



УДК 616.132.2+616.133]-089:616.89-008.45/46-073.75

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-1-49-57

СВЯЗЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНАРНОГО МОЗГОВОГО КРОВотоКА ПО ДАННЫМ ОФЭКТ У ПАЦИЕНТОВ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

• В работе получены новые сведения о связи изменений регионарного мозгового кровотока при ОФЭКТ и когнитивных нарушениях у пациентов, подвергшихся коронарному шунтированию и сочетанному вмешательству на коронарных и каротидных артериях в условиях искусственного кровообращения. Показаны возможности ОФЭКТ как диагностического инструмента в определении локализации областей с подобной связью, в оценке динамики изменений перфузии головного мозга и когнитивных функций в до- и послеоперационном периоде.

ORIGINAL STUDIES

Цель	Определить наличие связи между показателями регионарного мозгового кровотока (рМК) по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) и данными нейропсихологического тестирования у кардиохирургических пациентов.
Материалы и методы	Изучены показатели рМК и данные нейропсихологического тестирования 34 пациентов, подвергшихся коронарному шунтированию ($n = 13$) и сочетанному вмешательству на коронарных и каротидных артериях ($n = 21$). Состояние головного мозга оценено методом ОФЭКТ с радиофармпрепаратом ^{99m}Tc -НМРАО (Ceretec, GE Healthcare, Великобритания). Оценка когнитивных функций до хирургического вмешательства, за 2–3 дня, и в раннем послеоперационном периоде, на 5–7-й день, проведена на программно-аппаратном комплексе Status-PF.
Результаты	Выявлена статистическая связь между показателями рМК и данными нейропсихологического тестирования в до- и послеоперационном периоде. Зарегистрирована заметная связь с показателями шкалы депрессии Бека в 1-й ($p = 0,010943$) и 2-й ($p = 0,000604$) группах до операции. В 1-й группе определена высокая связь со временем сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) до ($p = 0,003878$) и после ($p = 0,001251$) операции, заметная связь с количеством ошибок (СЗМР) до ($p = 0,042911$) и высокая связь после ($p = 0,003521$) операции; во 2-й группе заметная связь до ($p = 0,004625$) и после ($p = 0,005689$) вмешательства. В 1-й группе отмечена заметная связь с объемом внимания после операции ($p = 0,049611$), во 2-й группе заметная связь до ($p = 0,021969$) и после ($p = 0,008905$) вмешательства. Выявлена связь с количеством переработанных знаков пробы Бурдона: на 1-й минуте во 2-й группе заметная связь до ($p = 0,016491$) и высокая после ($p = 0,007920$) операции, на 4-й минуте во 2-й группе высокая связь до операции ($p = 0,001473$); с общим количеством переработанных знаков: во 2-й группе заметная связь до ($p = 0,029073$) и после ($p = 0,024164$) операции; с количеством совершенных ошибок высокая связь после операции в 1-й ($p = 0,006367$) и 2-й ($p = 0,013780$) группах; отмечена высокая связь с коэффициентом внимания после операции ($p = 0,000153$).
Заключение	Показатели регионарного мозгового кровотока, полученные методом ОФЭКТ, у пациентов, перенесших изолированное коронарное шунтирование и симультанные вмешательства на каротидных и коронарных артериях, коррелируют с данными нейропсихологического тестирования и отражают изменения когнитивного статуса больных.

Для корреспонденции: Алексей Алексеевич Короткевич, koroaa@kemcardio.ru; адрес: Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Aleksey A. Korotkevich, koroaa@kemcardio.ru; address: 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Ключевые слова Однофотонная эмиссионная компьютерная томография • Симультанное хирургическое вмешательство • Коронарное шунтирование • Регионарный мозговой кровоток • Нейропсихологическое тестирование

Поступила в редакцию: 26.11.2022; поступила после доработки: 27.12.2022; принята к печати: 20.01.2023

ASSOCIATION BETWEEN THE RESULTS OF NEUROPSYCHOLOGICAL TESTING AND INDICATORS OF REGIONAL CEREBRAL BLOOD FLOW ACCORDING TO SPECT DATA OF CARDIAC SURGICAL PATIENT

A.A. Korotkevich, S.E. Semenov, O.V. Maleva, O.A. Trubnikova

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- The article provides new data on the association between changes in regional cerebral blood flow during SPECT and cognitive impairment in patients who underwent coronary artery bypass grafting and combined carotid endarterectomy and coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. The possibilities of using SPECT as a diagnostic tool in localization of areas with a similar association, in assessing the dynamics in brain perfusion and cognitive functions in the pre- and postoperative period are shown.

