

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ  
КАРДИОЛОГИЯ

УДК 616.1-089-08-039.34

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-49-57>

# АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИЗАДАЧНОГО ТРЕНИНГА У ПАЦИЕНТОВ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

ТЕМНИКОВА Т.Б.<sup>1,2</sup>✉, ТРУБНИКОВА О.А.<sup>1</sup>, БАРБАРАШ О.Л.<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, бульвар имени академика Л.С. Барбараша, д. 6, г. Кемерово, 650002, Россия<sup>2</sup>Кемеровский государственный медицинский университет, ул. Ворошилова, д. 22А, г. Кемерово, 650056, Россия

## Основные положения

Настоящий аналитический обзор посвящен исследованию послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) у пациентов кардиохирургического профиля. Анализируется патогенез взаимодействия сердечно-сосудистых заболеваний и когнитивных расстройств, выявляются ключевые факторы риска возникновения ПОКД. Описаны современные подходы когнитивной реабилитации, включая мультимодальные тренинги и технологии виртуальной реальности. Показано, что мультизадачные тренинги обладают преимуществами, которые связаны со стимулированием нейропластичности и предотвращением развития ПОКД. Отмечается необходимость разработки унифицированных протоколов лечения и дальнейшего изучения методов индивидуальной реабилитации пациентов кардиохирургического профиля.

## Резюме

**Цель.** Провести аналитический обзор современных данных, касающихся послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) у пациентов кардиохирургического профиля, и оценить потенциал мультизадачных тренингов как способа когнитивной реабилитации. **Материалы и методы.** Для этого систематического обзора был выполнен поиск современных отечественных и зарубежных литературных источников в базах данных PubMed, Google Scholar, CyberLeninka, eLibrary, включая оригинальные исследования, систематические обзоры и мета-анализы, посвященные патогенезу, диагностике, факторам риска ПОКД и методам когнитивной реабилитации, с акцентом на компьютерные мультизадачные тренинги, в том числе с использованием технологий виртуальной реальности (VR). **Результаты.** Проанализирован патогенез взаимодействия сердечно-сосудистых заболеваний и когнитивных расстройств, выявлены ключевые факторы риска развития ПОКД. Показано, что современные подходы к реабилитации, в частности мультизадачные тренинги (метод «двойных задач»)

и VR-технологии, обладают значительным потенциалом. Они способствуют стимуляции нейропластичности, активации обширных нейронных сетей, улучшению когнитивных функций (внимания, памяти, управляющих функций) и могут снижать частоту и выраженность ПОКД. Приведены данные исследований, демонстрирующие нейрофизиологические и биохимические улучшения (например, повышение уровня BDNF) у пациентов после прохождения таких тренингов. **Заключение.** Применение мультизадачного тренинга, особенно в формате компьютерных программ и с использованием технологий виртуальной реальности, является перспективным нефармакологическим персонализированным подходом к профилактике и коррекции ПОКД у кардиохирургических пациентов. Для широкого внедрения в клиническую практику необходима разработка унифицированных протоколов и проведение дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** послеоперационная когнитивная дисфункция, многозадачное обучение, когнитивная реабилитация, аортотомное шунтирование

## Корреспонденцию адресовать:

Темникова Татьяна Борисовна, 650002, Россия, г. Кемерово, бульвар имени академика Л.С. Барбараша, д. 6, e-mail: t.13.ermakova@mail.ru © Темникова Т. Б. и др.

**Соответствие принципам этики.** Работа выполнена в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0002 (№ госрегистрации 122012000364-5 от 20.01.2022), одобрена локальным этическим комитетом.

**Конфликт интересов.** Темникова Т.Б., Трубникова О.А. заявляют об отсутствии конфликта интересов. Барбараш О.Л. – член редакционной коллегии журнала «Фундаментальная и клиническая медицина», но в данном случае не имела никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в

журнале процедуру рецензирования.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0002 «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» (№ госрегистрации 122012000364-5 от 20.01.2022).

## Для цитирования:

Темникова Т.Б., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Аспекты применения мультизадачного тренинга у пациентов кардиохирургического профиля. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2026;11(2):49-57. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-49-57>

**Поступила:**

06.11.2025

**Поступила после доработки:**

09.04.2026

**Принята в печать:**

29.05.2026

**Дата печати:**

25.06.2026

## Сокращения

АГ – артериальная гипертензия

ИК – искусственное кровообращение

КН – когнитивные нарушения

ККТ – компьютеризированные когнитивные

тренинги

ПОКД – послеоперационная когнитивная дисфункция

СД – сахарный диабет

СВО – системный воспалительный ответ

СН – сердечная недостаточность

ФП – фибрилляция предсердий

ХБП – хроническая болезнь почек

BDNF – мозговой нейротрофический фактор

VR – технологии виртуальной реальности

REVIEW ARTICLE  
CARDIOLOGY

# ASPECTS OF USING MULTITASKING TRAINING IN PATIENTS WITH CARDIAC SURGERY

TATYANA B. TEMNIKOVA<sup>1,2</sup>✉, OLGA A. TRUBNIKOVA<sup>1</sup>, OLGA L. BARBARASH<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Barbarash Boulevard, 6, Kemerovo, 650002, Russia<sup>2</sup>Kemerovo State Medical University, Voroshilova Street, 22A, Kemerovo, 650056, Russia

## HIGHLIGHTS

This analytical review is devoted to the study of postoperative cognitive dysfunction (PCD) in patients of the cardiosurgical profile. The pathogenesis of the interaction of cardiovascular diseases and cognitive disorders is analyzed, key risk factors for the occurrence of PCD are identified. Modern approaches to cognitive rehabilitation, including multimodal training and virtual reality technologies, are described. It is shown that multitasking training has advantages that are associated with the stimulation of neuroplasticity and the prevention of the development of PCD. There is a need to develop unified treatment protocols and further study methods for individual rehabilitation of patients in the cardiosurgical profile.

