

Эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов методом двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных дисфункций при коронарном шунтировании

Трубникова О. А., Тарасова И. В., Кухарева И. Н., Темникова Т. Б., Соснина А. С., Сырова И. Д., Куприянова Д. С., Барбараш О. Л.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний». Кемерово, Россия

Цель. Оценить эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов (ККТ) с использованием метода двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения.

Материал и методы. В когортное проспективное исследование были включены 68 пациентов, медиана возраста 64 года [54; 69], поступившие на плановое коронарное шунтирование с использованием искусственного кровообращения. Всем пациентам было проведено, помимо стандартного предоперационного обследования, расширенное нейропсихологическое тестирование и нейрофизиологическое исследование. Начиная с 3-4 сут. послеоперационного периода, всем пациентам проводили ККТ, включавший выполнение двойных заданий.

Результаты. Установлено, что на фоне проведения в раннем послеоперационном периоде ККТ с применением метода двойных задач на 8-10 сут. ранняя послеоперационная когнитивная дисфункция наблюдалась у 37 (54,4%) пациентов, тогда как у пациентов без тренингов в 69,3% случаев (n=79 из 114). Лучшие результаты когнитивного функционирования достигнуты в доменах нейродинамики и кратковременной памяти (реже выявлялись нарушения исполнительных функций и запоминания чисел и слов). Также у пациентов, прошедших курс тренинга, наблюдались послеоперационное увеличение фронто-окипитального градиента тета1 ритма.

Заключение. Данные нейропсихологического и нейрофизиологического исследований продемонстрировали ограниченную эффективность короткого курса ККТ с использованием метода

двойных задач в профилактике ранних послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения. Метод двойных задач может быть дополнительным профилактическим вмешательством при разработке персонализированного подхода к восстановлению когнитивных функций у кардиохирургических пациентов.

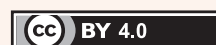
Ключевые слова: послеоперационная когнитивная дисфункция, коронарное шунтирование, когнитивный тренинг, двойные задачи.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области, проект № 20-415-420005.

Поступила 10/06-2022

Рецензия получена 24/06-2022

Принята к публикации 08/07-2022



Для цитирования: Трубникова О. А., Тарасова И. В., Кухарева И. Н., Темникова Т. Б., Соснина А. С., Сырова И. Д., Куприянова Д. С., Барбараш О. Л. Эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов методом двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных дисфункций при коронарном шунтировании. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(8):3320. doi:10.15829/1728-8800-2022-3320. EDN UIOIRP

Effectiveness of dual-task computerized cognitive training in the prevention of postoperative cognitive dysfunction in coronary bypass surgery

Trubnikova O. A., Tarasova I. V., Kukhareva I. N., Temnikova T. B., Sosnina A. S., Syrova I. D., Kupriyanova D. S., Barbarash O. L.
Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases. Kemerovo, Russia

Aim. To evaluate the effectiveness of dual-task computerized cognitive training (CCT) in the prevention of postoperative cognitive dysfunction in patients after on-pump coronary artery bypass grafting (CABG).

Material and methods. This cohort prospective study included 68 patients (median age, 64 years [54; 69]) admitted for elective on-pump CABG. In addition to the standard preoperative examination, all patients

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: olgalet17@mail.ru

Тел.: +7 (906) 935-65-43

[Трубникова О. А. — д.м.н., зав. лабораторией нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0001-8260-8033, Тарасова И. В. — д.м.н., в.н.с. лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-6391-0170, Кухарева И. Н. — к.м.н., н.с. лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-6813-7017, Темникова Т. Б. — аспирант, ORCID: 0000-0003-0381-5742, Соснина А. С. — к.м.н., н.с. лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0001-8908-2070, Сырова И. Д. — к.м.н., н.с. лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0003-4339-8680, Куприянова Д. С. — м.н.с. лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-9750-5536, Барбараш О. Л. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, ORCID: 0000-0002-4642-3610].

underwent advanced neuropsychological and neurophysiological examination. Starting from 3-4 days of the postoperative period, all patients underwent dual-task CCT.

Results. After 8-10 days, early postoperative cognitive dysfunction was observed in 37 (54,4%) patients from CCT group, while in patients without training in 69,3% of cases (n=79). The best results of cognitive functioning were achieved in neurodynamics and short-term memory. In addition, in patients who completed the training course, a postoperative increase in the frontooccipital gradient of theta rhythm was observed.

Conclusion. Neuropsychological and neurophysiological assessment have demonstrated the limited effectiveness of a short-term dual task CCT using in the prevention of early postoperative cognitive dysfunction in patients after on-pump CABG. The dual task method can be an additional preventive intervention in the development of a personalized approach to cognitive rehabilitation therapy in cardiac surgery patients.

Keywords: postoperative cognitive dysfunction, coronary artery bypass grafting, cognitive training, dual tasks.