Aim	To determine the presence of an association between the indicators of regional cerebral blood flow according to single-photon emission computed tomography (SPECT) data and the data of neuropsychological testing in cardiac surgery patients.
Methods	We studied the parameters of regional cerebral blood flow (rCBF) and the data of neuropsychological testing in 34 cardiac surgical patients who underwent coronary artery bypass grafting (CABG, n = 13) and combined carotid endarterectomy and CABG (n = 21). The state of the brain was assessed by SPECT using a radiopharmaceutical ^{99m}Tc -HMPAO (Ceretek). Assessment of cognitive functions before surgery, 2–3 days before, and in the early postoperative period, on days 5–7, was carried out using a hardware-software complex Status-PF.
Results	A statistically significant relationship was found between the indices of rCBF according to neuropsychological testing data in the pre- and postoperative period. We noted a moderate correlation with the Beck Depression Scale indicators in the 1 st (p = 0.010943) and 2 nd (p = 0.000604) groups before surgery. There was a high correlation with visual-motor response time (VMR) before (p = 0.003878) and after the procedure (p = 0.001251), a moderate correlation with the number of errors (VMR) before the procedure (p = 0.042911) and a high correlation after the procedure (p = 0.003521) in the 1 st group; in the 2 nd group, there was a moderate correlation before (p = 0.004625) and after the procedure (p = 0.005689). A moderate correlation with the indicators of attention after the procedure (p = 0.049611) was noted in the 1 st group, in the 2 nd group, we noted a moderate correlation before (p = 0.021969) and after the procedure (p = 0.008905). In the 2 nd group there was a moderate correlation with the number of processed symbols (the Bourdon test) during the 1 st minute before the procedure (p = 0.016491), a high correlation after the procedure (p = 0.007920), and a high correlation with the number of processed symbols during the 4 th minute before the procedure (p = 0.001473). There was a moderate correlation with a total with number of processed symbols in the 2 nd group before (p = 0.029073) and after the procedure (p = 0.024164), and a high correlation with the number of errors made after the procedure in the 1 st (p = 0.006367) and 2 nd (p = 0.013780) groups. A high correlation with indicators of attention after surgery (p = 0.000153) was noted as well.
Conclusion	The indicators of regional cerebral blood flow obtained by SPECT in patients undergoing isolated CABG and combined CAE and CABG were associated with the data of neuropsychological testing and reflect changes in the cognitive status of patients.

Keywords

SPECT • Combined procedure • CABG • Cerebral blood flow • Neuropsychological testing

*Received: 26.11.2022; received in revised form: 27.12.2022; accepted: 20.01.2023***Список сокращений**

ИК	– искусственное кровообращение	рМК	– регионарный мозговой кровоток
КП Бурдона	– корректурная проба Бурдона	СЗМР	– сложная зрительно-моторная реакция
КШ	– коронарное шунтирование	ФК	– функциональный класс
ОФЭКТ	– однофотонная эмиссионная компьютерная томография	ХСН	– хроническая сердечная недостаточность

Введение

С каждым годом количество кардиохирургических операций возрастает, что связано с увеличением частоты сердечно-сосудистых заболеваний, продолжительности жизни на фоне адекватной современной медикаментозной терапии, а также с улучшением качества и возможностей в выборе различных методов диагностики. Неотъемлемым компонентом большинства операций на сердце служит искусственное кровообращение (ИК), однако ряд сопровождающих факторов несет значимую угрозу для органов и систем пациента. Кардиохирургические вмешательства в условиях ИК ассоциированы с высоким риском развития неврологических послеоперационных осложнений, что особенно актуально в отношении больных с мультифокальным атеросклеротическим поражением артерий. Так, по мнению ряда авторов, для пациентов после одномоментной реваскуляризации коронарных и сонных артерий характерен высокий риск усугубления когнитивных расстройств [1]. На сегодняшний день, несмотря на накопленный опыт в обеспечении операций с ИК, нет достаточного количества исследований об их влиянии на головной мозг больного. В многочисленных исследованиях установлено, что частота когнитивного дефицита после вмешательств в условиях ИК достигает 40–80% и может сохраняться на протяжении длительного времени после коронарного шунтирования (КШ) [2, 3]. Его проявления затрудняют восстановительный процесс, влияют на приверженность лечению, осложняют возврат к трудовой деятельности. Несмотря на большое число исследований, посвященных послеоперационным когнитивным расстройствам, в настоящее время нет единой точки зрения в вопросе профилактики и лечения послеоперационной когнитивной дисфункции, сохраняется неопределенность в выборе сроков нейропсихологического тестирования, отборе опросников и шкал, обладающих наибольшей чувствительностью и специфичностью, а также присутствуют определенные сложности в применении методик в рутинной практике [4]. Эти проблемы имеют огромное значение, так как современная кардиохирургия находится на

таком этапе развития, когда вопрос снижения повреждений центральной нервной системы после хирургических вмешательств должен рассматриваться как один из критериев высокого уровня проводимых операций [5].

В последнее время исследователи предпринимают большое количество попыток расширить обследование пациентов, используя помимо нейропсихологических тестов различные методики нейровизуализации, среди которых особое место занимают методы радионуклидной диагностики, позволяющие оценить непосредственно функциональное состояние клеток головного мозга [6]. Так, по данным более ранних работ, показано, что изменениям перфузии головного мозга в послеоперационном периоде соответствует и динамика когнитивного статуса [7]. В современных публикациях ряд авторов прямо указывают на необходимость не только дооперационного нейропсихологического тестирования с целью определения базового уровня когнитивных функций, использования нескольких тестов, но и сопоставления полученных результатов с данными нейрофизиологических и нейровизуализационных методов диагностики [8].

Цель данного исследования – определить наличие связи между показателями регионарного мозгового кровотока (рМК) по результатам однофотонной эмиссионной компьютерной томографией (ОФЭКТ) и данными нейропсихологического тестирования у пациентов, перенесших изолированное КШ и одномоментное вмешательство в объеме КШ и каротидной эндартерэктомии.

Материалы и методы

В ходе исследования изучены показатели рМК у 34 больных кардиохирургического профиля, которые были разделены на две группы в зависимости от типа оперативного вмешательства: изолированное КШ (n = 13) и КШ в сочетании с каротидной эндартерэктомией в условиях ИК (n = 21).

Первая группа представлена лицами мужского пола в возрасте 60,2±5,2 года. У 54% (n = 7) пациентов присутствовала стенокардия 2-го функционального класса (ФК), у 23% (n = 3) – 3-го ФК,

также у 23% ($n = 3$) – безболевого ишемия миокарда. У 69% ($n = 9$) пациентов выявлен постинфарктный кардиосклероз. У всех участников исследования отмечена клиника хронической сердечной недостаточности (ХСН) I ФК 2.