## Abstract

**Aim.** Conduct an analytical review of current evidence regarding postoperative cognitive dysfunction (POCD) in cardiac patients and evaluate the potential of multitasking trainings as a way of cognitive rehabilitation. **Materials and methods.** For this systematic review, contemporary domestic and foreign literature sources were searched in PubMed, Google Scholar, CyberLeninka, eLibrary databases, including original studies, systematic reviews, and meta-analyses addressing pathogenesis, diagnosis, POCD risk factors, and cognitive rehabilitation techniques, with a focus on computer-based multitasking trainings, including those with using virtual reality (VR) technologies. **Results.** The pathogenesis of the interaction of cardiovascular diseases and cognitive disorders was analyzed, key risk factors for the development of POKD were identified. It has been shown that modern approaches to rehabilitation, in particular multitasking trainings (the method of "double tasks")

and VR technologies, have significant potential. They contribute to the stimulation of neuroplasticity, activation of extensive neural networks, improvement of cognitive functions (attention, memory, control functions) and can reduce the frequency and severity of POKD. Data from studies demonstrating neurophysiological and biochemical improvements (e.g., increased BDNF) in patients following such trainings are presented. **Conclusion.** The use of multitasking training, especially in the format of computer programs and the use of virtual reality technologies, is a promising non-pharmacological personalized approach to the prevention and correction of POCD in cardiac patients. For widespread implementation in clinical practice, the development of unified protocols and further research are necessary.

**Keywords:** postoperative cognitive dysfunction, multitask training, cognitive rehabilitation, coronary artery bypass grafting

### Corresponding author:

Dr. Tatyana B. Temnikova, Barbarash Boulevard, 6, Kemerovo, 650002, Russia, E-mail: nbabichuk@yandex.ru

©Tatyana B. Temnikova, et al.

**Ethics Statement.** The study was carried out within the framework of the Fundamental Topic of the Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases No.0419-2022-0002 (state registration No. 122012000364-5 dated 20.01.2022) and was approved by the local ethics committee.

**Conflict of interest.** Tatyana B. Temnikova and Olga A. Trubnikova declare no conflict of interest. Olga L. Barbarash is a member of the Journal «Fundamental and Clinical Medicine» Editorial Board, but in this case, she had no involvement in the decision to publish this article. The article has

undergone the journal's standard peer review process.

**Funding.** The study was supported within the framework of the Fundamental Topic of the Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases No.0419-2022-0002 entitled "Development of innovative models for management of cardiovascular diseases risk factors and comorbidities based on the study of fundamental, clinical and epidemiological mechanisms and healthcare management techniques in the industrial region of Siberia"(state registration number 122012000364-5 dated 20.01.2022).

### For citation:

Tatyana B. Temnikova, Olga A. Trubnikova, Olga L. Barbarash. Aspects of using multitasking training in patients with cardiac surgery. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2026;11(2):49–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-49-57>.

Received:  
06.11.2025

Received in revised form:  
09.04.2026

Accepted:  
29.05.2026

Published:  
25.06.2026

## Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) сохраняют статус одной из наиболее значимых глобальных медико-социальных проблем современности [1]. В последние годы внимание исследователей все больше привлекает тесная патогенетическая взаимосвязь между кардиальной патологией и когнитивными нарушениями (КН). Общими ключевыми факторами риска выступают: ожирение, курение, дислипидемия, гиподинамия и низкий уровень образования. Увеличение продолжительности жизни населения и высокая распространенность коморбидных состояний, таких как фибрилляция предсердий (ФП), артериальная гипертензия (АГ), сердечная недостаточность (СН), хроническая болезнь почек (ХБП) и сахарный диабет (СД) вносят дополнительный вклад в прогрессирование когнитивного дефицита [2]. Патогенетические механизмы данной взаимосвязи многогранны. Доказано, что АГ ускоряет развитие атеросклероза экстра- и интракраниальных артерий, приводя к очаговым и диффузным ишемическим изменениям головного мозга [3]. КН и деменция при ФП могут развиваться как после перенесенного инсульта, так и независимо от него, что подчеркивает роль церебральной гипоперфузии и микроэмболии [4]. Естественным исходом многих ССЗ является развитие СН, которая согласно данным мета-анализов ассоциирована с существенно более высокой частотой КН [5]. Когнитивные нарушения зачастую становятся первыми и основными проявлениями церебрального поражения у кардиологических больных, клинически выражаясь в расстройствах внимания, памяти, речи, праксиса, восприятия и управляющих функций. Эти изменения, выявляемые субъективно и объективно на фоне органической патологии головного мозга, значительно снижают качество жизни пациента, ухудшая эффективность его профессиональной, социальной и бытовой деятельности, а также отдаленный прогноз [6]. Особую актуальность проблема КН приобретает в контексте кардиохирургического лечения. Рост продолжительности жизни и стремление сохранить активность у пациентов старших возрастных групп предъявляют повышенные требования к качеству послеоперационного ведения. Наиболее частым цереброваскулярным осложнением после операций с искусственным кровообращением (ИК) является послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД), частота которой достигает 70–80 % [7].

Под ПОКД понимают объективно измеряемое снижение когнитивных функций после хирургического вмешательства по сравнению с дооперационным уровнем, которое проявляется в нарушениях одного или нескольких когнитивных доменов [8]. Данное осложнение характеризуется тенденцией к прогрессированию и может сохраняться в отдаленном послеоперационном периоде. Стойкая ПОКД, наблюдающаяся в течение 3–6 месяцев после операции, встречается у 10–30 % пациентов, причем ее распространенность резко возрастает в старшей возрастной группе (до 40 % у пациентов старше 75 лет) [9, 10]. Развитие ПОКД ассоциировано с пролонгированной реабилитацией, низкой приверженностью к лечению, развитием депрессии, значительным снижением качества жизни и неблагоприятным прогнозом, включая повышение показателей послеоперационной смертности [11, 12]. Так, по данным исследований, смертность в течение года у пациентов с ПОКД почти в два раза выше, чем у пациентов без этого осложнения [13]. Несмотря на длительную историю изучения, в проблеме ПОКД сохраняется ряд нерешенных вопросов. Главным из них является отсутствие единой методологии диагностики. Концепция ПОКД основана исключительно на данных нейропсихологического тестирования, однако на сегодняшний день для ее оценки применяются психометрические тесты, изначально не предназначенные для этой цели. Отсутствие унифицированных диагностических критериев ограничивает использование данной конструкции в клинической практике [14]. Согласно современным представлениям, для верификации ПОКД требуется отклонение показателей не менее чем в двух тестах из диагностической батареи на величину  $\geq 1,96$  SD от индивидуальных исходных значений [15]. Патогенез ПОКД является мультифакторным, а риск ее развития определяется совокупностью предоперационных, интраоперационных и послеоперационных факторов [16]. К числу наиболее значимых предикторов относятся возраст, коморбидный фон (СД, ХБП), низкий уровень образования, длительность основного ССЗ, исходный когнитивный дефицит, а также такие механизмы, как нейровоспаление, повреждение гематоэнцефалического барьера и активация микроглии [17, 18, 19]. Существенный вклад в развитие ранней ПОКД вносят интраоперационные факторы: длительность ИК, выраженность системного воспалительного ответа (СВО) и воздействие анестезии

