



УДК 616.127-089.844-06:616.89-008.4

DOI 10.17802/2306-1278-2022-11-1-36-48

ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ И ТРЕВОЖНОСТИ У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫРАЖЕННОСТИ СТЕНОЗОВ СОННЫХ АРТЕРИЙ

О.М. Разумникова¹, И.В. Тарасова², О.А. Трубникова², О.Л. Барбараш²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», просп. К. Маркса, 20, Новосибирск, Российская Федерация, 630073; ² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Впервые показано, что выраженный (более 50%) стеноз сонных артерий (СА) приводит к значимому замедлению формирования реакции при селекции информации и эти пациенты характеризуются старшим возрастом и тенденцией к росту личностной тревожности по сравнению с больными с отсутствием стенозов СА.
- Обнаружено, что отличительной особенностью когнитивного статуса пациентов с выраженными стенозами СА в раннем послеоперационном периоде кардиохирургического вмешательства служат снижение объема внимания и ухудшение памяти в сравнении с больными с отсутствием стенозов СА, при этом скоростные показатели селекции информации положительно связаны с личностной тревожностью.

Цель

Проанализировать послеоперационные изменения эффективности селекции информации и памяти в зависимости от степени стеноза сонных артерий (СА) (более 50%) и возраста пациентов и выяснить роль показателя личностной тревожности, измеренного до оперативного вмешательства.

Материалы и методы

В проспективное исследование включены 229 больных, перенесших изолированное коронарное шунтирование (КШ) либо КШ в сочетании с каротидной эндактерэктомией. Клиническое, инструментальное и расширенное психометрическое обследование выполнено до вмешательства и на 7–10-е сут после операции. Оценка состояния экстракраниальных сосудов проведена до операции с использованием цветного дуплексного сканирования. По результатам этой оценки сформированы три группы пациентов: отсутствие стеноза СА ($n = 124$), стеноз СА менее 50% ($n = 69$) и более 50% ($n = 36$).

Результаты

Больные со стенозами СА более 50% отличаются от пациентов с отсутствием стенозов и стенозами менее 50% более медленной реакцией в разных условиях селекции зрительных стимулов и старшим возрастом. В послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств только в группе лиц без стенозов отмечено улучшение устойчивости селекции информации (увеличение количества обрабатываемых за 4 минуты символов теста корректурной пробы Бурдона; $p < 0,00006$) и кратковременной памяти ($p = 0,03$) в сравнении с тестированием до операции. У пациентов со стенозами менее 50% наряду с повышением устойчивости селекции информации показатели кратковременной памяти снижались ($p < 0,05$), а в группе со стенозами более 50% отмечено как уменьшение устойчивости селекции информации, так и кратковременной памяти ($p < 0,05$). Дополнительными факторами когнитивного дефицита при стенозе СА выступают личностная тревожность, связанная с ухудшением памяти, и наличие ОНМК в анамнезе, ассоциированное со снижением эффективности сложной зрительно-моторной реакции.

Заключение

В результате комплексного анализа когнитивного статуса кардиохирургических пациентов с разной выраженностью стенозов СА установлено, что увеличение возраста и степени стеноза служит фактором замедления формирования ответа в разных условиях селекции информации. Для дифференциации

Для корреспонденции: Ирина Валерьевна Тарасова, taraiv@kemcardio.ru; адрес: Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Россия, 650002

Corresponding author: Irina V. Tarasova, taraiv@kemcardio.ru; address: 6, Sosnoviy blvd., Kemerovo, Russia, 650002

групп больных в зависимости от выраженности стеноза в послеоперационном периоде информативно тестирование кратковременной памяти и устойчивости внимания, показатель которого улучшается в группе без стеноза, но снижается в группе с выраженным стенозом.

Ключевые слова Когнитивные функции • Тревожность • Стенозы сонных артерий • Кардиохирургические вмешательства

Поступила в редакцию: 19.12.2021; поступила после доработки: 14.01.2022; принята к печати: 07.02.2022

THE CHANGES IN THE STRUCTURE OF COGNITIVE FUNCTIONS AND ANXIETY IN CARDIAC SURGERY PATIENTS DEPENDING ON THE SEVERITY OF CAROTID ARTERIES

O.M. Razumnikova¹, I.V. Tarasova², O.A. Trubnikova², O.L. Barbarash²

¹ Novosibirsk State Technical University, 20, K. Marx Ave., Novosibirsk, Russian Federation, 630070; ² Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

ORIGINAL STUDIES

Highlights

- The article revealed that severe (more than 50%) carotid artery (CA) stenosis was associated with significant slowdown of the information selection processes, and these patients were characterized by older age and tendency to an increase in trait anxiety compared to the patients without CA stenosis.
- It was found that the reduced attention and memory was a typical feature of the cognitive status in patients with severe CA stenosis in the early postoperative period of cardiac surgery in comparison with the patients without CA stenosis. At the same time the speed characteristics indicators of the information selection processes in these patients are positively related to state anxiety.

Aim

The cardiac surgery patients were studied in order to analyze the postoperative changes in the efficiency of selection information and memory processes depending on the degree of carotid artery (CA) stenosis (including more than 50%) and the age and the role of the trait anxiety indicator assessed before surgery.

Methods

The prospective study included 229 patients undergoing elected coronary artery bypass grafting (CABG) or CABG and carotid endarterectomy (CEE). Each study participant underwent clinical, instrumental and extended psychometric examination before cardiac surgery and at 7-10 days after surgery. The evaluation of the extracranial vessels state was carried out before surgery using color duplex scanning. Based on the results of assessing the extracranial vessels state, all patients were divided into three groups: no stenosis (n = 124), CA stenosis less than 50% (n = 69) and more than 50% (n = 36).

Results

It was found out that the patients with CA stenoses more than 50% are characterized by a slower reaction under different conditions of visual stimuli selection and by an older age as compared with patients with no stenoses as well as patients with stenoses less than 50%. In the postoperative period of cardiac surgery in comparison with testing before surgery there was an improvement in the information selection stability (an increase in the number of processed symbols per 4 minute of the Bourdon's test ($p<0.00006$)) and short-term memory ($p = 0.03$) only in the group of patients without stenoses. The patients with stenoses of less than 50% had an increase the of the information selection stability but the short-term memory decrease ($p<0.05$) whereas the group with stenoses more than 50% had a decrease in both the stability of information selection and short-term memory ($p<0,05$). Additional factors of cognitive deficit in CA stenosis patients were trait anxiety associated with memory impairment and a history of stroke that related to a decrease in the effectiveness of a complex visual-motor reaction.