Relationships and Activities. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Kemerovo Region, project № 20-415-420005.

Trubnikova O.A.* ORCID: 0000-0001-8260-8033, Tarasova I.V. ORCID: 0000-0002-6391-0170, Kukhareva I.N. ORCID: 0000-0002-6813-7017, Temnikova T.B. ORCID: 0000-0003-0381-5742, Sosnina A.S. ORCID: 0000-0001-8908-2070, Syrova I.D. ORCID: 0000-0003-4339-8680, Kupriyanova D.S. ORCID: 0000-0002-9750-5536, Barbarash O.L. ORCID: 0000-0002-4642-3610.

*Corresponding author:
olgalet17@mail.ru

Received: 10/06-2022

Revision Received: 24/06-2022

Accepted: 08/07-2022

For citation: Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Kukhareva I.N., Temnikova T.B., Sosnina A.S., Syrova I.D., Kupriyanova D.S., Barbarash O.L. Effectiveness of dual-task computerized cognitive training in the prevention of postoperative cognitive dysfunction in coronary bypass surgery. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(8):3320. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2022-3320. EDN UIOIRP

ИК — искусственное кровообращение, ККТ — компьютеризированный когнитивный тренинг, КШ — коронарное шунтирование, ПОКД — послеоперационная когнитивная дисфункция, ЭЭГ — электроэнцефалограмма, MoCA — Montreal Cognitive Assessment.

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Кардиохирургические вмешательства сопровождаются высокой частотой послеоперационных когнитивных дисфункций. Применение компьютеризированных когнитивных тренингов у пациентов после кардиохирургических вмешательств с позиции профилактики нарушений и восстановления когнитивных функций является новым направлением.

Что добавляют результаты исследования?

- Показана эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов с использованием метода двойных задач в профилактике ранних послеоперационных когнитивных дисфункций у пациентов после коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения.

Key messages

What is already known about the subject?

- Cardiac surgery is accompanied by a high incidence of postoperative cognitive dysfunction. The use of computerized cognitive training in patients after cardiac surgery for preventing disorders and restoring cognitive function is a novel direction.

What might this study add?

- The effectiveness of dual-task computerized cognitive training in the prevention of early postoperative cognitive dysfunction in patients after on-pump coronary artery bypass grafting under was shown.

Введение

Известно, что коронарное шунтирование (КШ) улучшает функцию сердца и остается одной из самых распространенных кардиохирургических процедур во всем мире. Однако, несмотря на технологические достижения в области кардиохирургии и анестезиологии, КШ ассоциируется с высокой частотой послеоперационных когнитивных нарушений [1]. Ранее показано, что послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД) повышает риск развития отдаленных когнитивных нарушений, а также депрессии, сопровождается

длительной реабилитацией после операции, низкой приверженностью к лечению, снижением повседневного функционирования, качества жизни и неблагоприятным прогнозом [2-4]. Послеоперационные когнитивные нарушения могут снижать эффективность реабилитационных мероприятий и способность к трудовой деятельности, что также увеличивает финансовую нагрузку системы государственного здравоохранения [5, 6].

Ранее были предприняты попытки применения различных медикаментозных способов профилактики ранних послеоперационных когнитивных

нарушений в кардиохирургии, однако ни один из них не занял прочного места в клинической практике. Стоит отметить, что особое значение имеет не только профилактика послеоперационных когнитивных нарушений, но восстановление когнитивных функций, начиная с первых суток после операции.

В настоящее время активно разрабатывается концепция нейропластичности, которая заключается в способности мозга генерировать морфологические изменения в ответ на стимулы окружающей среды, что обеспечивает адаптацию и компенсацию когнитивных изменений путем укрепления и создания новых межнейронных связей. Показано, что применение целенаправленных тренирующих вмешательств может стимулировать нейропластичность [7]. С этих позиций представляется весьма перспективным направлением использование нефармакологических способов воздействия, среди которых особо выделяют компьютеризированные программы когнитивной реабилитации. Подобные тренировки уже продемонстрировали свое положительное влияние у пожилых лиц [8], а также у пациентов с ранней стадией болезни Альцгеймера [9, 10]. При этом акцентируется внимание на том, что максимальное улучшение когнитивных функций после тренинга достигается путем комбинации физических и когнитивных упражнений по сравнению с любыми из них отдельно [11]. Существует также опыт применения компьютерных программ когнитивного тренинга у пациентов, перенесших кардиохирургические операции. Установлено, что курс компьютеризированного когнитивного тренинга (ККТ), проводимый в течение 10 сут. послеоперационного периода КШ, позволил улучшить показатели внимания, памяти и снизить процент ПОКД по сравнению с контрольной группой [12]. Однако методология ККТ в настоящее время все еще не сформирована, недостаточно информации об их эффективности в кардиохирургической практике, что подвигает исследователей к новому научному поиску.

