

Возможности компьютеризированной программы тренировки для восстановления функции внимания и памяти при сосудистых когнитивных расстройствах

И.В. Тарасова¹, О.М. Разумникова², О.А. Трубникова¹, И.Н. Кухарева¹, И.Д. Сырова¹,
О.Л. Барбараш¹

¹НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний
650002, г. Кемерово, Сосновый б-р, 6

²Новосибирский государственный технический университет
630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

Резюме

Цель исследования – оценить возможности восстановления функций внимания и кратковременной памяти у пациентов с сосудистыми когнитивными расстройствами с помощью компьютерной программы когнитивного тренинга. **Материал и методы.** В исследование включено 17 кардиохирургических пациентов, которые прошли курс когнитивных тренировок, начиная с 3–4 дня после операции, ежедневно в течение 5–7 дней. Программа когнитивного тренинга состояла из заданий, стимулирующих функции селективного внимания, зрительно-пространственной и рабочей памяти. **Результаты.** Большинство пациентов (88 %) сообщили о приемлемом уровне субъективной сложности выполнения когнитивного тренинга. После завершения программы когнитивных тренировок показатели селективного внимания улучшились в 53 % случаев, рабочей памяти – в 67 %, теста зрительно-пространственной памяти – у 47 % пациентов. **Заключение.** Компьютерная программа когнитивного тренинга показала приемлемую субъективную трудность у кардиохирургических пациентов. Около 50 % пациентов продемонстрировали улучшение тренируемых когнитивных функций на конечном этапе тренинга. Результаты апробации программы когнитивного тренинга дают возможность определить степень соответствия методов когнитивной реабилитации психофизиологическому статусу пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства, в том числе в поздний послеоперационный период.

Ключевые слова: когнитивная тренировка, внимание, рабочая память, зрительный стимул, сенсомоторная реакция.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось при поддержке фундаментальной темы ФГБНУ НИИ КПССЗ «Разработка инновационных моделей управления риском развития болезней системы кровообращения с учетом коморбидности на основе изучения фундаментальных, клинических, эпидемиологических механизмов и организационных технологий медицинской помощи в условиях промышленного региона Сибири», № государственной регистрации 122012000364-5 от 20.01.2022.

Автор для переписки: Тарасова И.В., e-mail: iriz78@mail.ru

Для цитирования: Тарасова И.В., Разумникова О.М., Трубникова О.А., Кухарева И.Н., Сырова И.Д., Барбараш О.Л. Возможности компьютеризированной программы тренировки для восстановления функции внимания и памяти при сосудистых когнитивных расстройствах. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2023;43(5):148–156. doi: 10.18699/SSMJ20230516

Possibilities of a computerized training program for recovery of the attention and memory function in vascular cognitive disorders

I.V. Tarasova¹, O.M. Razumnikova², O.A. Trubnikova¹, I.N. Kukhareva¹, I.D. Syrova¹,
O.L. Barbarash¹

¹Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases
650002, Kemerovo, Sosnovyy blvd., 6

²Novosibirsk State Technical University
630073, Novosibirsk, Karla Marksa ave., 20

Abstract

Aim of the study was to assess the possibilities of recovering the functions of attention and short-term memory in patients with vascular cognitive disorders using a computer program for cognitive training. **Material and methods.** The study included 17 cardiac surgery patients who underwent a course of cognitive training, starting from 3–4 days after surgery, daily for 5–7 days. The cognitive training program consisted of tasks stimulating the functions of selective attention, visuospatial and working memory. **Results.** Almost all patients (88 %) reported an acceptable level of subjective difficulty in the performing cognitive training. After completing the cognitive training program, the selective attention improved in 53 % of cases, working memory – in 67 %, the visuospatial memory test scores – in 47 % of patients. **Conclusions.** The computer-based cognitive training program showed acceptable subjective difficulty in cardiac surgery patients. Approximately 50 % of patients showed an improvement in trained cognitive functions at the final stage of training. The results of approbation of the cognitive training program give an opportunity to determine the degree of compliance of cognitive rehabilitation methods with the psychophysiological status of patients undergoing cardiac surgery, including in the late postoperative period.

Key words: cognitive training, attention, working memory, visual stimulus, sensorimotor response.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. This study was supported by the Federal State Ministry of Science and Education of Russian Federation (Fundamental research topic No. 122012000364-5, dated January 20, 2022).