Conclusion

The comprehensive analysis of the cognitive status of cardiac surgery patients with different severity of CA stenosis showed that an increase in the age and stenosis degree is the factor of the reaction time slowdown under different conditions of information selection. To differentiate groups of patients depending on the severity of stenosis in the postoperative period the testing short-term memory and stability of attention is informative. These indicators improve in the group without stenosis but decrease in the group with pronounced stenosis. The trait anxiety and the history of stroke were the additional factors of memory impairment due to CA stenosis.

Keywords

Cognitive functions • Anxiety • Carotid stenosis • Cardiac surgery

Received: 19.12.2021; received in revised form: 14.01.2022; accepted: 07.02.2022

Список сокращений

ИБС	– ишемическая болезнь сердца	СА	– сонные артерии
КШ	– коронарное шунтирование	СЗМР	– скорость сложной зрительно-моторной реакции
ОНМК	– острое нарушение мозгового кровообращения	УФП	– уровень функциональной подвижности нервных процессов
ПОКД	– послеоперационная когнитивная дисфункция	РГМ	– работоспособность головного мозга
		КПБ	– корректурная проба Бурдона

Введение

Неуклонно прогрессирующее старение населения в экономически развитых странах сопровождается возрастными изменениями состояния здоровья, в том числе функций сердечно-сосудистой системы, включая атеросклероз сосудов сердца и головного мозга. Физиологическое старение организма приводит к изменениям архитектуры стенки сосуда и, как следствие, адаптивных механизмов для поддержания нормальных условий потока крови и механического напряжения и/или степени натяжения сосудистой стенки [1, 2]. Учитывая разнообразие факторов, влияющих на состояние сосудистого русла и разные возрастные траектории его изменений, о чем свидетельствует встречаемость атеросклеротического поражения сосудов не только в пожилом, но и молодом возрасте [3], механизмы функционально компенсаторного или патологического развития стенотического поражения сосудов мозга остаются под вопросом. Однако одним из прогностических факторов сердечно-сосудистых заболеваний служит хронологический возраст [4, 5].

Сердечно-сосудистые заболевания вызывают ишемию и нейродегенеративные изменения мозга, что приводит к изменению эффективности разных когнитивных процессов и со временем развитию когнитивного дефицита [6, 7]. Обзор результатов исследований, выполненных в этом направлении, свидетельствует о разных точках зрения на степень и специфику поражения когнитивных функций, что в значительной степени обусловлено разнообразием инструментов, используемых для оценки когнитивного дефицита [7–9]. Эту мысль подтверждает заключение недавно выполненного анализа публи-

каций, представленных в базе данных PubMed за период 1990–2019 гг., с целью поиска наиболее информативных индикаторов когнитивных ресурсов [10]. Рассмотрены результаты нейробиологических и психологических исследований когнитивных резервов мозга при старении и отмечены, с одной стороны, неустойчивость показанных эффектов вследствие разных подходов к определению когнитивных функций при нормальном или патологическом старении; с другой – усиливающийся в последнее время интерес к изучению роли префронтальной коры головного мозга и связанных с ее функциями тормозных процессов в нервной системе.

При исследовании механизмов послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) с использованием комплексной оценки когнитивного статуса у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) показана информативность такого подхода для выявления послеоперационных когнитивных нарушений, в том числе в отдаленном периоде коронарного шунтирования (КШ) [11–13]. В перечисленных исследованиях батарея тестов для комплексной оценки когнитивного статуса содержала сложные зрительно-моторные задания, требующие использования тормозных функций при селекции информации (нейродинамика), а также задания для тестирования внимания и разных форм кратковременной памяти (числа, слоги, слова). Ранее выполненное исследование по изучению нейрофизиологических механизмов ПОКД у больных с диагностированными малыми и умеренными (до 50%) стенозами сонных артерий (СА) показало большую в сравнении с контрольной группой частоту встречаемости когнитивных дисфункций по показателям нейродинамики и кратковременной памяти,

сопровождающуюся изменениями активности коры головного мозга, на что указывало усиление мощности биопотенциалов в широком диапазоне частот [14].

Актуальность продолжения такого исследования обусловлена высокой частотой развития ПОКД вследствие применения анестезии и искусственного кровообращения [15, 16] и необходимостью уточнения диагностических маркеров этого патологического состояния, а также его негативным влиянием на качество жизни прооперированных пациентов [17]. Следует отметить, что пожилой возраст больных относится к значимым факторам развития ПОКД, особенно это касается пациентов с атеросклерозом СА [11–14].

Целью настоящего исследования стал анализ послеоперационных изменений эффективности селекции информации и памяти в зависимости от степени предоперационного стеноза СА (включая поражение более 50%) и возраста кардиохирургических пациентов. Дополнительной задачей было выяснение роли общего психического состояния больных согласно показателю личностной тревожности, измеренному до оперативного вмешательства.

Материалы и методы

Пациенты

В проспективное исследование последовательно включены 229 пациентов, перенесших изолированное КИШ или КИШ в сочетании с каротидной эндартерэктомией. Исследование проведено в соответствии со стандартами Хельсинкской декла-

рации и получило одобрение этического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (Кемерово, Россия). Все участники исследования подписывали добровольное информированное согласие. Критерии включения и исключения из исследования подробно описаны ранее [18].

Каждый участник исследования подвергся стандартному клиническому и инструментальному обследованию. Оценка состояния СА проведена перед операцией с использованием цветного дуплексного сканирования на оборудовании экспертного класса. Для определения степени выраженности стенозов использована классификация NASCET и ECST: отсутствие стенозов, малый стеноз – менее 30 %, умеренный – 30–49%, выраженный – 50–69%, критический – 70–99% и окклюзия. Стенозы СА чаще всего располагались в приустьевых и устьевых сегментах сосудов. Согласно результатам оценки состояния СА сформированы три группы пациентов: группа 0 – отсутствие стеноза (n = 124), группа 1 – стеноз СА менее 50% (n = 69) и группа 2 – более 50% (n = 36). В табл. 1 приведены основные клинические и анамнестические характеристики обследованных больных.