[20]. Доказано, что многие анестетики и наркотические анальгетики обладают нейротоксическим действием, приводя к повреждению церебральных микрососудов, нарушению кальциевого гомеостаза и разобщению межнейронных связей [21]. Среди ключевых интра- и послеоперационных механизмов также выделяют микроэмболию и церебральную гипоперфузию [22]. В связи с этим не вызывает сомнений высокая значимость проведения комплексных реабилитационных мероприятий после кардиохирургических вмешательств [23].

### Цель исследования

Целью данного аналитического обзора явилось обобщение современных представлений о послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов кардиохирургического профиля, анализ патогенетических механизмов и факторов риска ее развития, а также оценка эффективности современных методов когнитивной реабилитации, в частности, мультизадачных тренингов и технологий виртуальной реальности.

### Материалы и методы

Для достижения цели работы был проведен аналитический обзор научной литературы. Поиск публикаций осуществлялся в базах данных PubMed, Google Scholar, CyberLeninka, eLibrary по ключевым словам: «послеоперационная когнитивная дисфункция», «кардиохирургия», «когнитивная реабилитация», «мультизадачный тренинг», «виртуальная реальность». Критериям включения соответствовали: оригинальные исследования, систематические обзоры, мета-анализы и клинические рекомендации, опубликованные преимущественно за последние 5 лет. Анализу подверглись данные, касающиеся эпидемиологии, патогенеза, диагностики ПOKД и результатов применения различных методов когнитивной реабилитации.

### Результаты и обсуждение

#### Современные подходы когнитивной реабилитации

Когнитивная реабилитация является важным компонентом лечения и должна инициироваться в максимально ранние сроки, начиная с первых дней после операции. В настоящее время перспективным направлением в коррекции когнитивного дефицита считается мультизадачный подход, предполагающий одновременное выполнение моторных и когнитивных компонентов («двойные

задачи»). Развитие цифровых технологий открывает возможности для применения компьютерных мультизадачных тренингов в качестве персонализированного инструмента профилактики и лечения КН у кардиохирургических пациентов. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных проблеме ПOKД, внедрение современных хирургических техник и фармакотерапевтических подходов, когнитивные расстройства остаются наиболее частым и клинически значимым осложнением у пациентов кардиохирургического профиля, что диктует необходимость дальнейшего изучения патогенеза, оптимизации диагностики и разработки эффективных методов реабилитации, среди которых особый потенциал видится в мультизадачных тренингах. В последние годы аппаратно-программные комплексы активно внедряются для коррекции когнитивных функций как у здоровых пожилых людей, так и у лиц с когнитивным дефицитом [24]. Компьютеризированные когнитивные тренинги (ККТ) предлагают ряд преимуществ: доступность, интерактивность, возможность персонализации и объективного контроля прогресса. Мета-анализы демонстрируют их превосходство над традиционными методами «на бумаге и карандаше» [25]. Так, исследование Bernini et al. показало, что у пациентов, прошедших ККТ, наблюдались более значимые улучшения по шкале MoCA, а также в показателях исполнительных функций и скорости обработки информации по сравнению с контрольными группами [26]. Систематический обзор Li R. et al., включивший 18 рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), подтвердил, что ККТ обеспечивает статистически значимое улучшение общих когнитивных функций, а также положительно влияет на управляющие функции, рабочую, эпизодическую и вербальную память у лиц с легкими когнитивными нарушениями [27]. Нейробиологические эффекты ККТ были продемонстрированы в работе Wu J. et al., где 8-недельный тренинг не только улучшил память у пациентов с легкими когнитивными нарушениями, но и привел к положительной реорганизации структурно-функциональной архитектуры головного мозга по данным фМРТ [28]. Долгосрочный эффект ККТ подтверждается исследованием SMART, в котором комбинированные тренинги не только улучшали когнитивные функции, но и защищали уязвимые зоны гиппокампа от дегенерации в течение 12 месяцев после вмешательства [29]. Важно отметить, что эффективность ККТ

доказана и в кардиологической практике. Например, в исследовании Eguomina O. V. et al. ежедневные 20-минутные сеансы ККТ в послеоперационном периоде аортокоронарного шунтирования (АКШ) привели к улучшению показателей внимания и памяти и снижению частоты ранней ПОКД [30]. Сообщается также об успешном применении ККТ у пациентов с сердечной недостаточностью [31].

### **Мультизадачный тренинг – перспективный способ когнитивной реабилитации**

Наиболее современным и эффективным с точки зрения реабилитационного потенциала признан комбинированный подход, известный как метод «двойных задач» (Dual-Task) [32]. Данная методика предполагает одновременное выполнение моторного (ходьба, поддержание равновесия) и когнитивного (счет, задачи на память и внимание) компонентов [33]. Положительный эффект таких тренингов объясняется с позиций нейропластичности. После кардиохирургических операций с искусственным кровообращением (ИК) когнитивный дефицит часто носит диффузный характер с вовлечением фронтальных и теменно-затылочных отделов коры [34]. Мультизадачный тренинг, в отличие от изолированных упражнений, задействует параллельно несколько распределенных нейронных сетей, ответственных за исполнительный контроль, память, внимание и моторные функции, что потенцирует их восстановление за счет усиления межнейронных связей. Так, в исследовании О. А. Трубниковой и соавт. получены данные, свидетельствующие об эффективности применения ККТ в раннем послеоперационном периоде коронарного шунтирования. Проведение короткого курса ККТ с использованием метода двойных задач у пациентов кардиохирургического профиля способствует оптимизации состояния когнитивного статуса, в виде снижения частоты и степени выраженности ранней ПОКД по результатам нейропсихологического и нейрофизиологического тестирования, что сопровождается реорганизацией нейроваскулярной единицы [35,36].

