

УДК 616.127-089.844-06:616.89-008.4]: 615.84

DOI 10.17802/2306-1278-2021-10-3-15-25

ЭФФЕКТЫ КОГНИТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВОЙНОЙ ЗАДАЧИ У ПАЦИЕНТОВ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРЯМОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА

И.В. Тарасова¹, О.А. Трубникова¹, И.Н. Кухарева¹, А.С. Соснина¹, Д.С. Куприянова¹,
В.Г. Шестернин², О.А. Нагирняк¹, О.Л. Барбараш¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002; ² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Кузбасский клинический кардиологический диспансер имени академика Л.С. Барбараша», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Впервые продемонстрированы положительные эффекты когнитивной реабилитации с применением двойной задачи на нейрофизиологические показатели пациентов, перенесших прямую реваскуляризацию миокарда.
- У пациентов, прошедших когнитивный тренинг с применением двойной задачи, наблюдаются меньшая частота послеоперационной когнитивной дисфункции, улучшение когнитивного статуса и менее выраженная корковая дисфункция.

Цель	Оценить влияние когнитивной реабилитации с применением двойной задачи на когнитивные, поструральные функции и показатели электроэнцефалограммы у пациентов в раннем послеоперационном периоде прямой реваскуляризации миокарда.
Материалы и методы	В проспективном рандомизированном исследовании участвовали 48 пациентов, подвергнутых коронарному шунтированию. Путем простой рандомизации (метод конвертов) сформированы группы послеоперационного когнитивного тренинга (n = 23) и сравнения (n = 25). Основной группе когнитивный тренинг проводили ежедневно, с 3–4-го дня после операции и до выписки из стационара в виде 15–20-минутных сессий с выполнением двойных заданий (постуральный тренинг и когнитивная задача). Всем больным оценены нейрофизиологический статус (психометрическое тестирование и электроэнцефалографическое исследование) и стабิโลграфия за 3–5 дней до и на 8–11-е сут после вмешательства.
Результаты	В раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств у пациентов, прошедших когнитивный тренинг, число случаев послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) составило 39%, тогда как в группе сравнения – 64%. Относительный риск развития ПОКД в группе без когнитивного тренинга – 2,77 (95% доверительный интервал 0,86–8,91; Z = 1,704; p = 0,08). В группе когнитивного тренинга наблюдалось увеличение интегрального показателя когнитивного статуса по сравнению с предоперационным уровнем (Z = 2,58; p = 0,01) при отсутствии статистически значимых различий в группе сравнения. Также обнаружено, что мощность био-потенциалов тета-1-ритма увеличилась по сравнению с дооперационными показателями только у больных группы сравнения, тогда как у участников, прошедших программу когнитивного тренинга, не выявлено статистически значимого послеоперационного увеличения тета-активности.
Заключение	Показано положительное влияние когнитивной реабилитации с применением двойной задачи на нейрофизиологические показатели пациентов, перенесших прямую реваскуляризацию миокарда, в виде меньшей частоты ПОКД, улучшения когнитивного статуса и менее выраженной корковой дисфункции, что позволяет говорить об эффективности этого когнитивного тренинга для анализируемой выборки. Необходимо дополнительно рассмотреть вопросы продолжительности и интенсивности тренинга с использованием двойных

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, Russian Federation, 650002

задач для повышения восстановительного эффекта на интеллектуальные ресурсы и постуральные функции больных в послеоперационном периоде прямой реваскуляризации миокарда.

Ключевые слова

Когнитивный тренинг • Двойная задача • Постуральные функции • Стабилография • Электроэнцефалограмма • Ишемия мозга • Коронарное шунтирование

Поступила в редакцию: 11.06.2021; поступила после доработки: 26.06.2021; принята к печати: 14.07.2021

EFFECTS OF DUAL-TASK REHABILITATIVE TRAINING IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD AFTER DIRECT MYOCARDIAL REVASCULARIZATION

I.V. Tarasova¹, O.A. Trubnikova¹, I.N. Kuhareva¹, A.S. Sosnina¹, D.S. Kupriyanova¹,
V.G. Shesternin², O.A. Nagirnyak¹, O.L. Barbarash¹

¹ Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002; ² State Budgetary Healthcare Institution “Kuzbass Clinical Cardiology Dispensary named after academician L.S. Barbarash”, 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- For the first time, the positive effects of dual-task rehabilitative training on the neurophysiological parameters of patients undergoing direct myocardial revascularization were demonstrated.
- Dual-task rehabilitative training improved cognitive abilities, and dual-task training subjects had a lower incidence of postoperative cognitive dysfunction and less pronounced cortical dysfunction.

Aim

To assess the effects of cognitive rehabilitation with dual-task training that involves a cognitive task combined with postural and walking control, as well as electroencephalogram indices in patients in the early postoperative period after direct myocardial revascularization.

Methods

The study enrolled 48 patients scheduled for coronary artery bypass graft surgery. Subjects in this prospective, randomized study were randomized using envelopes to a postoperative cognitive training group (n = 23) and non-training group (n = 25). The cognitive training was carried out daily, starting 3–4 days after the procedure and until the discharge order. Dual tasks training (a cognitive task combined with postural and walking control) lasted 15–20 minutes. All patients were submitted to an extended neurophysiological assessment (psychometric tests and electroencephalogram study) and stabilography 3–5 days before and 8–11 days after coronary artery bypass grafting.

Results

The patients who underwent cognitive training experienced postoperative cognitive dysfunction (POCD) in 39% cases in the early postoperative period after intervention, while the non-training group – in 64%. The relative risk of developing POCD in the non-training group was 2.77 (95% CI: 0.86–8.91, Z = 1.704, p = 0.08). The patients in cognitive training exhibited better cognitive state compared to the preoperative state (Z = 2.58; p = 0.01) in the absence of statistically significant differences in the non-training group. Moreover, type-1 theta power values increased in the non-training group in comparison to the preoperative values, while the cognitive training group did not have a statistically significant difference in theta power.

Conclusion

Positive effects of dual task rehabilitation on the neurophysiological parameters of patients undergoing direct myocardial revascularization were demonstrated. Positive effects include lower frequency of POCD, improved cognitive state and less pronounced cortical dysfunction. The dual task training had proved a suitable training method for this category of patients. Additional studies are required to test the possibility of increasing the duration and intensity of dual task training for stronger recovery effect and improved cognitive and walking performance of patients in the postoperative period after direct myocardial revascularization.