Психометрическое исследование

Когнитивные функции оценены в два этапа. За 3–5 дней до операции пациенты проходили скрининговое тестирование с использованием шкал MMSE (Mini-mental state examination, Краткая шкала оценки когнитивного статуса), FAB (Frontal

Таблица 1. Дооперационная клиничко-анамнестическая характеристика пациентов				
Table 1. Clinical and anamnestic characteristics of patients planned for cardiac surgery				
Показатель / Variable	группа 0 / group 0, n = 124	группа 1 / group 1, n = 69	группа 2 / group 2, n = 36	p
Возраст, годы / Age, years, M±SD	57,2±6,35	57,8±6,24	62,9±8,85	0,0003
Мужчины/женщины / Men/women, n	120/4	68/1	29/7	0,0001
Образование / Education, n (%): среднее / secondary высшее / high	91 (73) 33 (27)	52 (75) 17 (25)	28 (78) 8 (22)	0,85
Фракция выброса левого желудочка / Left ventriculi ejection fraction, %, M±SD	57,4±9,27	59,2±7,68	58,1±9,87	0,27
ФК стенокардии / Angina functional class, n (%) 0–I II III	6 (5) 73 (59) 45 (36)	5 (7) 35 (51) 29 (42)	5 (14) 25 (69) 6 (17)	0,06
ФК ХСН по NYHA / NYHA functional class, n (%) 0–I II III	5 (4) 96 (77) 23 (19)	5 (7) 52 (75) 12 (18)	6 (17) 26 (72) 4 (11)	0,1
Артериальная гипертензия / Arterial hypertension, n (%)	110 (89)	61 (88)	33 (92)	0,86
Сахарный диабет 2-го типа / Type 2 diabetes mellitus, n (%)	31 (25)	18 (26)	8 (22)	0,9
ОНМК в анамнезе / Stroke history, n (%)	0 (0)	0 (0)	4 (11)	0,005
Примечание: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ФК – функциональный класс; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация. Note: NYHA – New York Heart Association.				

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Assessment Battery, Батарея лобной дисфункции) и BDI-II (Beck Depression Inventory, Шкала депрессии Бека). Количество баллов MMSE менее 20, FAB менее 11 и BDI-II более 8 являлось основанием для исключения из исследования. Вторым этапом проведено расширенное тестирование функций внимания, памяти и селекции информации (нейродинамики), а также личностной и ситуативной тревожности на программном психофизиологическом комплексе Status PF. На 7–10-е сут послеоперационного периода выполнено только расширенное психометрическое тестирование.

Статистический анализ

Результаты исследования обрабатывали в программе Statistica 13.3 (SN: JPZ912J057923 CNET2ACD-K; StatSoft Inc., США). Проверку нормальности распределения данных выполняли согласно критерию Колмогорова – Смирнова, при этом часть психометрических и количественных клинико-anamnestических показателей распределены нормально и представлены в виде $M \pm \sigma$. Качественные клинико-anamnestические показатели представлены в виде частоты встречаемости n (%). Для оценки межгрупповых различий качественных переменных использовали критерий χ^2 . Для анализа собранного массива психометрических данных – методы дисперсионного и иерархического кластерного анализа. Для межгруппового сравнения переменных, которые не соответствовали критериям нормального распределения, применяли непараметрический метод Краскела – Уоллиса, корреляционный анализ выполняли с использованием критерия Спирмена. Статистически значимыми считали значения $p < 0,05$.

Результаты

Согласно результатам описательной статистики, рассматриваемые когнитивные показатели – сложная зрительно-моторная реакция (скорость реакции (СЗМР_СР), количество ошибок (СЗМР_КО)); уровень функциональной подвижности нервных процессов (скорость реакции, УФП_СР), количество ошибок (УФП_КО), количество пропущенных сигналов (УФП_ППС)); работоспособность головного мозга (скорость реакции (РГМ_СР), количество обработанных символов за 1-ю (вработываемость (КПБ_1)) и 4-ю (истощаемость (КПБ_4)) минуты теста «Корректирующая проба Бурдона»; запоминание чисел (З_Ч), слогов (З_СЛГ) и слов (З_СЛВ) – соответствовали критериям параметрического анализа данных, а показатели количества ошибок (РГМ_КО) и пропущенных сигналов (РГМ_ППС) имели левостороннюю асимметрию в распределении. В связи с этим для сравнительного анализа групп использовали как параметрический метод ANOVA (независимый фактор «группа»: группа 0, группа 1 и группа 2; зависимые переменные: возраст, тревожность и когнитивные показатели, измеренные до и после операции), так и его непараметрический аналог – метод Краскела – Уоллиса для анализа РГМ_КО и РГМ_ППС.

Обнаруженные в результате анализа эффекты, связанные с влиянием фактора «группа», приведены в табл. 2. Значимые эффекты выраженности стеноза СА обусловлены тем, что группа 2 отличается от двух других более медленной реакцией в разных условиях селекции зрительных стимулов и повышением возраста пациентов. Снижение показателей РГМ_КО в группе 2 по сравнению с группой 1 оказалось на уровне $p = 0,1$.

Таблица 2. Общие эффекты, связанные с выраженностью стенозов
Table 2. General effects associated with the severity of stenosis

Показатель / Variable	ANOVA		Средние значения показателей / Mean variable values		
	F	p	группа 0 / group 0	группа 1 / group 1	группа 2 / group 2
Возраст / Age	10,33	0,00005	57,2	57,8	62,9*
Личностная тревожность / Trait anxiety	2,50	0,08	39,0	38,9	41,7
СЗМР_СР / Reaction time in the complex visual-motor test	13,51	0,00001	557	564	642*
УФП_СР / Reaction time in the test of functional mobility of nervous processes	8,56	0,0003	447	448	489*
РГМ_СР / Reaction time in the test of the brain performance	4,42	0,013	435	445	467*
	Метод Краскела – Уоллиса / Kruskal-Wallis Method		Медиана / Median		
РГМ_КО / The number of errors in the same test	4,34	0,11	112	118	104
РГМ_ППС / The number of missed signals in the brain performance test	0,82	0,66	74	69	63

Примечание: РГМ_КО – количество ошибок там же; РГМ_ППС – количество пропущенных сигналов в тесте работоспособности головного мозга; РГМ_СР – скорость реакции в тесте работоспособности головного мозга; СЗМР_СР – скорость сложной зрительно-моторной реакции; УФП_СР – скорость реакции в тесте функциональной подвижности нервных процессов; * – значимые различия средних значений показателей в группе 2 по сравнению с группами 0 и 1 ($p < 0,04$).
Note: * – significant differences in the mean variable values in group 2 compared with group 0 and group 1 ($p < 0.04$), the median variable values are in parentheses.

Также обнаружена тенденция повышения личностной тревожности в группе 2 по сравнению с группами 0 и 1 (41,7±1,1, 39,0±0,6 и 38,9±0,8 соответственно; $p<0,08$) при отсутствии значимых межгрупповых различий в ситуативной тревожности.

С учетом различий в клинико-анамнестических характеристиках трех групп дополнительно выполнен анализ возможного влияния факторов пола или острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в группе 2, который, однако, не показал значимых межгрупповых различий по этим переменным.

Основные данные, иллюстрирующие эффекты взаимодействия факторов «группа» и «период» (тестирования), приведены в табл. 3.