Correspondence author: Tarasova I.V., e-mail: iriz78@mail.ru

Citation: Tarasova I.V., Razumnikova O.M., Trubnikova O.A., Kukhareva I.N., Syrova I.D., Barbarash O.L. Possibilities of a computerized training program for recovery of the attention and memory function in vascular cognitive disorders. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(5):148–156. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230516

Введение

Персонализированные подходы к лечению или реабилитации пациентов с различными патологиями занимают важное место в современном здравоохранении. Это в особенности касается сосудистых когнитивных расстройств, которые являются второй по значимости после болезни Альцгеймера причиной когнитивных нарушений [1, 2]. Для повышения качества медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях требуется разработка индивидуальных методов восстановления нарушенных когнитивных функций. Установлено, что для сосудистых когнитивных нарушений наиболее характерен дефицит внимания и исполнительных функций [1, 3]. Специфической когортой лиц, страдающих такими расстройствами, являются пациенты, перенесшие кардиохирургические операции с применением искусственного кровообращения. Так, обнаружено, что они имеются у 48 % кандидатов на коронарное шунтирование (КШ) [4]. Проведение КШ в условиях искусственного кровообращения увеличивает риск повреждения тканей головного мозга, что приводит к прогрессирующему снижению когнитивного статуса, увеличению стоимости медицинского обслуживания, снижению качества и продолжительности жизни [5–7]. Согласно современным представлениям о послеоперационных когнитивных нарушениях, у кардиохирургических пациентов преиму-

щественно нарушаются функции фронтальных и парието-окципитальных отделов коры, которые находятся в зоне смежного кровоснабжения крупных мозговых артерий и наиболее уязвимы при возникающих при проведении искусственного кровообращения эпизодах гипоперфузии головного мозга [3, 8–10].

Поскольку действие факторов, связанных с кардиохирургическим вмешательством, на функции мозга особенно ярко проявляется в раннем послеоперационном периоде, в этот временной интервал необходимо применение программ стимуляции когнитивных резервов пациентов. Разработка таких программ для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями требует особого внимания. Они должны воздействовать на нарушенные когнитивные функции, иметь приемлемую субъективную сложность выполнения, учитывать уровень компьютерных навыков, а также быть увлекательными для пациентов [11]. В этом отношении наиболее перспективным представляется комбинированный когнитивный тренинг, состоящий из разных компонентов, стимулирующих уязвимые когнитивные домены.

В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования была оценка возможностей компьютеризированной программы тренинга, которая стимулирует кратковременную память и селективное внимание у пациентов в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств.

Материал и методы

Апробация программы когнитивного тренинга проводилась в клинике ФГБНУ НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (КПССЗ) после утверждения локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ (протокол № 2 от 02.07.2019). В исследовании участвовали 17 пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца, которым было выполнено плановое КШ или КШ в сочетании с каротидной эндартерэктомией, все операции проводились с использованием искусственного кровообращения. Перед включением в исследование все участники подписали добровольное информированное согласие и прошли нейропсихологический скрининг по Краткой шкале оценки психического статуса (Mini-mental state examination), величина показателя в исследованной выборке составила 26 [25; 28] баллов (медиана [нижняя квартиль; верхняя квартиль]). Все пациенты были мужчинами-правшами в возрасте от 45 до 75 лет, у которых не было тяжелых сопутствующих заболеваний (рак, инсульт, тяжелая печеночная, почечная и дыхательная недостаточность, опасные для жизни аритмии и др.). Женщины и пациенты старше 75 лет были исключены из исследования, чтобы избежать потенциального влияния пола и возраста на его результаты. Участники сообщили о нормальном или скорректированном до нормального зрении и минимальном опыте использования компьютера.

Когнитивный тренинг разработан сотрудниками Новосибирского государственного технического университета. Использовались три из 11 компьютеризированных методик, реализованных в программе [12]. Выбор тестовых методик, стимулирующих селективное внимание, зрительно-пространственную и рабочую память, основан на указанных ранее принципах подбора методи-

ческого материала для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [11] и положительных результатах компьютеризированного тренинга с использованием подобных заданий [13, 14].

Перед операцией каждому участнику исследования был проведен первый ознакомительный тренинг. Курс когнитивного тренинга начинался на 3–4-й день после операции, выполнялся ежедневно в течение 5–7 дней и заканчивался перед выпиской из стационара. Продолжительность одного тренинга составляла около 15 минут, он содержал три следующих друг за другом задания, стимулирующих скорость селективного внимания и рабочую память, образно-пространственную кратковременную память (соответствующие примеры заданий показаны на рис. 1) и мог быть остановлен на каждом из этапов по требованию пациента.

