ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА, 2023, том 49, № 2, с. 18–26

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

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСПЕХА РЕАБИЛИТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ДВОЙНЫХ ЗАДАЧ

© 2023 г. Д. С. Куприянова[1], И. В. Тарасова[1,] *, О. А. Трубникова[1], А. С. Соснина[1], И. Н. Кухарева[1], И. Д. Сырова[1], О. Л. Барбараш[1]

[1]ФГБНУ НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия

**E-mail: iriz78@mail.ru*

Поступила в редакцию 06.08.2022 г.
После доработки 26.08.2022 г.
Принята к публикации 09.09.2022 г.

Проведен анализ влияния когнитивной реабилитации с применением метода двойных задач на нейрофизиологические показатели пациентов с послеоперационной когнитивной дисфункцией (ПОКД) в раннем послеоперационном периоде коронарного шунтирования (КШ) в условиях искусственного кровообращения. В исследовании приняли участие 96 пациентов мужского пола, перенесшие КШ. Всем было проведено детальное нейропсихологическое и электроэнцефалографическое (ЭЭГ) исследование до и после КШ. На 2–3-и сут после операции у всех пациентов была диагностирована ПОКД, и они были произвольно разделены на две группы: с тренингом ($n = 54$) и без тренинга ($n = 42$). Начиная с 3–4 сут послеоперационного периода, проводился ежедневный курс тренировок с применением двойной задачи (одновременное выполнение когнитивного и физического компонентов). Повторная диагностика ПОКД была проведена по завершению курса тренинга, на 8–11-е сут. Установлено, что пациенты, успешно прошедшие тренинг (с отсутствием ПОКД на 8–11-е сут) демонстрируют послеоперационное снижение мощности θ_1-ритма, тогда как у всех пациентов с наличием ПОКД эти показатели возросли по сравнению с дооперационными данными. Топографические особенности изменений θ_1-ритма выявлены в левых теменных областях коры, что может свидетельствовать о нарушении перфузии в этих регионах мозга.

Ключевые слова: когнитивная реабилитация, ЭЭГ, коронарное шунтирование, метод двойных задач, послеоперационная когнитивная дисфункция.

DOI: 10.31857/S0131164622600641, **EDN:** MTRCEU

Неоднократно показано, что процесс старения, отягощенный сердечно-сосудистыми заболеваниями, сопровождается выраженным когнитивным дефицитом в результате цереброваскулярных нарушений [1–3]. Коронарное шунтирование (КШ) является необходимым методом для реваскуляризации у пациентов, страдающих тяжелой ишемической болезнью сердца (ИБС). Но кардиохирургические вмешательства в условиях искусственного кровообращения (ИК) и общей анестезии, нацеленные на лечение сердечно-сосудистых заболеваний, могут негативно влиять на когнитивные функции пациентов. К таким состояниям относят послеоперационную когнитивную дисфункцию (ПОКД). Частота развития ПОКД варьирует от 40 до 70% и сохраняется в 30–50% случаев в отдаленном периоде после операции, что влияет на качество жизни и повышает риск смертности в первый год послеоперационного периода [4–6]. Установлено, что активно задействованные в когнитивной деятельности фронто-центральная и париетальная кора находятся в зоне смежного кровоснабжения крупных мозговых артерий и наиболее уязвимы к воздействию периоперационных факторов, таких как гипоперфузия и микроэмболия. В связи с этим для пациентов, перенесших операции с применением ИК, необходима разработка подходов к когнитивной реабилитации, которые учитывают особенности каждого клинического случая [7, 8].

В настоящее время в качестве перспективного реабилитационного подхода предлагается метод двойных задач, включающий в себя одновременное выполнение моторных и когнитивных компонентов. Одновременное выполнение различных задач – ключевой аспект повседневной деятельности и применение для когнитивной реабилитации мультимодального метода, является актуаль-

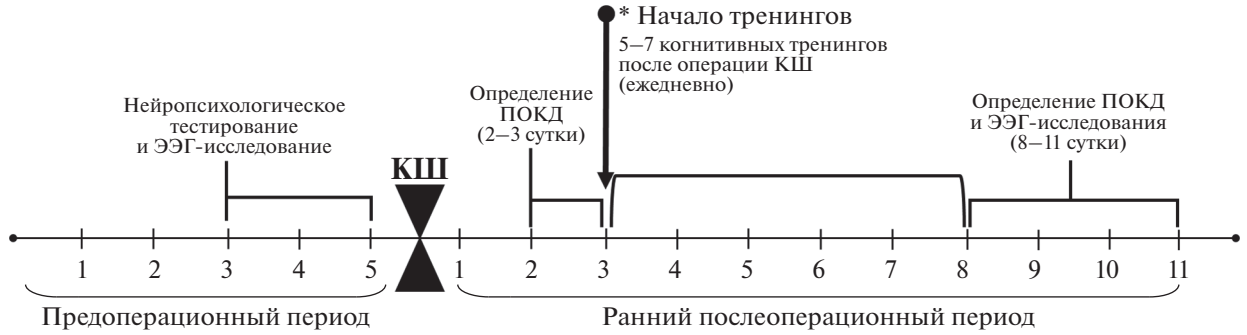

Рис. 1. Дизайн исследования пациентов с когнитивным тренингом.