Выявлена тенденция к послеоперационному снижению СЗМР_КО в группе 2 по сравнению с группой 0 ($p = 0,11$) при отсутствии значимых до- и послеоперационных различий как по СЗМР_КО, так и З_Ч в группе 2. Показатель З_СЛВ в группе 0 возрастал в послеоперационном периоде в сравнении с дооперационным ($p = 0,03$), а в группе 1 снижался ($p = 0,1$) и оказывался меньше, чем в группах 0 и 1 (при межгрупповом сравнении $0,01<p<0,03$). Анализ изменений КПБ_4 выявил его значимый послеоперационный рост в группах 0 и 1 ($p<0,00006$), но отсутствие такого эффекта в группе 2, причем изменения КПБ_4 между группами 2 и 0 оказались разнонаправленными: до операции большие значения отмечены в группе 2, после операции – в группе 0 ($0,01<p<0,03$).

Анализ всех показателей группы 2 в зависимости от факторов пола и ОНМК не продемонстрировал влияния первого, но обнаружил меньшее значение СЗМР_КО у пациентов с ОНМК по сравнению с теми, у кого инсульт не был диагностирован (2,2±1,8 и 0,5±0,5 соответственно; $p<0,01$ по критерию Манна – Уитни).

Таким образом, наличие выраженного (более 50%) стеноза СА характерно для более пожилых больных ИБС и сопровождается увеличением вре-

мени реакции на зрительные стимулы при их селекции. В отношении эффектов взаимодействия факторов группы и периода в послеоперационном периоде только в группе 0 отмечено улучшение устойчивости селекции информации (увеличение количества обрабатываемых символов за 4-ю минуту теста «Корректирующая проба Бурдона») и кратковременной памяти (З_СЛВ) в сравнении с тестированием до операции: в группе 1 наряду с повышением устойчивости селекции информации показатель З_СЛВ снижается, а в группе 2 характеризуется уменьшением и устойчивости селекции информации, и кратковременной памяти (З_Ч). ОНМК в группе 2 является дополнительным фактором, ухудшающим эффективность выполнения сложной зрительно-моторной реакции.

Для выяснения особенностей соотношения исследованных переменных в зависимости от выраженности стеноза СА использован иерархический кластерный анализ с использованием метода Варда для нормированных переменных в каждой выделенной группе. Результаты, выполненные для переменных, полученных до- и после операции, представлены на рисунке.

Во всех случаях переменные формируют два кластера, однако их состав меняется в зависимости от выраженности стеноза СА. В группе 0 до операции один кластер формируется с объединением показателя личностной тревожности, показателей внимания и памяти, а второй – возраста и эффективности селекции информации в зрительно-моторных реакциях. В послеоперационном периоде происходит реорганизация состава двух кластеров: возраст вместе с личностной тревожностью, показателями эффективности селекции информации в разных условиях и кратковременной памятью формирует общий кластер, а количество ошибок и скорость реакции при выполнении зрительно-моторных заданий – другой.

В группе 1 состав кластеров до оперативного вмешательства схож с таковым в группе 0 и отличался

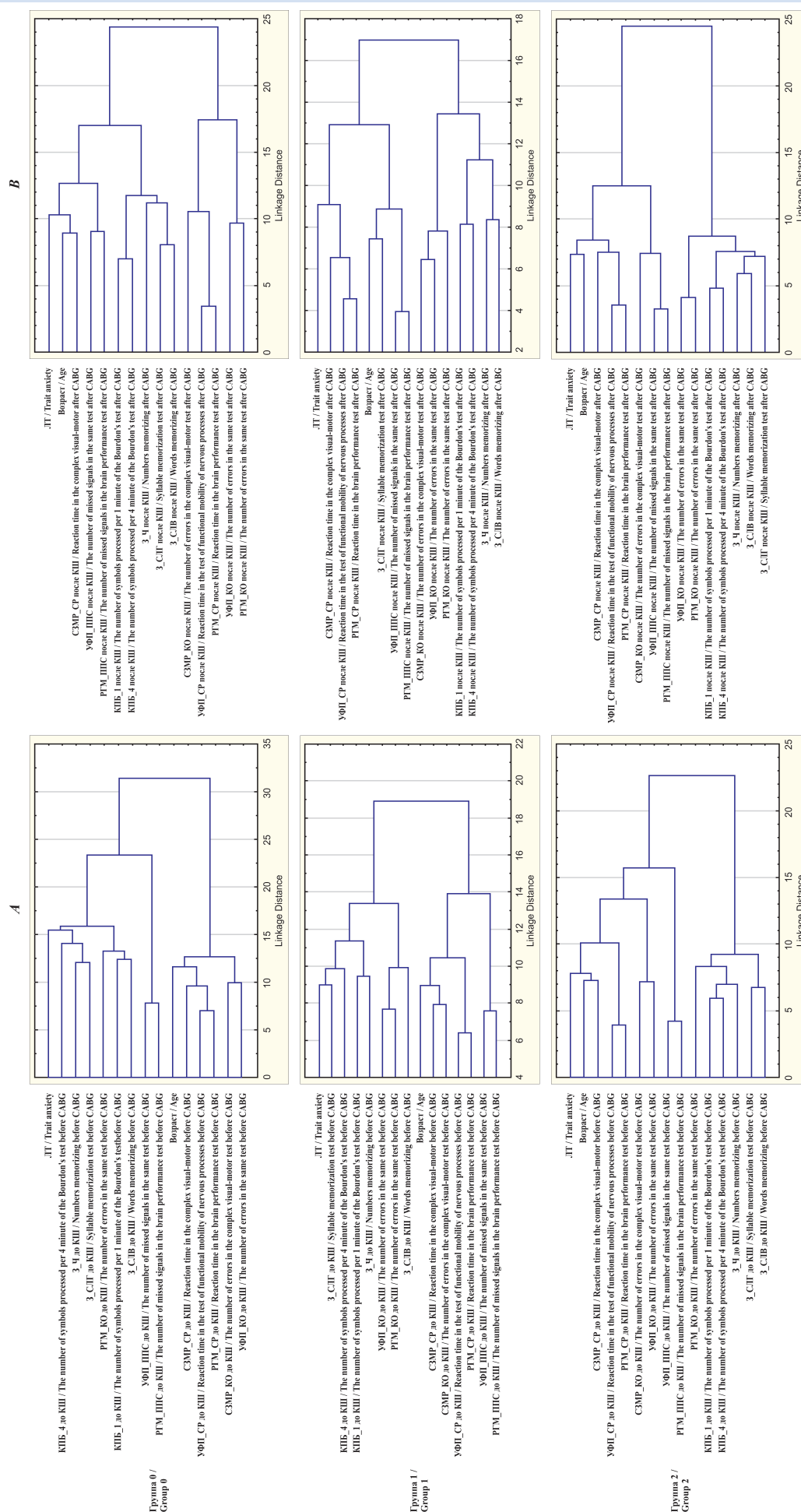
Таблица 3. Эффекты взаимодействия переменных: выраженности стенозов и периода тестирования