Keywords

Cognitive training • Dual task • Postural functions • Stabilography • EEG • Cerebral ischemia • Coronary artery bypass graft surgery

Received: 11.06.2021; received in revised form: 26.06.2021; accepted: 14.07.2021

Список сокращений

ИК – искусственное кровообращение	ОЦД – общий центр давления
ККС – комплексный показатель когнитивного статуса	ПОКД – послеоперационная когнитивная дисфункция
КШ – коронарное шунтирование	ЭЭГ – электроэнцефалограмма

Введение

Когнитивные функции в норме обеспечиваются нейрофизиологическими процессами передачи информации в корковых нейронных сетях и по проводящим путям белого вещества головного мозга [1, 2]. Повреждение головного мозга вследствие старения, травмы, воздействия токсических агентов, в том числе анестетиков, и/или ишемии ведет к нарушению нейрональных информационных процессов и когнитивной дисфункции [3–5]. Разработка и апробация методов коррекции когнитивных нарушений особенно актуальны для кардиохирургических вмешательств, при которых развитие послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) является не только одним из частых осложнений раннего послеоперационного периода, но и приводит к инвалидизации и социальной дезадаптации пациентов [6–8]. Важно отметить, что определение специфических мишеней и методов когнитивной реабилитации больных после кардиохирургических вмешательств должно основываться на современных нейрофизиологических представлениях о периоперационном повреждении головного мозга и ассоциированных с ним когнитивных дефицитах.

Ранее установлено, что сложные мультизадачные операции сопровождаются более эффективной координацией когнитивных процессов, что обеспечивает дополнительные ресурсы для успешного когнитивного функционирования [9]. Вместе с тем выявлено, что у пожилых лиц, а также при ряде заболеваний (цереброваскулярной патологии, болезнях Альцгеймера и Паркинсона) сосредоточение на одном задании (чаще когнитивном) повышает риск падений [4, 10, 11]. Снижение способности поддержания вертикальной позы может быть прямо пропорционально степени когнитивных нарушений [4, 12]. Это объясняют за счет ограниченности когнитивных резервов при развитии церебральной патологии, в частности, а также процесса интерференции при распределении внимания между двумя задачами [12].

В ряде исследований продемонстрировано, что коррекция нарушений поструральной функции может благоприятно сказываться на состоянии когнитивного статуса у пожилых лиц и при когнитивных расстройствах различного генеза [13–16]. Можно предполагать, что использование для когнитивной реабилитации двухкомпонентных тренингов, состоящих из моторного и когнитивного заданий,

так называемых двойных задач, окажет значимый восстановительный эффект на когнитивные функции при периоперационном мозговом повреждении. При этом оптимальной комбинацией могут быть сочетания заданий, задействующих области головного мозга, обеспечивающие исполнительный контроль, функции рабочей памяти, внимания и моторные зоны коры [5]. Выполнение таких заданий будет вызывать расширенную активацию функциональных систем мозга с преимущественным вовлечением фронтальных и париетальных областей коры головного мозга, которые наиболее восприимчивы к снижению уровня перфузии при операциях в условиях искусственного кровообращения (ИК) [17].

В настоящее время изучение эффективности когнитивных реабилитационных программ невозможно представить без контроля со стороны методов нейровизуализации. Неинвазивная регистрация активности коры (электроэнцефалограмма, ЭЭГ) имеет многообещающий потенциал в качестве инструмента отслеживания ассоциированных с процессом восстановления когнитивных изменений мозга [2, 9].

Целью настоящего исследования стала оценка влияния когнитивной реабилитации с применением двойной задачи на когнитивные и поструральные функции, а также показатели ЭЭГ у пациентов в раннем послеоперационном периоде прямой реваскуляризации миокарда.

Материалы и методы

Пациенты

В проспективное рандомизированное исследование включены пациенты с апреля 2020 г. по март 2021 г. и отобраны согласно критериям включения и исключения из когорты больных, подготовленных для планового коронарного шунтирования (КШ) [18]. Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ. Письменное информированное согласие на участие в исследовании получено от всех пациентов.

Перед включением в исследование оценивали состояние когнитивных функций пациентов с помощью Монреальской шкалы (Montreal Cognitive Assessment, MoCA), пациенты с показателем <20 баллов не включались. Также проверяли выраженность симптомов депрессии с помощью Шкалы депрессии Бека (Beck Depression Inventory, BDI-II) и тревожности согласно опроснику Спилбергера – Ханина.

Все оперативные вмешательства проведены в условиях ИК по стандартной методике. В послеоперационном периоде (3–4-е сут) пациенты после определения наличия или отсутствия у них ПОКД рандомизированы методом конвертов в одну из групп исследования: послеоперационного когнитивного тренинга (n = 23) и сравнения (n = 25). Клинико-anamнестические и интраоперационные характеристики больных изучаемых групп представлены в табл. 1.

В период подготовки к операции (2–3 дня до) и на момент выписки из стационара (7–10-е сут после КШ) всем пациентам проведены расширенное нейропсихологическое тестирование, ЭЭГ и стабильное графическое исследование.

Расширенное нейропсихологическое тестирование

Оценено выполнение следующих психофизиологических тестов: сложная зрительно-моторная реакция (время реакции, количество ошибок), уровень функциональной подвижности нервных процессов в режиме обратной связи (время реакции, количество

ошибок и пропущенных сигналов). С помощью корректурной пробы Бурдона изучена функция направленного и распределенного внимания (количество обработанных знаков на 1-й и 4-й минутах теста), кратковременная память оценена при запоминании предъявляемых визуально 10 слов, 10 чисел и 10 бессмысленных слогов (их количество) [18]. Далее получен комплексный показатель когнитивного статуса (ККС) по авторизованной методике [19]: для выбранных когнитивных показателей произведен расчет среднеквадратичного расстояния до условных норм и сформирован интегральный показатель, отражающий сумму пяти параметров: средних значений времени реакции (Y1), количества ошибок (Y2) и пропущенных сигналов (Y3) в нейродинамических тестах, памяти (Y4) и внимания (Y5). Расчет выполнен по формуле:

$$\text{ККС} = 1 - \sqrt{[(1-Y1)]^2 + [(1-Y2)]^2 + [(1-Y3)]^2 + [(1-Y4)]^2 + [(1-Y5)]^2} / 5,$$

где ККС – комплексный показатель когнитивного статуса, Y – перекодированное значение показателя.