ным, учитывая, что лица с нарушениями мозговых функций справляются с такими задачами хуже. Известно, что основным когнитивным дефицитом, характерным для цереброваскулярных расстройств, является нарушение исполнительного контроля, что вызывает ухудшение управления двумя и более задачами и может оказать негативное влияние на качество жизни пациентов в послеоперационный период [1, 9]. В проведенных ранее работах, использовавших парадигмы двойных задач, были продемонстрированы их положительные эффекты в восстановлении когнитивных и моторных нарушений у пожилых людей [10, 11], при черепно-мозговых травмах [12] и у пациентов с болезнью Паркинсона [13, 14]. Стоит отметить, что использование мультимодального метода для кардиохирургических пациентов, перенесших операцию в условиях ИК, требует включения задач, соответствующих их физическому состоянию в послеоперационный период, а уровень сложности когнитивных заданий может постепенно увеличиваться в ходе тренинга. Метод двойных задач в качестве реабилитационного подхода может иметь обширный восстановительный эффект за счет одновременной стимуляции проблемных зон коры у кардиохирургических пациентов, а изучение изменений нейрофизиологических показателей – информативным способом мониторинга за восстановительной динамикой [15]. Однако влияние когнитивной реабилитации с применением метода двойных задач на нейрофизиологические показатели у кардиохирургических пациентов мало изучено и ее эффективность активно обсуждается.

Принимая во внимание вышесказанное, целью данного исследования явился анализ влияния когнитивной реабилитации с применением метода двойных задач на нейрофизиологические показатели пациентов с ПОКД в раннем послеоперационном периоде КШ в условиях ИК.

МЕТОДИКА

В исследовании принимали участие 96 пациентов (75 мужчин и 21 женщина, медиана возраста – 63.0 г.), поступившие для планового проведения операции КШ в ФГБНУ НИИ “Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний” (г. Кемерово). Все пациенты прошли клинико-инструментальное и неврологическое обследования. Критерии исключения из исследования: возраст пациентов старше 70 лет, тяжелые сопутствующие заболевания (хроническая обструктивная болезнь легких, онкопатология), нарушения сердечного ритма, тяжелая форма сердечной недостаточности, алкогольная и наркотическая зависимость, заболевания и/или травмы ЦНС, деменция (сумма баллов по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (*MoCA*) ≤ 20), депрессивное расстройство (сумма баллов по шкале депрессии Бека (*BDI*-II) ≤ 8), отказ от участия в исследовании.

На 2–3-и сут после операции, после установки диагноза ПОКД, методом конвертов были сформированы две группы: группа послеоперационного когнитивного тренинга (n = 54) и группа сравнения – без тренинга (n = 42). Клинико-анамнестические характеристики исследуемых групп представлены в табл. 1. Операция КШ всем пациентам проведена с применением ИК по стандартной методике. Основные интраоперационные показатели указаны в табл. 2.

Последовательность проведения нейропсихологического, ЭЭГ-исследования и когнитивных тренингов представлена в дизайне исследования на рис. 1.

Расширенное нейропсихологическое тестирование все группы пациентов прошли за 3–5 дней до операции, на 2–3-и и на 8–11-е сут после КШ с использованием программно-аппаратного комплекса “Статус ПФ” (В.И. Иванов, Н.А. Литвинова, М.Г. Березина. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001610233 от 5.03.2001) [15]. Наличие ПОКД на 2–3 день после операции и по завершению ко-

Таблица 1. Клинико-анамнестические характеристики групп пациентов с наличием и отсутствием когнитивного тренинга, *Me* [25; 75]