Table 3. Effects of variables interaction: severity of stenosis and testing period

Показатель / Variable	F	p	Значения показателя / Variable values					
			до операции / before surgery			после операции / after surgery		
			группа 0 / group 0	группа 1 / group 1	группа 2 / group 2	группа 0 / group 0	группа 1 / group 1	группа 2 / group 2
СЗМР_КО / The number of errors in the complex visual-motor test	3,34	0,037	2,0	2,5	2,5	2,3 [#]	2,0	1,7 [#]
КПБ_4 / The number of processed symbols per 4th min of the Bourdon's test	12,40	0,00001	67,3 [#]	73,1	91,7 [#]	101,0* [#]	100,3*	84,4 [#]
З_Ч / Numbers memorizing	3,27	0,040	4,5	4,8	4,2	4,9 [#]	4,4	4,1 [#]
З_СЛВ / Words memorizing	4,11	0,018	2,7	2,8	2,9	3,0*	2,5 [#]	3.1

Примечание: З_СЛВ – запоминание слов; З_Ч – запоминание чисел; КПБ_4 – количество обработанных символов за 4-ю минуту теста «Корректирующая проба Бурдона» (истощаемость); СЗМР_КО – количество ошибок сложной зрительно-моторной реакции; * – $p<0,05$ при сравнении до и после операции; [#] – при межгрупповом сравнении.

Note: * – $p<0.05$ the differences before and after surgery; [#] – between-group differences.



Дендрограммы исследованных переменных, полученных до (А) и после (В) кардиохирургических вмешательств в группах пациентов, различающихся степенью стеноза СА

Примечание: 3 СЛВ – тест запоминания слов; 3 СЛГ – тест запоминания слогов; 3 Ч – запоминание чисел; КЛБ_1 – количество обработанных символов за 1-ю минуту теста «Коррективная проба Бурдона» (вработываемость); КЛБ_4 – количество обработанных символов за 4-ю минуту теста «Коррективная проба Бурдона» (истощаемость); КШ – коронарное шунтирование; ЛГ – личностная тревожность; РГМ_КО – количество пропущенных сигналов в тесте работоспособности головного мозга; РГМ_СР – скорость реакции в тесте работоспособности головного мозга; СЗМР_КО – количество ошибок сложной зрительно-моторной реакции; СЗМР_СР – скорость сложной зрительно-моторной реакции; УФП_КО – количество ошибок в этом же тесте; УФП_ЛПС – количество пропущенных сигналов там же; УФП_СР – скорость реакции в тесте функциональной подвижности нервных процессов.

Note: CABG – coronary artery bypass grafting.

по знаку взаимосвязей показателей тревожности и времени реакции обнаружен в этих группах и при анализе послеоперационных показателей когнитивных функций, но в группе 0 он представлен для ситуативной тревожности, а в группе 1 – для личностной.

В группе 2 до операции более высокой личностной или ситуативной тревожности соответствовало меньшее количество ошибок при выполнении задания РГМ и снижение воспроизведения при З_Ч. Для послеоперационного периода характерна положительная связь между личностной тревожностью и временем реакции/количеством пропущенных сигналов, негативная связь как между личностной тревожностью и кратковременной памятью, так и между ситуативной тревожностью и УФП_КО (см. табл. 4).

Следовательно, можно заключить, что только выраженный (более 50%) стеноз СА приводит к значимому замедлению формирования реакции при селекции информации и пациенты данной группы (группа 2) характеризуются старшим возрастом и тенденцией к росту личностной тревожности по сравнению с группой 0. Отличительной особенностью группы 2 является послеоперационное снижение объема внимания, тогда как в группе 0 этот показатель, напротив, увеличивался. Дополнительным фактором послеоперационного роста ошибок при выполнении сложной зрительно-моторной реакции служит наличие ОНМК в анамнезе пациентов группы 2. Также в группе 2 отмечено ухудшение памяти в сравнении с группой 0, при этом структура взаимосвязей когнитивных показателей принципиально не меняется, а скоростные показатели селекции информации положительно связаны с личностной тревожностью. Группа 1 (стеноз менее 50%), согласно результатам всех этапов анализа, занимает промежуточное положение между группами 0 и 2 и характеризуется послеоперационным повышением объема внимания, но снижением памяти.

Обсуждение

Обнаруженное в группе 2 замедление сенсомоторной реакции при выполнении разных заданий, требующих селекции сигнала, согласуется с результатами других исследований: при выраженных стенозах СА отмечаются нарушения моторной реакции и внимания в сравнении с контрольной группой [6, 19]. Другой согласующийся с литературными данными эффект – ассоциация выраженного стеноза и возраста [4, 5], которые рассматриваются как дополнительныеотягощающие факторы снижения когнитивных функций, обусловленного гипоксией мозга вследствие тяжелого сердечно-сосудистого заболевания и перенесенного оперативного вмешательства [8, 20].

Вместе с тем послеоперационный период в группе 0 характеризуется повышением устойчивости внимания и показателей памяти, как и реорганизацией когнитивных функций, согласно результатам кластерного анализа, что можно связать с улучшением кровоснабжения мозга, показанным на 6-й день после КШ [21]. При наличии стеноза СА до 50% эффект послеоперационного восстановления когнитивных процессов в группе 1 относится только к устойчивости внимания, а в группе 2 (стеноз более 50%) не наблюдается вообще. Следует при этом отметить, что если при тестировании до операции исследованные группы различались только показателем вработываемости и объема внимания в группе 2 по сравнению с группой 0, то после операции межгрупповые различия обнаружены в четырех когнитивных показателях, указывающих на более эффективное восстановление когнитивной деятельности в группе 0 по сравнению с группами с диагностированным стенозом СА. Исключение составляет более высокий в группе 0 показатель СЗМР_КО по сравнению с группой 2, что требует дальнейшего исследования особенностей тормозных функций у пациентов с ИБС, возможно, обусловленных регионарной спецификой стеноза СА.