Активно изучается возможность применения в ККТ метода двойных задач. Данный тип тренинга основан на одновременном выполнении двух задач, чаще всего моторной и когнитивной, конкурирующих между собой за мозговые ресурсы для своей реализации, за счет чего достигается расширенная активация мозговых регионов [11, 13, 14]. Применение такого подхода как двойные задачи, сочетающего физический, моторный компонент с различными когнитивными задачами, требует значительного контроля со стороны функций внимания и исполнительных функций [15, 16]. Ряд авторов демонстрируют положительный эффект их включения в реабилитационный курс [11, 15, 16], хотя приводятся данные и об ухудшении качества

выполнения компонентов двойной задачи за счет преобладания процессов интерференции у лиц с травматическим или нейродегенеративным повреждением головного мозга [17, 18]. Известно, что мозговая организация при успешном решении разнообразных задач у пожилых людей при одновременном выполнении конкурентных задач у индивидуумов любого возраста имеет определенное сходство: реализация этих процессов обеспечивается вовлечением более широко распределенных ресурсов полушарий мозга [19]. Таким образом, предполагается, что сочетание двух задач разной модальности в когнитивных тренингах может обеспечить более высокий реабилитационный потенциал в отличие от однозадачных тренингов, т.к. охватывает сразу несколько когнитивных функций и может дать положительный эффект в относительно небольшие сроки [20]. Основываясь на этом, можно ожидать, что проведение короткого курса ККТ в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств будет благотворным как для восстановления когнитивных нарушений после оперативного вмешательства, так и для профилактики дальнейшего когнитивного снижения.

Цель — оценить эффективность ККТ с использованием метода двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после КШ в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Материал и методы

Пациенты. Дизайн исследования был одобрен Этическим комитетом Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КП ССЗ). В когортное проспективное исследование были включены 68 пациентов, в возрасте 64 [54; 69] лет, поступившие на плановое коронарное шунтирование в условиях ИК в НИИ КП ССЗ.

Все пациенты были включены в исследование после подписания добровольного информированного согласия. Критериями не включения в исследование явились: наличие жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма, тяжелая сердечная недостаточность (IV функциональный класс по NYHA (New-York Heart Association)), тяжелые коморбидные заболевания — хроническая обструктивная болезнь легких, злокачественные новообразования, зависимость от психоактивных веществ, заболевания и/или травмы головного мозга, деменция и депрессия.

Всем пациентам проведен стандартный объем физических и лабораторно-инструментальных обследований, все были осмотрены неврологом, и им была проведена оценка базового психоэмоционального состояния и когнитивных функций: скрининговое нейропсихологическое тестирование с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций — MoCA (Montreal Cognitive Assessment), определение уровня депрессии по опроснику Бека II и тревожности по опроснику Спилбергера-Ханина.

В стационаре назначали терапию, соответствующую принципам лечения ишемической болезни серд-

Таблица 1

Клинико-anamнестические
характеристики пациентов

Характеристика	Пациенты, n=68
Возраст, лет, Me [Q25; Q75]	64 [54; 69]
Пол, n (%)	
Женщины	14 (21)
Мужчины	54 (79)
Индекс массы тела, кг/м ² , Me [Q25; Q75]	27,5 [25; 31]
Курение, n (%)	42 (62)
Количество лет обучения, Me [Q25; Q75]	11 [11; 15]
Длительность анамнеза ИБС, лет, Me [Q25; Q75]	2 [1; 7]
ФК стенокардии, n (%)	0-I 9 (13,3) II 44 (65) III 15 (21,7)
Постинфарктный кардиосклероз в анамнезе, n (%)	32 (46,5)
Наличие АГ в анамнезе, n (%)	56 (83)
Длительность анамнеза АГ, лет, Me [Q25; Q75]	10 [3; 20]
ХСН (ФК по ОССН), n (%)	II 63 (92) III-IV 5 (8)
Наличие сахарного диабета 2 типа, n (%)	16 (23,7)
Стенозы ВСА <50%, n (%)	50 (74)
ФВ ЛЖ, %, Me [Q25; Q75]	64 [52; 67]
Euroscore, Me [Q25; Q75]	1,49 [0,62; 1,63]
Баллы по шкале SYNTAX	23 [16; 28]
МоСА, баллы, Me [Q25; Q75]	25 [24; 27]
Опросник Бек-II, баллы, Me [Q25; Q75]	3 [1; 5]
Опросник Спилбергера-Ханина, баллы, Me [Q25; Q75]:	
Личностная тревожность	41 [36; 44]
Ситуативная тревожность	21 [17; 29]

Примечание: АГ — артериальная гипертензия, ВСА — внутренняя сонная артерия, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФК — функциональный класс, МоСА — Montreal Cognitive Assessment, ОССН — Общество специалистов по сердечной недостаточности, SYNTAX — Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery.