Показатели	Пациенты, $n = 96$		p
	без когнитивного тренинга, $n = 42$	с когнитивным тренингом, $n = 54$	
Возраст, лет, *Me* [25; 75]	62.5 [60; 67]	64 [60; 68]	*n/s*
Пол (мужчины/женщины), *n*	33/9	43/12	*n/s*
Образование, *Me* [25; 75]	12 [10; 12]	11 [10; 15]	
Функциональный класс стенокардии, *n* (%):			
0–I	10 (25)	4 (7)	*n/s*
II	22 (50)	39 (72)	
III	10 (25)	11 (21)	
MoCa, баллы, *Me* [25; 75]	26 [23; 27]	25 [24; 27]	*n/s*
BDI-II, баллы, *Me* [25; 75]	1 [0; 2]	3 [1; 5]	*n/s*
Фракция выброса левого желудочка, *Me* [25; 75]	61.5 [48; 66]	65 [53; 67]	*n/s*
Длительность ИБС, лет, *Me* [25; 75]	3 [1; 11]	2 [1; 6]	*n/s*
Функциональный класс ХСН по *NYHA*, *n* (%):			
II	38 (90)	49 (90)	*n/s*
III	4 (10)	5 (10)	
Артериальная гипертензия, лет, *Me* [25; 75]	15 [6; 20]	2 [6; 15]	*n/s*
Стенозы сонных артерий, *n* (%):			
нет	33 (79)	20 (37)	*n/s*
<50%	9 (21)	34 (63)	

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ФК — функциональный класс, *n/s* – различия статистически незначимы ($p < 0.05$).

Таблица 2. Интраоперационные параметры групп пациентов с наличием и отсутствием когнитивного тренинга, *Me* [25; 75]

Характеристики	Пациенты, $n = 96$		p
	без когнитивного тренинга, $n = 42$	с когнитивным тренингом, $n = 54$	
Длительность ИК, мин	69 [58; 103]	78 [65; 102]	*n/s*
Длительность пережатия аорты, мин	42 [32; 61]	51 [41; 62]	*n/s*
Количество шунтов	3 [2; 3]	3 [2; 3]	*n/s*

Примечание: ИК – искусственное кровообращение.

гнитивного тренинга (8–11-е сутки) диагностировали с помощью критерия “20–20” [15]. При этом изменения когнитивных показателей оценивали по формуле: ((исходное значение – послеоперационное значение показателя)/исходное значение) × 100%.

Начиная с 3–4 сут после КШ, пациентам основной группы был проведен ежедневный 5–7-дневный курс тренинга с выполнением двойной задачи. Группа когнитивного тренинга произвольно была разделена на подгруппы по типу используемой моторной задачи: удержание статичной позы с помощью аппаратно-программного стабилографического комплекса “Стабилан-01-2” (Россия) ($n = 29$) и выполнение простой зрительно-моторной реакции с помощью программного комплекса “Статус ПФ” ($n = 28$). Когнитивная задача в обеих подгруппах не отличалась и была представлена последовательным вычитанием из числа 100 числа 7, вербальной беглостью и задачей открытого типа “Необычное использование обычного предмета”, где требуется назвать как

можно больше вариантов необычного использования обычного предмета (кирпич, линейка, газета). Тренировки проводили в специализированном помещении в первой половине дня с продолжительностью от 5 до 20 мин на одну тренировку, среднее количество составляло 5 тренировок.

Монополярную регистрацию электроэнцефалограммы (ЭЭГ) (62 канала; полоса пропускания 0.1–50.0 Гц, частота дискретизации 1000 Гц) проводили с помощью системы *Neuvo SynAmps*2 (*Compumedics*, *Charlotte*, США) всем пациентам за 3–5 дней до операции и в конце проведения когнитивного тренинга в основной группе и на 8–11-е сут – группе сравнения. Пациент находился в положении сидя с закрытыми глазами в специальном изолированном от света и звука помещении. Фиксацию электродов осуществляли согласно международной системе “10–10%” с использованием 64-канальной шапочки с *Ag*/*AgCl* электродами (*QuikCap*; *Neurosoft*, США). Электрод-референт был прикреплен к кончику носа, а заземляющий электрод – в центре лба. Электродное сопротивление поддерживали менее <5–10 кОм. Обработку результатов ЭЭГ-записи выполняли автоматически в программе “*Scan* 4.5” (*Compumedics*, *Charlotte*, США) с поиском, удалением артефактов и отбором 30 безартефактных эпох. Полученные показатели усредняли для частотной полосы 4–30 Гц. В настоящем исследовании проанализировали θ_1 (4–6 Гц)- и θ_2 (6–8 Гц)-диапазоны ЭЭГ с учетом данных предыдущих исследований, в которых была показана диагностическая значимость изменений низкочастотных ритмов для выявления послеоперационного ишемического поражения головного мозга [16].