Особенности эмоциональной регуляции когнитивных процессов, у больных ИБС в частности, часто встречающаяся повышенная тревожность, в том числе связанная с госпитализацией [22], представляют отдельный интерес. Преимущественная связь когнитивных показателей с ситуативной тревожностью в группе 0 и личностной тревожностью в группе 2 свидетельствует, что длительная ишемия мозга вследствие тяжелого сердечно-сосудистого заболевания может способствовать формированию устойчивого состояния тревоги и сопутствующим изменениям функций сенсорно-перцептивных систем с повышением их чувствительности к поступающим стимулам – этот процесс может быть как адаптивным, так и дезадаптивным из-за неадекватной оценки их потенциальной опасности [23]. Обнаруженную связь большей ситуативной тревожности и ускорения сенсомоторной реакции в группе 0 до операции следует считать скорее дезадаптивной, так как она сопровождается повышением числа ошибок при селекции стимулов. В свою очередь исчезновение связи ситуативной тревожности и количества ошибок в послеоперационном состоянии при сохранении негативной корреляции ситуативной тревожности и времени сенсомоторной реакции может указывать уже на адаптивное улучшение исполнительного контроля внимания, как это установлено при усилении кардиоваскулярной активности в результате физической нагрузки [24].

Имеются сведения, что тревожность влияет на эффективность кратковременной памяти, нарушая

преимущественно исполнительный компонент воспроизведения энграммы [25, 26]. Следовательно, обнаруженные в группе 2 негативные связи ситуативной и личностной тревожности с разными видами памяти можно рассматривать как подтверждение этой точки зрения, причем именно в условиях выраженной ишемии мозга, так как в группе 0 такой взаимосвязи не наблюдается, а в группе 1 отмечена тенденция к противоположной положительной связи личностной тревожности и запоминания слогов (см. табл. 3).

Негативная связь показателей тревожности и количества ошибок при селекции информации, скорее всего, отражает генерализованное влияние тревожности на тормозные процессы в мозге и общее замедление времени сенсомоторной реакции в группе 2, вызванное нарушением функциональных нейронных сетей при стенозе СА [27, 28]. Показано, что такие нарушения приводят к нестабильности проявления когнитивного дефицита, который может быть предсказан с применением метода функциональной коннективности мозга для оценки ишемии и реперфузии его отдельных областей [29].

Заключение

Комплексный анализ когнитивных функций у кардиохирургических пациентов с разной выраженностью стенозов СА показывает, что увеличение возраста и степени стеноза СА является фактором замедления формирования ответа в разных

условиях селекции информации. В группе с выраженным стенозом СА (более 50%) КШ приводит к снижению когнитивного статуса в сравнении с группами без диагностированного стеноза или при его умеренной выраженности. Для дифференциации групп больных ИБС в зависимости от выраженности стеноза в послеоперационном периоде информативно тестирование кратковременной памяти и устойчивости внимания, показатель которого улучшается в группе без стеноза, но снижается в группе с выраженным стенозом. Дополнительными факторами когнитивного дефицита при стенозе СА выступают личностная тревожность, связанная с ухудшением памяти, и ОНМК в анамнезе, ассоциированное со снижением эффективности сложной зрительно-моторной реакции.

Конфликт интересов

О.М. Разумникова заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.В. Тарасова заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Трубникова заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.Л. Барбараш – заместитель главного редактора журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-29-01017.

Информация об авторах

Разумникова Ольга Михайловна, доктор биологических наук профессор кафедры психологии и педагогики факультета гуманитарного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7831-9404

Тарасова Ирина Валерьевна, доктор медицинских наук ведущий 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** 0000-0002-6391-0170

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

Барбараш Ольга Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-4642-3610

Author Information Form

Razumnikova Olga M., PhD, Professor at the Department of Psychology and Pedagogy, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7831-9404

Tarasova Irina V., PhD, Senior Research Assistant at the Laboratory of Neurovascular Pathology at the Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6391-0170

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

Barbarash Olga L., PhD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-4642-3610

Вклад авторов в статью

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

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

РОМ – вклад в концепцию и дизайн исследования, интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

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

Author Contribution Statement

TOA – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TIV – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ROM – contribution to the concept and design of the study, data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stary HC. Changes in components and structure of atherosclerotic lesions developing from childhood to middle age in coronary arteries. *Basic Res Cardiol*. 1994; 89 Suppl 1:17-32. doi: 10.1007/978-3-642-85660-0_2.
2. Bilato C, Crow MT. Atherosclerosis and the vascular biology of aging. *Aging (Milano)*. 1996;8(4):221-34. doi: 10.1007/BF03339572.
3. McMahan CA, Gidding SS, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP, McGill HC Jr; Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Research Group. Pathobiological determinants of atherosclerosis in youth risk scores are associated with early and advanced atherosclerosis. *Pediatrics*. 2006;118(4):1447-55. doi: 10.1542/peds.2006-0970.
4. Mahmood SS, Levy D, Vasan RS & Wang TJ (2014). The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: a historical perspective. *Lancet* 383, 999–1008.
5. Thijssen DH, Carter SE, Green DJ. Arterial structure and function in vascular ageing: are you as old as your arteries? *J Physiol*. 2016;594(8):2275-84. doi: 10.1113/JP270597.
6. Martinić-Popović I, Lovrenčić-Huzjan A, Demarin V. Advanced asymptomatic carotid disease and cognitive impairment: an understated link? *Stroke Res Treat*. 2012; 2012:981416. doi: 10.1155/2012/981416.
7. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Разумникова О.М. Пластичность функциональных систем мозга как компенсаторный ресурс при нормальном и патологическом старении, ассоциированном с атеросклерозом. *Атеросклероз*. 2020;16(1):59-67. <https://doi.org/10.15372/ATER20200108>.
8. Chang XL, Zhou HQ, Lei CY, Wu B, Chen YC, Hao ZL, Dong W, Liu M. Association between asymptomatic carotid stenosis and cognitive function: a systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2013;37(8):1493-9. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.05.011.
9. van Sinderen K, Schwarte LA, Schober P. Diagnostic criteria of postoperative cognitive dysfunction: a focused systematic review. *Anesthesiol Res Pract*. 2020;2020:7384394. doi: 10.1155/2020/7384394.
10. Бакаев М.А., Разумникова О.М. Когнитивные резервы: префронтальная кора или информационная нагрузка? *Успехи геронтологии*. 2021; 34(2): 202-209. doi: 10.34922/AE.2021.34.2.003.
11. Трубникова О.А., Каган Е.С., Куприянова Т.В., Малева О.В., Аргунова Ю.А., Кухарева Нейропсихологический статус пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца и факторы, на него влияющие. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017; (1):112-121. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2017-1-112-121>
12. Сырова И.Д., Ложкин И.С., Трубникова О.А., Артамонова А.И., Портнов Ю.М., Семенов С.Е., Малева О.В., Коваленко А.В., Гарганеева Н.П. Цереброваскулярные осложнения у пациентов с ишемической болезнью сердца, перенесших коронарное шунтирование (пятилетнее наблюдение). *Креативная кардиология*. 2020; 14 (4): 313–23. doi: 10.24022/1997-3187-2020-14-4-313-323.
13. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Куприянова Т.В., Соснина А.С., Сырова И.Д., Ложкин И.С., Барбараш О.Л. Влияние стойкой послеоперационной когнитивной дисфункции на показатели качества жизни у пациентов в отдаленном послеоперационном периоде коронарного шунтирования. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(6):489-496. doi:10.17116/kardio202013061489.
14. Трубникова О. А., Тарасова И. В., Сырова И. Д., Малева О. В., Мамонтова А. С., Барбараш О. Л. Роль стенозов сонных артерий в структуре ранней послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов, перенесших коронарное шунтирование. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014;114(11):36-42.
15. Goettel N, Burkhardt CS, Rossi A, Cabella BC, Berres M, Monsch AU, Czosnyka M, Steiner LA. Associations between impaired cerebral blood flow autoregulation, cerebral oxygenation, and biomarkers of brain injury and postoperative cognitive dysfunction in elderly patients after major noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2017; 124(3):934-942. doi: 10.1213/ANE.0000000000001803.
16. Belrose JC, Noppens RR. Anesthesiology and cognitive impairment: a narrative review of current clinical literature. *BMC Anesthesiol*. 2019;19(1):241. doi: 10.1186/s12871-019-0903-7.
17. Blokzijl F, Keus F, Houterman S, Dieperink W, van der Horst ICC, Reneman MF, Absalom AR, Mariani MA. Does postoperative cognitive decline after coronary bypass affect quality of life? *Open Heart*. 2021;8(1):e001569. doi: 10.1136/openhrt-2020-001569.
18. Тарасова И. В., Акбиров Р. М., Тарасов Р. С., Трубникова О. А., Барбараш О. Л. Изменения показателей электрической активности головного мозга у пациентов, перенесших одномоментное коронарное шунтирование и каротидную эндартерэктомию. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(7):41-47. doi:10.17116/nevro201911907141.
19. Mathiesen EB, Waterloo K, Joakimsen O, Bakke SJ, Jacobsen EA, Børnaa KH. Reduced neuropsychological test performance in asymptomatic carotid stenosis: The Tromsø Study. *Neurology*. 2004 Mar 9;62(5):695-701. doi: 10.1212/01.wnl.0000113759.80877.1f.
20. Snyder B, Simone SM, Giovannetti T, Floyd TF. Cerebral hypoxia: its role in age-related chronic and acute

