

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2022-7-2-102-111>

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНИНГОВ У ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

ТАРАСОВА И.В. \*, КУПРИЯНОВА Д.С., ТРУБНИКОВА О.А., БАРБАРАШ О.Л.

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

## Резюме

В настоящем аналитическом обзоре рассматриваются современные методические подходы к восстановлению когнитивных функций с использованием компьютерных тренировок у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Приводится ряд ключевых преимуществ компьютерных программ когнитивного тренинга в сравнении с «бумажными» вариантами. Описываются существующие на настоящий момент специализированные программы когнитивного тренинга, направленные на стимулирование процессов восприятия, внимания, кратковременной памяти, исполнительных функций, речи и мышления. Подчеркивается, что важным моментом перед началом курса когнитивного тренинга является прохождение детального неврологического и нейропсихологического обследования для оценки исходного когнитивного статуса и выявления ведущих когнитивных нарушений. Сделан акцент на особенностях профилактики когнитивных нарушений в когорте сердечно-сосудистых пациентов. Они выражаются в мультимодальном подходе, включающем контроль основных факторов сердечно-сосудистого риска, когнитивный и физический тренинг. Обращается особое внимание на высокую распространённость когнитивных нарушений у кардиохирургических

пациентов. Показано, что около 50% пациентов имеют предоперационные когнитивные нарушения и у примерно такого же количества прооперированных больных наблюдается развитие послеоперационной когнитивной дисфункции. Считается, что префронтальная, парietальная кора головного мозга и структуры гиппокампа наиболее чувствительны к нарушению кровообращения за счёт их расположения в зонах мозга, снабжаемых концевыми ветвями основных мозговых артерий. Принимая во внимание вышеуказанное, перспективным для когнитивной реабилитации кардиохирургической когорты пациентов представляется выбор задач для компьютерного когнитивного тренинга, вызывающих активацию этих мозговых регионов.

**Ключевые слова:** когнитивные нарушения, компьютерный когнитивный тренинг, сердечно-сосудистые заболевания, когнитивная реабилитация, послеоперационная когнитивная дисфункция.

## Конфликт интересов

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

## Источник финансирования

Исследование выполнено в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ, № госрегистрации 122012000364-5 от 20.01.2022.

## Для цитирования:

Тарасова И.В., Куприянова Д.С., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Методические подходы к восстановлению когнитивных функций с использованием компьютерных тренировок у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2022;7(2): 102-111. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2022-7-2-102-111>

## \*Корреспонденцию адресовать:

Тарасова Ирина Валерьевна, 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6. E-mail: [iriz78@mail.ru](mailto:iriz78@mail.ru)  
© Тарасова И.В. и др.

## REVIEW ARTICLES

# COMPUTER-AIDED COGNITIVE RECOVERY IN PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES

IRINA V. TARASOVA \*, DARIA S. KUPRIYANOVA, OLGA A. TRUBNIKOVA, OLGA L. BARBARASH

*Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation*

## Abstract

A multimodal approach to prevent the cognitive impairment in patients with cardiovascular diseases combines the control of major cardiovascular risk factors, cognitive recovery, and physical training. Here we discuss current advances in computer-aided (also called computer-assisted) cognitive recovery to prevent the cognitive impairment in patients with cardiovascular diseases, as this approach has a number of advantages in comparison with the conventional tools. We describe a cognitive training software to stimulate perception, attention, short-term memory, executive functions, speech, and thinking. Baseline neurological examination and neuropsychological testing are mandatory before starting a cognitive recovery. A particular attention is paid to the high prevalence of cognitive impairment in cardiac surgery patients. Around half of them have pre-operative cognitive impairments, and almost half of the patients suf-

fer from a postoperative cognitive dysfunction. Among the brain regions, prefrontal and parietal cortex and hippocampus are the most sensitive to circulatory disorders as they are supplied by the terminal branches of the cerebral arteries. Therefore, cognitive rehabilitation of cardiac surgery patients should include computer-aided cognitive training tasks activating these brain regions.

**Keywords:** cognitive impairment, computer-assisted cognitive training, cardiovascular disease, cognitive rehabilitation, postoperative cognitive dysfunction.

### Conflict of Interest

None declared.

### Funding

The study was carried out within the framework of the fundamental topic of the Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, state registration number 122012000364-5 of 01/20/2022.

◀ English

### For citation:

Irina V. Tarasova, Daria S. Kupriyanova, Olga A. Trubnikova, Olga L. Barbarash. Computer-aided cognitive recovery in patients with cardiovascular diseases. *Fundamental and Clinical Medicine*. (In Russ.). 2022;7(2): 102-111. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2022-7-2-102-111>

### \*Corresponding author:

Dr. Irina V. Tarasova, 6, Sosnovy Boulevard, Kemerovo, 650002, Russian Federation. E-mail: [iriz78@mail.ru](mailto:iriz78@mail.ru)  
©Irina V. Tarasova et al.