Результаты исследования были статистически обработаны с помощью программы *STATISTICA* 10.0 (*StatSoft*, США). Показатели ЭЭГ нормализовали путем логарифмической трансформации и анализировали с помощью дисперсионного анализа *ANOVA* с коррекцией статистической значимости методом Гинхауза–Гейссера, анализ взаимодействий проводили с помощью плановых контрастов. Данные на рисунках представлены в виде среднего арифметического и среднеквадратического отклонения. Клинико-анамнестические показатели сравнивали с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни, они представлены в табл. 1 и 2 в виде медианы, 25 и 75 квартилей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Послеоперационный период коронарного шунтирования не сопровождался неблагоприятными событиями, такими как нарушения мозгового кровообращения, нарушения ритма сердца, инфаркт, повторные вмешательства и летальные исходы. Одновременное выполнение любого из двух вариантов моторной задачи и когнитивных компонентов показало приемлемую субъективную трудность для кардиохирургических пациентов.

По данным расширенного нейропсихологического тестирования на 2–3-и сут после КШ у всех пациентов была установлена ПОКД (100% случаев). Обнаружено, что на 8–11-е сутки после КШ частота ПОКД под влиянием тренинга снижается до 57%, а у пациентов, не проходивших тренинг, уменьшается до 68%, но достоверных различий по этим данным не получено (рис. 2).

С помощью дисперсионного анализа (*ANOVA*) проведен анализ суммарных показателей мощности ЭЭГ с выделением следующих меж-субъектных факторов ГРУППА (наличие/отсутствие когнитивного тренинга) × РАННЯЯ ПОКД (наличие, отсутствие) и внутри-субъектных факторов ВРЕМЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ (до и после КШ) × × ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ (правое, левое полушарие), отдельно для каждого изучаемого диапазона ЭЭГ.

Статистически значимое взаимодействие факторов РАННЯЯ ПОКД × ВРЕМЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ было обнаружено в θ_1-диапазоне (F (1.92) = = 6.480, p = 0.01). Установлено, что пациенты с ПОКД демонстрировали увеличение суммарной мощности биопотенциалов θ_1-ритма по сравнению с исходным уровнем (рис. 3).

Патологический “сдвиг” ритмической активности мозга в сторону медленных волн наблюдается при когнитивных дефицитах различной природы и, предположительно, связан с процессами перевозбуждения в миндально-гиппокампальном комплексе и дестабилизации корково-подкорковых нейронных взаимодействий [17].

На рис. 4 представлены спектрограммы ЭЭГ-активности у двух групп пациентов с ПОКД. Можно отметить, что у пациентов группы тренинга перед операцией наблюдается диффузное распределение θ_1-активности в париетальных, окципитальных и фронтальных отделах, преимущественно левого полушария. В то время как у пациентов, не проходивших послеоперационный когнитивный тренинг, эти изменения более локальны. В послеоперационном периоде КШ, на 7–10-е сут, у пациентов с тренингом наблюдается уменьшение θ_1-активности, тогда как в группе без тренинга – ее увеличение.

Статистически значимые изменения θ_1-ритма обнаружены в левой париетальной области мозга, взаимодействие факторов ГРУППА × РАННЯЯ ПОКД × ВРЕМЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ × ЛАТЕРАЛЬНОСТЬ (F (1.92) = 9.554, p = 0.002) (рис. 5). Установлено, что пациенты без ПОКД, прошедшие тренинг, демонстрируют снижение мощности θ_1-ритма на 7–10-е сут после операции по

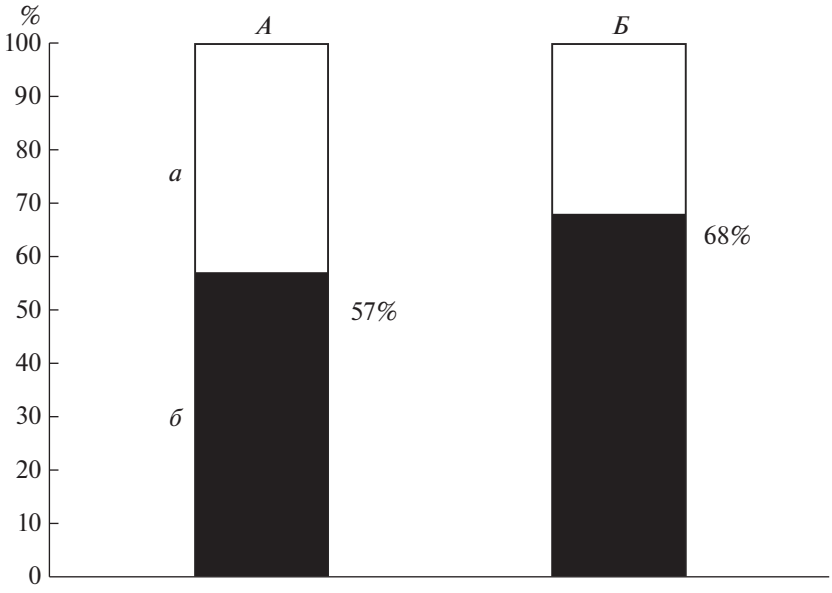

Рис. 2. Частота развития послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) у пациентов с когнитивным тренингом или без него после операции.
А – пациенты с когнитивным тренингом, *Б* – пациенты без когнитивного тренинга, *а* – пациенты с ПОКД, *б* – пациенты без ПОКД.