Задача на селективное внимание предназначена для тренировки скорости восприятия и оценки разных характеристик зрительных стимулов: простых геометрических фигур, отличающихся цветом и формой. Показателями эффективности выполнения задания служили скорость реакции и количество ошибок. Другое использованное для когнитивного тренинга задание предназначено для стимуляции образно-пространственной рабочей памяти как способности запоминать расположение предметов. Эта память отличается от способности запоминать слова, эпизоды или лица и требует эффективной работы гиппокампа, его клетки страдают в первую очередь при нарушениях мозгового метаболизма, ишемии мозга или старении. Третье задание стимулирует функции рабочей памяти в зрительной модальности и позволяет оценить эффекты интерференции за счет запоминания серийно представленных природных объектов. Ранее установлено, что показатели проактивной интерференции отражают тормоз-



Рис. 1. Задания компьютеризированной программы тренинга, стимулирующие кратковременную память и селективное внимание у кардиохирургических пациентов

Fig. 1. Computerized training tasks that stimulate short-term memory and selective attention in cardiac surgery patients

ной контроль запоминания, т.е. функции префронтальной коры [15].

Статистическую обработку результатов проводили в программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США), (SN: BXXR210F562022FA-A) с использованием методов описательной статистики и непараметрического критерия Фридмана (ANOVA).

Результаты

В ходе выполнения когнитивного тренинга большинство пациентов, 15 из 17 (88 %), отмечали приемлемый уровень сложности выполнения использованных заданий. При этом некоторые обследованные (5 из 17, 29 %) сообщили о потере интереса к повторяющимся заданиям. Выявлены следующие изменения когнитивных функций по сравнению с предоперационным выполнением заданий программы когнитивной тренировки (таблица). При анализе результатов группы пациентов, прошедших программу компьютеризированного тренинга, в трех временных интервалах (до операции, 1-й день тренинга и окончание тренинга) с использованием непараметрического критерия Фридмана, установлены статистически значимые изменения функций селективного внимания ($p = 0,04$) (рис. 2). Количество обработанных стимулов за одну минуту выполнения теста селективного внимания увеличивалось в конце курса тренинга по сравнению с 1-м днем тренировки, но имелась статистически незначимая тенденция к увеличению количества ошибок ($p = 0,14$), что снизило общую эффективность выполнения теста в финале тренинга (см. рис. 2). Групповые показатели рабочей памяти и образно-пространственной памяти статистически значимо не изменялись в ходе тренинга.

Далее приведены клинические примеры для иллюстрации опробования программы когнитивного тренинга.

Клинический пример 1

Пациент С., 71 год, среднее образование, поступил в кардиологическое отделение ФГБНУ НИИ КПССЗ с диагнозом: Ишемическая болезнь сердца. Стенокардия, функциональный класс II.

Изменения показателей когнитивных функций у кардиохирургических пациентов после курса когнитивного тренинга (n = 17)

The changes of the cognitive indicators in cardiac surgery patients after a course of cognitive training (n = 17)

Когнитивная функция	Улучшение, n (%)	Ухудшение, n (%)	Отсутствие изменений, n (%)
Селективное внимание	9 (53)	3 (18)	5 (29)
Образно-пространственная память	8 (47)	2 (12)	7 (41)
Рабочая память	11 (65)	2 (12)	4 (23)

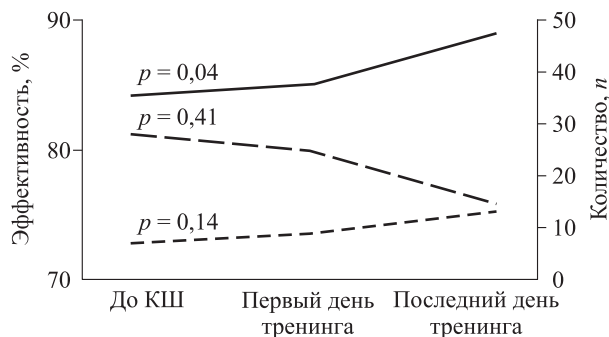


Рис. 2. Показатели селективного внимания в ходе проведения программы компьютеризированного тренинга у кардиохирургических пациентов (n = 17). Сплошная линия – количество обработанных стимулов, длинный штрих – эффективность выполнения задания (%), короткий штрих – количество ошибок

Fig. 2. The indicators of selective attention during the computerized training program in cardiac surgery patients (n = 17). The solid line is the number of processed stimuli, the long dash is the task performance efficiency (%), the short dash is the number of errors

Постинфарктный кардиосклероз (август 2017 г). Хроническая сердечная недостаточность I стадии, функциональный класс II. Церебральный атеросклероз. Стенозы внутренних сонных артерий с обеих сторон, гемодинамически значимые. Гипертоническая болезнь III стадии, риск 4. Сопутствующие заболевания: Хронический вирусный гепатит С, латентное течение. Гепатоцеллюлярная недостаточность 0. Гиперплазия предстательной железы. Язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки, ремиссия. Хронический дистальный эзофагит. При поступлении подписал информированное добровольное согласие.

