 43] мл/100 г/мин, во 2-й ($n = 13$) – $0,57 \pm 0,039$ [0,51; 0,64], показатели рМК – $45 \pm 4,5$ [36; 52] мл/100 г/мин. Анализ рМК показал статистически значимое различие между 1-й и 2-й группами ($p = 0,002656$), показатели CBF во 2-й группе выше на $6,7$ мл/100 г/мин.

Обсуждение

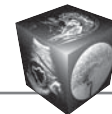
Головной мозг является одним из центральных органов человеческого организма, в силу этого поддержание его оптимальной функции является одной из первоочередных задач нашего тела. Поддержание перфузии головного мозга на постоянном уровне при изменениях притока крови на фоне различных патологий сердечно-сосудистой системы обеспечивается собственной компенсаторной системой ауторегуляции кровотока, однако диапазон ее возможностей коррективки возрастающих отклонений ограничен. У пациентов кардиохирургического профиля с мультифокальным атеросклерозом при оценке состояния головного мозга особый акцент делают на наличие гемодинамически значимых стенозов сонных артерий как на компонент системы, обеспечивающий приток крови к головному мозгу и, следовательно, оказывающий непосредственное влияние на состояние регионарного мозгового кровотока, и на функциональное состояние сердца, как на первичное звено в формировании гемодинамики органов [9]. Снижение функции сердца ведет к нарушению перфузии любого органа, что на начальных этапах может быть скорректировано системой локальной регуляции, однако с прогрессированием СН неизбежно страдает и обеспечение адекватного кровотока, в том числе и в головном мозге. И здесь ценную информацию о состоянии голов-

ного мозга могут дать методы радионуклидной диагностики, способные предоставить сведения непосредственно о клеточной перфузии.

По данным литературы, главную роль в оценке функционального состояния миокарда и процессов ремоделирования сердца у пациентов с ХСН играет эхокардиография. С этой целью используют как традиционные эхокардиографические параметры, такие как конечный диастолический размер (КДР), конечный систолический размер (КСР), КСО, КДО, УО, ФВ ЛЖ, так и различные индексы, построенные на соотношении этих величин [10]. Прогрессирование СН характеризуется увеличением размеров и объемов полостей сердца, изменением толщины миокарда и снижением его сократительной способности. В нашей работе мы исследовали связь между отдельными эхокардиографическими показателями сердечной деятельности и состоянием регионарного мозгового кровотока по данным ОФЭКТ у пациентов кардиохирургического профиля с установленным диагнозом мультифокальный атеросклероз (МФА) и ХСН в дооперационном и раннем послеоперационном периоде, которые подверглись одномоментному хирургическому вмешательству на каротидных и коронарных артериях.

Ряд исследователей в своих работах отмечают снижение перфузии, связанное с СН, в определенных областях коры головного мозга, и предполагают, что функциональный дефицит в этих зонах может иметь отношение к патофизиологии когнитивных нарушений у пациентов с СН [11]. Несмотря на то что корреляция между показателями перфузии и данными когнитивного статуса по шкале MMSE у пациентов определялась только в послеоперационном периоде, что может быть следствием влияния периоперационных факторов, некоторые тесты демонстрировали связь как в дооперационном, так и в послеоперационном периоде. Так, определялась умеренная отрицательная связь между показателями рМК и сложной зрительно-моторной реакцией ($p = 0,014623$) в обоих полушариях в области базальных ядер, в лобных, теменных и затылочных долях; между показателями рМК и тестами на внимание – умеренная прямая связь ($p = 0,037599$) в правой лобной и теменной, левой теменной доле; между показателями рМК и тестами на память ($p = 0,015300$) – в отдельных сегментах лобных затылочных и теменных долей.