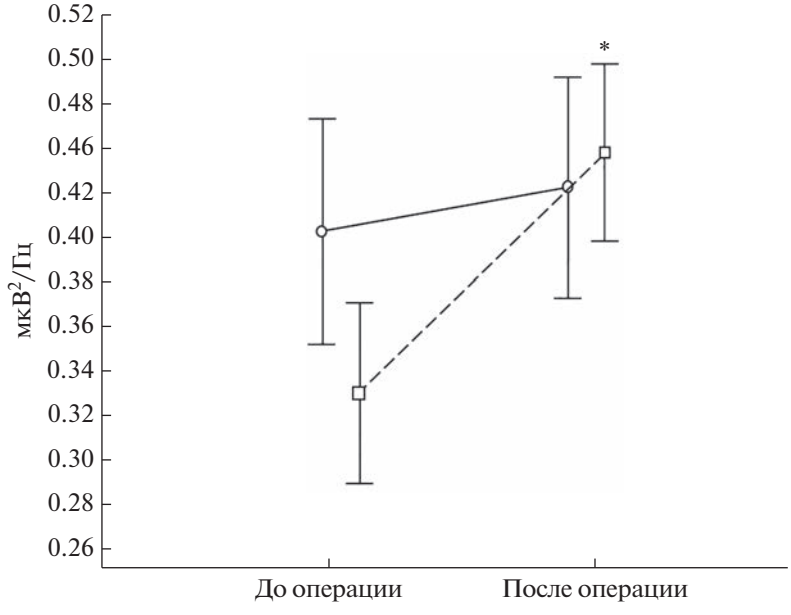

Рис. 3. Показатели мощности биопотенциалов θ_1-ритма, в зависимости от наличия послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД), до и после операции.
Сплошная линия – группа пациентов без ПОКД, прерывистая – с ПОКД; * – различия послеоперационных показателей по сравнению с исходными со статистической значимостью $p < 0.05$.

сравнению с исходными показателями ($p = 0.002$), когда у всех пациентов с ПОКД показатели возросли по сравнению с дооперационными данными.

Выявленные изменения θ-активности могут свидетельствовать о региональных нарушениях перфузии в послеоперационном периоде у пациентов с ПОКД. Проведенный курс когнитивного тренинга позволил уменьшить проявления ишемического повреждения коры головного мозга, связанного с операцией с применением ИК, однако этот эффект носит ограниченный характер.