## Введение

Известно, что сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), остающиеся основной причиной смертности и инвалидизации населения в России, вносят существенный вклад и в развитие когнитивных нарушений [1]. Между тем, качество жизни пожилого населения, среди прочего, обусловлено сохранностью интеллекта и уровнем социальной адаптации, который может снижаться при когнитивных нарушениях. Ведь благодаря когнитивным функциям происходит рациональное познание и взаимодействие с окружающим миром. Они включают в себя память, восприятие, внимание, гнозис и праксис, а также такие более функционально сложные про-

цессы, как мышление, интеллект и речь. Кроме того, когнитивные функции напрямую связаны с эмоционально-личностной и мотивационно-поведенческой сферами личности [2]. Однако механизмы ухудшения когнитивных функций, ассоциированные с ССЗ, до конца не ясны. Предполагается, что префронтальная, париетальная кора головного мозга и структуры гиппокампа, задействованные в когнитивной деятельности, наиболее чувствительны к нарушению кровоснабжения за счёт их расположения в пограничных зонах мозга, которые снабжаются концевыми ветвями основных мозговых артерий [3,4].

Жалобы на ухудшение памяти, наиболее распространенные среди пожилых людей, ча-

сто считают признаком естественного старения [5,6]. Такое заблуждение является причиной позднего обращения к специалистам за диагностикой возможных когнитивных расстройств. Без проведенной вовремя соответствующей профилактики легкие формы когнитивных нарушений переходят в более тяжелые и способны вызвать необратимые изменения личности и снижение социальной адаптации [6, 7]. В связи с тем, что эффективного медикаментозного лечения до сих пор не существует, разумно сфокусироваться на разработке профилактических и реабилитационных специализированных программ и тренингов для уменьшения проявлений когнитивного дефицита. В настоящее время аппаратно-программные компьютерные комплексы стали широко внедряться для коррективки и поддержания когнитивных функций как у здоровых пожилых людей, так и у имеющих различную степень когнитивного дефицита [8,9].

В отличие от классических «бумажных» вариантов компьютерные программы когнитивного тренинга имеют ряд преимуществ:

1. большое количество методик и тестовых батарей в одной программе;
2. интенсивность настраиваемой когнитивной нагрузки может быть индивидуальна в зависимости от поставленных целей;
3. автоматизированная обработка, интерпретация результатов с выдачей компьютеризованного заключения и рекомендаций, основанных на алгоритме «обратной связи»;
4. возможность хранения полученных результатов в «базе данных» и их дальнейшее использование при оценке динамики тестируемого;
5. мотивация пациентов к реабилитационному процессу за счёт применения элементов геймификации в программе;
6. возможность последовательной стимуляции нескольких когнитивных доменов.
7. возможность самостоятельного использования тренинга пациентом.

Также компьютерные технологии частично снижают нагрузку специалиста-нейропсихолога, что является существенным фактором оптимизации его деятельности при имеющихся нормах временных и трудовых нагрузок. Тем не менее, компьютеризованное тестирование все же

имеет некоторые недостатки. Оно не предусматривает одновременной стимуляции разных когнитивных доменов, чаще всего проводится под присмотром специалиста и требует дополнительного оборудования. Однако эти проблемы могут быть решены при разработке когнитивных стимулирующих программ с использованием виртуальной реальности, мобильных приложений и аппаратов для самостоятельной когнитивной стимуляции [10,11]. Помимо этого, недостаточно изученным остается вопрос, в какой степени положительные изменения тренируемых когнитивных функций транслируются в повседневную деятельность тренируемого [12,13].

В настоящем обзоре будет проведен анализ современной литературы и рассмотрены методические подходы к компьютерным тренингам в качестве профилактики и восстановления когнитивных функций при нормальном старении и у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

#### **Восстановление нарушенных когнитивных функций при нормальном старении**

Структурно-функциональные изменения человеческого мозга непрерывны на протяжении всей жизни. По мнению Н.К. Корсаковой и др., нормальное старение – это закономерный процесс адаптивных перестроек в работе всех систем жизнеобеспечения, в том числе мозгового обеспечения когнитивных процессов [7]. Таким образом, нормальное когнитивное старение характеризуется не нарушениями, а особенностями когнитивной сферы и проявляется в невыраженном ослаблении когнитивных функций. Этот процесс неравномерен и его темпы индивидуальны для каждого человека [14]. Непатологические когнитивные изменения могут проявляться в замедлении скорости обработки информации, ухудшении функционирования рабочей памяти, извлечения недавно полученной информации, переключения и распределения внимания [6,15]. Известно, что постоянная умственная деятельность на протяжении всей жизни, включая большее количество лет обучения, профессиональную и социальную активность, наличие постоянного хобби, связана с лучшими показателями когнитивных функций. Было высказано предположение, что получение новых знаний, умений и навыков в пожилом возрасте позволяет индивиду адаптироваться к старению мозга и сохранять интактный когнитивный статус даже в случае патологических изменений головного мозга [16]. Само проявление