Таблица 1. Клинико-anamнестические и интраоперационные характеристики групп пациентов с наличием и отсутствием когнитивного тренинга

Table 1. Clinical and intraoperative characteristics of patients in cognitive training and non-training groups

Показатель / Parameter	Группа без когнитивного тренинга / Non-training group, n = 25	Группа с когнитивным тренингом / Cognitive training group, n = 23	p
Возраст, лет / Age, years, Me [25; 75]	56,8±5,3	55,9±5,9	n/s
Пол (мужчины/женщины) / Sex (men/women), n	18 / 7	16 / 7	n/s
Образование / Education, n (%): среднее и среднее специальное / secondary and secondary specialized высшее / higher	20 (80) 5 (20)	18 (78) 5 (22)	n/s
Фракция выброса левого желудочка / Left ventricular ejection fraction, %, M±σ	53,4±9,1	54,5±5,2	n/s
Длительность ИБС, лет / CAD history, years, M±σ	4,8 ±1,1	5,9±2,4	n/s
Функциональный класс стенокардии / Angina functional class, n (%): I-II III	18 (72) 7 (28)	16 (70) 7 (30)	n/s
Артериальная гипертензия, лет / Arterial hypertension history, years, M±σ	4,6 ±1,5	4,7±1,5	n/s
Функциональный класс ХСН по NYHA / NYHA functional class, n (%): I-II III	19 (74) 6 (26)	16 (69) 7 (31)	n/s
MoCA, баллы / scores, M±σ	24,7±2,75	25,1±2,45	n/s
BDI-II, баллы / scores, M±σ	2,7±2,2	3,4±2,9	n/s
Стенозы сонных артерий / Carotid artery stenoses, n (%): нет / no ≤50% >50%	17 (68) 7 (28) 1 (4)	16 (70) 7 (30) 0 (0)	n/s
Сахарный диабет 2-го типа / Type 2 diabetes mellitus, n (%)	8 (19)	5 (21)	n/s
Длительность ИК, мин / CPB duration, min, M±σ	94,6±20,7	96,3±15,9	n/s
Продолжительность пережатия аорты, мин / Aorta cross-clamping, min, M±σ	50,3±20,8	52,2±21,1	n/s
Коронарные шунты / Coronary grafts, n, M±σ	2,3±0,9	2,7±0,8	n/s

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИК – искусственное кровообращение; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; BDI-II – Шкала депрессии Бека; MoCA – Монреальская шкала когнитивной оценки; NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

Note: BDI-II – Beck Depression Inventory; CAD – coronary artery disease; CPB – cardiopulmonary bypass; MoCA – Montreal Cognitive Assessment; NYHA – The New York Heart Association.

У всех пациентов наличие ПОКД установлено по принятому ранее критерию: 20% снижение когнитивного показателя по сравнению с базовым, предоперационным уровнем в 20% тестов из использованной тестовой батареи [20].

Электроэнцефалографическое исследование

Цифровую ЭЭГ регистрировали монополярно в 62 стандартных отведениях в состоянии покоя с закрытыми глазами при помощи усилителя Neuvo SynAmps2 (Compumedics, Шарлот, Северная Каролина, США). Данные проанализированы в автоматическом режиме, проведены визуальный поиск и удаление окуло-, миографических и прочих артефактов записи. Безартефактные фрагменты ЭЭГ разделены на двухсекундные эпохи и трансформированы с помощью Фурье-преобразования [18]. Для каждого пациента значения мощности биопотенциалов ЭЭГ во всех зарегистрированных отведениях коры были усреднены в пределах тета-1 (4–6 Гц), тета-2 (6–8 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц). Также рассчитаны индекс тета/альфа-активности по формуле $(\text{тета-1} + \text{тета-2}) / (\text{альфа-1} + \text{альфа-2})$ и среднее значение ведущей частоты в α -диапазоне (частоты наибольшего значения спектральной мощности ритма – альфа-пик).

Стабилографическое исследование

Для определения постуральных функций пациентов применяли статическую стабилографию на аппаратно-программном стабилографическом комплексе «Стабилан-01-2» («Ритм», Таганрог, Россия). Регистрировали положение общего центра давления (ОЦД), проецируемого на горизонтальную поверхность (тест Ромберга). Оценивали следующие параметры: средний разброс колебаний ОЦД (мм) при закрытых и открытых глазах и коэффициент Ромберга (%).

Тренирующая процедура

Основной группе тренинг проводили ежедневно начиная с 3–4-х сут послеоперационного периода и до выписки пациента из стационара. Программа когнитивного тренинга состояла из 15–20-минутных сессий с выполнением двойных заданий (постуральный тренинг и когнитивная задача). Продолжительность курса когнитивной реабилитации составила 5–7 тренировок. Компонентами двойной задачи были одно моторное и три когнитивных задания. Моторное задание заключалось в том, что тренируемый пациент, стоя на стабилоплатформе, поддерживал равновесие с положением ОЦД в одной и той же точке при использовании обратной зрительной связи. На экране монитора ОЦД испытуемого был представлен в виде маркера, который было необходимо совмещать с мишенью, находящейся в центре монитора. Постуральный тренинг

включал одновременное решение одной из когнитивных задач (называние предметов на определенную букву, последовательное вычитание из числа 100 числа 7 и называние необычного использования предметов (кирпич, газета, линейка), т. н. задача открытого типа Дж.П. Гилфорда «Необычное использование обычного предмета»). Каждая из когнитивных задач выполнена последовательно с чередованием периодов отдыха и схода со стабилоплатформы.

Статистический анализ

Статистический анализ проведен с использованием пакета программ STATISTICA 10.0 (StatSoft, Талса, Оклахома, США). Проверка нормальности распределения выполнена по критерию Колмогорова – Смирнова. Все изучаемые показатели распределены ненормально и проанализированы с применением непараметрических критериев Манна – Уитни и Уилкоксона, а показатели ЭЭГ подвержены логарифмированию для нормализации распределения; далее проведен дисперсионный анализ (ANOVA).