Фракция выброса левого желудочка является одним из наиболее часто применяемых эхокардиографических критериев для оценки тяжести СН [12]. Проведенный нами анализ как в дооперационном, так и в послеоперационном периоде пока-



зал наличие связи между ФВ ЛЖ и показателями рМК в определенных зонах головного мозга, при низких показателях ФВ ЛЖ отмечаются более низкие показатели перфузии, а, как известно, выраженность клинических проявлений при СН напрямую связана со степенью снижения ФВ ЛЖ. В литературе встречаются работы со схожими с нашими данными о связи между нарушением функции левого желудочка и снижением перфузии головного мозга у пациентов с ишемической болезнью сердца, что более выражено в функциональных областях головного мозга, связанных с когнитивной функцией [13, 14]. Следует отметить, что в раннем послеоперационном периоде данные зоны отличаются по локализации и протяженности от дооперационного периода, с одной стороны, определяются новые участки в лобных долях и в области базальных ядер справа и слева, с другой стороны, из ранее выявленных изменения сохраняются только в отдельных сегментах теменных долей. Показатели рМК в указанных зонах на до- и послеоперационном этапе статистически значимо не отличаются, показатели же ФВ ЛЖ после операции статистически значимо ниже на $6,2$ ($p = 0,000681$).

В источниках литературы встречаются данные о том, что ряд других эхокардиографических параметров показывает более тесную корреляцию с тяжестью СН, чем ФВ ЛЖ [15], ввиду наличия как систолической, так и диастолической дисфункции миокарда [16]. Два других показателя, КСО и КДО, в нашем исследовании также продемонстрировали связь с рМК, при увеличении данных показателей определяются статистически значимо более низкие значения перфузии головного мозга, что также не противоречит данным литературы, согласно которым у пациентов с прогрессированием СН наблюдается увеличение объемов полостей сердца как в систолу, так и в диастолу [17], а также отмечается ухудшение показателей когнитивных функций головного мозга [18, 19]. Следует отметить, что подобное соотношение эхокардиографических показателей и данных ОФЭКТ прослеживается как в дооперационном, так и в раннем послеоперационном периоде. Показатели рМК в этих сегментах, значения КДО и КСО в до- и послеоперационном периоде статистически значимо не отличаются, однако после хирургического вмешательства зоны с корреляцией показателей увеличиваются в размерах (в большей степени это относится к КДО).

Еще один изучаемый показатель, УО, продемонстрировал статистическую связь с рМК только в послеоперационном периоде, анализ данных показал, что при более высоких значениях этого

показателя отмечается более низкий уровень перфузии головного мозга. В раннем послеоперационном периоде показатели УО в целом стали статистически ниже на $13,68 \pm 16$ мл, $p = 0,000983$. Причем в группе с показателями УО $69,73 \pm 6,39$ мл в сравнении с дооперационными значениями отмечалось снижение КДО (статистически значимое, $p = 0,049951$) на $23,64 \pm 35,21$ мл и КСО (статистически незначимое) на $1,45 \pm 28,44$ мл, а также статистически значимое снижение УО ($p = 0,003346$) на $22,18 \pm 15,68$ мл и ФВ ($p = 0,009926$) на $8,45 \pm 7,49\%$. В группе же с показателями УО $90,73 \pm 10,93$ мл значения КДО и КСО изначально были выше, а после операции отмечалось статистически незначимое увеличение КДО на $5,45 \pm 28,65$ мл и КСО на $10,64 \pm 21,1$ мл, а также статистически значимое снижение ФВ на $3,9 \pm 4,39\%$ ($p = 0,015157$) и незначимое снижение УО на $5,18 \pm 11,55$ мл. Возможно, полученные нами данные именно об обратной связи между УО и рМК связаны в первую очередь с тяжестью СН и обусловлены тем, что в группе обследуемых более высокие значения УО сопровождалось большими показателями КДО и КСО, значимость и целесообразность использования которых в качестве показателей СН показана в ряде работ [20]. Так, расширение полостей сердца сопровождается изменением сократительной способности миокарда, и, несмотря на большой объем выбрасываемой сердцем крови, расширенному сердцу требуется на это более длительный промежуток времени, и, как следствие, наблюдается замедление кровотока в органах, в том числе в головном мозге. С другой стороны, расширение полостей сердца может привести к недостаточности клапанного аппарата сердца различной степени выраженности, что сопровождается возвращением части объема крови в полости сердца, и, как следствие, несмотря на большой УО, сопровождаться снижением перфузии органов. В пользу этого может свидетельствовать то, что у 14 (64%) пациентов после операции отмечалось снижение сократительной функции миокарда или усиление регургитации на митральном клапане, из них 9 относились ко 2-й группе с более высокими показателями УО.