### **Интеграция технологий виртуальной реальности (VR) в кардиореабилитацию**

Применение технологий виртуальной реальности (VR) в здравоохранении вышло за рамки экспериментальных разработок, став перспективным инструментом в диагностике, лечении и реабилитации. В кардиологии, и особенно

в кардиореабилитации, VR открывает уникальные возможности для комплексного воздействия на физическое и когнитивное состояние пациентов, что обуславливает актуальность анализа ее интеграции в клиническую практику. Изначально VR зарекомендовал себя как эффективный инструмент в лечении психических расстройств, фобий, снижения стресса и модуляции болевых синдромов [37]. Дальнейшие исследования подтвердили его роль в когнитивной реабилитации. Доказано, что VR-вмешательства способствуют восстановлению нейронных связей при неврологической патологии (инсульт, ЧМТ, нейродегенеративные заболевания) за счет стимуляции моторной коры и использования феномена нейропластичности [38]. Мета-анализы демонстрируют, что 6-недельный курс реабилитации в трехмерной среде значительно улучшает двигательные функции после инсульта, причем программы с полным погружением более эффективны для общей моторики, а системы без погружения – для мелкой [39]. Успешный опыт применения VR в травматологии для управления болью и снятия напряжения [40] создал прецедент для его адаптации в смежных областях, включая кардиохирургию.

Пациенты кардиохирургического профиля характеризуются комплексом когнитивных нарушений, включая ослабление скорости обработки информации, исполнительного контроля и памяти, которые часто усугубляются тревожностью и снижением позитивного аффекта. Мультифокальный характер церебрального повреждения у данной категории больных требует такого подхода к реабилитации, который мог бы одновременно активировать обширные сети головного мозга [41]. В этом контексте наиболее эффективной стратегией представляется тренировка с использованием многозадачности, интегрирующая когнитивную и физическую нагрузку в условиях экологически валидной трехмерной среды. Исследование Grabe et al. показало, что использование интерактивного VR-обучения в предоперационном периоде повышает уровень понимания пациентом сути операции и достоверно снижает уровень тревожности [42]. Это позволяет рассматривать VR как полноценную альтернативу или дополнение к традиционным фармакологическим стратегиям коррекции предоперационного стресса, улучшая субъективное восприятие периода подготовки к вмешательству [43]. Также VR-технологии демонстрируют выраженный нефармакологический анальгетический эффект, основанный на ме-

ханизме отвлечения внимания. Это способствует снижению как острой, так и хронической боли, что в конечном итоге характеризуется сокращением сроков госпитализации, увеличением толерантности к физической нагрузке и общим улучшением физического состояния пациента [44]. Тренинги в виртуальной среде напрямую стимулируют когнитивные функции, повышая нейропластичность и когнитивную гибкость [45]. Так, в исследовании О. А. Трубниковой и соавт. продемонстрировано: у кардиохирургических пациентов, прошедших многозадачный VR-тренинг, зафиксирована оптимизация деятельности доменов внимания и кратковременной памяти, а также более выраженная активация синтеза мозгового нейротрофического фактора (BDNF), по сравнению с контрольной группой [46]. Эти изменения маркеров нейроваскулярной единицы указывают на запуск активных процессов восстановления на церебральном уровне. Ключевыми преимуществами VR-реабилитации являются: высокая мотивация пациентов благодаря игровому формату и эффекту глубокого погружения, возможность точного дозирования нагрузки и объективного контроля динамики состояния, гибкость. А также персонализация: симуляции можно адаптировать под индивидуальные возможно-

сти пациента, запускать в любом месте, приостанавливать и повторять, минимизируя риск психоэмоционального травмирования и обеспечивая устойчивый терапевтический эффект [47].

## Заключение

Применение компьютерного мультизадачного тренинга, в том числе с использованием виртуальной среды, имеет большой восстановительный потенциал для лечения когнитивных нарушений у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Использование мультизадачного тренинга, основанного на комбинации нескольких задач, способствует активации процессов нейропластичности, что позволяет профилировать и уменьшить степень выраженности послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов кардиохирургического профиля.

Мультизадачный тренинг – дополнительный нефармакологический персонализированный подход когнитивной реабилитации кардиохирургических пациентов. Будущие исследования должны сосредоточиться на создании унифицированных протоколов и алгоритмов введения мультизадачного тренинга в повседневную клиническую практику.

## Вклад авторов

**Т. Б. Темникова:** написание рукописи.

**О. Л. Барбараш:** критическая доработка рукописи, руководство исследованием.

**О. А. Трубникова:** критическая доработка рукописи, руководство исследованием.

Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

## Author contributions

**Tatyana B. Temnikova:** drafting of the manuscript.

**Olga L. Barbarash:** critical revision of the manuscript and study supervision.

**Olga A. Trubnikova:** critical revision of the manuscript and study supervision.

All authors approved the final version of the article.

## Литература :

1. Бойцов С.А., Проваторов С.И. Возможности диспансерного наблюдения в снижении смертности от ишемической болезни сердца. *Терапевтический архив*. 2023;(1):5–10. <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.01.202038>
2. Захаров В.В., Черноусов П.А., Вехова К.А., Боголепова А.Н. Когнитивные нарушения у пациентов с артериальной гипертензией. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2024;124(4 вып. 2):1–8. <https://doi.org/10.17116/jnevro20241240421>
3. Suvila K., Lima J.A.C., Yano Y., Tan Z.S., Cheng S., Niiranen T.J. Early-but Not Late-Onset Hypertension Is Related to Midlife Cognitive Function. *Hypertension*. 2021;77(3):972–979. <https://doi.org/10.1161/Hypertensionaha.120.16556>
4. Malavasi V.L., Zoccali C., Brandi M.C., Micali G., Vitolo M., Imberti J.F., et al. Cognitive impairment in patients with atrial fibrillation: Implications for outcome in a cohort study. *Int. J. Cardiol*. 2021;323:83–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2020.08.028>
5. Faulkner K.M., Uchmanowicz I., Lisiak M., Cichoń E., Cyrkot T., Szczepanowski R. Cognition and Frailty in Patients With Heart Failure: A Systematic Review of the Association Between Frailty and Cognitive Impairment. *Front. Psychiatry*. 2021;12:713386. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.713386>
6. Боголепова А.Н., Васенина Е.Е., Гомзякова Н.А., Гусев Е.И., Дудченко Н.Г., Емелин А.Ю. и др. Клинические рекомендации «Когнитивные расстройства у пациентов пожилого и старческого возраста». *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(10-3):6-137. <https://doi.org/10.17116/jnevro20211211036>
7. Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Moskin E.G., Kupriyanova D.S., Argunova Y.A., Pomeshekina S.A., et al. Beneficial effects of a short course of physical prehabilitation on neurophysiological functioning and neurovascular biomarkers in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Front. Aging Neurosci*. 2021; 13: 699259. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.699259>
8. Patnode C.D., Perdue L.A., Rossom R.C., Rushkin M.C., Redmond N., Thomas R.G., et al. Screening for Cognitive Impairment in Older Adults: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2020;323(8):764–785. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.22258>
9. Vu T., Smith J.A. An Update on postoperative cognitive dysfunction