Во второй группе средний возраст пациентов составил $63,3 \pm 7,1$ года, из них 19% ($n = 4$) – женщины, 81% ($n = 17$) – мужчины. Клиника стенокардии 2 ФК наблюдалась у 67% ($n = 14$) больных, у 24% ($n = 5$) – 3 ФК, у 9% ($n = 2$) – безболевого ишемия миокарда. У 81% ($n = 17$) обследуемых в анамнезе определено указание на перенесенный инфаркт миокарда. У 71% ($n = 15$) участника выявлена клиника ХСН I ФК 2, у 19% ($n = 6$) пациентов – ХСН IIa ФК 2. У 3 лиц по данным компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии зарегистрированы признаки перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения, у 2 пациентов в виде лакунарных кист в области правого таламуса, у 1 обследуемого визуализирована зона кистозно-глиозной трансформации в правой лобно-теменной области.

Оценка когнитивных функций проведена на программно-аппаратном комплексе Status-PF до хирургического вмешательства (за 2–3 дня) и в раннем послеоперационном периоде (на 5–7-й день) в условиях хорошего освещения и тишины. Для изучения функции внимания использована корректурная проба Бурдона (КП Бурдона), в которой рассмотрено общее количество переработанных знаков (проба Бурдона, ВПЗ) и количество совершенных ошибок (КП Бурдона, ВСО), количество переработанных знаков на первой (КП Бурдона, 1-я минута) и четвертой (КП Бурдона, 4-я минута) минутах теста, изучен объем и коэффициент внимания (ОВ и КВ). Оценка нейродинамики включала определение параметров сложной зрительно-моторной реакции, таких как время (СЗМР СЭ) и количество ошибок (СЗМР КО).

Состояние головного мозга изучено методом ОФЭКТ с использованием радиофармацевтического препарата ^{99m}Tc -НМРАО (Ceretec, GE Healthcare, Великобритания). Исследование проводили по

стандартной методике на аппарате Discovery NM/CT 670 (GE Medical Systems, Израиль) до и после (на 5–7-е сутки) оперативного вмешательства. Программная обработка полученных данных выполнена с использованием итеративного фильтра OSEM/MLEM.

Изучены показатели рМК в корковых зонах на срезах в аксиальной проекции, последовательно охватывающих весь головной мозг, а также в области хвостатых ядер и таламусов. Референсной зоной выступал мозжечок. Пациенты с постишемическими изменениями данной локализации исключены из исследования. Распределение индикатора в корковых зонах на аксиальном срезе оценивали по 8-сегментарной модели (рисунки).

Для модификации данных ОФЭКТ в показатели рМК в мл/100г/мин применена трехкомпонентная модель кинетики N. Lassen и соавт. [9].

Статистический анализ

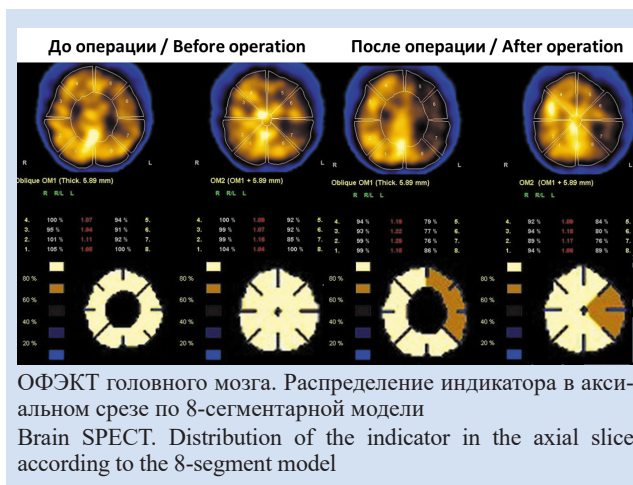
Анализ данных осуществлен в программе STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc., США). Для определения тесноты и направления связи между двумя явлениями использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена. При изучении зависимых выборок в до- и послеоперационном периоде применен критерий Уилкоксона. Различия между двумя независимыми выборками по уровню признака, измеренного количественно, оценены с применением критерия Манна – Уитни. Результаты приведены как среднее арифметическое число и стандартное отклонение. Уровень значимости p менее 0,05.

Результаты

В дооперационном периоде в группе изолированного КШ корреляционный анализ показателей перфузии и шкалы депрессии Бека показал заметную статистическую связь в правой затылочной ($R = -0,677538$; $p = 0,010943$), левой затылочной ($R = -0,652714$; $p = 0,015588$) и правой лобной ($R = -0,562685$; $p = 0,045290$) долях; связь обратная.

В дооперационном периоде в группе симультанных вмешательств корреляционный анализ показателей перфузии и шкалы депрессии Бека продемонстрировал умеренную и заметную статистическую связь в области правого ($R = -0,465905$; $p = 0,038413$) и левого ($R = -0,464169$; $p = 0,039238$) хвостатого ядра, в правой затылочной ($R = -0,580891$; $p = 0,007235$), левой затылочной ($R = -0,699103$; $p = 0,000604$), правой височной ($R = -0,528318$; $p = 0,016637$), левой височной ($R = -0,624762$; $p = 0,003229$), правой лобной ($R = -0,590996$; $p = 0,006068$), левой лобной ($R = -0,653516$; $p = 0,001779$), правой теменной ($R = -0,498668$; $p = 0,025218$) и левой теменной ($R = -0,514255$; $p = 0,020355$) долях; связь обратная.