заинтересованности к получению новой информации в пожилом возрасте – показатель нормального старения [17]. Концепция когнитивного резерва, тесно связанного с уровнем и продолжительностью получения образования, объясняет индивидуальные различия в степени когнитивных нарушений у пожилых людей с одинаковой нозологией [18]. Так, данные мета-анализа Basak Chandramallika и соавторов продемонстрировали, что здоровые пожилые люди с минимальным количеством лет обучения, имея больший риск развития умеренных когнитивных расстройств и деменции, демонстрируют более высокую когнитивную пластичность в результате компьютерного когнитивного тренинга [19]. Таким образом, дополнительная профилактика когнитивных нарушений и стимуляция мыслительной активности с помощью специализированных когнитивных тренингов может быть ключевым фактором в сохранении интеллектуального потенциала индивида.

Чаще всего когнитивные тренинги включают в себя набор упражнений, предназначенных для стимуляции определенных когнитивных доменов, и реализуются с помощью компьютерных программ или мобильных приложений. Прохождение программы когнитивных тренировок возможно как в домашних условиях самостоятельно, так и в специальных кабинетах когнитивной реабилитации под профессиональным руководством. Разработанные на сегодня специализированные программы когнитивного тренинга направлены на тренировку скорости и точности процессов восприятия, улучшение внимания, эпизодической памяти, исполнительных функций, мышления, речи и зрительно-пространственных навыков [8–13].

Важным моментом перед началом курса когнитивного тренинга является прохождение детального неврологического и нейропсихологического обследования для оценки исходного когнитивного статуса тестируемого и выявления ведущих когнитивных нарушений. Всё вышесказанное можно реализовать с помощью таких скрининговых шкал, как Краткая шкала оценки психического статуса (КШОПС) (Mini-mental state examination (MMSE)) и Монреальская шкала когнитивной оценки (MoCA). В других исследованиях подчеркивается важность расширенного нейропсихологического тестирования для выявления нарушений когнитивных функций, которые не диагностируются с помощью скрининговых нейропсихоло-

гических шкал [20,21]. В дальнейшем, в зависимости от результата нейропсихологического обследования, подбираются компоненты программы тренинга [22,23].

Ряд авторов предлагают проведение когнитивного тренинга в первой половине дня, а его продолжительность может увеличиваться с каждой новой тренировкой в пределах от 15–20 до 40–50 минут [24,25]. Исходя из данных обзорного исследования Lampit A и соавторов, можно заключить, что компьютерные когнитивные тренинги следует проводить более 30 минут, поскольку синаптическая пластичность повышается после 30–60 минут когнитивной стимуляции [24]. Кроме того, эффективность когнитивного тренинга определяется его интенсивностью и регулярностью, а результаты тренинга должны отображать каждый этап и легко запоминаться для дальнейшего сравнения и анализа изменений нейропсихологических показателей [26,27]. К тому же интенсивность тренировок не должна ограничиваться только нагрузкой на один когнитивный домен и необходимо выполнение заданий в разном темпе, поэтому важно комбинировать задания, например, вербальные задания чередовать с невербальными. Большое значение имеет постепенное увеличение нагрузки когнитивных заданий по принципу «от простого к сложному» и возвращение пациента к более трудным для него когнитивным заданиям для их максимально хорошего выполнения. По результатам исследования программу тренинга следует проводить не более трёх раз в неделю во избежание проявления когнитивной усталости и сопутствующей неэффективности от тренировок [27]. Таким образом, специально подобранные задания когнитивного тренинга являются эффективным способом для поддержания когнитивного здоровья у пожилых людей независимо от исходного уровня их когнитивного резерва, а положительный эффект обусловлен разнообразием когнитивных заданий и их многократным повторением.

#### **Особенности профилактики когнитивных нарушений при сердечно-сосудистых заболеваниях**

Сосудистые когнитивные нарушения (СКН) – термин, охватывающий целый спектр цереброваскулярных нарушений и включающий все уровни снижения когнитивных функций – от более легких форм до тяжелого дементного расстройства (сосудистая деменция). Они напрямую зависят от распространенно-

сти сосудистых факторов риска: артериальной гипертензии, сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий, атеросклероза брахиоцефальных, прецеребральных и церебральных артерий, ишемической болезни сердца, сахарного диабета, курения, гиподинамии и др. [1,18,21]. Когнитивные нарушения при сердечно-сосудистых заболеваниях этиологически и патогенетически связаны с ишемией головного мозга [28]. Ишемические изменения в ткани головного мозга не всегда достигают стадии клинически значимого поражения, но наличие «немых» лакунарных инфарктов в таких областях мозга, как хвостатое ядро, паллидум, таламус, фронтальная и префронтальная кора приводит к нарушению целостности функциональных нейронных сетей и негативно влияет на когнитивные функции, особенно исполнительный контроль [29,30]. Можно предполагать, что сердечно-сосудистое заболевание является дополнительным отягощающим фактором, усугубляющим сопровождающие старение изменения мозгового кровотока [31].