ца, хронической сердечной недостаточности и артериальной гипертензии в соответствии с Национальными и Европейскими рекомендациями. Пациенты получали β-адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, дезагреганты, статины, по показаниям назначали диуретические препараты, блокаторы кальциевых каналов, антикоагулянты, антагонисты кальция, нитраты. Исходные клинико-anamнестические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Нейропсихологическое тестирование. Расширенное нейропсихологическое тестирование выполняли с помощью психофизиологического комплекса “Status PF”, которое включало оценку психомоторных и исполнительных функций; методика была описана ранее [21]. Тестирование проводили до операции, сразу после включения пациента в исследование и повторно на 8-9 сут. после операции. Индивидуально для каждого пациента рассчитывали послеоперационные изменения когни-

Таблица 2

Интраоперационные параметры у пациентов,
перенесших КШ, Me [Q25; Q75]

Параметр	Количество пациентов, n=68
Длительность ИК, мин	82 [68; 103]
Время пережатия аорты, мин	53 [44; 65]
Количество наложенных шунтов	3 [2; 3]
Сатурация О ₂ артериальной крови средняя, %	98,9 [97,9; 99,5]

Примечание: ИК — искусственное кровообращение.

тивных показателей по сравнению с предоперационным уровнем в процентах. Формула расчета: ((исходное значение — послеоперационное значение показателя)/исходное значение) × 100%. Диагноз ранней ПОКД выставляли на основании наличия у пациента снижения послеоперационных показателей на 20% по сравнению с дооперационными в 20% тестов из всей тестовой батареи [22].

Нейрофизиологическое исследование. Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали в состоянии покоя, в положении пациента сидя с закрытыми глазами, с использованием усилителя Neuvo SynAmps2 (Compumedics, Шарлот, Северная Каролина, США) монополярно в 62 стандартных отведениях системы 10-20 в условиях световой и шумоизолированной комнаты. Регистрацию ЭЭГ проводили в те же временные интервалы, что и расширенное нейропсихологическое исследование. Подробно нейрофизиологические методы описаны ранее [21, 22].

Оперативное вмешательство. Операцию КШ проводили с использованием ИК в условиях нормотермии и гемодилюции на уровне 25-30%. Анестезиологическое пособие осуществляли по стандартной методике, в 72,5% случаев в качестве поддерживающей внутривенной анестезии применяли пропофол. Основные интраоперационные показатели представлены в таблице 2.

ККТ. Когнитивный тренинг с использованием метода двойных задач проводили в послеоперационном периоде (с 3-4 сут.) ежедневно и вплоть до выписки из стационара. В среднем пациентам проводили по 5-7 тренировок. Тренирующая сессия, продолжительностью 15-20 мин, включала выполнение двойных заданий (одновременное выполнение 1 моторной и 1 когнитивной задачи), подробно описано Тарасовой И. В. и др. [23].

Статистический анализ. Анализ данных проводили в программе “Statistica 10.0.”. Проверка нормальности распределения выборки была проведена по критерию Колмогорова-Смирнова. Для анализа использовали непараметрические критерии, количественные показатели были представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q25; Q75]. Качественные переменные анализировали с помощью критерия χ^2 . ЭЭГ-данные подвергали log-трансформации для нормализации распределения и анализировали с помощью многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Результаты

Установлено, что на фоне проведения ККТ в раннем послеоперационном периоде с приме-

Таблица 3

Частота развития ранней ПОКД у пациентов в раннем послеоперационном периоде КШ

Группы пациентов	Ранняя ПОКД				p (критерий χ^2)
	Есть		Нет		
	n	% (95% ДИ)	n	% (95% ДИ)	
Группа с ККТ, n=68	37	54,4 (42,7-65,7)	31	46,6 (34,3-57,3)	0,044
Группа, сравнения из источника [21], n=114	79	69,3 (60,3-77,0)	35	30,7 (23,0-39,7)	

Примечание: ДИ — доверительный интервал, ККТ — компьютеризированный когнитивный тренинг, ПОКД — послеоперационная когнитивная дисфункция.

Таблица 4

Частота встречаемости 20% снижения значений показателей когнитивных функций по данным психометрического тестирования у пациентов на 8-10 сут. после операции КШ

Тест	Пациенты без ранней ПОКД (n=29), n (%)	Пациенты с ранней ПОКД (n=39), n (%)
Нейродинамика		
Сложная зрительно-моторная реакция:		
время выполнения, мс	(34,8)	(55,5)
количество ошибок	0	0
Уровень функциональной подвижности нервных процессов:		
время выполнения, мс	0	0
количество ошибок	(17,4)	(40,0)
количество пропущенных сигналов	(13,0)	(33,3)
Внимание		
Корректурная проба Бурдона:		
1-я мин, количество знаков	(26,0)	(24,4)
4-я мин, количество знаков	(13,0)	(17,8)
Объем внимания, количество знаков	(13,0)	(20,0)
Кратковременная память		
Тест "Запоминания 10 чисел", баллы	0	(40,0)
Тест "Запоминания 10 слов", баллы	(4,3)	(13,3)
Тест "Запоминания 10 бессмысленных слогов", баллы	(17,4)	(44,4)

Примечание: ПОКД — послеоперационная когнитивная дисфункция.