В дооперационном периоде в группе КШ по результатам корреляционного анализа показателей



перфузии и времени реакции СЗМР СЭ отмечена заметная и высокая статистическая связь в правой височной доле ($R = -0,622752$; $p = 0,023001$) и в области базальных ядер справа ($R = -0,739311$; $p = 0,003878$); связь обратная. В целях изучения связи между значениями рМК и СЗМР СЭ в дооперационном периоде пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $49,57 \pm 3,8$ мл/100 г/мин, СЗМР СЭ $639,14 \pm 46,14$ мс; во второй – $58,33 \pm 4,5$ мл/100 г/мин, СЗМР СЭ $565,83 \pm 37,97$ мс. Во 2-й группе показатели СЗМР СЭ были статистически значимо ниже ($p = 0,022272$). В послеоперационном периоде в группе КШ корреляционный анализ данных показателей продемонстрировал заметную и высокую статистическую связь в области базальных ядер слева ($R = -0,742599$; $p = 0,008850$), в правой височной ($R = -0,625577$; $p = 0,039535$), правой затылочной ($R = -0,659054$; $p = 0,027409$), правой теменной ($R = -0,698637$; $p = 0,016773$), правой лобной ($R = -0,625577$; $p = 0,039535$), левой лобной ($R = -0,704822$; $p = 0,015432$), левой теменной ($R = -0,716902$; $p = 0,013036$) и левой затылочной ($R = -0,838790$; $p = 0,001251$) долях; связь обратная. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $40,17 \pm 1,47$ мл/100 г/мин, СЗМР СЭ $595,83 \pm 60,21$ мс; во второй – $47 \pm 2,12$ мл/100 г/мин, СЗМР СЭ $507 \pm 25,01$ мс. Во 2-й группе показатели СЗМР СЭ были статистически значимо ниже ($p = 0,022480$).

В дооперационном периоде в группе КШ корреляционный анализ показателей перфузии и количества ошибок (СЗМР КО) свидетельствовал о заметной статистической связи в правой лобной доле ($R = -0,567884$; $p = 0,042911$); связь обратная. В целях изучения связи между значениями рМК и СЗМР КО в дооперационном периоде пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $46,75 \pm 5,1$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $1,38 \pm 0,52$; во второй – $58,4 \pm 4,22$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $0,2 \pm 0,45$. Во 2-й группе показатели СЗМР КО были статистически значимо ниже ($p = 0,012827$). В послеоперационном периоде отмечена заметная и высокая статистическая связь в области базальных ядер слева ($R = -0,793991$; $p = 0,003521$), в правой теменной ($R = -0,646393$; $p = 0,031633$), левой теменной ($R = -0,814613$; $p = 0,002261$) и левой лобной ($R = -0,646393$; $p = 0,031633$) долях; связь обратная. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня СЗМР КО: в первой группе СЗМР КО составила $1,57 \pm 0,53$, рМК $44,29 \pm 1,11$ мл/100 г/мин; во второй – 0, рМК $51,5 \pm 5,92$ мл/100 г/мин. Во 2-й группе показатели рМК были статистически значимо выше ($p = 0,010734$).

В дооперационном периоде в группе симуль- танных вмешательств корреляционный анализ показателей перфузии и СЗМР КО продемонстриро-

вал умеренную и заметную статистическую связь в области левого хвостатого ядра ($R = -0,559174$; $p = 0,010371$), в области левого таламуса ($R = -0,514492$; $p = 0,020287$), в правой височной ($R = -0,565060$; $p = 0,009429$), левой височной ($R = -0,538206$; $p = 0,014366$), правой затылочной ($R = -0,521199$; $p = 0,018444$), левой затылочной ($R = -0,592380$; $p = 0,005921$), правой лобной ($R = -0,605984$; $p = 0,004625$), левой лобной ($R = -0,577118$; $p = 0,007716$), правой теменной ($R = -0,532808$; $p = 0,015573$) и левой теменной ($R = -0,494385$; $p = 0,021585$) долях; связь обратная. В целях изучения связи между значениями рМК и СЗМР КО пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $42,36 \pm 2,77$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $4,82 \pm 5,25$; во второй – $53,22 \pm 5,95$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $0,78 \pm 0,83$. Во 2-й группе показатели СЗМР КО были статистически значимо ниже ($p = 0,003047$). В послеоперационном периоде в группе симуль- танных вмешательств определена заметная статисти- ческая связь в левой теменной доле ($R = -0,639659$; $p = 0,005689$); связь обратная. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $37,64 \pm 3,67$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $5,18 \pm 5,46$; во второй – $47,17 \pm 1,6$ мл/100 г/мин, СЗМР КО $1,33 \pm 1,97$. Во 2-й группе показатели СЗМР КО были статистически значимо ниже ($p = 0,034809$).

В послеоперационном периоде в группе КШ корреляционный анализ показателей перфузии и объема внимания указывал на заметную статисти- ческую связь в левой лобной доле ($R = 0,602879$; $p = 0,049611$); связь прямая.