В проведенных ранее исследованиях установлено, что профилактические мероприятия особенно важны на начальном этапе развития когнитивного дефицита, когда еще существует возможность предотвратить или отсрочить более тяжелые последствия [32]. Прежде всего, для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями необходимы коррекция модифицируемых факторов риска и адекватная терапия артериальной гипертензии, патологии сердца, сахарного диабета [21,33]. В качестве одной из доказанных стратегий профилактики СКН рассматривается нормализация артериального давления [30,33]. Однако при подборе антигипертензивной терапии важно учитывать, что чрезмерное снижение артериального давления может способствовать прогрессированию когнитивных нарушений, особенно у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами церебральных артерий [21].

В ряде недавних европейских исследований оценены эффекты мультимодальных профилактических вмешательств у пациентов с когнитивными расстройствами [34–36]. Так, в исследовании FINGER показано, что мультимодальная профилактика, включавшая рекомендации по питанию, физические упражнения, когнитивные тренировки, контроль факторов сердечно-сосудистого риска и социальную активность, оказывает положительное влияние на

когнитивные функции и связанное с этим качество жизни у пожилых людей [34]. В другом исследовании (preDIVA) было показано, что строгий контроль факторов сердечно-сосудистого риска и нормализация артериального давления снижает риск деменции у пожилых [35].

Таким образом, для профилактики когнитивных функций у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями необходимы разноплановые профилактические мероприятия, наряду с когнитивными тренировками требуется контроль сердечно-сосудистых факторов риска, применение кардиореспираторных тренировок.

#### **Восстановление когнитивных функций после проведения кардиохирургических операций.**

С помощью коронарного шунтирования (КШ) стало возможным снизить смертность от тяжелых форм ССЗ. Но получены доказательства, что факторы, связанные с кардиохирургическим вмешательством, такие как синдром системного воспалительного ответа, микроэмболическая нагрузка на головной мозг, гипоперфузия, гипотермия, нейротоксичность анестетиков, использование искусственного кровообращения (ИК) в совокупности с пожилым возрастом и хроническими цереброваскулярными заболеваниями в анамнезе, способствуют развитию послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД) [21,37–39]. Несмотря на внедряемые интраоперационные методы защиты головного мозга, ПОКД до настоящего времени остается одним из самых распространенных осложнений кардиохирургических операций. ПОКД характеризуется снижением нейропсихологических показателей в ранний послеоперационный период (на протяжении 1 месяца после вмешательства) у 40–70% пациентов и может сохраняться впоследствии у 50% пациентов в течение длительного времени (5–7 лет) [21,38]. При этом около 50% пациентов имеют еще и предоперационные когнитивные нарушения [21]. По результатам исследования Relander K. и соавторов установлено, что у пациентов, прошедших операцию КШ, ранняя ПОКД в значительной степени связана с нарушениями рабочей памяти, исполнительных функций и скорости обработки информации, тогда как результаты повторного исследования сохранности ПОКД через три месяца показывают снижение способности к обучению. Ухудшение показателей рабочей памяти и исполнительного функционирования сохраняется спустя три месяца послеоперационного периода



в 47% случаев [39]. Это влечет за собой долгосрочное снижение качества жизни пациентов и повышает риск смертности в первый год послеоперационного периода [38].

Постановка клинического диагноза ПОКД в условиях стационара проходит в несколько этапов, что требует вовлеченности ряда специалистов и применения биохимических, нейрофизиологических, нейропсихологических методов диагностики и методов нейровизуализации до оперативного вмешательства, так и после него. В противном случае когнитивные нарушения часто могут быть недооценены или упущены из виду. Тяжесть предоперационных когнитивных нарушений в условиях стационара может быть определена клиническим психологом или врачом-неврологом с помощью скрининговых шкал (MMSE и MoCA), а наличие ПОКД диагностируется чаще согласно расширенному нейропсихологическому тестированию по общепринятым критериям: если послеоперационные показатели когнитивных тестов снижены на 20% по сравнению с дооперационными в 20% тестах из всей тестовой батареи [21, 40].

Когнитивная реабилитация, направленная на стимуляцию областей головного мозга, особенно уязвимых к интраоперационному воздействию, способна потенциально снизить риск ПОКД [26]. Однако запас физиологической прочности у пожилых кардиохирургических пациентов сильно ограничен, что затрудняет выбор восстановительных методик, который бы мог учитывать их текущее состояние [41, 42]. Большинство специалистов, сопровождающих послеоперационную когнитивную реабилитацию, сталкиваются с тем, что пациенты воспринимают её как форму тяжелой нагрузки или как необязательный этап восстановления после операции КИШ. Потенциальными причинами отказа пациентов является боль, слабость и послеоперационные осложнения, такие как дыхательная недостаточность или инфекции [26]. Компьютерные программы являются доступным и безопасным методом для когнитивной реабилитации кардиохирургических пациентов, где компоненты заданий можно настроить на восстановление как монофункциональных, так и полифункциональных когнитивных расстройств, стимулируя различные области коры головного мозга [24,25]. Компьютерный когнитивный тренинг продемонстрировал свою эффективность в некоторых исследованиях и имеет ряд преимуществ в качестве когнитивно-восстановительной тера-

пии для пожилых людей с когнитивными нарушениями, в том числе и для кардиохирургических пациентов [24,25,41–44].