Проведена плановая операция коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения в сочетании с классической каротидной эндартерэктомией справа. Длительность искусственного кровообращения 66 мин, пережатия аорты – 45 мин, пережатия сонной артерии – 25 мин. В интраоперационном и раннем послеоперационном периодах осложнений не было. Пациенту осуществляли стандартную терапию в

пред- и послеоперационном периодах согласно Российским клиническим рекомендациям. На 4-е сутки после операции на фоне стандартных методов восстановительного лечения был начат курс компьютерного когнитивного тренинга. Всего проведено 5 занятий.

Как видно на рис. 3, в результате тренинга у пациента С. наблюдалась положительная динамика когнитивных функций по окончании курса.

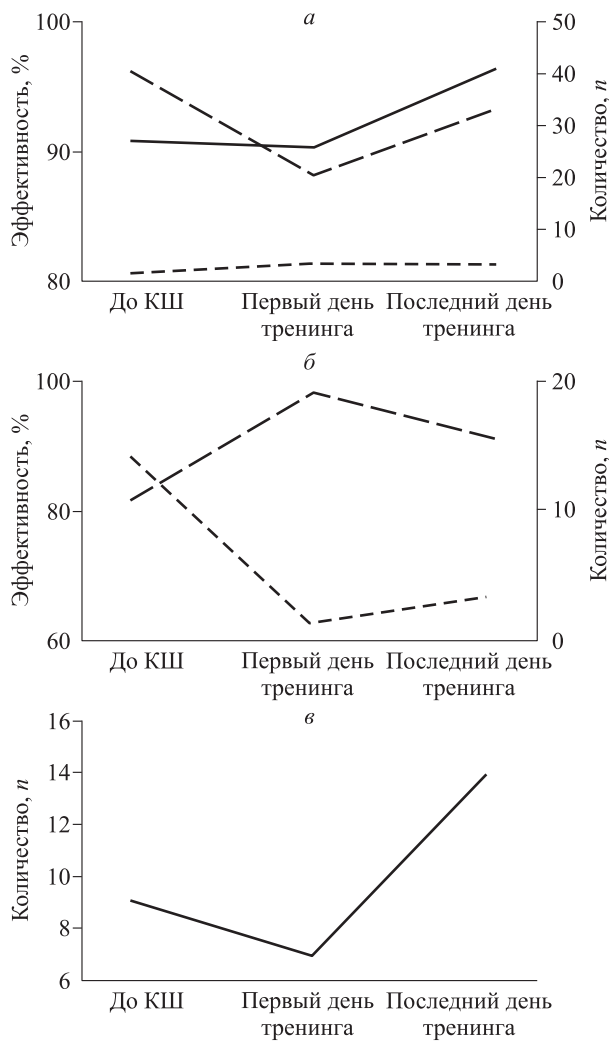


Рис. 3. Когнитивные показатели до и после проведения компьютеризированной программы тренинга у пациента С: а – селективное внимание, б – образно-пространственная память, в – рабочая память. Сплошная линия – количество обработанных стимулов, длинный штрих – эффективность выполнения задания (%), короткий штрих – количество ошибок

Fig. 3. Cognitive indicators before and after the computerized training program in patient C: a - selective attention, б - visuospatial memory, в - working memory. The solid line is the number of processed stimuli, the long dash is the task performance efficiency (%), the short dash is the number of errors

Увеличилось количество обрабатываемых стимулов при выполнении теста селективного внимания и запомненных объектов при тестировании рабочей памяти, воспроизведение зрительно-пространственной памяти существенно не изменилось.