- following cardiac surgery. *Front. Psychiatry*. 2022;13:884907. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.884907>
10. Zhao Q., Wan H., Pan H., Xu Y. Postoperative cognitive dysfunction-current research progress. *Front. Behav. Neurosci.* 2024;18:1328790. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1328790>
  11. Greaves D., Psaltis P.J., Davis D.H.J., Ross T.J., Ghezzi E.S., Lampit A., et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2020;9(22):e017275. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017275>
  12. Тарасов В.О., Денисенко С.М., Талипова Р.В., Сыропятова С.А., Шадрина К.А., Алексеев В.А. и др. Дооперационные факторы риска развития послеоперационного делирия при кардиохирургических вмешательствах (обзор литературы). *Уральский медицинский журнал*. 2020;11(194):46–51. <https://doi.org/10.25694/URMJ.2020.11.17>
  13. Arefayne N.R., Berhe Y.W., van Zundert A.A. Incidence and factors related to prolonged postoperative cognitive decline (POCD) in elderly patients following surgery and anaesthesia: A systematic review. *J. Multidiscip. Healthc.* 2023;16:3405–3413. <https://doi.org/10.1922310.2147/JMDH.S431168>
  14. Liu J., Huang K., Zhu B., Zhou B., Ahmad Harb A.K., Liu L., et al. Neuropsychological tests in post-operative cognitive dysfunction: methods and applications. *Front. Psychol.* 2021;12:684307. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.684307>
  15. Travica N., Lotfaliany M., Marriott A., Safavynia S.A., Lane M.M., Gray L., et al. Peri-operative risk factors associated with post-operative cognitive dysfunction (POCD): An umbrella review of meta-analyses of observational studies. *J. Clin. Med.* 2023;12(4):1610. <https://doi.org/10.3390/jcm12041610>
  16. Zhang S., Liu C., Sun J., Li Y., Lu J., Xiong X., et al. Bridging the gap: Investigating the link between inflammasomes and postoperative cognitive dysfunction. *Aging Dis.* 2023;14(6):1981–2002. <https://doi.org/10.14336/AD.2023.0501>
  17. Fujii Y. Evaluation of Inflammation Caused by Cardiopulmonary Bypass in a Small Animal Model. *Biology*. 2020;9(4):81. <https://doi.org/10.3390/biology9040081>
  18. Xiao Q.X., Cheng C.X., Deng R., Liu Q., Ren Y.B., He L., et al. LncRNA-MYL2-2 and miR-124-3p Are Associated with Perioperative Neurocognitive Disorders in Patients after Cardiac Surgery. *J. Invest. Surg.* 2021;34(12):1297–1303. <https://doi.org/10.1080/08941939.2020>
  19. Greaves D., Psaltis P.J., Davis D.H.J., Ross T.J., Ghezzi E.S., Lampit A., et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2020;9(22):e017275. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017275>
  20. Zeng K., Long J., Li Y., Hu J. Preventing postoperative cognitive dysfunction using anesthetic drugs in elderly patients undergoing noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Surg.* 2023;109(1):21–31. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000001>
  21. Yuan S.M., Lin H. Postoperative Cognitive Dysfunction after Coronary Artery Bypass Grafting. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2019;34(1):76–84. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0165>
  22. Zoupa E., Bogiatzidou O., Siokas V., Liampas I., Tzeferakos G., Mavreas V., et al. Cognitive Rehabilitation in Schizophrenia-Associated Cognitive Impairment: A Review. *Neurol. Int.* 2022;15(1):12–23. <https://doi.org/10.3390/neurolint15010002>
  23. Vas A., Luedtke A., Ortiz E., Mackie N., Gonzalez S. Cognitive Rehabilitation: Mild Traumatic Brain Injury and Relevance of OTPF. *Occup. Ther. Int.* 2023;2023:8135592. <https://doi.org/10.1155/2023/8135592>
  24. Злобина Ю.В., Епанешникова Н.В., Зиновьева Н.П. Эффективность когнитивных тренировок у пациентов с острым на рушением мозгового кровообращения в остром периоде: пилотное исследование. *Вестник ЮУрГУ. Серия. Психология*. 2018;11(3):64–73. <https://doi.org/10.14529/psy180308>
  25. Rute-Pérez S., Rodríguez-Domínguez C., Vélez-Coto M., Pérez-García M., Caracul A. Effectiveness of Computerized Cognitive Training by VIRTRAEI on Memory and Executive Function in Older People: A Pilot Study. *Brain Sci.* 2023;13(4):684. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040684>
  26. Bernini S., Panzarasa S., Barbieri M., Sinforiani E., Quaglini S., Tassorelli C., et al. A double-blind randomized controlled trial of the efficacy of cognitive training delivered using two different methods in mild cognitive impairment in Parkinson's disease: preliminary report of benefits associated with the use of a computerized tool. *Aging Clin. Exp. Res.* 2021;33(6):1567–1575. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01665-2>
  27. Li R., Geng J., Yang R., Ge Y., Hesketh T. Effectiveness of Computerized Cognitive Training in Delaying Cognitive Function Decline in People With Mild Cognitive Impairment: Systematic Review and Meta-analysis. *J. Med. Internet. Res.* 2022;24(10):e38624. <https://doi.org/10.2196/38624>