Задача специалистов – грамотно проработать каждый шаг в проведении реабилитации пациентов: от информирования о возможном ухудшении когнитивных функций после кардиохирургического вмешательства до организации и координации проведения когнитивных тренировок. Каждый тренинг необходимо структурировать на вводную и основную часть [43]. Важно поинтересоваться самочувствием пациента на момент проведения тренинга, возможном дискомфорте, болевых ощущениях и их локализации, эмоциональном состоянии, а затем перейти непосредственно к выполнению заданий когнитивного тренинга. Рекомендуется проведение занятия в первую половину дня: от 3 до 5 раз в неделю по 10–30 минут в день, так как показано, что большее число тренировок в неделю приводит к снижению эффективности тренинга [43]. Пациенту предлагается под наблюдением специалиста выполнять когнитивные задания на компьютере или любом другом цифровом носителе, и по завершению тренинга желательно обсуждать с пациентом допущенные ошибки, возможные причины и варианты их преодоления на будущих занятиях. Это стимулирует общую заинтересованность и повышает внутреннюю мотивацию пациента к тренингу. Причиной отклонений от выбранного курса когнитивной реабилитации часто является нестабильное эмоциональное состояние (импульсивность или состояние апатии), которое связано со сниженным когнитивным контролем [45]. Успех когнитивных тренировок часто обусловлен их доступностью для пожилых людей с минимальными знаниями владения компьютера, субъективной трудностью, разнообразием заданий и применением игровых форм с возможностью оценить результаты тренинга в динамике.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что компьютерные программы когнитивного тренинга являются доступным и безопасным методом для восстановления интеллектуального потенциала кардиохирургических пациентов. Повысить заинтересованность пациентов в прохождении курса послеоперационной когнитивной реабилитации можно путем гибкого подхода к режиму и содержанию тренировок, а также путем обратной связи с тренирующим специалистом.

## Заключение

Применение специализированных компьютерных программ когнитивного тренинга доказало свою эффективность как в поддержании когнитивного здоровья при нормальном старении, так и для реабилитации когнитивных функций у пожилых людей с различным уровнем

когнитивного снижения при сердечно-сосудистых заболеваниях. Перспективным представляется разработка и внедрение новых способов компьютерного когнитивного тренинга для сохранения когнитивного статуса пациентов в раннем и отдаленном периоде наблюдения кардиохирургических вмешательств.