cognitive dysfunction. *Anesth Analg.* 2021 132(6):1502-1513. doi: 10.1213/ANE.00000000000005525.

21. Smith PJ, Brownlydyke JN, Monge ZA, Harshbarger TB, James ML, Gaca JG, Alexander JH, Berger MM, Newman MF, Milano CA, Mathew JP; Neurologic Outcomes Research Group (NORG). Longitudinal changes in regional cerebral perfusion and cognition after cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* 2019 107(1):112-118. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.056.

22. Huffman JC, Celano CM, Januzzi JL. The relationship between depression, anxiety, and cardiovascular outcomes in patients with acute coronary syndromes. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2010;6:123-36. doi: 10.2147/ndt.s6880.

23. Robinson OJ, Vytal K, Cornwell BR, Grillon C. The impact of anxiety upon cognition: perspectives from human threat of shock studies. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:203. doi: 10.3389/fnhum.2013.00203.

24. Tam ND. Improvement of Processing Speed in Executive Function Immediately following an Increase in Cardiovascular Activity. *Cardiovasc Psychiatry Neurol.* 2013; 2013:212767. doi: 10.1155/2013/212767.

25. Moran TP. Anxiety and working memory capacity: a

meta-analysis and narrative review. *Psychol. Bull.* 2016; 142: 831–864. doi: 10.1037/bul0000051.

26. Lukasik KM, Waris O, Soveri A, Lehtonen M and Laine M. The Relationship of anxiety and stress with working memory performance in a large non-depressed sample. *Front. Psychol.* 2019; 10:4. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00004.

27. Chang TY, Huang KL, Ho MY, Ho PS, Chang CH, Liu CH, Chang YJ, Wong HF, Hsieh IC, Lee TH, Liu HL. Graph theoretical analysis of functional networks and its relationship to cognitive decline in patients with carotid stenosis. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2016;36(4):808-18. doi: 10.1177/0271678X15608390.

28. Wang T, Xiao F, Wu G, Fang J, Sun Z, Feng H, Zhang J, Xu H. Impairments in brain perfusion, metabolites, functional connectivity, and cognition in severe asymptomatic carotid stenosis patients: an integrated mri study. *Neural Plast.* 2017; 8738714. doi: 10.1155/2017/8738714.

29. Cheng HL, Lin CJ, Soong BW, Wang PN, Chang FC, Wu YT, Chou KH, Lin CP, Tu PC, Lee IH. Impairments in cognitive function and brain connectivity in severe asymptomatic carotid stenosis. *Stroke.* 2012 43(10):2567-73. doi: 10.1161/STROKEAHA.111.645614.

REFERENCES

1. Stry HC. Changes in components and structure of atherosclerotic lesions developing from childhood to middle age in coronary arteries. *Basic Res Cardiol.* 1994; 89 Suppl 1:17-32. doi: 10.1007/978-3-642-85660-0_2.

2. Bilato C, Crow MT. Atherosclerosis and the vascular biology of aging. *Aging (Milano).* 1996;8(4):221-34. doi: 10.1007/BF03339572.

3. McMahan CA, Gidding SS, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP, McGill HC Jr; Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Research Group. Pathobiological determinants of atherosclerosis in youth risk scores are associated with early and advanced atherosclerosis. *Pediatrics.* 2006;118(4):1447-55. doi: 10.1542/peds.2006-0970.

4. Mahmood SS, Levy D, Vasan RS & Wang TJ (2014). The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: a historical perspective. *Lancet* 383, 999–1008.

5. Thijssen DH, Carter SE, Green DJ. Arterial structure and function in vascular ageing: are you as old as your arteries? *J Physiol.* 2016;594(8):2275-84. doi: 10.1113/JP270597.

6. Martinić-Popović I, Lovrenčić-Huzjan A, Demarin V. Advanced asymptomatic carotid disease and cognitive impairment: an understated link? *Stroke Res Treat.* 2012; 2012:981416. doi: 10.1155/2012/981416.

7. Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Razumnikova O.M. Plasticity of brain functional systems as a compensator resource in normal and pathological aging associated with atherosclerosis. *Atherosclerosis.* 2020;16(1):59-67. <https://doi.org/10.15372/ATER20200108> (In Russ.)

8. Chang XL, Zhou HQ, Lei CY, Wu B, Chen YC, Hao ZL, Dong W, Liu M. Association between asymptomatic carotid stenosis and cognitive function: a systematic review. *Neurosci Biobehav Rev.* 2013;37(8):1493-9. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.05.011.