В дооперационном периоде в группе с симуль- танными вмешательствами по данным корреляци- онного анализа показателей перфузии и ОВ отме- чена умеренная и заметная статистическая связь в правой лобной ($R = 0,480580$; $p = 0,031965$), левой лобной ($R = 0,467646$; $p = 0,037599$), правой темен- ной ($R = 0,508782$; $p = 0,021969$) и левой теменной ($R = 0,460667$; $p = 0,040944$) долях; связь прямая. В целях изучения связи между значениями рМК и ОВ пациенты разделены на две группы в зависимо- сти от уровня ОВ: в первой группе рМК составил $42,11 \pm 3,26$ мл/100 г/мин, ОВ $4 \pm 1,22$; во второй – $46,18 \pm 4,24$ мл/100 г/мин, ОВ $7,1 \pm 1,64$. В 1-й группе показатели рМК были статистически значимо ниже ($p = 0,025012$). В послеоперационном периоде в группе с симуль танными вмешательствами кор- реляционный анализ данных продемонстрировал заметную статистическую связь в области правого хвостатого ядра ($R = -0,609104$; $p = 0,012264$), в пра- вой височной ($R = -0,530303$; $p = 0,034590$), правой затылочной ($R = -0,546514$; $p = 0,028491$), правой лобной ($R = -0,629999$; $p = 0,008905$), левой лоб- ной ($R = -0,550161$; $p = 0,027240$), правой теменной

($R = -0,600734$; $p = 0,013860$) и левой теменной ($R = -0,549499$; $p = 0,027463$) долях; связь обратная. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня ОВ: в первой группе рМК составил $44 \pm 2,58$ мл/100 г/мин, ОВ $4,14 \pm 0,69$; во второй – $38,78 \pm 5,04$ мл/100 г/мин, ОВ $6,67 \pm 1$. Во 2-й группе показатели рМК были статистически значимо ниже ($p = 0,014910$).

В дооперационном периоде в группе с симультанными вмешательствами результаты корреляционного анализа показателей перфузии и количества переработанных знаков на 1-й минуте указывали на заметную статистическую связь в левой затылочной ($R = 0,560884$; $p = 0,029616$) и правой теменной ($R = 0,606658$; $p = 0,016491$) долях; связь прямая. В целях изучения связи между значениями рМК и количеством переработанных знаков на 1-й минуте пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $35,5 \pm 3,6$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 1-я минута, $52,6 \pm 20,35$; во второй – $43,8 \pm 3,63$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 1-я минута, $81,8 \pm 11,69$. В 1-й группе показатели КП Бурдона, 1-я минута, были статистически значимо ниже ($p = 0,012049$). В послеоперационном периоде в группе с симультанными вмешательствами корреляционный анализ данных показателей свидетельствовал о высокой статистической связи в левой теменной доле ($R = 0,749475$; $p = 0,007920$); связь прямая. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня рМК: в первой группе рМК составил $31,33 \pm 2,07$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 1-я минута, $52,17 \pm 15,45$; во второй – $37,8 \pm 3,7$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 1-я минута, $87,6 \pm 18,98$. В 1-й группе показатели КП Бурдона, 1-я минута, были статистически значимо ниже ($p = 0,022480$).

В дооперационном периоде в группе симультанных вмешательств корреляционный анализ показателей перфузии и количества переработанных знаков на 4-й минуте продемонстрировал заметную и высокую статистическую связь в области хвостатого ядра слева ($R = 0,570278$; $p = 0,026434$), в правой затылочной ($R = 0,630734$; $p = 0,011700$), левой затылочной ($R = 0,697047$; $p = 0,003876$), правой лобной ($R = 0,601255$; $p = 0,017748$), левой лобной ($R = 0,701028$; $p = 0,003595$), правой теменной ($R = 0,630734$; $p = 0,011700$) и левой теменной ($R = 0,743943$; $p = 0,001473$) долях; связь прямая. В целях изучения связи между значениями рМК и количеством переработанных знаков на 4-й минуте пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня показателей КП Бурдона, 4-я минута: в первой группе рМК составил $45,56 \pm 2,96$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 4-я минута, $58,11 \pm 13,92$; во второй – $51,67 \pm 3,98$ мл/100 г/мин, КП Бурдона, 4-я минута, $94,5 \pm 12,34$. В 1-й группе показатели рМК были статистически значимо ниже ($p = 0,009522$).

В дооперационном периоде в группе с симультанными вмешательствами корреляционный анализ показателей перфузии и общего количества переработанных знаков продемонстрировал заметную статистическую связь в левой затылочной ($R = 0,520742$; $p = 0,046559$) и правой теменной ($R = 0,562432$; $p = 0,029073$) долях; связь прямая. Для исследования связи между значениями рМК и общего количества переработанных знаков пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня показателей пробы Бурдона, ВПЗ: в первой группе рМК составил $31,4 \pm 2,3$ мл/100 г/мин, проба Бурдона, ВПЗ, $219,8 \pm 52,93$; во второй – $36,67 \pm 4,32$ мл/100 г/мин, проба Бурдона, ВПЗ, $377,67 \pm 50,13$. В 1-й группе показатели рМК были статистически значимо ниже ($p = 0,035765$). В послеоперационном периоде в группе с симультанными вмешательствами корреляционный анализ указанных показателей показал заметную статистическую связь в правой теменной ($R = 0,619292$; $p = 0,042168$) и левой теменной ($R = 0,669753$; $p = 0,024164$) долях; связь прямая. Пациенты разделены на две группы в зависимости от уровня показателей пробы Бурдона, ВПЗ: в первой группе рМК составил $44 \pm 2,56$ мл/100 г/мин, проба Бурдона, ВПЗ, $213,25 \pm 53,86$; во второй – $49,43 \pm 6,43$ мл/100 г/мин, проба Бурдона, ВПЗ, $353,71 \pm 33,73$. В 1-й группе показатели рМК были статистически значимо ниже ($p = 0,024028$).