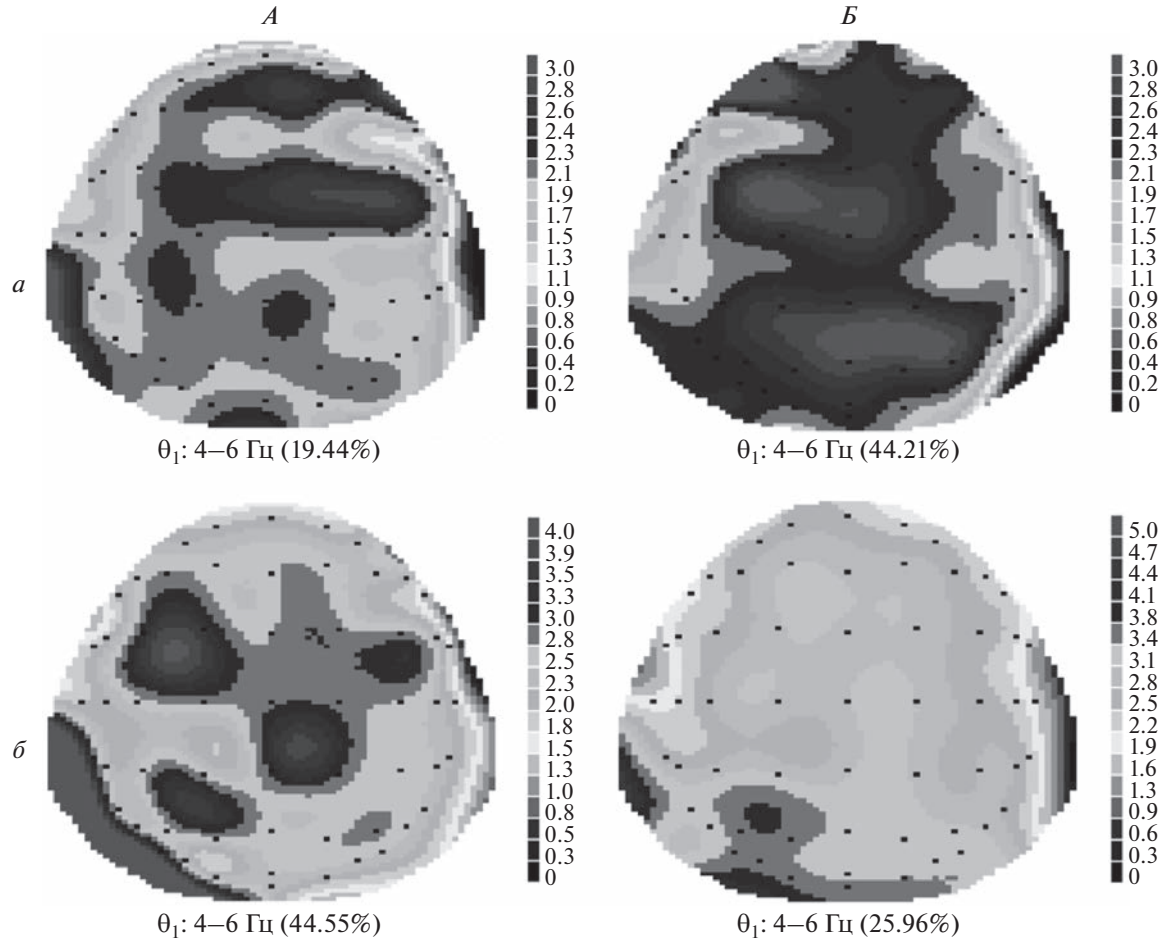

Рис. 4. Спектрограммы θ_1-ритма пациентов с послеоперационной когнитивной дисфункцией (ПОКД) с когнитивным тренингом и без него до и после операции.
А – пациенты без когнитивного тренинга, *Б* – пациенты с когнитивным тренингом, *а* – до операции, *б* – после операции.

Выдвинутая ранее гипотеза о возможных ишемических изменениях во фронтальных и париетальных областях головного мозга, связанных с комплексом периоперационных факторов у кардиохирургических пациентов [18–20], подтвердилась лишь частично изменениями в левом париетальном регионе коры. Данные, представленные в метаанализе *S. Ghai et al.* [21], указывают на усиление церебральной гемодинамики в дорсолатеральной префронтальной и париетальной коре при выполнении когнитивно-моторных задач и связывают этот эффект с их лучшей производительностью. Активность вышеупомянутых областей головного мозга связана с функциями внимания, рабочей памяти и когнитивной гибкости, а также регулирует двигательные акты. В то же время выполнение двух задач не зависит исключительно от одной префронтальной или париетальной области, а скорее включает взаимодействие различных специализированных подсистем головного мозга в процессе обработки информации [22]. Поскольку старение и цереброваскулярные нарушения связаны со снижением скорости обработки получаемой информации, выполнение двойных задач от кардиохирургических пациентов требует бóльшую вовлеченность мозговых ресурсов, следовательно, необходимы такие когнитивные задачи, которые позволяют избежать развития процессов интерференции, когда одна задача ухудшает выполнение другой, но при этом имеют определенную субъективную трудность и могут заинтересовать пациента во время выполнения тренинга [19, 23].

Стоит также отметить, что при проведении курса когнитивного тренинга снижение частоты ПОКД увеличилось только на 11% по сравнению с его отсутствием (57 *vs* 68%). Возможной причиной ограниченной эффективности выбранного курса когнитивной реабилитации может быть его небольшая продолжительность (в среднем 5–6 тренировок). Также необходимо учитывать, что послеоперационное состояние пациентов (веге-

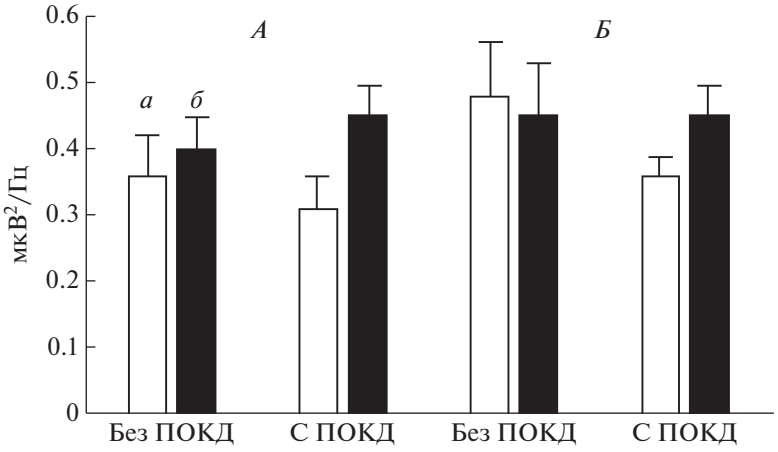

Рис. 5. Показатели мощности θ_1-ритма в левых теменных областях головного мозга у пациентов, прошедших когнитивный тренинг или без него до и после операции.
Обозначения см. рис. 4.