  28. Wu J., He Y., Liang S., Liu Z., Huang J., Liu W., et al. Effects of computerized cognitive training on structure-function coupling and topology of multiple brain networks in people with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Alzheimers Res. Ther.* 2023;15(1):158. <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01292-9>
  29. Broadhouse K.M., Singh M.F., Suo C., Gates N., Wen W., Brodaty H., et al. Hippocampal plasticity underpins long-term cognitive gains from resistance exercise in MCI. *Neuroimage. Clin.* 2020;25:102182. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102182>
  30. Eryomina O.V., Petrova M.M., Prokopenko S.V., Mozheyko E.Y., Kaskaeva D.S., Gavriluk O.A. The effectiveness of the correction of cognitive impairment using computer-based stimulation programs for patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery. *J. Neurol. Sci.* 2015;358(1-2):188–192. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.08.1535>
  31. Ellis M.L., Edwards J.D., Peterson L., Roker R., Athilingam P. Effects of Cognitive Speed of Processing Training Among Older Adults With Heart Failure. *J. Aging Health.* 2014;26(4):600–615. <https://doi.org/10.1177/0898264314525666>
  32. Petrigna L., Thomas E., Gentile A., Paoli A., Pajaujiene S., Palma A., et al. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *Syst. Rev.* 2019;8(1):188. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1107-4>
  33. Gheysen F., Poppe L., DeSmet A., Swinnen S., Cardon G., De Bourdeaudhuij I., et al. Physical activity to improve cognition in older adults: can physical activity programs enriched with cognitive challenges enhance the effects? A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2018;15(1):63. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0697-x>
  34. 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. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111>
  35. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Темникова Т.Б., Соснина А.С., Сырова И.Д. и др. Эффективность компьютеризированных когнитивных тренингов методом двойных задач в профилактике послеоперационных когнитивных дисфункций при коронарном шунтировании. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(8):3320. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3320>
  36. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Темникова Т.Б., Куприянова Д.С., Кухарева И.Н., Соснина А.С. и др. Сравнительная оценка нейрохимических и нейрофизиологических показателей кардиохирургических пациентов, прошедших разные варианты многозадачного когнитивного тренинга. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2024;124(12):62–68. <https://doi.org/10.17116/jnevro202412412162>
  37. Kouijzer M.M.T.E., Kip H., Bouman Y.H.A., Kelders S.M. Implementation of virtual reality in healthcare: a scoping review on the implementation process of virtual reality in various healthcare settings. *Implement. Sci. Commun.* 2023;4(1):67. <https://doi.org/10.1186/s43058-023-00442-2>
  38. Захаров А.В., Хивинцева Е.В., Чаплыгин С.С., Стариковский М.Ю., Елизаров М.А., Колсанов А.В. Двигательная реабилитация пациентов в остром периоде инсульта с использованием технологии виртуальной реальности. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2021;121(8-2):71–75. <https://doi.org/10.17116/jnevro202112108271>
  39. Туровинина Е.Ф., Плотников Д.Н. Реабилитация пациентов с ишемическим инсультом с применением виртуальной реальности: проспективное рандомизированное исследование. *Вестник восстановительной медицины*. 2025;24(4):54–66. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-54-66>
  40. Дьяченко Д.А., Коваленко А.А., Васильев Ю.Л. Опыт и перспективы использования технологий виртуальной реальности в медицине. *Медицинский алфавит*. 2023;(16):82–86. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-16-82-86>
  41. Tran J.E., Fowler C.A., Delikat J., Kaplan H., Merzier M.M., Schlesinger M.R., et al. Immersive virtual reality to improve outcomes in veterans with stroke: Protocol for a single-arm pilot study. *JMIR Res. Protoc.* 2021;10(5):e26133. <https://doi.org/10.2196/26133>
  42. Николаев В.А., Николаев А.А. Опыт и перспективы использования технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности в условиях цифровой трансформации системы здравоохранения. *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2020;(2):35–42.
  43. Hendricks T.M., Gutierrez C.N., Stulak J.M., Dearani J.A., Miller J.D. The use of virtual reality to reduce preoperative anxiety in first-time sternotomy patients: a randomized controlled pilot trial. *Mayo Clin. Proc.* 2020;95(6):1148–1157. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.02.032>