Нередко важные сведения о состоянии сердечно-сосудистой системы дают не абсолютные показатели, отражающие структурные и функциональные изменения сердца, а отношения между ними. В настоящее время доказано, что в основе работы сердца здорового человека лежит закон “золотого сечения”, согласно которому целое относится к большей его части так же, как большая часть относится к меньшей. Соотношения КСО



к УО и УО к КДО у здорового человека составляют 0,618, а КСО/КДО 0,382. Нарушение данных пропорций наблюдается при патологических изменениях сердца, и чем больше отклонение, тем более выражено поражение сердца [21]. В работе Ю.С. Малова и соавт. показано, что более высокая степень ХСН сопровождается увеличением отношений КДО к КСО и КСО к УО, снижением УО/КДО [22], чему не противоречат полученные нами данные. Мы наблюдали статистически значимо более низкие показатели перфузии головного мозга в правой затылочной доле, в правой теменной доле, в верхнем отделе левой лобной доли, в левой теменной доле, в левой затылочной доле у пациентов с более высокими значениями КДО/КСО и КСО/УО и более низкими значениями УО/КДО. Таким образом можно проследить изменения показателей регионарного мозгового кровотока у пациентов с ХСН в связи с эхокардиографическими параметрами, что может в определенной степени отражать тяжесть ХСН.

Заключение

Изученные нами эхокардиографические параметры у пациентов с ХСН и мультифокальным атеросклерозом коррелируют с показателями регионарного мозгового кровотока, причем эта связь в большей степени выражена не у ФВ, а прослеживается между параметрами КДО, КСО и их соотношением по принципу “золотой пропорции”. Полученные данные по перфузии головного мозга методом ОФЭКТ связаны с показателями сердечной деятельности и отражают тяжесть ХСН, причем характер их связи в до и послеоперационном периоде (после коррекции нарушений кровотока по сонным артериям) схож, что может свидетельствовать о значимом вкладе ремоделирования сердца в формирование гемодинамики головного мозга.

Участие авторов

Короткевич А.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Семенов С.Е. – концепция и дизайн исследования, написание текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Малева О.В. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных.

Трубникова О.А. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Korotkevich A.A. – concept and design of the study, collection and analysis of data, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article.

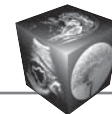
Seменов S.E. – concept and design of the study, writing text, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Maleva O.V. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data.

Trubnikova O.A. – text preparation and editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Список литературы

1. Резник Е.В., Никитин И.Г. Алгоритм лечения больных с хронической сердечной недостаточностью с низкой фракцией выброса левого желудочка. *Архив внутренней медицины*. 2018; 8 (2): 85–99. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2018-8-2-85-99>
2. Акимов Н.С., Зуев В.В., Мартынович Т.В., Соколов И.М., Шварц Ю.Г. Взаимосвязь тяжести хронической сердечной недостаточности с состоянием центральной нервной системы при ишемической болезни сердца. *Фундаментальные исследования*. 2011; 11–3: 467–471.
3. Furuang L., Wollmer P., Siennicki-Lantz A., Elmståh S. Cardiac ventricular dimensions predict cognitive decline and cerebral blood flow abnormalities in aging men. *BMC Geriatrics*. 2013; 13: 45. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-13-45>
4. Семенов С.Е., Милюевский Н.И., Короткевич А.А., Портнов Ю.М., Семенов А.С. Исследование перфузии при нарушениях церебрального кровообращения. Часть III (Бесконтрастные способы. Целесообразность и безопасность). Обзор. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2018; 7 (4): 101–111. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2018-7-4-101-111>
5. Erkelens C.D., Van der Wal H.H., De Jong B.M. et al. Dynamics of cerebral blood flow in patients with mild non-ischaemic heart failure. *Eur. J. Heart Failure*. 2017; 19 (2): 261–268. <https://doi.org/10.1002/ejhf.660>
6. Усов В.Ю., Синицын В.Е., Обрадович В., Драгутинович Г., Ефимова И.Ю., Плотников М.П., Карпов Р.С. Оценка реактивности кровотока головного мозга с помощью аденозиновой пробы у пациентов со стенозом сонных артерий по данным МРТ и эмиссионной томографии с ^{99m}Tc-ГМПАО. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2000; 6: 4–9.
7. Бабиянц А.Я., Хананашвили Я.А. Мозговое кровообращение: физиологические аспекты и современные методы исследования. *Журнал фундаментальной медицины и биологии*. 2018; 3: 46–54.
8. Lassen N.A., Andersen A.R., Friberg L., Paulson O.B. The retention of [^{99m}Tc]-d,l-HM-PAO in the human brain after intracarotid bolus injection: a kinetic analysis. *J. Cerebral Blood Flow Metabol.* 1988; 8: 13–22. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.1988.28>
9. Шестакова М.В., Василенко А.Ф., Григоричева Е.А., Карпова М.И., Шамуров Ю.С., Епанешникова Н.В., Истомина В.В. Когнитивные функции у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Журнал*



- неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014; 114 (6): 70–73.
10. Казаковцева Т.А., Шостак Н.А. Эхокардиографические и лабораторные маркеры хронической сердечной недостаточности: возможно ли их использование при ревматических пороках сердца? *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2009; 5 (1): 33–36. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2009-5-1-33-36>
 11. Alves T.C., Rays J., Fráguas R. Jr. et al. Localized cerebral blood flow reductions in patients with heart failure: a study using ^{99m}Tc -HMPAO SPECT. *J. Neuroimaging*. 2005; 15 (2): 150–156. <https://doi.org/10.1177/1051228404272880>
 12. Акимова Н.С., Соколов И.М., Мартынович Т.В., Шварц Ю.Г. Морфофункциональное состояние головного мозга при хронической сердечной недостаточности. *Кардиосомастика*. 2017; 8 (2): 59–62.
 13. Lu X., Nie B.B., Yun M.K. et al. Association between brain glucose metabolism and cardiac dysfunction in patients with ischemic heart disease undergoing (18) F-FDG PET/CT imaging. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2020; 48 (3): 211–216. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112148-20190513-00245>
 14. Ampadu J., Morley J.E. Heart failure and cognitive dysfunction. *Int. J. Cardiol*. 2015; 178: 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.087>
 15. Казаковцева Т.А., Шостак Н.А. Есть ли альтернатива фракции выброса в инструментальной оценке тяжести хронической сердечной недостаточности у больных с постинфарктным кардиосклерозом? *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2010; 6 (3): 329–332. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2010-6-3-329-332>
 16. Булашова О.В., Абдрахманова А.И. Ранняя диагностика хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2003; 8 (4): 24–27.
 17. Мазур В.В., Калинин А.М., Мазур Е.С. Особенности ремоделирования сердца на разных стадиях хронической сердечной недостаточности у больных постинфарктным кардиосклерозом и дилатационной кардиомиопатией. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2010; 6 (6): 818–822. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2010-6-6-818-822>
 18. Шварц Ю.Г., Акимова Н.С., Мартынович Т.В. Анализ изменений белого вещества головного мозга и когнитивных расстройств у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и ишемической болезнью сердца. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013; 9 (1): 78–82.
 19. Галаяудинов Г.С., Лонкин М.А. Гендерные различия в качестве жизни и когнитивных нарушениях, а также депрессия у пациентов, страдающих хронической сердечной недостаточностью. *Евразийский союз ученых*. 2016; 1–4 (22): 46–49.
 20. Газизова Д.Ш. Сравнение фракции выброса и конечных объемов левого желудочка как показателей тяжести сердечной недостаточности. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26 (3): 33–40. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-33-40>
 21. Малов Ю.С., Кучмин А.Н., Борисов И.М., Малова А.М. Золотая симметрия – показательно нормы и патологии сердца человека. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2020; 2 (70): 189–194. <https://doi.org/10.17816/brmma50071>
 22. Малов Ю.С., Обрезан А.Г., Косарев М.М. Диагностика хронической сердечной недостаточности с использованием ультразвукового исследования сердца: все ли мы применяем в практической деятельности? *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2010; 2: 23–31.