Результаты

В изучаемых группах при проведении КШ не зарегистрировано случаев госпитальной летальности и значимых цереброваскулярных событий. Статистически значимо не отличались показатели нейропсихологического скрининга (шкала MoCA) (см. табл. 1), выполненного на предоперационном этапе. Расширенное нейропсихологическое тестирование и ЭЭГ-обследование не показали различий в нейрофизиологическом статусе пациентов обеих групп перед вмешательством. Предоперационные показатели стабилограммы также значимо не различались.

Большинство больных, подвергшихся тренингу с использованием двойной задачи, 20 из 23 (~87%), сообщили о приемлемом уровне субъективной трудности выполнения заданий.

По результатам анализа изменений нейрофизиологического статуса пациентов в раннем послеоперационном периоде КШ в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с помощью двойной задачи число случаев ПОКД в группе сравнения составило 64% ($n = 16$), тогда как в группе тренинга – 39% ($n = 9$). Относительный риск развития ПОКД в группе пациентов без когнитивного тренинга составил 2,77 (95% доверительный интервал 0,86–8,91; $Z = 1,704$; $p = 0,08$).

У пациентов, прошедших когнитивный тренинг с использованием двойной задачи, наблюдались положительные изменения ККС по сравнению с предоперационным уровнем ($Z = 2,58$; $p = 0,01$) (рис. 1). Тогда как у участников группы сравнения статистически значимых различий между пред- и послеоперационными показателями ККС не выявлено.

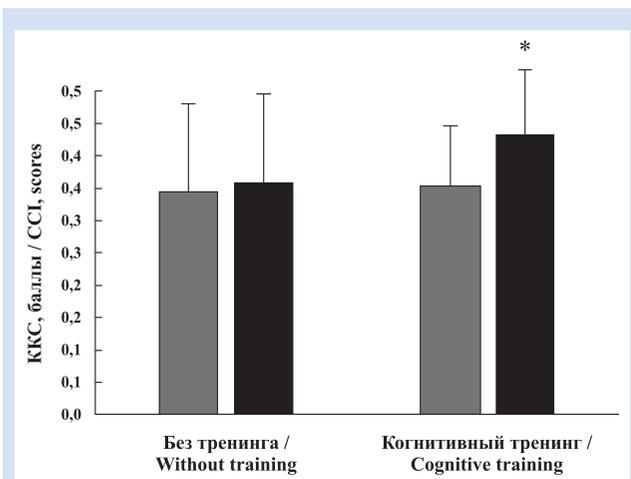


Рисунок 1. Изменения комплексного показателя когнитивного статуса (ККС) у пациентов в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с использованием двойной задачи

Примечание: светлые столбцы – дооперационные показатели, темные столбцы – после операции; * – различия со статистической значимостью $p < 0,05$.

Figure 1. The changes of complex cognitive state indicator (CCSI) in cardiac surgery patients depending on whether the cognitive training in the early postoperative period was performed

Note: light columns – preoperative values, dark columns – postoperative values; * – statistically significant difference $p < 0,05$.

Помимо этого, отмечены разнонаправленные изменения выполнения отдельных психофизиологических тестов в послеоперационном периоде у пациентов в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга. У больных, прошедших тренинг, тенденция к улучшению показателей отмечена для домена нейродинамики ($Z = 1,53$; $p = 0,1$) (уменьшилось количество ошибок в тесте функциональной подвижности нервных процессов) и кратковременной памяти ($Z = 1,93$; $p = 0,05$) (увеличилось количество запомненных чисел). При этом у пациентов без когнитивного тренинга возросло количество ошибок в тесте функциональной подвижности нервных процессов ($Z = 2,19$; $p = 0,03$) при уменьшении количества пропущенных сигналов ($Z = 2,26$; $p = 0,02$) (рис. 2).

При изучении показателей стабильного исследования в послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств статистически значимых меж- и внутригрупповых различий коэффициента Ромберга и средних значений разброса колебаний ОЦД (мм) при закрытых и открытых глазах у пациентов группы сравнения и прошедших когнитивный тренинг с использованием двойной задачи не обнаружено (табл. 2).

Далее проведен анализ послеоперационных изменений средних значений мощности биопотенциалов ЭЭГ во всех вышеперечисленных частотных диапазонах, а также индекса тета/альфа-активности и средней частоты альфа-пика у пациентов в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с помощью двойной задачи. Средняя частота альфа-пика снизилась у всех больных независимо от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с 9,4 до 9,1 Гц ($F_{1,46} = 5,95$; $p = 0,02$). Статистически значимых изменений индекса тета/альфа-активности у пациентов исследованных групп не выявлено.