Клинический пример 2

Пациент И., 58 лет, среднее образование, поступил в кардиологическое отделение ФГБНУ НИИ КПССЗ с диагнозом: Ишемическая болезнь сердца. Стенокардия, функциональный класс II. Постинфарктный кардиосклероз (2004 г., 2005 г., декабрь 2018 г). Чрескожное вмешательство на огибающей артерии, правой коронарной артерии. Рестеноз в стенке огибающей артерии 90 %, окклюзия в стенке правой коронарной артерии. Желудочковая экстрасистолия. Хроническая сердечная недостаточность IIА стадии, функциональный класс II. Атеросклероз артерий нижних конечностей. Хроническая ишемия II А степени. Церебральный атеросклероз. Стеноз внутренней сонной артерии слева 90 %, справа 40 %. Гипертоническая болезнь III стадии, риск 4. Сопутствующие заболевания: Сахарный диабет 2 типа, инсулинозависимый. Макроангиопатия. Содержание гликированного гемоглобина менее 7,5 %. Хронический пиелонефрит, неактивная фаза. Хроническая болезнь почек С3А. При поступлении подписал информированное добровольное согласие.

Проведена плановая операция коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения в сочетании с классической каротидной эндартерэктомией слева. Длительность искусственного кровообращения 72 мин, пережатия аорты – 52 мин, пережатия сонной артерии – 24 мин. В интраоперационном и раннем послеоперационном периодах осложнений не было. Пациенту осуществляли стандартную терапию в пред- и послеоперационном периодах согласно Российским клиническим рекомендациям. На 4-е сутки после операции на фоне стандартных методов восстановительного лечения был начат курс компьютерного когнитивного тренинга. Всего проведено 5 занятий.

У больного И. в ходе тренировочного периода можно отметить следующие изменения селективного внимания: к окончанию курса увеличилось количество обработанных стимулов, однако при этом увеличилось число ошибок, что снизило итоговую эффективность выполнения задания. Эффективность выполнения задания на рабочую память в 1-й тренировочный день снижалась, к последнему занятию она восстановилась до исходного, предоперационного уровня. Показатель

образно-пространственной памяти улучшился в конце курса тренинга (рис. 4).

Обсуждение

В настоящем исследовании представлены пилотные результаты использования компьютеризированной программы тренинга, стиму-

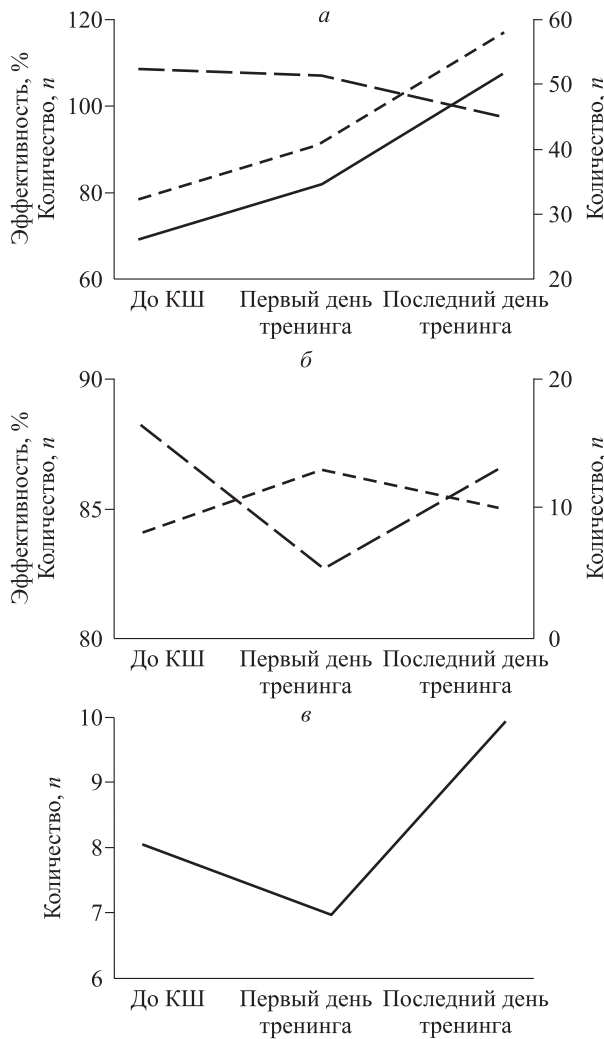


Рис. 4. Когнитивные показатели до и после проведения компьютеризированной программы тренинга у пациента И: а – селективное внимание, б – образно-пространственная память, в – рабочая память. Сплошная линия – количество обработанных стимулов, длинный штрих – эффективность выполнения задания (%), короткий штрих – количество ошибок