нением метода двойных задач на 8-10 сут. ранняя ПОКД наблюдалась у 37 (54,4%) пациентов. Необходимо отметить, что по результатам ранее проведенного авторами исследования частота развития ранней ПОКД у 114 пациентов при КШ в условиях ИК с соответствующими клиничко-анемнестическими характеристиками достигала 69% ($p=0,044$) [21] (таблица 3).

Установлено, что в группе пациентов, подвергшихся ККТ, наибольшие различия по частоте когнитивного снижения (20% снижение значения показателя от исходного) наблюдаются по времени выполнения сложной зрительно-моторной реакции, количеству ошибок и пропущенных сигналов в тесте уровня функциональной подвижности. Помимо этого, существенное снижение частоты когнитивного снижения наблюдалось в домене кратковременной памяти. Так, 20% когнитивное снижение в 3 раза реже отмечалось при выполнении теста "Запоминания 10 слов", в 2,6 раза — при выполнении

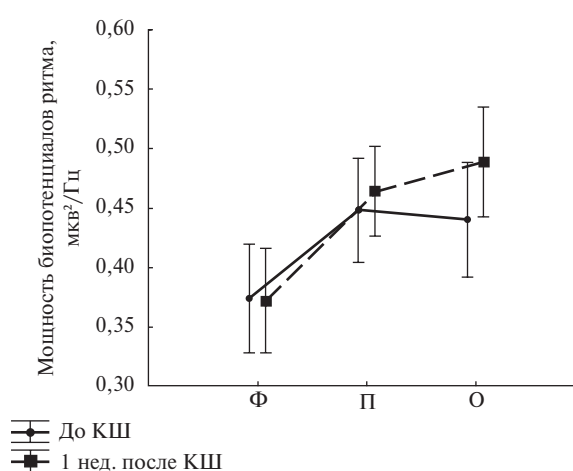


Рис. 1 Изменения фронто-окципитального градиента тета-активности у пациентов, перенесших КШ, после проведения курса ККТ.

Примечание: Ф — фронтальные, П — париетальные, О — окципитальные области коры головного мозга, КШ — коронарное шунтирование.

теста “Запоминания 10 бессмысленных слогов” и отсутствовало при выполнении теста “Запоминания 10 чисел” по сравнению с пациентами с ранней ПОКД, у которых проведенный курс тренинга был менее эффективен. В домене внимания существенного снижения частоты когнитивного дефицита не наблюдалось на фоне применения ККТ. Полученные результаты свидетельствуют, что данный вид когнитивного тренинга способствует в большей степени профилактике когнитивного снижения в доменах нейродинамики и кратковременной памяти и в меньшей — внимания (таблица 4).

По данным нейрофизиологического исследования, у пациентов, прошедших ККТ, наблюдались послеоперационные различия фронто-окципитального градиента тета1 ритма (частота 4-6 Гц): $F_{(2, 132)}=3,84$, $p=0,025$ по сравнению с предоперационными данными. Установлено, что до операции фронто-окципитальный градиент был снижен, а в послеоперационном периоде КШ наблюдался рост мощности биопотенциалов ритма в парието-окципитальных отделах мозга по сравнению с лобными регионами коры и за счет этого произошло увеличение фронто-окципитального градиента (рисунк 1).

Обсуждение

Результаты настоящего исследования позволили продемонстрировать, что применение курса ККТ с использованием метода двойных задач для профилактики послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов, перенесших КШ в условиях ИК, позволяет снизить частоту ПОКД через 1 нед. после вмешательства до 54,4 vs 69,3% у пациентов без тренингов. Кроме того, установлено, что данный вид когнитивного тренинга в большей степени способствует профилактике когнитивного снижения в доменах нейродинамики и кратковременной памяти (реже выявлялись нарушения исполнительных функций и запоминания чисел и слов). Ранее сообщалось, что когнитивная тренировка с применением метода двойных задач оказывает благотворное влияние на когнитивные функции у пожилых людей с когнитивными нарушениями и без них. Отмечается, что когнитивная тренировка с двумя конкурирующими задачами предпочтительнее, чем тренировка с одним заданием [11]. Предполагают, что использование в когнитивных тренингах мультимодальных задач способствует лучшей координации умственных процессов при их выполнении, что необходимо в повседневной деятельности и может повлиять на ее качество [11, 24, 25]. Применение программ восстановления когнитивных функций с использованием двойных задач позволяет, с одной стороны, расширить объем мозговой ткани, вовлекаемый в их выполнение, а с другой, активировать процессы нейропластичности и запустить компен-