ANOVA, проведенный с выделением следующих факторов

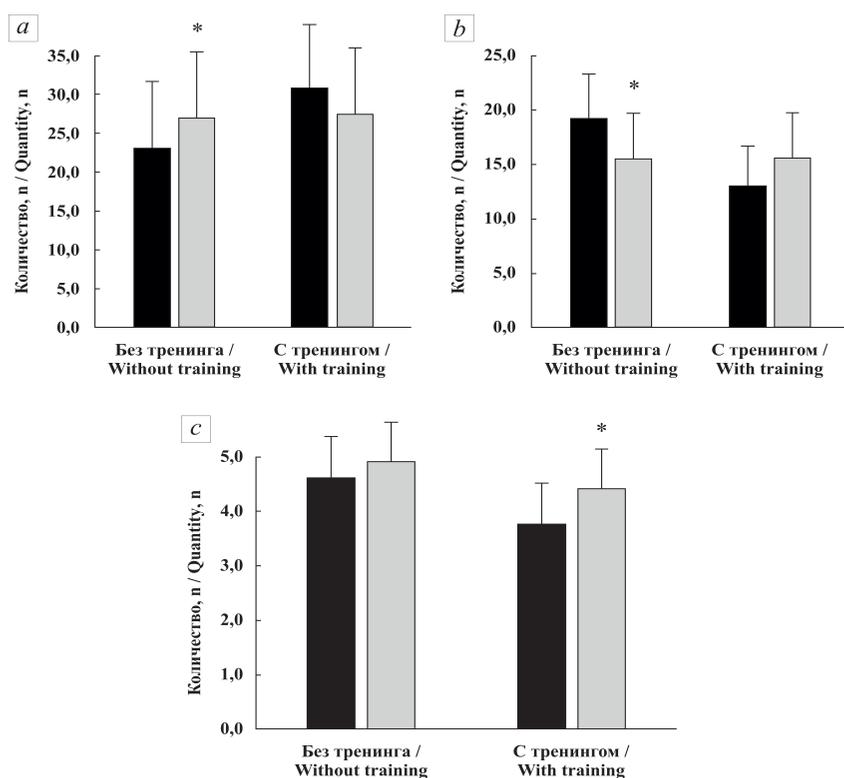


Рисунок 2. Изменения психофизиологических показателей пациентов в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с помощью двойной задачи: *a* – количество ошибок в тесте функциональной подвижности нервных процессов; *b* – количество пропущенных сигналов в этом же тесте; *c* – количество запомненных слов.

Примечание: светлые столбцы – дооперационные показатели, темные столбцы – после коронарного шунтирования; * – различия со статистической значимостью $p < 0,05$.

Figure 2. Changes of psychophysiological indicators in cardiac surgery patients depending on whether the cognitive training in the early postoperative period was performed: *a* – errors in the mobility of nervous processes test; *b* – missed signals in the mobility of nervous processes test; *c* – number of memorized words.

Note: light columns – preoperative values, dark columns – postoperative values; * – statistically significant difference $p < 0,05$.

– ГРУППА (наличие/отсутствие когнитивного тренинга) × ВРЕМЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ (до и после КШ) × ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ (правое, левое полушарие), отдельно для каждого изучаемого диапазона ЭЭГ, позволил установить только для показателей мощности биопотенциалов тета-1-ритма значимость взаимодействия факторов ГРУППА × ВРЕМЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ($F_{1,46} = 4,38$; $p = 0,04$). У пациентов группы сравнения в раннем послеоперационном периоде наблюдалось увеличение мощности биопотенциалов ритма, тогда как у группы, прошедшей программу когнитивного тренинга, не выявлено статистически значимого послеоперационного увеличения тета-активности (рис. 3).

Обсуждение

Как продемонстрировали результаты нашего исследования, даже краткий курс когнитивной реабилитации с использованием двойной задачи оказывает благоприятный эффект на когнитивные и ЭЭГ-показатели пациентов, перенесших КШ. У больных, прошедших курс, выявлена почти в два раза меньшая частота развития ПОКД в раннем послеоперационном периоде, чем у пациентов без когнитивного тренинга (39 против 64%). Обнаружено как улучшение интегрального показателя когнитивного статуса, так и отдельных психофизиологических параметров. Следует особо отметить, что улучшение наблюдалось для показателей нейродинамики и кратковременной памяти, то есть в тех когнитивных доменах, где ранее выявлено наиболее выраженное послеоперационное когнитивное снижение [7, 20].

Исходя из полученных в настоящем исследовании результатов можно предполагать, что компоненты двойной задачи подобраны верно и воздействие тренирующей процедуры осуществляется на особо восприимчивые к ишемии в ходе кардиохирургического вмешательства регионы мозга.

Поскольку снижение исполнительного контроля, планирования действий и рабочей памяти особенно характерно для сосудистых когнитивных дефицитов, восстановление этих функций приобретает принципиальное значение для когорты пациентов, перенесших прямую реваскуляризацию миокарда.

Также установлена меньшая выраженность корковой дисфункции в группе больных, прошедших когнитивный тренинг, по сравнению с пациентами без тренинга согласно показателям тета-активности. Патологический «сдвиг» ритмической активности мозга в сторону медленных волн наблюдается при когнитивных дефицитах различной природы

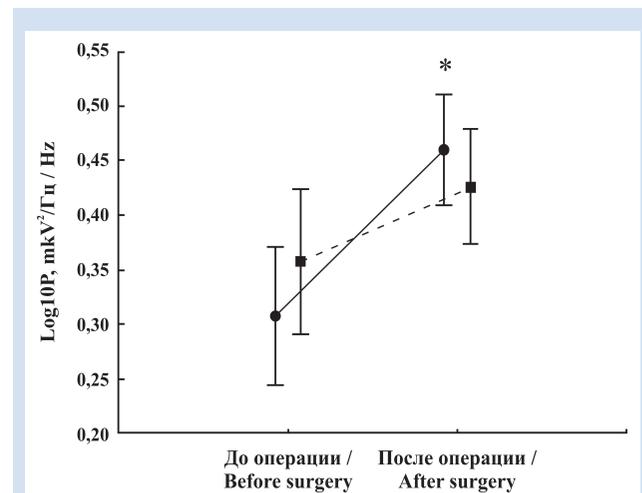


Рисунок 3. Изменения мощности биопотенциалов тета-1-ритма у пациентов в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств в зависимости от наличия или отсутствия когнитивного тренинга с помощью двойной задачи
Примечание: сплошная линия – группа сравнения, прерывистая – когнитивный тренинг; * – различия послеоперационных показателей по сравнению с исходными со статистической значимостью $p < 0,05$.

Figure 3. Type-1 theta rhythm power changes in cardiac surgery patients depending on whether the cognitive training in the early postoperative period was performed
Note: Solid line – non-training group, dashed line – cognitive training group; * – statistically significant differences ($p < 0,05$) in postoperative values compared to the baseline values.

Таблица 2. Показатели стабильности у пациентов с наличием и отсутствием когнитивного тренинга ($M \pm \sigma$)
Table 2. Stabilographic data of patients in cognitive training and non-training groups ($M \pm \sigma$)

Показатель / Parameter	Группа без когнитивного тренинга / Non-training group, n = 25	Группа с когнитивным тренингом / Cognitive training group, n = 23	p
Коэффициент Ромберга до операции / Romberg ratio before intervention, %	281,8±204,2	314,1±263,4	n/s
Коэффициент Ромберга после операции / Romberg ratio after intervention, %	250,9±173,4	263,4±172,2	n/s
Разброс колебаний ОЦД при закрытых глазах до операции, мм / Variance of CoP with closed eyes before intervention, mm	6,1± 2,76	6,5± 3,86	n/s
Разброс колебаний ОЦД при закрытых глазах после операции, мм / Variance of CoP with closed eyes after intervention, mm	6,0±2,38	5,6±2,73	n/s
Разброс колебаний ОЦД при открытых глазах до операции, мм / Variance of CoP with open eyes before intervention, mm	3,9±1,66	4,4±2,12	n/s
Разброс колебаний ОЦД при открытых глазах после операции, мм / Variance of CoP with open eyes after intervention, mm	4,7±2,96	3,8±1,77	n/s

Примечание: ОЦД – общий центр давления.
Note: CoP – the center of pressure.