9. van Sinderen K, Schwarte LA, Schober P. Diagnostic criteria of postoperative cognitive dysfunction: a focused systematic review. *Anesthesiol Res Pract.* 2020;2020:7384394. doi: 10.1155/2020/7384394.

10. Bakaev M.A., Razumnikova O.M. Cognitive reserves: prefrontal cortex or information load? *Adv. geront.* 2021. 34(2): 202-209 doi: 10.34922/AE.2021.34.2.003. (In Russ)

11. Trubnikova O.A., Kagan E.S., Kupriyanova T.V., Maleva O.V., Argunova Yu.A., Kukhareva I.N. Neuropsychological status of patients with stable coronary artery disease and factors

affecting it. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2017; (1):112-121. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2017-1-112-121> (In Russ.)

12. Syrova I.D., Lozhkin I.S., Trubnikova O.A., Artamonova A.I., Portnov Yu.M., Semenov S.E., Maleva O.V., Kovalenko A.V., Garganeeva N.P. Cerebrovascular complications of patients with coronary heart disease who underwent coronary bypass surgery (five-year follow-up). *Creative Cardiology.* 2020; 14 (4): 313–23 doi: 10.24022/1997-3187-2020-14-4-313-323 (in Russ.)

13. Tarasova IV, Trubnikova OA, Kupriyanova TV, Sosnina AS, Syrova ID, Lozhkin IS, Barbarash OL. Impact of persistent postoperative cognitive dysfunction on quality of life in long-term postoperative period after coronary artery bypass grafting. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2020;13(6):489-496. doi:10.17116/kardio202013061489 (In Russ)

14. Trubnikova OA, Tarasova IV, Syrova ID, Maleva OV, Mamontova AS, Barbarash OL. A role of carotid stenoses in the structure of early postoperative cognitive dysfunction in patients underwent coronary artery bypass grafting. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova.* 2014;114(11):36-42. (In Russ)

15. Goettel N, Burkhardt CS, Rossi A, Cabella BC, Berres M, Monsch AU, Czosnyka M, Steiner LA. Associations between impaired cerebral blood flow autoregulation, cerebral oxygenation, and biomarkers of brain injury and postoperative cognitive dysfunction in elderly patients after major noncardiac surgery. *Anesth Analg.* 2017; 124(3):934-942. doi: 10.1213/ANE.0000000000001803.

16. Belrose JC, Noppens RR. Anesthesiology and cognitive impairment: a narrative review of current clinical literature. *BMC Anesthesiol.* 2019;19(1):241. doi: 10.1186/s12871-019-0903-7.

17. Blokzijl F, Keus F, Houterman S, Dieperink W, van der Horst ICC, Reneman MF, Absalom AR, Mariani MA. Does postoperative cognitive decline after coronary bypass affect quality of life? *Open Heart.* 2021;8(1):e001569. doi: 10.1136/openhrt-2020-001569.

18. Tarasova IV, Akbirov RM, Tarasov RS, Trubnikova OA, Barbarash OL. Electric brain activity in patients with simultaneous coronary artery bypass grafting and carotid endarterectomy. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova.* 2019;119(7):41-47. (In Russ)

19. Mathiesen EB, Waterloo K, Joakimsen O, Bakke SJ, Jacobsen EA, Børnaa KH. Reduced neuropsychological test performance in asymptomatic carotid stenosis: The Tromsø Study. *Neurology*. 2004 Mar 9;62(5):695-701. doi: 10.1212/01.wnl.0000113759.80877.1f.
20. Snyder B, Simone SM, Giovannetti T, Floyd TF. Cerebral hypoxia: its role in age-related chronic and acute cognitive dysfunction. *Anesth Analg*. 2021 132(6):1502-1513. doi: 10.1213/ANE.0000000000005525.
21. Smith PJ, Browndyke JN, Monge ZA, Harshbarger TB, James ML, Gaca JG, Alexander JH, Berger MM, Newman MF, Milano CA, Mathew JP; Neurologic Outcomes Research Group (NORG). Longitudinal changes in regional cerebral perfusion and cognition after cardiac operation. *Ann Thorac Surg*. 2019 107(1):112-118. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.056.
22. Huffman JC, Celano CM, Januzzi JL. The relationship between depression, anxiety, and cardiovascular outcomes in patients with acute coronary syndromes. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2010;6:123-36. doi: 10.2147/ndt.s6880.
23. Robinson OJ, Vytal K, Cornwell BR, Grillon C. The impact of anxiety upon cognition: perspectives from human threat of shock studies. *Front Hum Neurosci*. 2013;7:203. doi: 10.3389/fnhum.2013.00203.
24. Tam ND. Improvement of Processing Speed in Executive Function Immediately following an Increase in Cardiovascular Activity. *Cardiovasc Psychiatry Neurol*. 2013; 2013:212767. doi: 10.1155/2013/212767.
25. Moran TP. Anxiety and working memory capacity: a meta-analysis and narrative review. *Psychol. Bull.* 2016; 142: 831–864. doi: 10.1037/bul0000051.
26. Lukasik KM, Waris O, Soveri A, Lehtonen M and Laine M. The Relationship of anxiety and stress with working memory performance in a large non-depressed sample. *Front. Psychol.* 2019; 10:4. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00004.
27. Chang TY, Huang KL, Ho MY, Ho PS, Chang CH, Liu CH, Chang YJ, Wong HF, Hsieh IC, Lee TH, Liu HL. Graph theoretical analysis of functional networks and its relationship to cognitive decline in patients with carotid stenosis. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2016;36(4):808-18. doi: 10.1177/0271678X15608390.
28. Wang T, Xiao F, Wu G, Fang J, Sun Z, Feng H, Zhang J, Xu H. Impairments in brain perfusion, metabolites, functional connectivity, and cognition in severe asymptomatic carotid stenosis patients: an integrated mri study. *Neural Plast*. 2017; 8738714. doi: 10.1155/2017/8738714.
29. Cheng HL, Lin CJ, Soong BW, Wang PN, Chang FC, Wu YT, Chou KH, Lin CP, Tu PC, Lee IH. Impairments in cognitive function and brain connectivity in severe asymptomatic carotid stenosis. *Stroke*. 2012 43(10):2567-73. doi: 10.1161/STROKEAHA.111.645614.

Для цитирования: Разумникова О.М., Тарасова И.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Изменения в структуре когнитивных функций и тревожности у кардиохирургических пациентов в зависимости от выраженности стенозов сонных артерий. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2022;11(1): 36-48. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-1-36-48

To cite: Razumnikova O.M., Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L. The changes in the structure of cognitive functions and anxiety in cardiac surgery patients depending on the severity of carotid arteries. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2022;11(1): 36-48. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-1-36-48