## Литература:

1. Коберская Н.Н., Яхно Н.Н., Гридин В.Н., Смирнов Д.С. Влияние сердечно-сосудистых факторов риска на доумерное когнитивное снижение в среднем и пожилом возрасте. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021;13(1):13-17. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-1-13-17>
2. Liu-Ambrose T, Dao E, Crockett RA, Barha CK, Falck RS, Best JR, Hsiung GR, Field TS, Madden KM, Alkeridy WA, Boa Sorte Silva NC, Davis JC, Ten Brinke LF, Doherty S, Tam RC. Reshaping the path of vascular cognitive impairment with resistance training: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2021;22(1):217. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05156-1>
3. Bangen KJ, Nation DA, Clark LR, Harmell AL, Wierenga CE, Dev SI, Delano-Wood L, Zlatar ZZ, Salmon DP, Liu TT, Bondi MW. Interactive effects of vascular risk burden and advanced age on cerebral blood flow. *Front Aging Neurosci*. 2014;6:159. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00159>
4. Тарасова И.В., Вольф Н.В., Куприянова Д.С., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Изменения вызванной синхронизации/десинхронизации электрической активности коры мозга у кардиохирургических пациентов с послеоперационной когнитивной дисфункцией. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2021;41(2):12-20. <https://doi.org/10.18699/SSMJ20210202>
5. Yao L, Aoyama S, Ouchi A, Yamamoto Y, Sora I. Retention and impairment of neurocognitive functions in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease with a comprehensive neuropsychological test. *Neuropsychopharmacol Rep*. 2022. <https://doi.org/10.1002/npr2.12243>
6. Hoshi H, Hirata Y, Kobayashi M, Sakamoto Y, Fukasawa K, Ichikawa S, Poza J, Rodríguez-González V, Gómez C, Shigihara Y. Distinctive effects of executive dysfunction and loss of learning/memory abilities on resting-state brain activity. *Sci Rep*. 2022;12(1):3459. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07202-7>
7. Корсакова Н.К., Москвичюте Л.И. *Клиническая нейропсихология: учебное пособие*. 2-е изд. Москва: Изд-во Юрайт; 2019.
8. Злобина Ю.В., Епанешникова Н.В., Зиновьева Н.П. Эффективность когнитивных тренировок у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения в остром периоде: пилотное исследование. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология»*. 2018;11(3):64-73. <https://doi.org/10.14529/psy180308>
9. Епанешникова Н.В., Кабатаев М.В. Новые организационные и аппаратно-программные технологии нейрореабилитационной интервенции и оценки реабилитационного потенциала. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология»*. 2017;10(3):81-90. <https://doi.org/10.14529/psy170308>
10. Hassandra M, Galanis E, Hatzigeorgiadis A, Goudas M, Mouzakidis C, Karathanasi EM, Petridou N, Tsolaki M, Zikas P, Evangelou G, Pappiannakis G, Bellis G, Kokkoti C, Panagiotopoulos SR, Giakas G, Theodorakis Y. A virtual reality app for physical and cognitive training of older people with mild cognitive impairment: mixed methods feasibility study. *JMIR Serious Games*. 2021;9(1):e24170. <https://doi.org/10.2196/24170>
11. De Luca R, Maggio MG, Maresca G, Latella D, Cannavo A, Sciarone F, Lo Voi E, Accorinti M, Bramanti P, Calabrò RS. Improving cognitive function after traumatic brain injury: A clinical trial on the potential use of the semi-immersive virtual reality. *Behav. Neurol*. 2019;2019:9268179. <https://doi.org/10.1155/2019/9268179>
12. Salminen T, Kühn S, Frensch PA, Schubert T. Transfer after dual n-back training depends on striatal activation change. *J Neurosci*. 2016;36(39):10198-10213. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2305-15.2016>
13. Heinzel S, Rimpel J, Stelzel C, Rapp MA. Transfer effects to a multimodal dual-task after working memory training and associated neural correlates in older adults – a pilot study. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:85. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00085>
14. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б., Лагода О.В., Танащян М.М. Асимметричное влияние возраста на когнитивные функции мужчин и женщин больных дисциркуляторной энцефалопатией. *Асимметрия*. 2018;12(2):64-73. <https://doi.org/10.18454/ASY.2018.2.14184>
15. Табеева Г.Р. Нейрокогнитивное старение и когнитивные расстройства. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(6):160-167. <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119061160>
16. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Разумникова О.М. Пластичность функциональных систем мозга как компенсаторный ресурс при нормальном и патологическом старении, ассоциированном с атеросклерозом. *Атеросклероз*. 2020;16(1):59-67. <https://doi.org/10.15372/ATER20200108>
17. Anatürk M, Kaufmann T, Cole JH, Suri S, Griffanti L, Zsoldos E, Filippini N, Singh-Manoux A, Kivimäki M, Westlye LT, Ebmeier KP, de Lange AG. Prediction of brain age and cognitive age: Quantifying brain and cognitive maintenance in aging. *Hum Brain Mapp*. 2021;42(6):1626-1640. <https://doi.org/10.1002/hbm.25316>
18. Горина Н.А., Григорьева М.М., Суглобова Е.Р., Хорошев А.Д., Ларченко Т.С., Муратханова Г.А. Основные причины развития когнитивных нарушений. *Российский семейный врач*. 2020;24(1):23-28. <https://doi.org/10.17816/RFD19013>
19. Basak C, Qin S, O'Connell MA. Differential effects of cognitive training modules in healthy aging and mild cognitive impairment: A comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychol Aging*. 2020;35(2):220-249. <https://doi.org/10.1037/pag0000442>
20. 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):73-78. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2015-4-73-78>
21. Барбараш О.Л., Петрова М.М., Чумакова Г.А., Давидович И.М., Трубникова О.А., Куприянова Т.В., Еремина О.В., Прокопенко С.В., Каскаева Д.С., Деменко Т.Н. *Когнитивные расстройства при сердечно-сосудистых заболеваниях*. Новосибирск: Наука; 2020.
22. Kaszás B, Kovács N, Balás I, Kállai J, Aschermann Z, Kerekes Z, Komoly S, Nagy F, Janszky J, Lucza T, Karádi K. Sensitivity and specificity of Addenbrooke's Cognitive Examination, Mattis Dementia Rating Scale, Frontal Assessment Battery and Mini Mental State Examination for diagnosing dementia in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012;18(5):553-556. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.02.010>
23. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Cummings JL, Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(4):695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
24. Lampit A, Hallock H, Valenzuela M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS Med*. 2014;11(11):e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>