В послеоперационном периоде в группе КШ по результатам корреляционного анализа показателей перфузии и количества совершенных ошибок (проба Бурдона) выявлена заметная и высокая статистическая связь в правой теменной ($R = -0,777891$; $p = 0,013577$), левой височной ($R = -0,686198$; $p = 0,041242$), левой лобной ($R = -0,852328$; $p = 0,003516$) и левой теменной ($R = -0,823529$; $p = 0,006367$) долях; связь обратная. В послеоперационном периоде в группе симультанных вмешательств корреляционный анализ данных показателей продемонстрировал заметную и высокую статистическую связь в правой височной ($R = 0,608697$; $p = 0,046877$), левой височной ($R = 0,688073$; $p = 0,019255$), левой затылочной ($R = 0,657541$; $p = 0,027892$), правой лобной ($R = 0,712994$; $p = 0,013780$), левой лобной ($R = 0,668210$; $p = 0,024615$), правой теменной ($R = 0,649887$; $p = 0,030424$) и левой теменной ($R = 0,648409$; $p = 0,030932$) долях; связь прямая.

В послеоперационном периоде в группе КШ по данным корреляционного анализа показателей перфузии и коэффициента внимания определена заметная и высокая статистическая связь в правой затылочной ($R = 0,672293$; $p = 0,047275$), левой затылочной ($R = 0,689518$; $p = 0,039880$), правой теменной ($R = 0,715055$; $p = 0,030363$), левой теменной ($R = 0,803354$; $p = 0,009106$), левой височной ($R = 0,783333$; $p = 0,012520$) и левой лобной ($R = 0,941210$; $p = 0,000153$) долях; связь прямая.

Обсуждение

Изучение параметров зрительно-моторных реакций – доступный метод оценки изменения скорости нервных процессов, уровня зрительно-моторной координации, общего уровня работоспособности и активности центральной нервной системы. Данный метод характеризует возбудимость коркового отдела зрительного анализатора, скорость проведения возбуждения до эффектора по рефлекторной дуге и сократительную функцию [10]. Время зрительно-моторной реакции – один из наиболее чувствительных и надежных показателей когнитивной дисфункции, доступных практикующим врачам, определяется как отрезок времени между предъявлением визуальных стимулов и началом выбранной моторной реакции [11]. Ценным дополнением к данному методу может выступать радионуклидная диагностика, которая позволяет получить сведения непосредственно о состоянии клеточной перфузии и отражает именно функциональное состояние головного мозга. Нами выявлены значимые связи между показателями рМК и параметрами СЗМР в обеих группах, которые демонстрируют, что с увеличением как времени реакции, так и количества ошибок у пациентов наблюдаются более низкие значения рМК. Подобная связь не противоречит данным литературы, согласно которым снижение показателей перфузии головного мозга сопровождается снижением когнитивных функций [12]. Данная тенденция прослеживается в до- и послеоперационном периоде. Следует также отметить, что в послеоперационном периоде отмечено статистически значимое снижение показателей перфузии в ряде изучаемых сегментов и значений СЗМР СЭ, что наблюдалось и в группе КШ (СЗМР СЭ, $p = 0,016605$; рМК, $p = 0,004193$), и в группе симультанных вмешательств (СЗМР СЭ, $p = 0,001346$; рМК, $p = 0,020672$).

Согласно данным литературы, у пациентов кардиохирургического профиля депрессия является частым состоянием в до- и послеоперационном периоде [13]. У больных с планируемым кардиохирургическим вмешательством предоперационная оценка психических нарушений позволяет оценить риск послеоперационной тревоги и депрессии. В послеоперационном периоде тревога может выступать одним из факторов риска смерти и повторных госпитализаций с острыми сердечно-сосудистыми состояниями [14]. Полученные нами результаты показывают, что в группах КШ и симультанных вмешательств в дооперационном периоде более высокие баллы по шкале депрессии Бека ассоциированы с низкими показателями перфузии головного мозга. На уровень перфузии головного мозга у исследуемых групп оказывает влияние ряд факторов, среди которых несомненно значимую роль играют степень сужения сонных артерий, наличие сердечной недостаточности и изменений сократи-

тельной функции сердца, артериальная гипертензия, сахарный диабет и прочие. Воздействие этих факторов приводит к нарушениям процессов ауторегуляции и снижению перфузии головного мозга, а выраженность соматической патологии находит свое отражение в уровне депрессии. Возможно это и объясняет подобную связь между показателями. При этом анализ данных в группе симультанных вмешательств не продемонстрировал значимой связи между этими показателями в послеоперационном периоде, что может свидетельствовать о снижении уровня депрессии и стрессовой нагрузки после успешного завершения оперативного вмешательства [15].

КП Бурдона служит одним из наиболее популярных методов, применяемых для оценки концентрации, распределения и устойчивости внимания [16]. В дооперационном периоде связь между показателями рМК и пробы Бурдона прослеживалась только в группе с симультанными вмешательствами: так, более низкие значения показателей перфузии наблюдались у пациентов с меньшими значениями количества переработанных знаков и объема внимания. В послеоперационном периоде аналогичная связь между показателями отмечена уже в обеих группах: в группе КШ – с объемом и коэффициентом внимания, в группе симультанных вмешательств – с количеством переработанных знаков на 1-й минуте и общим количеством переработанных знаков. Также в общую картину взаимоотношений показателей рМК и когнитивных функций укладывается обратная связь с количеством ошибок в группе КШ после операции. Однако в послеоперационном периоде в группе симультанных вмешательств наблюдались значения, отличные от этой тенденции. Так, объем внимания и показатели перфузии демонстрировали обратную связь, а большее количество ошибок определено у пациентов с более высокими показателями перфузии. Следует отметить, что показатели перфузии в этих зонах были без значимого снижения после операции. Возможно, подобные изменения взаимоотношений показателей в послеоперационном периоде в некоторой степени связаны с восстановлением кровотока по сонным артериям и служат проявлением реперфузионного синдрома [17].