тативные нарушения, болевой синдром, послеоперационное лекарственное сопровождение) ограничивали интенсивность тренировок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткосрочный курс реабилитации с применением метода двойных задач оказал ограниченное положительное влияние на нейрофизиологические показатели пациентов после операции КШ. Положительные эффекты включают уменьшение количества пациентов с ПОКД и менее выраженную корковую дисфункцию. Метод двойных задач может быть использован как эффективный реабилитационный подход для этой категории пациентов при дополнительном рассмотрении продолжительности и интенсивности тренировочного воздействия. Необходимы дальнейшие исследования для определения наилучших параметров когнитивного тренинга для кардиохирургических пациентов.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом НИИ "Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний" (Кемерово).

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование работы. Исследование выполнено при финансовой поддержке министерства науки и образования РФ (фундаментальная тема № 122012000364-5 от 20.01.2022). Спонсор не участвовал в разработке дизайна исследования, сборе, анализе, интерпретации данных, написании этой статьи или решении представить ее для публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Вклад авторов в публикацию. Д.С. Куприянова – написание статьи, сбор и обработка материала, статистическая обработка. И.В. Тарасова – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, написание и редактирование статьи. О.А. Трубникова – концепция и дизайн исследования, редактирование текста статьи, утверждение окончательной версии публикации. А.С. Соснина – сбор и обработка материала. И.Н. Кухарева – сбор и обработка материала. И.Д. Сырова – сбор и обработка материала. О.Л. Барбараш – критический анализ интеллектуального содержимого, утверждение окончательной версии публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Talamonti D., Vincent T., Fraser S. et al.* The Benefits of Physical Activity in Individuals with Cardiovascular Risk Factors: A Longitudinal Investigation Using fNIRS and Dual-Task Walking // J. Clin. Med. 2021. V. 10. № 4. P. 579.
2. *De Vito A., Bernstein J., Weitzner D. et al.* The Effects of Cardiovascular Risk Factors on Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS) Performance in Cognitively Healthy Older Adults // Arch. Clin. Neuropsychol. 2021. V. 36. № 2. P. 165.
3. *Zhao E., Lowres N., Woolaston A. et al.* Prevalence and patterns of cognitive impairment in acute coronary syndrome patients: A systematic review // Eur. J. Prev. Cardiol. 2020. V. 27. № 3. P. 284.

4. *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. Т. 5. № 2. С. 101.
Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Barbarash O.L. [Neurophysiological mechanisms and perspective for the use of dual tasks inrecovering cognitive function after cardiac surgery] // Fundamental and Clinical Medicine. 2020. V. 5. № 2. P. 101.

5. *Tang V.L., Jing B., Boscardin J. et al.* Association of Functional, Cognitive, and Psychological Measures With 1-Year Mortality in Patients Undergoing Major Surgery // JAMA Surg. 2020. V. 155. № 5. P. 412.

6. *Relander K., Hietanen M., Rantanen K. et al.* Postoperative cognitive change after cardiac surgery predicts long-term cognitive outcome // Brain Behav. 2020. V. 10. № 9. P. e01750.

7. *Ludyga S., Gerber M., Pühse U. et al.* Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals // Nat. Hum. Behav. 2020. V. 4. № 6. P. 603.

8. *Greaves D., Psaltis P., Davis D. 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. V. 9. № 22. P. e017275.

9. *Bech S.R., Kjeldgaard-Man L., Sirbaugh M.C. et al.* Attentional Capacity during Dual-task Balance Performance Deteriorates with Age before the Sixties // Exp. Aging Res. 2021. V. 48. № 1. P. 86.

10. *Akin H., Senel A., Taskiran H., Kaya Mutlu E.* Do motor-cognitive and motor-motor dual task training effect differently balance performance in older adults? // Eur. Geriatr. Med. 2021. V. 12. № 2. P. 371.

11. *Gallou-Guyot M., Mandigout S., Combourieu-Donnezan L. et al.* Cognitive and physical impact of cognitive-motor dual-task training in cognitively impaired older adults: An overview // Neurophysiol. Clin. 2020. V. 50. № 6. P. 441.

12. *Cisneros E., Beauséjour V., de Guise E. et al.* The impact of multimodal cognitive rehabilitation on executive functions in older adults with traumatic brain injury // Ann. Phys. Rehabil. Med. 2021. V. 64. № 5. P. 101559.