25. Shawn Green C, Bavelier D, Kramer AF, Vinogradov S, Ansorge U, Ball KK, Witt CM. Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*. 2019;3:2-29. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>
26. 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>
27. Klimova B. Computer-based cognitive training in aging. *Front Aging Neurosci*. 2016;8:313. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00313>
28. Samieri C, Perier MC, Gaye B, Proust-Lima C, Helmer C, Dartigues JF, Berr C, Tzourio C, Empana JP. Association of cardiovascular health level in older age with cognitive decline and incident dementia. *JAMA*. 2018;320(7):657-664. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.11499>
29. Hsu CL, Best JR, Wang S, Voss MW, Hsiung RGY, Munkacsy M, Cheung W, Handy TC, Liu-Ambrose T. The impact of aerobic exercise on fronto-parietal network connectivity and its relation to mobility: an exploratory analysis of a 6-month randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:344. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00344>
30. Кулеш А.А., Дробаха В.Е., Шестаков В.В. Церебральная болезнь мелких сосудов: классификация, клинические проявления, диагностика и особенности лечения. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019;11(35):4-17. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-4-17>
31. Catchlove SJ, Macpherson H, Hughes ME, Chen Y, Parrish TB, Pipingas A. An investigation of cerebral oxygen utilization, blood flow and cognition in healthy aging. *PLoS One*. 2018;13(5):e0197055. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197055>
32. Cleveland ML. Preserving cognition, preventing dementia. *Clin Geriatr Med*. 2020;36(4):585-599. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.003>
33. Парфенов В.А. Сосудистые когнитивные нарушения и хроническая ишемия головного мозга (дисциркуляторная энцефалопатия). *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019;11(35):61-67. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-61-67>
34. Lehtisalo J, Rusanen M, Solomon A, Antikainen R, Laatikainen T, Peltonen M, Strandberg T, Tuomilehto J, Soininen H, Kivipelto M, Ngandu T. Effect of a multi-domain lifestyle intervention on cardiovascular risk in older people: the FINGER trial. *Eur Heart J*. 2022;ehab922. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab922>
35. Moll van Charante EP, Richard E, Eurelings LS, van Dalen JW, Ligthart SA, van Bussel EF, Hoevenaer-Blom MP, Vermeulen M, van Gool WA. Effectiveness of a 6-year multidomain vascular care intervention to prevent dementia (preDIVA): a cluster-randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388(10046):797-805. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30950-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30950-3)
36. Sindi S, Thunborg C, Rosenberg A, Andersen P, Andrieu S, Broersen LM, Coley N, Couderc C, Duval CZ, Faxen-Irving G, Hagman G, Hallikainen M, Häkansson K, Lehtisalo J, Levak N, Mangialasche F, Pantel J, Kekkonen E, Rydström A, Stigsdotter-Neely A, Wimo A, Ngandu T, Soininen H, Hartmann T, Solomon A, Kivipelto M. Multimodal Preventive Trial for Alzheimer's Disease: MIND-ADmini Pilot Trial Study Design and Progress. *J Prev Alzheimers Dis*. 2022;9(1):30-39. <https://doi.org/10.14283/jpad.2022.4>
37. Lin X, Chen Y, Zhang P, Chen G, Zhou Y, Yu X. The potential mechanism of postoperative cognitive dysfunction in older people. *Exp Gerontol*. 2020;130:110791. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110791>
38. Tang VL, Jing B, Boscardin J, Ngo S, Silvestrini M, Finlayson E, Covinsky KE. Association of functional, cognitive, and psychological measures with 1-year mortality in patients undergoing major surgery. *JAMA Surg*. 2020;155(5):412-418. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2020.0091>
39. Relander K, Hietanen M, Rantanen K, Rämö J, Vento A, Saastamoinen KP, Roine RO, Soine L. Postoperative cognitive change after cardiac surgery predicts long-term cognitive outcome. *Brain Behav*. 2020;10(9):e01750. <https://doi.org/10.1002/brb3.1750>
40. Urits I, Orhurhu V, Jones M, Hoyt D, Seats A, Viswanath O. Current perspectives on postoperative cognitive dysfunction in the ageing population. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2019;47(6):439-447. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2019.75299>
41. Greaves D, Psaltis PJ, Lampit A, Davis DHJ, Smith AE, Bourke A, Worthington MG, Valenzuela MJ, Keage HAD. Computerised cognitive training to improve cognition including delirium following coronary artery bypass grafting surgery: protocol for a blinded randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2020;10(2):e034551. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034551>
42. O'Gara BP, Mueller A, Gasangwa D, Patxot M, Shaefi S, Khabbaz K, Banner-Goodspeed V, Pascal-Leone A, Marcantonio ER, Subramaniam B. Prevention of early postoperative decline: a randomized, controlled feasibility trial of perioperative cognitive training. *Anesthesia and analgesia*. 2020;130(3):586-595. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004469>
43. Mozheyko EY, Prokopenko SV, Petrova MM, Koryagina TD, Kaskaeva DS, Chernykh TV, Shvetzova IN, Bezdenezhnikh AF. Correction of post-stroke cognitive impairments using computer programs. *Journal of the Neurological Sciences*. 2013;325(1-2):148-153. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.12.024>
44. Liu J, Huang K, Zhu B, Zhou B, Ahmad Harb AK, Liu L, Wu X. Neuropsychological tests in post-operative cognitive dysfunction: methods and applications. *Front Psychol*. 2021;12:684307. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.684307>
45. Левин О.С., Боголепова А.Н. Когнитивная реабилитация пациентов с нейродегенеративными заболеваниями. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020;120(5):110-115. <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120051110>