References

1. Reznik E.V., Nikitin I.G. Algorithm for the treatment of patients with chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2018; 8 (2): 85–99. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2018-8-2-85-99> (In Russian)
2. Akimova N.S., Zuev V.V., Martinovich T.V., Sokolov I.M., Shvarts Y.G. Correlations between severity of chronic heart failure and condition of central nervous system in patients with ischemic heart disease. *Fundamental research*. 2011; 11–3: 467–471. (In Russian)
3. Furuang L., Wollmer P., Siennicki-Lantz A., Elmståh S. Cardiac ventricular dimensions predict cognitive decline and cerebral blood flow abnormalities in aging men. *BMC Geriatrics*. 2013; 13: 45. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-13-45>
4. Semenov S.E., Milinevskiy N.I., Korotkevich A.A., Portnov Yu.M., Semenov A.S. Cerebral perfusion and circulation disturbances. Part III (Non-contrast methods, rationale and safety): A review. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018; 7 (4): 101–111. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2018-7-4-101-111> (In Russian)
5. Erkelens C.D., Van der Wal H.H., De Jong B.M. et al. Dynamics of cerebral blood flow in patients with mild non-ischaemic heart failure. *Eur. J. Heart Failure*. 2017; 19 (2): 261–268. <https://doi.org/10.1002/ehfj.660>
6. Usov V.Yu., Sinitsyn V.E., Obradovich V., Dragutinovich G., Efimova I.Yu., Plotnikov M.P., Karpov R.S. Patterns of cerebral blood flow reactivity in adenosine stress-test in patients with carotid stenosis, evaluated with MRI and ^{99m}Tc -HMPAO SPECT brain study. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2000; 6: 4–9. (In Russian)
7. Babiyants A.Ya., Khananashvili Ya.A. Cerebral circulation: physiological aspects and modern research methods. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii*. 2018; 3: 46–54. (In Russian)
8. Lassen N.A., Andersen A.R., Friberg L., Paulson O.B. The retention of [^{99m}Tc]-d,l-HM-PAO in the human brain after intracarotid bolus injection: a kinetic analysis. *J. Cerebral Blood Flow Metabol*. 1988; 8: 13–22. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.1988.28>
9. Shestakova M.V., Vasilenko A.F., Grigoricheva E.A., Karpova M.I., Shamurov Yu.S., Epaneshnikova N.V., Istomina V.V. Cognitive functions in patients with chronic heart failure. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2014; 114 (6): 70–73. (In Russian)
10. Kazakovtseva T.A., Shostak N.A. Echocardiographic and laboratory markers of chronic heart failure: whether it is possible to use them in rheumatic mitral diseases? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2009; 5 (1): 33–36. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2009-5-1-33-36> (In Russian)
11. Alves T.C., Rays J., Fráguas R. Jr. et al. Localized cerebral blood flow reductions in patients with heart failure: a study using ^{99m}Tc -HMPAO SPECT. *J. Neuroimaging*.