13. *Sarasso E., Agosta F., Piramide N. et al.* Brain activity of the emotional circuit in Parkinson's disease patients with freezing of gait // Neuroimage Clin. 2021. V. 30. P. 102649.

14. *Johansson H., Ekman U., Rennie L. et al.* Dual-Task Effects During a Motor-Cognitive Task in Parkinson's Disease: Patterns of Prioritization and the Influence of Cognitive Status // Neurorehabil. Neural Repair. 2021. V. 35. № 4. P. 356.

15. *Тарасова И.В., Трубникова О.А., Кухарева И.Н., Барбараш О.Л.* Методические подходы к диагностике послеоперационной когнитивной дисфункции в кардиохирургической клинике // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2015. № 4. С. 73.
Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Kukhareva I.N., Barbarash O.L. [Methodological approaches to the diagnosis of postoperative cognitive dysfunction in cardiac surgery clinic] // Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2015. № 4. P. 73.

16. *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 журн. 2021. Т. 41. № 2. С. 12.
Tarasova I.V., Volf N.V., Kupriyanova D.S. et al. [Changes in event-related synchronization/desynchronization of brain electric activity in cardiosurgical patients with postoperative cognitive dysfunction] // Siberian Scientific Med. J. 2021. Т. 41. № 2. P. 12.

17. *Schumacher J., Taylor J.P., Hamilton C.A. et al.* Quantitative EEG as a biomarker in mild cognitive impairment with Lewy bodies // Alzheimers Res. Ther. 2020. V. 12. № 1. P. 82.

18. *Benwell C.S.Y., Davila-Pérez P., Fried P.J. et al.* EEG spectral power abnormalities and their relationship with cognitive dysfunction in patients with Alzheimer's disease and type 2 diabetes // Neurobiol. Aging. 2020. V. 85. P. 83.

19. *Жаворонкова Л.А., Шевцова Т.П., Морареску С.И. и др.* Интракортикальные связи при выполнении двойных задач – моторных и счетно-логических или пространственно-образных // Физиология человека. 2019. Т. 45. № 2. С. 16.
Zhavoronkova L.A., Shevtsova T.P., Morarescu S.I. et al. Intracortical connections in dual tasks including motor and computing – logical or spatial–visual components // Human Physiology. 2019. V. 45. № 2. P. 126.

20. *Fallahtafti F., Boron J.B., Venema D.M. et al.* Task specificity impacts dual-task interference in older adults // Aging Clin. Exp. Res. 2021. V. 33. № 3. P. 581.

21. *Ghai S., Ghai I., Effenberg A.O.* Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis // Clin. Interv. Aging. 2017. V. 12. P. 557.

22. *Ljubisavljevic M.R., Oommen J., Filipovic S. et al.* Effects of tDCS of Dorsolateral Prefrontal Cortex on Dual-Task Performance Involving Manual Dexterity and Cognitive Task in Healthy Older Adults // Front. Aging Neurosci. 2019. V. 11. P. 144.

23. *Li K.Z.H., Bherer L., Mirelman A. et al.* Cognitive Involvement in Balance, Gait and Dual-Tasking in Aging: A Focused Review From a Neuroscience of Aging Perspective // Front. Neurol. 2018. V. 9. P. 913.

Neurophysiological Parameters in Patients after Coronary Bypass Grafing Depending on the Success of Rehabilitation Using the Dual Task Method

D. S. Kupriyanova[a], I. V. Tarasova[a, *], O. A. Trubnikova[a], A. S. Sosnina[a], I. N. Kukhareva[a], I. D. Syrova[a], O. L. Barbarash[a]

[a] *Research Institute of Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia*
**E-mail: iriz78@mail.ru*

The impact of cognitive rehabilitation using the method of dual tasks on the neurophysiological parameters of patients with postoperative cognitive dysfunction (POCD) in the early postoperative period of coronary artery bypass grafting (CABG) under cardiopulmonary bypass was analyzed. The study included 96 male CABG patients. All the patients underwent a detailed neuropsychological and electroencephalographic study before and after CABG. At 2–3 days after surgery, POCD was diagnosed all patients, and they were randomly divided into two groups: with training (n = 54) and without training (n = 42). Starting from 3–4 days of the postoperative period, a daily course of cognitive training was carried out using a dual task (simultaneous performance of the cognitive and physical components). The POCD diagnosis was repeated at the end of the training course (8–11 days). It was found that patients who successfully completed the training (with no POCD at 8–11 days) demonstrated a decrease of the theta-1 power, while in all patients with POCD these indicators increased compared to preoperative data. The topographic features of theta1 rhythm changes were found in the left parietal areas of the cortex, which may indicate impaired perfusion in these regions of the brain.

Keywords: cognitive rehabilitation, EEG, coronary artery bypass grafting, dual task method, postoperative cognitive dysfunction.