Fig. 4. Cognitive indicators before and after the computerized training program in patient I: а - selective attention, б - visuospatial memory, в - working memory. The solid line is the number of processed stimuli, the long dash is the task performance efficiency (%), the short dash is the number of errors

лирующего селективное внимание, зрительно-пространственную и рабочую память для восстановления когнитивных функций в специфической когорте кардиохирургических пациентов. Несмотря на статистически незначимые изменения групповых показателей когнитивных функций (значимо повысилась только скорость селективного внимания), индивидуальный анализ динамики результативности тестирования выявил улучшение селективного внимания в 53 % случаев, рабочей памяти – в 67 %, образно-пространственной памяти – у 47 % пациентов после завершения краткой (5–7 сессий) программы когнитивных тренировок.

Полученные данные не следует рассматривать как однозначное свидетельство эффективности или неэффективности компьютеризированной программы тренинга, стимулирующей кратковременную память и селективное внимание у кардиохирургических пациентов. Однако стоит отметить, что она показала приемлемую субъективную сложность выполнения заданий в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств. Примерно у половины пациентов к концу курса тренинга выявлена тенденция к улучшению когнитивных функций. Мы предполагаем, что их дальнейшее улучшение может быть достигнуто за счет увеличения продолжительности курса. Следует принять во внимание также, что некоторые пациенты сообщили о снижении интереса к выполнению заданий. Разработка заданий, сходных по принципу стимуляции когнитивной функции, но отличающихся по наполнению, позволит разнообразить курс тренинга и повысить мотивацию пациентов.

Предполагается, что когнитивные реабилитационные мероприятия у лиц, перенесших кардиохирургические вмешательства, улучшают послеоперационный когнитивный статус и повышают качество жизни. Эти результаты предлагают новое направление исследований в разработке инструментов когнитивной реабилитации, специально нацеленного на послеоперационный когнитивный дефицит, который обычно наблюдается у кардиохирургических пациентов. Ранее сообщалось о положительном эффекте когнитивной реабилитации при нормальном старении у пациентов с болезнью Альцгеймера и Паркинсона или опухолями головного мозга [13, 14, 16–18]. Но исследования когнитивной реабилитации больных, перенесших операцию на сердце, единичны, в то время как значительное количество исследований сообщает о послеоперационном когнитивном дефиците в этой когорте [4–8].

При использовании компьютеризированных программ тренинга возникает важный вопрос,

требующий дальнейших исследований эффективности использования различных когнитивных задач и длительности тренировки. Другая проблема связана с эффектом «трансфера»: вызывают ли используемые в ходе когнитивного тренинга задания положительные изменения только тренируемых когнитивных функций, или же возникает улучшение общего когнитивного функционирования и качества жизни у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

При применении когнитивного тренинга у пациентов после кардиологического вмешательства усиливается проблема их мотивации, так как эффект достигается не сразу и требует волевых усилий и настойчивости в достижении отсроченного во времени результата, который наблюдается только среди 8–10 % здоровых пожилых людей, устойчиво осуществляющих тренировку [14, 19]. Диапазон используемых режимов когнитивного тренинга достаточно широк, от 10 до 540 часов [13], поэтому вряд ли суммарные 1,5–2 часа тренировки пациентов в настоящем исследовании можно считать достаточными для достижения выраженного эффекта. Однако наблюдаемое у половины больных улучшение когнитивных функций даже при столь кратковременном воздействии указывает на его полезность в послеоперационный период. Для стимуляции пациентов к дальнейшей самостоятельной тренировке, по-видимому, требуется не только объяснение важности такой деятельности и создание интереса к ней, но и выбор оптимальной программы тренинга с учетом индивидуального восприятия информационной нагрузки [20].

Ограничения исследования

Ограничениями настоящего исследования может быть его наблюдательный характер и небольшой объем выборки пациентов, а также короткий курс когнитивного тренинга в раннем послеоперационном периоде, в связи с чем необходимы дальнейшие исследования.

Заключение

Компьютеризированная программа тренинга, стимулирующая кратковременную память и селективное внимание, использованная в данном исследовании, показала приемлемую пациентами субъективную сложность выполнения заданий и улучшение когнитивных функций у кардиохирургических больных к окончанию кратковременного курса тренинга. Результаты опробования программы когнитивного тренинга указывают на его потенциальную пользу для разработки методов когнитивной реабилитации психофизиологического статуса пациентов, перенесших кар-

диохирургические вмешательства, в том числе в поздний послеоперационный период.

Благодарности

Коллектив авторов благодарит А. Солодوخина за техническую помощь при проведении когнитивных тренингов.