44. Разумникова О.М., Трубникова О.А. Технологии виртуальной реальности для восстановления когнитивных функций и качества жизни: применение для кардиологических пациентов с ишемией мозга. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2023;12(4):133–148. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2023-12-4-133-148>
45. Bouraghi H., Mohammadpour A., Khodaveisi T., Ghazisaeedi M., Saeedi S., Familgarosian S. Virtual Reality and Cardiac Diseases: A Systematic Review of Applications and Effects. *J. Healthc. Eng.* 2023;2023:8171057. <https://doi.org/10.1155/2023/8171057>
46. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Куприянова Д.С., Горбатовская Е.Е., Соснина А.С. и др. Изменения нейрофизиологических показателей и маркеров нейроваскулярной единицы у кардиохирургических пациентов под влиянием многозадачного тренинга в трехмерной среде. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2024;13(4s):52–64. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2024-13-4s-52-64>
47. Бофанова Н.С., Тычков А.Ю., Ханфар Я.А., Золотарев Р.В. Технология виртуальной реальности как перспективное направление в нейро-реабилитации. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2023;123(1):131–136. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312301113>

## References:

1. Boytsov SA, Provatorov SI. Possibilities of dispensary observation in reducing mortality on coronary heart disease. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2023;95(1):5–10. (In Russ.). <https://doi.org/10.26442/00403660.2023.01.202038>
2. Zakharov VV, Chernousov PA, Vekhova KA, Bogolepova AN. Cognitive impairment in patients with arterial hypertension. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal nevrologii i psikhatrii imeni S.S. Korsakova*. 2024;124(4(2)):1–8. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro20241240421>
3. Suvila K, Lima JAC, Yano Y, Tan ZS, Cheng S, Niiranen TJ. Early-but Not Late-Onset Hypertension Is Related to Midlife Cognitive Function. *Hypertension*. 2021;77(3):972–979. <https://doi.org/10.1161/Hypertensionaha.120.16556>
4. Malavasi VL, Zoccali C, Brandi MC, Micali G, Vitolo M, Imberti JF, et al. Cognitive impairment in patients with atrial fibrillation: Implications for outcome in a cohort study. *Int J Cardiol*. 2021;323:83–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2020.08.028>
5. Faulkner KM, Uchmanowicz I, Lisiak M, Cichoń E, Cyrkot T, Szczepanowski R. Cognition and Frailty in Patients With Heart Failure: A Systematic Review of the Association Between Frailty and Cognitive Impairment. *Front Psychiatry*. 2021;12:713386. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.713386>
6. Bogolepova AN, Vasenina EE, Gomzyakova NA, Gusev EI, Dudchenko NG, Emelin AYU, et al. Clinical Guidelines for Cognitive Disorders in Elderly and Older Patients. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021;121(10 3):6 137. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro20211211036>
7. Trubnikova OA, Tarasova IV, Moskin EG, Kupriyanova DS, Argunova YA, Pomesnikina SA, et al. Beneficial effects of a short course of physical rehabilitation on neurophysiological functioning and neurovascular biomarkers in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Front Aging Neurosci*. 2021;13:699259. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.699259>
8. Patnode CD, Perdue LA, Rossom RC, Rushkin MC, Redmond N, Thomas RG, et al. Screening for Cognitive Impairment in Older Adults: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2020;323(8):764–785. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.22258>
9. Vu T, Smith JA. An Update on postoperative cognitive dysfunction following cardiac surgery. *Front Psychiatry*. 2022;13:884907. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.884907>
10. Zhao Q, Wan H, Pan H, Xu Y. Postoperative cognitive dysfunction-current research progress. *Front Behav Neurosci*. 2024;18:1328790. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1328790>
11. Greaves D, Psaltis PJ, Davis DHJ, Ross TJ, Ghezzi ES, Lampit A, et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J A. Heart Assoc*. 2020;9(22):e017275. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017275>
12. Tarasov VO, Denisenko SM, Talipova RV, Syropyatova SA, Shadrina KA, Alekseev VA, et al. Preoperative risk factors of postoperative delirium development in cardiac surgical interventions (review). *Ural Medical Journal*. 2020;11(194):46–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.25694/URMJ.2020.11.17>
13. Arefayne NR, Berhe YW, van Zundert AA. Incidence and factors related to prolonged postoperative cognitive decline (POCD) in elderly patients following surgery and anaesthesia: A systematic review. *J Multidisc Healthc*. 2023;16:3405–3413. <https://doi.org/10.2147/JM-DH.S431168>
14. Liu J, Huang K, Zhu B, Zhou B, Ahmad Harb AK, Liu L, et al. Neuropsychological tests in post-operative cognitive dysfunction: methods and applications. *Fron Psychol*. 2021;12:684307. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.684307>
15. Travica N, Lotfaliany M, Marriott A, Safavynia SA, Lane MM, Gray L, et al. Peri-operative risk factors associated with post-operative cognitive dysfunction (POCD): An umbrella review of meta-analyses of observational studies. *J Clin Med*. 2023;12(4):1610. <https://doi.org/10.3390/jcm12041610>
16. Zhang S, Liu C, Sun J, Li Y, Lu J, Xiong X, et al. Bridging the gap: Investigating the link between inflammasomes and postoperative cognitive dysfunction. *Aging Dis*. 2023;14(6):1981–2002. <https://doi.org/10.14336/AD.2023.0501>
17. Fujii Y. Evaluation of Inflammation Caused by Cardiopulmonary Bypass in a Small Animal Model. *Biology*. 2020;9(4):81. <https://doi.org/10.3390/biology9040081>
18. Xiao QX, Cheng CX, Deng R, Liu Q, Ren YB, He L, et al. LncRNA-MYL2-2 and miR-124-3p Are Associated with Perioperative Neurocognitive Disorders in Patients after Cardiac Surgery. *J Invest Surg*. 2021;34(12):1297–1303. <https://doi.org/10.1080/08941939.2020.1900000>
19. Greaves D, Psaltis PJ, Davis DHJ, Ross TJ, Ghezzi ES, Lampit A, et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(22):e017275. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017275>
20. Zeng K, Long J, Li Y, Hu J. Preventing postoperative cognitive dysfunction using anesthetic drugs in elderly patients undergoing non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2023;109(1):21–31. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000001>
21. Yuan SM, Lin H. Postoperative Cognitive Dysfunction after Coronary Artery Bypass Grafting. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2019;34(1):76–84. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0165>
22. Zoupa E, Bogiatzidou O, Siokas Y, Liampas I, Tzeferakos G, Mavreas V, et al. Cognitive Rehabilitation in Schizophrenia-Associated Cognitive Impairment: A Review. *Neurol Int*. 2022;15(1):12–23. <https://doi.org/10.3390/neurolint15010002>
23. Vas A, Luedtke A, Ortiz E, Mackie N, Gonzalez S. Cognitive Rehabilitation: Mild Traumatic Brain Injury and Relevance of OTPF. *Occup Ther Int*. 2023;2023:8135592. <https://doi.org/10.1155/2023/8135592>
24. Zlobina YuV, Epaneshnikova NV, Zinovieva NP. Efficiency of Cognitive Trainings in Patients with Acute Brain Circulation in the Acute Period: Pilot Study. *Bulletin of the South Ural State University, Ser. Psychology*. 2018;11(3):64–73. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/psy180308>
25. Rute-Pérez S, Rodríguez-Domínguez C, Vélez-Coto M, Pérez-García M, Caracul A. Effectiveness of Computerized Cognitive Training by VIRTRAE on Memory and Executive Function in Older People: A Pilot Study. *Brain Sci*. 2023;13(4):684. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040684>
26. Bernini S, Panzarasa S, Barbieri M, Sinforiani E, Quaglini S, Tassorelli C, et al. A double-blind randomized controlled trial of the efficacy of cognitive training delivered using two different methods in mild cognitive impairment in Parkinson's disease: preliminary report of benefits associated with the use of a computerized tool. *Aging Clin Exp Res*. 2021;33(6):1567–1575. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01665-2>
27. Li R, Geng J, Yang R, Ge Y, Hesketh T. Effectiveness of Computerized Cognitive Training in Delaying Cognitive Function Decline in People With Mild Cognitive Impairment: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2022;24(10):e38624. <https://doi.org/10.2196/38624>
28. Wu J, He Y, Liang S, Liu Z, Huang J, Liu W, et al. Effects of computerized cognitive training on structure-function coupling and topology of multiple brain networks in people with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *Alzheimers Res Ther*. 2023;15(1):158. <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01292-9>