Заключение

Показатели рМК, полученные методом ОФЭКТ, у пациентов, перенесших изолированное КШ и симультанные вмешательства на каротидных и коронарных артериях, коррелируют с данными нейropsychологического тестирования и отражают изменения когнитивного статуса больных обычно в виде обратной связи. Однако в группе симультанных вмешательств в послеоперационном периоде наблюдалась и прямая связь когнитивной дисфункции с показателями перфузии, что, вероятно, является отражением реперфузионного синдрома.

Конфликт интересов

А.А. Короткевич заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.Е. Семенов заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.В. Малева заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Трубникова входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Исследование выполнено в рамках фундамен-

тальной темы НИИ КПССЗ «Разработка инновационных моделей управления риском развития болезней системы кровообращения с учетом коморбидности на основе изучения фундаментальных, клинических, эпидемиологических механизмов и организационных технологий медицинской помощи в условиях промышленного региона Сибири» (научный руководитель – академик РАН О.Л. Барбараш).

Информация об авторах

Короткевич Алексей Алексеевич, младший научный сотрудник лаборатории лучевых методов диагностики отдела клинической кардиологии, врач-радиолог лаборатории радионуклидных и томографических методов диагностики отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-2835-7779

Семенов Станислав Евгеньевич, доктор медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории лучевых методов диагностики отдела клинической кардиологии, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1827-606X

Малева Ольга Валерьевна, кандидат медицинских наук научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7980-7488

Трубникова Ольга Александровна, доктор медицинских наук заведующая лабораторией нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8260-8033

Вклад авторов в статью

КАА – вклад в концепцию исследования, получение и анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ССЕ – интерпретация данных исследования, написание статьи, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

МОВ – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТОА – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Information Form

Korotkevich Aleksey A., Junior Researcher at the Laboratory of Radiology Diagnostics, Department of Clinical Cardiology, Radiologist at the Radiology Department, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-2835-7779

Semenov Stanislav E., PhD, Leading Researcher at the Laboratory of Radiology Diagnostics, Department of Clinical Cardiology, Radiologist at the Radiology Department, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1827-606X

Maleva Olga V., PhD, Researcher at the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7980-7488

Trubnikova Olga A., PhD, Head of the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8260-8033

Author Contribution Statement

КАА – contribution to the concept of the study, data collection and analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

ССЕ – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

МОВ – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ТОА – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci C., Bueno H., Caforio A.L.P., Crea F., Goudevenos J.A., Halvorsen S., Hindricks G., Kastrati A., Lenzen M.J., Prescott E., Roffi M., Valgimigli

M., Varenhorst C., Vranckx P., Widimský P.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force

for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018;39(2):119-177. doi: 10.1093/eurheartj/ehx393.

2. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L., Dendale P., Dorobantu M., Edvardsen T., Folliquet T., Gale C.P., Gilard M., Jobs A., Jüni P., Lambrinou E., Lewis B.S., Mehilli J., Meliga E., Merkely B., Mueller C., Roffi M., Rutten F.H., Sibbing D., Siontis G.C.M.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289-1367.

3. Bonnefoy-Cudraz E., Bueno H., Casella G., De Maria E., Fitzsimons D., Halvorsen S., Hassager C., Iakobishvili Z., Magdy A., Marandi T., Mimoso J., Parkhomenko A., Price S., Rokyta R., Roubille F., Serpytis P., Shimony A., Stepinska J., Tint D., Trendafilova E., Tubaro M., Vrints C., Walker D., Zahger D., Zima E., Zukermann R., Lettino M. Editor's Choice - Acute Cardiovascular Care Association Position Paper on Intensive Cardiovascular Care Units: An update on their definition, structure, organisation and function. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2018;7(1):80-95. doi: 10.1177/2048872617724269.

4. Бойцов С.А., Демкина А.Е., Ощепкова Е.В., Долгушева Ю.А. Достижения и проблемы практической кардиологии в России на современном этапе. *Кардиология*. 2019;59(3):53-59. doi:10.18087/cardio.2019.3.10242

5. Combes A., Price S., Slutsky A.S., Brodie D. Temporary circulatory support for cardiogenic shock. *Lancet*. 2020;396(10245):199-212. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31047-3.

6. Ouweeneel D.M., Eriksen E., Sjaauw K.D., van Dongen I.M., Hirsch

A., Packer E.J., Vis M.M., Wykrzykowska J.J., Koch K.T., Baan J., de Winter R.J., Piek J.J., Lagrand W.K., de Mol B.A., Tijssen J.G., Henriques J.P. Percutaneous Mechanical Circulatory Support Versus Intra-Aortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock After Acute Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(3):278-287. doi: 10.1016/j.jacc.2016.10.022.

7. Karami M., den Uil C.A., Ouweeneel D.M., Scholte N.T., Engström A.E., Akin S., Lagrand W.K., Vlaar A.P., Jewbali L.S., Henriques J.P. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock from acute myocardial infarction: Impella CP/5.0 versus ECMO. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2020;9(2):164-172. doi: 10.1177/2048872619865891.

8. Thiele H., Freund A., Gimenez M.R., de Waha-Thiele S., Akin I., Pöss J., Feistritzer H.J., Fuernau G., Graf T., Nef H. et al.; ECLS-SHOCK Investigators. Extracorporeal life support in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock - Design and rationale of the ECLS-SHOCK trial. *Am Heart J*. 2021;234:1-11. doi: 10.1016/j.ahj.2021.01.002.