Список литературы / References

1. Murphy M.P., Corriveau R.A., Wilcock D.M. Vascular contributions to cognitive impairment and dementia [VCID]. *Biochim. Biophys. Acta.* 2016;862(5):860–868. doi: 10.1016/j.bbadis.2015.12.015
2. Iadecola C., Duering M., Hachinski V., Joutel A., Pendlebury S.T., Schneider J.A., Dichgans M. Vascular cognitive impairment and dementia: JACC scientific expert panel. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019;73(25):3326–3344. doi: 10.1016/j.jacc.2019.04.034
3. Gorelick P.B., Counts S.E., Nyenhuis D. Vascular cognitive impairment and dementia. *Biochim. Biophys. Acta.* 2016;1862(5):860–868. doi: 10.1016/j.bbadis.2015.12.015
4. Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L. EEG and clinical factors associated with mild cognitive impairment in coronary artery disease patients. *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.* 2018;46(5-6):275–284. doi: 10.1159/000493787
5. Patel N., Minhas J.S., Chung E.M. Risk factors associated with cognitive decline after cardiac surgery: a systematic review. *Cardiovasc. Psychiatry Neurol.* 2015;2015:370612. doi: 10.1155/2015/370612
6. Fink H.A., Hemmy L.S., MacDonald R., Carlyle M.H., Olson C.M., Dysken M.W., McCarten J.R., Kane R.L., Garcia S.A., Rutks I.R., Ouellette J., Wilt T.J. Intermediate- and long-term cognitive outcomes after cardiovascular procedures in older adults: a systematic review. *Ann. Intern. Med.* 2015;163(2):107–117. doi: 10.7326/M14-2793
7. Bhamidipati D., Goldhammer J.E., Sperling M.R., Torjman M.C., McCarey M.M., Whellan D.J. Cognitive outcomes after coronary artery bypass grafting. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2017;31(2):707–718. doi: 10.1053/j.jvca.2016.09.028
8. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Сырова И.Д., Малева О.В., Мамонтова А.С., Барбараш О.Л. Роль стенозов сонных артерий в структуре ранней послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов, перенесших коронарное шунтирование. *Ж. неврол. и психиатрии.* 2014;114(11):36–42.
- Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Syrova I.D., Maleva O.V., Mamontova A.S., Barbarash O.L. A role of carotid stenoses in the structure of early postoperative cognitive dysfunction in patients underwent coronary artery bypass grafting. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni Sergeya Sergeevicha Korsakova = S.S. Korsakov*

Journal of Neurology and Psychiatry. 2014;114(11):36–42. [In Russian].

9. Alosco M.L., Spitznagel M.B., Sweet L.H., Josephson R., Hughes J., Gunstad J. Cognitive dysfunction mediates the effects of poor physical fitness on decreased functional independence in heart failure. *Geriatr. Gerontol. Int.* 2015;15(2):174–181. doi: 10.1111/ggi.12245

10. Hsu C.L., Best J.R., Davis J.C., Nagamatsu L.S., Wang S., Boyd L.A., Hsiung G.R., Voss M.W., Eng J.J., Liu-Ambrose T. Aerobic exercise promotes executive functions and impacts functional neural activity among older adults with vascular cognitive impairment. *Br. J. Sports. Med.* 2018;52(3):184–191. doi: 10.1136/bjsports-2016-096846

11. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Барбараш О.Л. Нейрофизиологические механизмы и перспективы использования двойных задач в восстановлении когнитивных функций у кардиохирургических пациентов. *Фундам. и клин. мед.* 2020;5(2):101–111. doi: 10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111

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'naya i klinicheskaya meditsina = Fundamental and Clinical Medicine*. 2020;5(2):101–111. [In Russian]. doi: 10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111

12. Бакаев М.А., Разумникова О.М., Хворостов В.А. Интегрированная онлайн-батарея компьютеризированной оценки когнитивных функций. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021614245; опублик. 22.03.2021.

Bakaev M.A., Razumnikova O.M., Khvorostov V.A. Integrated online battery of computerized assessment of cognitive functions. Certificate of registration of the computer program 2021614245; published 22.03.2021.

13. Разумникова О.М. Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов. *Успехи физиол. наук*. 2015;46(2):3–16.

Razumnikova O.M. Effects of aging brain and activation methods of its compensatory resources. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk = Advances in Physiological Sciences*. 2015;46(2):3–16. [In Russian].