и, предположительно, связан с процессами перевозбуждения в миндално-гиппокампальном комплексе и дестабилизации корково-подкорковых нейронных взаимодействий [21–23].

Вместе с тем в данном исследовании не получено значимых изменений постуральных функций больных. С одной стороны, это может быть связано с краткосрочностью тренирующей процедуры (5–7 тренировок по 15–20 мин), с другой стороны, моторная задача могла быть второстепенной по отношению к когнитивным заданиям при распределении мозговых ресурсов тренируемого субъекта.

Настоящее исследование продемонстрировало важность когнитивных тренингов у пациентов, подвергающихся кардиохирургическим вмешательствам с ИК. Когнитивная реабилитация в виде двойных задач в раннем послеоперационном периоде КШ позволяет снизить частоту когнитивного дефицита, что способствует сохранению эффективности оперативного вмешательства и, соответственно, качества жизни больных. Однако остаются открытыми вопросы продолжительности и интенсивности подобных тренингов, а также сохранения их положительного влияния на интеллектуальные ресурсы в долгосрочной перспективе.

Ограничения исследования

Основное ограничение исследования – небольшой объем выборки ($n = 48$), из которой лишь 23 пациента подверглись процедуре когнитивного тренинга с использованием двойной задачи. В дальнейшем мы планируем увеличить количество больных. Для лучшего понимания процессов, происходящих в головном мозге пациентов в послеоперационном периоде сердечно-сосудистых вмешательств, желательно соотнести результаты нейрофизиологических исследований и тестирования когнитивных

функций путем многофакторного анализа. Это входит в задачи наших последующих исследований.

Заключение

В проведенном исследовании получены положительные результаты влияния когнитивной реабилитации с применением двойной задачи на нейрофизиологические показатели пациентов, перенесших прямую реваскуляризацию миокарда. Эффективность этого когнитивного тренинга для анализируемой выборки больных подтверждена меньшей частотой ПОКД, улучшением когнитивного статуса и менее выраженной корковой дисфункцией. Необходимо дополнительно рассмотреть вопросы продолжительности и интенсивности тренинга с использованием двойных задач для повышения восстановительного эффекта на интеллектуальные ресурсы и постуральные функции пациентов в послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств.

Конфликт интересов

И.В. Тарасова заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Трубникова заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Н. Кухарева заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.С. Соснина заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.С. Куприянова заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.Г. Шестернин заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Нагирняк заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.Л. Барбараш входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

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

Информация об авторах

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

Кухарева Ирина Николаевна, кандидат медицинских наук, врач-невролог, 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** 0000-0002-6813-7017

Author Information Form

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

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

Kuhareva Irina N., Ph.D, neurologist, researcher at the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6813-7017

Соснина Анастасия Сергеевна, кандидат медицинских наук врач-кардиолог, научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8908-2070

Куприянова Дарья Сергеевна, лаборант-исследователь лаборатории ультразвуковых и электрофизиологических методов исследований отдела диагностики сердечно-сосудистых заболеваний федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9750-5536

Шестернин Виктор Гаврилович, врач по ЛФК и спортивной медицине отделения медицинской реабилитации государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Кузбасский клинический кардиологический диспансер имени академика Л.С. Барбараша», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-6086-9398

Нагирняк Ольга Алексеевна, кандидат медицинских наук врач-кардиолог, 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** 0000-0002-4361-9853

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

Sosnina Anastasia S., Ph.D, cardiologist, researcher at the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8908-2070

Kupriyanova Darya S., research assistant at the Laboratory of Electrophysiological and Ultrasound study methods, Department of Cardiovascular Disease Diagnostics, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9750-5536

Shesternin Viktor G., physical therapist, sports medicine specialist at the Department of Medical Rehabilitation, State Budgetary Healthcare Institution “Kuzbass Clinical Cardiology Dispensary named after academician L.S. Barbarash”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-6086-9398

Nagirnyak Olga A., Ph.D., cardiologist, researcher at the Laboratory of Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-4361-9853