9. Al-Zaiti S.S., Faramand Z., Alrawashdeh M.O., Sereika S.M., Martin-Gill C., Callaway C. Comparison of clinical risk scores for triaging high-risk chest pain patients at the emergency department. *Am J Emerg Med*. 2019;37(3):461-467. doi: 10.1016/j.ajem.2018.06.020.

10. Yerokun B.A., Williams J.B., Gaca J., Smith P.K., Roe M.T. Indications, algorithms, and outcomes for coronary artery bypass surgery in patients with acute coronary syndromes. *Coron Artery Dis*. 2016;27(4):319-26. doi: 10.1097/MCA.0000000000000364.

11. Марков В.А., Демьянов С.В., Вышлов Е.В. Фармакоинвазивная стратегия лечения больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST: реальная клиническая практика в Томске. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2011; 4 (1): 1126-129.

REFERENCES

1. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci C., Bueno H., Caforio A.L.P., Crea F., Goudevanos J.A., Halvorsen S., Hindricks G., Kastrati A., Lenzen M.J., Prescott E., Roffi M., Valgimigli M., Varenhorst C., Vranckx P., Widimsky P.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018;39(2):119-177. doi: 10.1093/eurheartj/ehx393.

2. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L., Dendale P., Dorobantu M., Edvardsen T., Folliquet T., Gale C.P., Gilard M., Jobs A., Jüni P., Lambrinou E., Lewis B.S., Mehilli J., Meliga E., Merkely B., Mueller C., Roffi M., Rutten F.H., Sibbing D., Siontis G.C.M.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289-1367.

3. Bonnefoy-Cudraz E., Bueno H., Casella G., De Maria E., Fitzsimons D., Halvorsen S., Hassager C., Iakobishvili Z., Magdy A., Marandi T., Mimoso J., Parkhomenko A., Price S., Rokyta R., Roubille F., Serpytis P., Shimony A., Stepinska J., Tint D., Trendafilova E., Tubaro M., Vrints C., Walker D., Zahger D., Zima E., Zukermann R., Lettino M. Editor's Choice - Acute Cardiovascular Care Association Position Paper on Intensive Cardiovascular Care Units: An update on their definition, structure, organisation and function. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2018;7(1):80-95. doi: 10.1177/2048872617724269.

4. Boytsov S.A., Demkina A.E., Oshchepkova E.V., Dolgusheva Yu.A. Progress and Problems of Practical Cardiology in Russia at the Present Stage. *Kardiologiya*. 2019;59(3):53-59. (In Russian) doi:10.18087/cardio.2019.3.10242

5. Combes A., Price S., Slutsky A.S., Brodie D.

Temporary circulatory support for cardiogenic shock. *Lancet*. 2020;396(10245):199-212. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31047-3.

6. Ouweeneel D.M., Eriksen E., Sjaauw K.D., van Dongen I.M., Hirsch A., Packer E.J., Vis M.M., Wykrzykowska J.J., Koch K.T., Baan J., de Winter R.J., Piek J.J., Lagrand W.K., de Mol B.A., Tijssen J.G., Henriques J.P. Percutaneous Mechanical Circulatory Support Versus Intra-Aortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock After Acute Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(3):278-287. doi: 10.1016/j.jacc.2016.10.022.

7. Karami M., den Uil C.A., Ouweeneel D.M., Scholte N.T., Engström A.E., Akin S., Lagrand W.K., Vlaar A.P., Jewbali L.S., Henriques J.P. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock from acute myocardial infarction: Impella CP/5.0 versus ECMO. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2020;9(2):164-172. doi: 10.1177/2048872619865891.

8. Thiele H., Freund A., Gimenez M.R., de Waha-Thiele S., Akin I., Pöss J., Feistritzer H.J., Fuernau G., Graf T., Nef H. et al.; ECLS-SHOCK Investigators. Extracorporeal life support in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock - Design and rationale of the ECLS-SHOCK trial. *Am Heart J*. 2021;234:1-11. doi: 10.1016/j.ahj.2021.01.002.

9. Al-Zaiti S.S., Faramand Z., Alrawashdeh M.O., Sereika S.M., Martin-Gill C., Callaway C. Comparison of clinical risk scores for triaging high-risk chest pain patients at the emergency department. *Am J Emerg Med*. 2019;37(3):461-467. doi: 10.1016/j.ajem.2018.06.020.

10. Yerokun B.A., Williams J.B., Gaca J., Smith P.K., Roe M.T. Indications, algorithms, and outcomes for coronary artery bypass surgery in patients with acute coronary syndromes. *Coron Artery Dis*. 2016;27(4):319-26. doi: 10.1097/MCA.0000000000000364.

11. Markov V.A., Demyanov S.V., Vyshlov E.V. Pharmacoinvasive strategy in treatment of patients with ST-elevation myocardial infarction: real clinical practice in Tomsk. *Siberian medical journal*. 2011; 4 (1): 1126-129. (In Russian)

Для цитирования: Короткевич А.А., Семенов С.Е., Малева О.В., Трубникова О.А. Связь результатов нейропсихологического тестирования и показателей регионарного мозгового кровотока по данным ОФЭКТ у пациентов кардиохирургического профиля. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(1): 49-57. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-1-49-57

To cite: Korotkevich A.A., Semenov S.E., Maleva O.V., Trubnikova O.A. Association between the results of neuropsychological testing and indicators of regional cerebral blood flow according to SPECT data of cardiac surgical patient. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(1): 49-57. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-1-49-57