саторную перестройку ресурсов головного мозга в ответ на повышенную нагрузку [26]. Когнитивные задания, которые были включены в курс тренингов в настоящем исследовании, были вербальными заданиями открытого типа, требовавшими обращения к долговременной памяти, поиска и выбора подходящего ответа [23]. Ранее показано, что для успешного ментального старения важным аспектом является сохранённая нестандартность мыслительного процесса [27]. Установлено также, что организация функциональных нейронных сетей при успешном решении когнитивных заданий у пожилых людей, а также при выполнении конкурирующих задач субъектами независимо от возраста подразумевает более широкое подключение мозговых ресурсов [25]. Таким образом, меньший процент пациентов в группе тренинга, у которых наблюдалось 20% снижение исполнительных функций и кратковременной памяти, демонстрирует эффект трансфера, при котором тренировка одних видов когнитивных способностей вызывает повышение производительности других [28, 29].

Важно отметить, что под влиянием когнитивной реабилитации с использованием двойных задач в настоящем исследовании происходила и реорганизация паттернов мозговой активности, выражавшаяся в увеличении фронто-окципитального градиента ЭЭГ активности. Наличие фронто-окципитального градиента базового ритма ЭЭГ (альфа-ритма) является одной из устойчивых его характеристик [30]. Однако особенностью пациентов, включенных в данное исследование, является сниженный базовый когнитивный статус, определяемый по шкале МоСА, равный, в среднем, 25 баллам. Известно, что снижение базового когнитивного статуса ассоциировано со снижением ведущей частоты ЭЭГ-активности [31]. В данном случае это проявлялось в альфа-подобных изменениях тета-ритма у обследованных пациентов.

Необходимо отметить и тот факт, что в настоящем исследовании ККТ применялся в виде короткого курса (5-7 тренировочных сессий). Полученные данные свидетельствуют о формировании благоприятных эффектов на когнитивные функции в короткий временной промежуток восстановительного послеоперационного периода, что особенно важно у кардиохирургических пациентов для формирования приверженности к врачебным рекомендациям, оптимизации реабилитационных мероприятий в последующем послеоперационном периоде и более благоприятному его течению в целом. Следует отметить, что применение ККТ методом двойных задач в виде короткого курса все же оказалось недостаточным в отношении влияния на домен внимания. В большинстве опубликованных исследований, посвященных изучению влияния когнитивных тренингов с применением мето-

да двойных задач, их краткосрочные эффекты не изучались [11, 13, 14], тем более, в кардиохирургической когорте пациентов. Можно предположить, что при увеличении продолжительности курса положительное влияние будет оказано не только на исполнительные функции и кратковременную память, но и на домен внимания. Поэтому в будущих исследованиях следует отдельно рассмотреть влияние продолжительности курса ККТ на вовлечение различных доменов, в т.ч. внимания. Тщательного изучения требует и вопрос устойчивости полученных положительных эффектов короткого курса когнитивных тренингов в отношении сохранности интеллектуальных функций пациента в целом.

Таким образом, курс ККТ с использованием метода двойных задач не только снизил частоту когнитивного снижения в доменах нейродинамики и кратковременной памяти у пациентов, перенесших КШ, за счет эффект трансфера, но и, предположительно, активизировал процессы функциональной нейропластичности, вызвав перестройки регионарных паттернов ЭЭГ-активности.

Ограничения исследования. Ограничением настоящего исследования можно считать его наблю-

дательный характер и отсутствие полноценной группы контроля (в качестве группы сравнения использовали данные предыдущего исследования). Еще одним ограничением исследования является небольшой объем выборки пациентов. Эти вопросы требуют проведения дальнейших исследований по данной теме.

Заключение

Нейропсихологические и нейрофизиологические данные, полученные в настоящем исследовании, продемонстрировали ограниченную эффективность короткого курса ККТ с использованием метода двойных задач в профилактике ранних послеоперационных когнитивных нарушений у пациентов после КШ в условиях ИК. Метод двойных задач может быть дополнительным профилактическим вмешательством при разработке персонализированного подхода к восстановлению когнитивных функций у кардиохирургических пациентов.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области, проект № 20-415-420005.