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

Вклад авторов в статью

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

ТОА – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

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

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

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

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

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

БОЛ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

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

TOA – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

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

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

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

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

BOL – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fraga F.J., Mamani G.Q., Johns E., Tavares G., Falk T.H., Phillips N.A. Early diagnosis of mild cognitive impairment and Alzheimer's with event-related potentials and event-related desynchronization in N-back working memory tasks. *Comput Methods Programs Biomed.* 2018;164:1-13. doi: 10.1016/j.cmpb.2018.06.011.
2. Beppi C., Ribeiro V.I., Scott G., Sandrone S. EEG, MEG and neuromodulatory approaches to explore cognition: Current status and future directions. *Brain Cogn.* 2021;148:105677. doi: 10.1016/j.bandc.2020.105677.
3. van den Berg E., Geerlings M.I., Biessels G.J., Nederkoorn P.J., Kloppenborg R.P. White Matter Hyperintensities and Cognition in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease: A Domain-Specific Meta-Analysis. *J Alzheimers Dis.* 2018;63(2):515-527. doi: 10.3233/JAD-170573.
4. Жаворонкова Л.А., Максакова О.А., Шевцова Т.П., Морареску С.И., Купцова С.В., Кушнир Е.М., Иксанова Е.М. 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
5. 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):101-111. doi:10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111
6. Moreira J.M.A., Grilo E.N. Quality of life after coronary artery bypass graft surgery - results of cardiac rehabilitation programme. *J Exerc Rehabil.* 2019;15(5):715-722. doi: 10.12965/jer.1938444.222.
7. Relander K., Nietanen M., Rantanen K., Rämö J., Vento A., Saastamoinen K.P., Roine R.O., Soinne L. Postoperative cognitive change after cardiac surgery predicts long-term cognitive outcome. *Brain Behav.* 2020;10(9):e01750. doi: 10.1002/brb3.1750.
8. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Куприянова Д.С. Когнитивная реабилитация кардиохирургических пациентов: проблемы и перспективы. *Сибирское медицинское обозрение.* 2020;5(5):23-30. doi: 10.20333/2500136-2020-5-23-30
9. Borghini G., Astolfi L., Vecchiato G., Mattia D., Babiloni F. Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014;44:58-75. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.10.003
10. Сидорович Э.К., Лихачев С.А., Клишевская Н.Н., Павловская Т.С. Результаты тренировки постральной и когнитивной функций у пациентов с хроническими ишемическими нарушениями мозгового кровообращения с применением статической и динамической стабиллоплатформ. *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа.* 2015; 1(25): 69-78
11. Petrigna L., Thomas E., Gentile A., Paoli A., Pajaujiene S., Palma A., Bianco A. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *Syst Rev.* 2019 Jul 27;8(1):188. doi: 10.1186/s13643-019-1107-4.
12. Chu C.H., Yang K.T., Song T.F., Liu J.H., Hung T.M., Chang Y.K. Cardiorespiratory fitness is associated with executive control in late-middle-aged adults: an event-related (de) synchronization (ERD/ERS) Study. *Front Psychol.* 2016; 7: 1135. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01135.
13. Muir-Hunter S.W., Wittwer J.E. Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: a systematic review. *Physiotherapy.* 2016;102(1): 29-40. doi:10.1016/j.physio.2015.04.011.
14. Ansai J.H., Andrade L.P., Rossi P.G., Almeida M.L., Carvalho Vale F.A., Rebelatto J.R. Association between gait and dual task with cognitive domains in older people with cognitive impairment. *J Mot Behav.* 2018;50(4):409-415. doi:10.1080/00222895.2017.1363702.
15. Kleiner A.F.R., Souza Pagnussat A., Pinto C., Redivo Marchese R., Salazar A.P., Galli M. Automated mechanical peripheral stimulation effects on gait variability in individuals with Parkinson disease and freezing of gait: a double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018. pii: S0003-9993(18)30355-1. doi:10.1016/j.apmr.2018.05.009.
16. Commandeur D., Klimstra M.D., MacDonald S., Inouye K., Cox M., Chan D., Hundza S.R. Difference scores between single-task and dual-task gait measures are better than clinical measures for detection of fall-risk in community-dwelling older adults. *Gait Posture.* 2018;66:155-159. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.08.020.
17. Erdoes G., Rummel C., Basciani R.M., Verma R., Carrel T., Banz Y., Eberle B., Schroth G. Limitations of Current Near-Infrared Spectroscopy Configuration in Detecting Focal Cerebral Ischemia During Cardiac Surgery: An Observational Case-Series Study. *Artif Organs.* 2018;42(10):1001-1009. doi: 10.1111/aor.13150.
18. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Сырова И.Д., Акбиров Р.М., Барбараш О.Л. Отдаленные результаты нейрофизиологического обследования пациентов с когнитивным снижением, перенесших коронарное шунтирование. *Неврологический журнал.* 2018; 23(5): 229-240. doi: 10.18821/1560-9545-2018-23-5-229-240
19. Трубникова О.А., Каган Е.С., Куприянова Т.В., Малева О.В., Аргунова Ю.А., Кухарева И.Н. Нейропсихологический статус пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца и факторы на него влияющие. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2017; 6(1): 112-121. doi: 10.17802/2306-1278-2017-1-112-121
20. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Барбараш О.Л., Барбараш Л.С. Структура и частота выявления когнитивных нарушений у пациентов после прямой реваскуляризации миокарда. *Креативная кардиология.* 2015; 4: 5-12. doi:10.15275/kreatkard.2015.04.01
21. Moretti DV. Electroencephalography-driven approach to prodromal Alzheimer's disease diagnosis: from biomarker integration to network-level comprehension. *Clin Interv Aging.* 2016;11:897-912. doi: 10.2147/CIA.S103313.
22. Benwell C.S.Y., Davila-Pérez P., Fried P.J., Jones R.N., Trivison T.G., Santarnecchi E., Pascual-Leone A., Shafi M.M. EEG spectral power abnormalities and their relationship with cognitive dysfunction in patients with Alzheimer's disease and type 2 diabetes. *Neurobiol Aging.* 2020;85:83-95. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2019.10.004
23. Schumacher J., Taylor J.P., Hamilton C.A., Firkbank M., Cromarty R.A., Donaghy P.C., Roberts G., Allan L., Lloyd J., Durcan R., Barnett N., O'Brien J.T., Thomas A.J. Quantitative EEG as a biomarker in mild cognitive impairment with Lewy bodies. *Alzheimers Res Ther.* 2020;12(1):82. doi: 10.1186/s13195-020-00650-1.

REFERENCES

1. Fraga F.J., Mamani G.Q., Johns E., Tavares G., Falk T.H., Phillips N.A. Early diagnosis of mild cognitive impairment and Alzheimer's with event-related potentials and event-related desynchronization in N-back working memory tasks. *Comput Methods Programs Biomed.* 2018;164:1-13. doi: 10.1016/j.cmpb.2018.06.011.
2. Beppi C., Ribeiro V.I., Scott G., Sandrone S. EEG, MEG and neuromodulatory approaches to explore cognition: Current status and future directions. *Brain Cogn.* 2021;148:105677. doi: 10.1016/j.bandc.2020.105677.
3. van den Berg E., Geerlings M.I., Biessels G.J., Nederkoorn P.J., Kloppenborg R.P. White Matter Hyperintensities and