- 2005; 15 (2): 150–156.
<https://doi.org/10.1177/1051228404272880>
12. Akimova N.S., Sokolov I.M., Martynovich T.V., Shvarts Yu.G. Morphofunctional state of the brain in chronic heart failure. *Cardiosomatics*. 2017; 8 (2): 59–62. (In Russian)
 13. Lu X., Nie B.B., Yun M.K. et al. Association between brain glucose metabolism and cardiac dysfunction in patients with ischemic heart disease undergoing (18) F-FDG PET/CT imaging. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2020; 48 (3): 211–216. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112148-20190513-00245>
 14. Ampadu J., Morley J.E. Heart failure and cognitive dysfunction. *Int. J. Cardiol*. 2015; 178: 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.087>
 15. Kazakovtseva T.A., Shostak N.A. Is there an alternative to ejection fraction in instrumental evaluation of chronic heart failure severity in post-myocardial infarction patients? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2010; 6 (3): 329–332. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2010-6-3-329-332> (In Russian)
 16. Bulashova O.V., Abdrakhmanova A.I. Early diagnostics of heart failure in patients with coronary heart disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2003; 8 (4): 24–27. (In Russian)
 17. Mazur V.V., Kalinkin A.M., Mazur E.S. Heart remodeling at different stages of chronic heart failure in patients with postinfarction cardiosclerosis and dilated cardiomyopathy. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2010; 6 (6): 818–822. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2010-6-6-818-822> (In Russian)
 18. Shvarts Yu.G., Akimova N.S., Martynovich T.V. Analysis of changes in white matter of brain and cognitive disturbances in patients with chronic heart failure and ischemic heart disease. *Saratov journal of medical scientific research*. 2013; 9 (1): 78–82. (In Russian)
 19. Galyautdinov G.S., Lonkin M.A. Gendernyye razlichiya v kachestve zhizni i kognitivnykh narusheniyakh, a takzhe depressiya u patsiyentov, stradayushchikh khronicheskoy serdechnoy nedostatochnost'yu. *Eurasian Union of Scientists*. 2016; 1–4 (22): 46–49. (In Russian)
 20. Gazizova D.Sh. Comparison of ejection fraction and end volumes of the left ventricle as indicators of the severity of heart failure. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019; 26 (3): 33–40. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-3-33-40> (In Russian)
 21. Malov Yu.S., Kuchmin A.N., Borisov I.M., Malova A.M. Golden symmetry – an indicator of the norm and pathology of the human heart. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2020; 2 (70): 189–194. <https://doi.org/10.17816/brmma50071> (In Russian)
 22. Malov Yu.S., Obreza A.G., Kosarev M.M. Diagnostics of chronic heart failure using ultrasonic heart examination. Do we apply everything in treatment? *Vestnik of Saint Petersburg university. Medicine*. 2010; 2: 23–31. (In Russian)

Для корреспонденции*: Короткевич Алексей Алексеевич – e-mail: koroaa@kemcardio.ru

Короткевич Алексей Алексеевич – врач-радиолог лаборатории радионуклидных и томографических методов диагностики отделения лучевой диагностики ФГБНУ “Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний”, Кемерово. <https://orcid.org/0000-0002-2835-7779>. E-mail: Lehakor@mail.ru

Семенов Станислав Евгеньевич – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лучевых методов диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБНУ “Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний”, Кемерово. <https://orcid.org/0000-0002-1827-606X>. E-mail: dr_semenov_s@mail.ru

Малева Ольга Валерьевна – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии ФГБНУ “Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний”, Кемерово. <https://orcid.org/0000-0001-7980-7488>. E-mail: maleva.o@mail.ru

Трубникова Ольга Александровна – доктор мед. наук, заведующая лабораторией нейрососудистой патологии ФГБНУ “Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний”, Кемерово. <https://orcid.org/0000-0001-8260-8033>. E-mail: truboa@kemcardio.ru

Contact*: Aleksey A. Korotkevich – e-mail: koroaa@kemcardio.ru

Aleksey A. Korotkevich – radiologist at the Radiology Department, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo. <https://orcid.org/0000-0002-2835-7779>. E-mail: Lehakor@mail.ru

Stanislav E. Semenov – Doct. of Sci. (Med.), Leading Research Officer of the Radiologic Diagnosis Laboratory, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo. <https://orcid.org/0000-0002-1827-606X>. E-mail: dr_semenov_s@mail.ru

Olg'a V. Maleva – Cand. of Sci. (Med.), Research Officer of the Laboratory of Neurovascular Pathology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo. <https://orcid.org/0000-0001-7980-7488>. E-mail: maleva.o@mail.ru

Olg'a A. Trubnikova – Doct. of Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Neurovascular Pathology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo. <https://orcid.org/0000-0001-8260-8033>. E-mail: truboa@kemcardio.ru