Литература/References

- Greaves D, Psaltis PJ, Ross T J, et al. Cognitive outcomes following coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis of 91,829 patients. *Int J Cardiol.* 2019;289:43-9. doi:10.1016/j.ijcard.2019.04.065.
- Greaves D, Psaltis PJ, Davis DH, et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc.* 2020;9(22):e017275. doi:10.1161/JAHA.120.017275.
- Goruleva MV, Ganenko OS, Kovaltsova RS, et al. Quality of life and psycho-cognitive condition in patients after coronary artery bypass graft surgery. *Russian Journal of Cardiology.* 2014;(9):68-71. (In Russ.) Горюлева М. В., Ганенко О. С., Ковальцова Р. С. и др. Качество жизни и психо-когнитивный статус больных, перенесших аортокоронарное шунтирование. *Российский кардиологический журнал.* 2014;(9):68-71. doi:10.15829/1560-4071-2014-9-68-71.
- Tarasova IV, Trubnikova OA, Kupriyanova TV, et al. 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):489-96. (In Russ.) Тарасова И. В., Трубникова О. А., Куприянова Т. В. и др. 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):489-96. doi:10.17116/kardio202013061489.
- Akchurin RS, Shiryayev AA, Vasiliev VP, et al. Modern trends in coronary surgery. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2017;21(3S):34-44. (In Russ.) Акчурин Р. С., Ширяев А. А., Васильев В. П. и др. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2017;21(3S):34-44. doi:10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44.
- Gorelick PB. Prevention of cognitive impairment: scientific guidance and windows of opportunity. *J Neurochem.* 2018;144(5):609-16. doi:10.1111/jnc.14113.
- Shaffer J. Neuroplasticity and clinical practice: building brain power for health. *Front Psychol.* 2016;7:1118. doi:10.3389/fpsyg.2016.01118.
- Hagovská M, Dzvoník O, Olekszyová Z. Comparison of two cognitive training programs with effects on functional activities and quality of life. *Res Gerontol Nurs.* 2017;10(4):172-80. doi:10.3928/19404921-20170524-01.
- Laiz NM, Del Valle Díaz S, Collado NR, et al. Potential benefits of a cognitive training program in mild cognitive impairment (MCI). *Restor Neurol Neurosci.* 2018;36(2):207-13. doi:10.3233/RNN-170754.
- Cavallo M, Angilletta C. Long-lasting neuropsychological effects of a computerized cognitive training in patients affected by early-stage Alzheimer's Disease: Are they stable over time? *J Appl Gerontol.* 2019;38(7):1035-44. doi:10.1177/0733464817750276.
- Petrigna L, Thomas E, Gentile A, et al. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *Syst Rev.* 2019;8(1):188. doi:10.1186/s13643-019-1107-4.
- Eryomina OV, Petrova MM, Prokopenko SV, et al. The effectiveness of the correction of cognitive impairment using computer-based stimulation programs for patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery. *J Neurol Sci.* 2015;358(1-2):188-92. doi:10.1016/j.jns.2015.08.1535.
- Tait JL, Duckham RL, Milte CM, et al. Influence of sequential vs. simultaneous dual-task exercise training on cognitive function in older adults. *Front Aging Neurosci.* 2017;9:368. doi:10.3389/fnagi.2017.00368.
- Ghai S, Ghai I, Effenberg AO. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging.* 2017;12:557-77. doi:10.2147/CIA.S12520120.