- Cognition in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease: A Domain-Specific Meta-Analysis. *J Alzheimers Dis.* 2018;63(2):515-527. doi: 10.3233/JAD-170573.
4. Zhavoronkova L.A., Maksakova O.A., Shevtsova T.P., Moraresku S.I., Kuptsova S.V., Kushnir E.M., Iksanova E.M. Dual-tasks is an indicator of cognitive deficit specificity in patients after traumatic brain injury. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry* 2019;119(8):46-52. (In Russian). doi:10.17116/jnevro201911908146
 5. Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Barbarash O.L. Neurophysiological mechanisms and perspective for the use of dual tasks in recovering cognitive function after cardiac surgery. *Fundamental and Clinical Medicine.* 2020;5(2): 101-111. (In Russian). doi:10.23946/2500-0764-2020-5-2-101-111
 6. Moreira J.M.A., Grilo E.N. Quality of life after coronary artery bypass graft surgery - results of cardiac rehabilitation programme. *J Exerc Rehabil.* 2019;15(5):715-722. doi: 10.12965/jer.1938444.222.
 7. Relander K., Hietanen M., Rantanen K., Rämö J., Vento A., Saastamoinen K.P., Roine R.O., Soine L. Postoperative cognitive change after cardiac surgery predicts long-term cognitive outcome. *Brain Behav.* 2020;10(9):e01750. doi: 10.1002/brb3.1750.
 8. Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Kupriyanova D.S. Cognitive rehabilitation of cardiac surgery patients: problems and prospects. *Siberian Medical Review.* 2020; (5):23-30. (In Russian). doi: 10.20333/2500136-2020-5-23-30
 9. Borghini G., Astolfi L., Vecchiato G., Mattia D., Babiloni F. Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. *Neurosci Biobehav Rev.* 2014;44:58-75. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.10.003
 10. Sidorovich Je.K., Lihachev S.A., Klishevskaja N.N., Pavlovskaja T.S. Rezultaty trenirovki postural'noj i kognitivnoj funkcij u pacientov s hronicheskimi ishemicheskimi narushenijami mozgovogo krovoobrashhenija s primeneniem staticheskoj i dinamichejskoj stabiloplatform. *Nevrologija i neirohirurgija. Vostochnaja Evropa.* 2015; 1 (25): 69-78. (In Russian)
 11. Petrigna L., Thomas E., Gentile A., Paoli A., Pajaujine S., Palma A., Bianco A. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *Syst Rev.* 2019 Jul 27;8(1):188. doi: 10.1186/s13643-019-1107-4.
 12. Chu C.H., Yang K.T., Song T.F., Liu J.H., Hung T.M., Chang Y.K. Cardiorespiratory fitness is associated with executive control in late-middle-aged adults: an event-related (de) synchronization (ERD/ERS) Study. *Front Psychol.* 2016; 7: 1135. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01135.
 13. Muir-Hunter S.W., Wittwer J.E. Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: a systematic review. *Physiotherapy.* 2016;102(1): 29-40. doi:10.1016/j.physio.2015.04.011.
 14. Ansai J.H., Andrade L.P., Rossi P.G., Almeida M.L., Carvalho Vale F.A., Rebelatto J.R. Association between gait and dual task with cognitive domains in older people with cognitive impairment. *J Mot Behav.* 2018;50(4):409-415. doi:10.1080/00222895.2017.1363702.
 15. Kleiner A.F.R., Souza Pagnussat A., Pinto C., Redivo Marchese R., Salazar A.P., Galli M. Automated mechanical peripheral stimulation effects on gait variability in individuals with Parkinson disease and freezing of gait: a double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018. pii: S0003-9993(18)30355-1. doi:10.1016/j.apmr.2018.05.009.
 16. Commandeur D., Klimstra M.D., MacDonald S., Inouye K., Cox M., Chan D., Hundza S.R. Difference scores between single-task and dual-task gait measures are better than clinical measures for detection of fall-risk in community-dwelling older adults. *Gait Posture.* 2018;66:155-159. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.08.020.
 17. Erdoes G., Rummel C., Basciani R.M., Verma R., Carrel T., Banz Y., Eberle B., Schroth G. Limitations of Current Near-Infrared Spectroscopy Configuration in Detecting Focal Cerebral Ischemia During Cardiac Surgery: An Observational Case-Series Study. *Artif Organs.* 2018;42(10):1001-1009. doi: 10.1111/aor.13150.
 18. Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Syrova I.D., Akbirov R.M., Barbarash O.L. Long-term results of the neurophysiological examination of patients with cognitive decline underwent coronary artery bypass surgery. *Nevrologicheskij Zhurnal (Neurological Journal)* 2018; 23 (5): 229-240 (In Russian). doi:10.18821/1560-9545-2018-23-5-229-240.
 19. Trubnikova O.A., Kagan E.S., Kupriyanova T.V., Maleva O.V., Argunova Y.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. (In Russian) doi: 10.17802/2306-1278-2017-1-112-121
 20. Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Barbarash O.L., Barbarash L.S. Structure and frequency of detection of cognitive decline in patients after direct myocardial revascularization. *Creative cardiology.* 2015; 4: 5-12. (In Russian). doi: 10.15275/kreatkard.2015.04.01
 21. Moretti DV. Electroencephalography-driven approach to prodromal Alzheimer's disease diagnosis: from biomarker integration to network-level comprehension. *Clin Interv Aging.* 2016;11:897-912. doi: 10.2147/CIA.S103313.
 22. Benwell C.S.Y., Davila-Pérez P., Fried P.J., Jones R.N., Trivison T.G., Santarnecchi E., Pascual-Leone A., Shafi M.M. EEG spectral power abnormalities and their relationship with cognitive dysfunction in patients with Alzheimer's disease and type 2 diabetes. *Neurobiol Aging.* 2020;85:83-95. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2019.10.004
 23. Schumacher J., Taylor J.P., Hamilton C.A., Firbank M., Cromarty R.A., Donaghy P.C., Roberts G., Allan L., Lloyd J., Durcan R., Barnett N., O'Brien J.T., Thomas A.J. Quantitative EEG as a biomarker in mild cognitive impairment with Lewy bodies. *Alzheimers Res Ther.* 2020;12(1):82. doi: 10.1186/s13195-020-00650-1.

Для цитирования: *Тарасова И.В., Трубникова О.А., Кухарева И.Н., Соснина А.С., Куприянова Д.С., Шестернин В.Г., Нагирняк О.А., Барбараш О.Л. 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

To cite: *Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Kuhareva I.N., Sosnina A.S., Kupriyanova D.S., Shesternin V.G., Nagirnyak O.A., Barbarash O.L. 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. DOI: 10.17802/2306-1278-2021-10-3-15-25