14. Разумникова О.М. Возрастные и индивидуальные особенности тренировки зрительной кратковременной пространственной памяти. *Эксперим. психол.* 2022; 15(1):4–18. doi: 10.17759/exppsy.2022150101

Razumnikova O.M. Age- and individual specificity of training visual short-term spatial memory. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology*. 2022;15(1):4–18. [In Russian]. doi: 10.17759/exppsy.2022150101

15. Разумникова О.М., Николаева Е.И. Возрастные особенности тормозного контроля и проактивная интерференция при запоминании зрительной информации. *Вопр. психол.* 2019;(2):124–132.

Razumnikova O.M., Nikolaeva E.I. Age characteristics of inhibition control in the model of proactive interference. *Voprosy psikhologii = Problems of Psychology*. 2019;(2):124–132. [In Russian].

16. Pereira Oliva H.N., Mansur Machado F.S., Rodrigues V.D., Leão L.L., Monteiro-Júnior R.S. The effect of dual-task training on cognition of people with different clinical conditions: An overview of systematic reviews. *IBRO Rep.* 2020;9:24–31. doi: 10.1016/j.ibror.2020.06.005

17. Frantzidis C.A., Ladas A.K., Vivas A.B., Tsolaki M., Bamidis P.D. Cognitive and physical training for the elderly: evaluating outcome efficacy by means of neurophysiological synchronization. *Int. J. Psychophysiol.* 2014; 93(1):1–11. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2014.01.007

18. Liao Y.Y., Chen I.H., Lin Y.J., Chen Y., Hsu W.C. Effects of virtual reality-based physical and cognitive training on executive function and dual-task gait performance in older adults with mild cognitive impairment: a randomized control trial. *Front. Aging Neurosci.* 2019;11:162. doi: 10.3389/fnagi.2019.00162

19. Turunen M., Hokkanen L., Bäckman L., Stigsdotter-Neely A., Hänninen T., Paajanen T., Soininen H., Kivipelto M., Ngandu T. Computer-based cognitive training for older adults: Determinants of adherence. *PLoS One*. 2019;14(7):e0219541. doi: 10.1371/journal.pone.0219541

20. Разумникова О.М., Матюшина М.А. Значение информационной нагрузки при тренировке зрительно-пространственной памяти в условиях распределенного внимания у пожилых женщин. *Успехи геронтол.* 2022;35(1):53–60. doi: 10.34922/AE.2022.35.1.005

Razumnikova O.M., Matyushina M.A. The importance of information load in training visual-spatial memory under distributed attention in older women. *Uspekhi gerontologii = Advances in Gerontology*. 2022;35(1):53–60. [In Russian]. doi: 10.34922/AE.2022.35.1.005

Информация об авторах:

Тарасова Ирина Валерьевна, д.м.н., ORCID: 0000-0002-6391-0170, e-mail: iriz78@mail.ru
Разумникова Ольга Михайловна, д.б.н., ORCID: 0000-0002-7831-9404, e-mail: razoum@mail.ru
Трубникова Ольга Александровна, д.м.н., ORCID: 0000-0001-8260-8033, e-mail: olgalet17@mail.ru
Кухарева Ирина Николаевна, к.м.н., ORCID: 0000-0002-6813-7017, e-mail: ira-kukhareva77@mail.ru
Сырова Ирина Даниловна, к.м.н., ORCID: 0000-0003-4339-8680, e-mail: ira_dan2011@mail.ru
Барбараш Ольга Леонидовна, акад. РАН, ORCID: 0000-0002-4642-3610, e-mail: olb61@mail.ru

Information about authors:

Irina V. Tarasova, doctor of medical sciences, ORCID: 0000-0002-6391-0170, e-mail: iriz78@mail.ru
Olga M. Razumnikova, doctor of biological sciences, ORCID: 0000-0002-7831-9404, e-mail: razoum@mail.ru
Olga A. Trubnikova, doctor of medical sciences, ORCID: 0000-0001-8260-8033, e-mail: olgalet17@mail.ru
Irina N. Kukhareva, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-6813-7017, e-mail: ira-kukhareva77@mail.ru
Irina D. Syrova, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0003-4339-8680, e-mail: ira_dan2011@mail.ru
Olga L. Barbarash, academician of the RAS, ORCID: 0000-0002-4642-3610, e-mail: olb61@mail.ru

Поступила в редакцию 16.03.2023

После доработки 13.07.2023

Принята к публикации 15.07.2023

Received 16.03.2023

Revision received 13.07.2023

Accepted 15.07.2023