15. Hsu CL, Best JR, Davis JC, et al. Aerobic exercise promotes executive functions and impacts functional neural activity among older adults with vascular cognitive impairment. *Br J Sports Med.* 2018;52(3):184-91. doi:10.1136/bjsports-2016-096846.
16. Heath M, Weiler J, Gregory MA, et al. A six-month cognitive-motor and aerobic exercise program improves executive function in persons with an objective cognitive impairment: a pilot investigation using the antisaccade task. *J Alzheimers Dis.* 2016;54(3):923-31. doi:10.3233/JAD-160288.
17. Wajda DA, Mirelman A, Hausdorff JM, et al. Intervention modalities for targeting cognitive-motor interference in individuals with neurodegenerative disease: a systematic review. *Expert Rev Neurother.* 2017;17(3):251-61. doi:10.1080/14737175.2016.1227704.
18. Zhavoronkova L, Shevtsova TP, Kuptsova SV, et al. Disorders of dual-task (postural and cognitive) processing in patients at different terms after brain trauma. *Int J Psychophysiol.* 2018;131(Suppl):S54. doi:10.1016/j.ijpsycho.2018.07.160.
19. Zhavoronkova LA, Kushnir EM, Zharikova AV, et al. Electroencephalographic parameters of healthy persons with different successfulness of dual task performance (postural control and calculation). *I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity.* 2015;65(5):597-606. (In Russ.) Жаворонкова Л. А., Кушнир Е. М., Жарикова А. В. и др. Электроэнцефалографические характеристики здоровых людей с разной успешностью выполнения двойных задач (полный контроль и счет). *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова.* 2015;65(5):597-606. doi:10.7868/S0044467715050160.
20. Trubnikova OA, Tarasova IV, Barbarash OL. Neurophysiological mechanisms and perspective for the use of dual tasks in recovering cognitive function after cardiac surgery. *Fundamental and Clinical Medicine.* 2020;5(2):101-11. (In Russ.) Трубникова О. А., Тарасова И. В., Барбараш О. Л. Нейрофизиологические механизмы и перспективы использования двойных задач в восстановлении когнитивных функций у кардиохирургических пациентов. *Фундаментальная и клиническая медицина.* 2020;5(2):101-11. doi:10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111.
21. Trubnikova OA, Tarasova IV, Mamontova AS, et al. Structure of cognitive disorders and dynamics of bioelectric activity of the brain in patients after direct myocardial revascularization. *Russian Journal of Cardiology.* 2014;(8):57-62. (In Russ.) Трубникова О. А., Тарасова И. В., Мамонтова А. С. и др. Структура когнитивных нарушений и динамика биоэлектрической активности головного мозга у пациентов после прямой реваскуляризации миокарда. *Российский кардиологический журнал.* 2014;(8):57-62. doi:10.15829/1560-4071-2014-8-57-62.
22. Tarasova IV, Volf NV, Kupriyanova DS, et al. Changes in event-related synchronization/desynchronization of brain electric activity in cardiosurgical patients with postoperative cognitive dysfunction. *Siberian Scientific Medical Journal.* 2021;41(2):12-20. (In Russ.) Тарасова И. В., Вольф Н. В., Куприянова Д. С. и др. Изменения вызванной синхронизации/десинхронизации электрической активности коры мозга у кардиохирургических пациентов с послеоперационной когнитивной дисфункцией. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2021;41(2):12-20. doi:10.18699/SSMJ20210202.
23. Tarasova IV, Trubnikova OA, Kuhareva IN, et al. Effects of dual-task rehabilitative training in the early postoperative period after direct myocardial revascularization. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2021;10(3):15-25. (In Russ.) Тарасова И. В., Трубникова О. А., Кухарева И. Н. и др. Эффекты когнитивной реабилитации с применением двойной задачи у пациентов в раннем послеоперационном периоде прямой реваскуляризации миокарда. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2021;10(3):15-25. doi:10.17802/2306-1278-2021-10-3-15-25.
24. Zhavoronkova LA, Maksakova OA, Shevtsova TP, et al. Dual-tasks is an indicator of cognitive deficit specificity in patients after traumatic brain injury. *SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2019;119(8):46-52. (In Russ.) Жаворонкова Л. А., Максакова О. А., Шевцова Т. П. и др. Двойные задачи — индикатор особенностей когнитивного дефицита у пациентов после черепно-мозговой травмы. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова.* 2019;119(8):46-52. doi:10.17116/jnevro201911908146.
25. Dupuy EG, Besnier F, Gagnon C, et al. COVEPIC (Cognitive and spOrt Virtual EPIC training) investigating the effects of home-based physical exercise and cognitive training on cognitive and physical functions in community-dwelling older adults: study protocol of a randomized single-blinded clinical trial. *Trials.* 2021;22(1):505. doi:10.1186/s13063-021-05476-2.
26. Tarasova IV, Trubnikova OA, Kupriyanova DS. Cognitive rehabilitation of cardiac surgery patients: problems and prospects. *Siberian Medical Review.* 2020;5:23-30. (In Russ.) Тарасова И. В., Трубникова О. А., Куприянова Д. С. Когнитивная реабилитация кардиохирургических пациентов: проблемы и перспективы. *Сибирское медицинское обозрение.* 2020;(5):23-30. doi:10.20333/2500136-2020-5-23-30.
27. Privodnova EYu, Volf NV. Topographic features of theta activity in young and elderly subjects at the initial stage of creative problem solving: sLORETA analysis. *I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity.* 2018;68(43):304-12. (In Russ.) Приводнова Е. Ю., Вольф Н. В. Топографические особенности тета активности у молодых и пожилых испытуемых на начальном этапе решения креативной задачи: sLORETA анализ. *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова.* 2018;68(43):304-312. doi:10.7868/S0044467718030048.
28. Strobach T, Frensch P, Müller H, et al. Evidence for the acquisition of dual-task coordination skills in older adults. *Acta Psychol.* 2015;160:104-16. doi:10.1016/j.actpsy.2015.07.006.
29. Salminen T, Kühn S, Frensch PA, et al. Transfer after dual N-back training depends on striatal activation change. *J Neurosci.* 2016;36(39):10198-213. doi:10.1523/JNEUROSCI.2305-15.2016.
30. Aleksandrov MV, Chukhlov AA, Pavlovskaya ME, et al. Alpha-theta continuum: underlying neurophysiological mechanism. *Medical alphabet.* 2017;1(14):46-50. (In Russ.) Александров М. В., Чухловин А. А., Павловская М. Е. и др. Альфа-тета континуум: нейрофизиологические механизмы генерации. *Медицинский алфавит.* 2017;1(14):46-50.
31. Belousova LV, Razumnikova OM, Volf NV, et al. Age effect on relationship between intelligence and EEG characteristics. *I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity.* 2015;65(6):699-705. (In Russ.) Белоусова Л. В., Разумникова О. М., Вольф Н. В. и др. Возрастные особенности связи интеллекта и характеристик ЭЭГ. *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова.* 2015;65(6):699-705. doi:10.7868/S0044467715060040.