29. Broadhouse KM, Singh MF, Suo C, Gates N, Wen W, Brodaty H, et al. Hippocampal plasticity underpins long-term cognitive gains from resistance exercise in MCI. *Neuroimage Clin.* 2020;25:102182. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102182>
30. Eryomina OV, Petrova MM, Prokopenko SV, Mozheyko EY, Kaskaeva DS, Gavriluk OA. The effectiveness of the correction of cognitive impairment using computer-based stimulation programs for patients with coronary heart disease after coronary bypass surgery. *J Neurol Sci.* 2015;358(1-2):188–192. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.08.1535>
31. Ellis ML, Edwards JD, Peterson L, Roker R, Athilingam P. Effects of Cognitive Speed of Processing Training Among Older Adults With Heart Failure. *J Aging Health.* 2014;26(4):600–615. <https://doi.org/10.1177/0898264314525666>
32. Petrigna L, Thomas E, Gentile A, Paoli A, Pajaujiene S, Palma A, et al. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol. *Syst Rev.* 2019;8(1):188. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1107-4>
33. Gheysen F, Poppe L, DeSmet A, Swinnen S, Cardon G, De Bourdeaudhuij I, et al. Physical activity to improve cognition in older adults: can physical activity programs enriched with cognitive challenges enhance the effects? A systematic review and meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2018;15(1):63. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0697-x>
34. Trubnikova OA, Tarasova IV, Barbarash OL. Neurophysiological mechanisms and perspective for the use of dual tasks in recovering cognitive function after cardiac surgery. *Fundamental and Clinical Medicine.* 2020;5(2):101–111. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2020-5-1-101-111>
35. Trubnikova OA, Tarasova IV, Kukhareva IN, Temnikova TB, Sosnina AS, Syrova ID, et al. Effectiveness of dual-task computerized cognitive training in the prevention of postoperative cognitive dysfunction in coronary bypass surgery. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2022;21(8):3320. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3320>
36. Trubnikova OA, Tarasova IV, Temnikova TB, Kupriyanova DS, Kukhareva IN, Sosnina AS, et al. A comparative assessment of neurochemical and neurophysiological parameters of cardiac surgery patients who underwent different versions of multitasking cognitive training. *SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2024;124(12):62–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202412412162>
37. Kouijzer MMTE, Kip H, Bouman YHA, Kelders SM. Implementation of virtual reality in healthcare: a scoping review on the implementation process of virtual reality in various healthcare settings. *Implement Sci Commun.* 2023;4(1):67. <https://doi.org/10.1186/s43058-023-00442-2>
38. Zakharov AV, Khivintseva EV, Chaplygin SS, Starikovskiy MYu, Elizarov MA, Kolsanov AV. Motor rehabilitation of patients in the acute period of stroke using virtual reality technology. *SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2021;121(8-2):71–75. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202112108271>
39. Turovinina EF, Plotnikov DN. Rehabilitation of patients with ischemic stroke using virtual reality: a prospective randomized study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2025;24(4):54–66. (In Russ.). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-54-66>
40. Dyachenko DA, Kovalenko AA, Vasiliev YuL. Experience and prospects of using virtual reality technologies in medicine. *Medical alpha-bet.* 2023;(16):82–86. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-16-82-86>
41. Tran JE, Fowler CA, Delikat J, Kaplan H, Merzier MM, Schlesinger MR, et al. Immersive virtual reality to improve outcomes in veterans with stroke: Protocol for a single-arm pilot study. *JMIR Res Protoc.* 2021;10(5):e26133. <https://doi.org/10.2196/26133>
42. Nikolaev VA, Nikolaev AA. Virtual, augmented and mixed reality technologies in the context of digitalization of healthcare system. *Medical Technologies. Assessment and Choice.* 2020;(2):35–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/medtech20204002135>
43. Hendricks TM, Gutierrez CN, Stulak J.M, Dearani JA, Miller JD. The use of virtual reality to reduce preoperative anxiety in first-time sternotomy patients: a randomized controlled pilot trial. *Mayo Clin Proc.* 2020;95(6):1148–1157. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.02.032>
44. Razumnikova OM, Trubnikova OA. Use of virtual reality technologies to restore cognitive functions and quality of life: an application for cardiac patients with brain ischemia. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023;12(4):133–148. (In Russ.). <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2023-12-4-133-148>
45. Bouraghi H, Mohammadpour A, Khodaveisi T, Ghazisaeedi M, Saeedi S, Familgarosian S. Virtual Reality and Cardiac Diseases: A Systematic Review of Applications and Effects. *J Healthc Eng.* 2023;2023:8171057. <https://doi.org/10.1155/2023/8171057>
46. Trubnikova OA, Tarasova IV, Kukhareva IN, Kupriyanova DS, Gorbatovskaya EE, Sosnina AS, et al. The changes in neurophysiological parameters and neurovascular unit markers in cardiac surgery patients under the influence of multitask training in a three-dimensional environment. *Complex issues of cardiovascular diseases.* 2024;13(4s):52–64. (In Russ.). <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2024-13-4s-52-64>
47. Bofanova NS, Tychkov AYu, Khanfar YaA, Zolotarev RV. Virtual reality technology as a promising direction in neurorehabilitation. *SS Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2023;123(1):131–136. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro202312301113>

## Сведения об авторах

**Темникова Татьяна Борисовна** ✉, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», старший преподаватель кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. **ORCID:** 0000-0003-0381-5742

**Барбараш Ольга Леонидовна**, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний». **ORCID:** 0000-0002-4642-3610

**Трубникова Ольга Александровна**, доктор медицинских наук, заведующая лабораторией нейрососудистой патологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний». **ORCID:** 0000-0001-8260-8033

## Authors

**Dr. Tatyana B. Temnikova** ✉, MD, Cand. Sci. (Medicine), Junior Research Assistant, Laboratory of Neurovascular Pathology, Research Institute of Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Senior Lecturer of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Kemerovo State Medical University. **ORCID:** 0000-0003-0381-5742

**Prof. Olga L. Barbarash**, MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Kemerovo State Medical University, Director of the Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases. **ORCID:** 0000-0002-4642-3610

**Dr. Olga A. Trubnikova**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Head of the Laboratory for Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases. **ORCID:** 0000-0001-8260-8033