## References

1. Koberskaya NN, Yakhno NN, Gridin VN, Smirnov DS. Influence of cardiovascular risk factors on pre-mild cognitive decline at middle and old age. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2021;13(1):13-17. (In Russ). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-1-13-17>
2. Liu-Ambrose T, Dao E, Crockett RA, Barha CK, Falck RS, Best JR, Hsiung GR, Field TS, Madden KM, Alkeridy WA, Boa Sorte Silva NC, Davis JC, Ten Brinke LF, Doherty S, Tam RC. Reshaping the path of vascular cognitive impairment with resistance training: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2021;22(1):217. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05156-1>
3. Bangen KJ, Nation DA, Clark LR, Harmell AL, Wierenga CE, Dev SI, Delano-Wood L, Zlatar ZZ, Salmon DP, Liu TT, Bondi MW. Interactive effects of vascular risk burden and advanced age on cerebral blood flow. *Front Aging Neurosci*. 2014;6:159. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00159>
4. Tarasova IV, Volf NV, Kupriyanova DS, Trubnikova OA, Barbarash OL. Changes in event-related synchronization/desynchronization of brain electric activity in cardiosurgical patients with postoperative cognitive dysfunction. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2021;41(2):12-20. (In Russ). <https://doi.org/10.18699/SSMJ20210202>
5. Yao L, Aoyama S, Ouchi A, Yamamoto Y, Sora I. Retention and impairment of neurocognitive functions in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease with a comprehensive neuropsychological test. *Neuropsychopharmacol Rep*. 2022. <https://doi.org/10.1002/npr2.12243>
6. Hoshi H, Hirata Y, Kobayashi M, Sakamoto Y, Fukasawa K, Ichikawa S, Poza J, Rodríguez-González V, Gómez C, Shigihara Y. Distinctive effects of executive dysfunction and loss of learning/memory abilities on resting-state brain activity. *Sci Rep*. 2022;12(1):3459. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07202-7>
7. Korsakova NK, Moskovichjute L.I. *Klinicheskaja nejropsihologija: study guide*. 2-nd ed. Moscow: Izdatel'stvo Jurajt; 2019. (In Russ).
8. 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>
9. Epaneshnikova NV, Kabataev MV. New organizational and hardware-software technologies of neurorehabilitation intervention and evaluation of rehabilitation potential. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Psychology*. 2017;10(3):81-90. (In Russ). <https://doi.org/10.14529/psy170308>
10. Hassandra M, Galanis E, Hatzigeorgiadis A, Goudas M, Mouzakidis



- C, Karathanasi EM, Petridou N, Tsolaki M, Zikas P, Evangelou G, Pagiannakis G, Bellis G, Kokkotis C, Panagiotopoulos SR, Giakas G, Theodorakis Y. A virtual reality app for physical and cognitive training of older people with mild cognitive impairment: mixed methods feasibility study. *JMIR Serious Games*. 2021;9(1):e24170. <https://doi.org/10.2196/24170>
11. De Luca R, Maggio MG, Maresca G, Latella D, Cannavo A, Sciarone F, Lo Voi E, Accorinti M, Bramanti P, Calabrò RS. Improving cognitive function after traumatic brain injury: A clinical trial on the potential use of the semi-immersive virtual reality. *Behav. Neurol.* 2019;2019:9268179. <https://doi.org/10.1155/2019/9268179>
12. Salminen T, Kühn S, Frensch PA, Schubert T. Transfer after dual n-back training depends on striatal activation change. *J Neurosci*. 2016;36(39):10198-10213. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2305-15.2016>
13. Heinzel S, Rimpel J, Stelzel C, Rapp MA. Transfer effects to a multimodal dual-task after working memory training and associated neural correlates in older adults - a pilot study. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:85. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00085>
14. Fokin VF, Ponomareva NV, Medvedev RB, Lagoda O.V., Tanashjan M.M. Asymmetric influence of age on the cognitive functions of men and women with discirculatory encephalopathy. *Asymmetry*. 2018;12(2):64-73. (In Russ). <https://doi.org/10.18454/ASY.2018.2.14184>
15. Tabeeva GR. Neurocognitive aging and cognitive disorders. *S.S. Korsakov journal of neurology and psychiatry* 2019;119(6):160-167. (In Russ). <https://doi.org/10.17116/jnevro2019119061160>
16. Tarasova IV, Trubnikova OA, Razumnikova OM. Plasticity of brain functional systems as a compensator resource in normal and pathological aging associated with atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2020;16(1):59-67. (In Russ). <https://doi.org/10.15372/ATER20200108>
17. Anatürk M, Kaufmann T, Cole JH, Suri S, Griffanti L, Zsoldos E, Filippini N, Singh-Manoux A, Kivimäki M, Westlye LT, Ebmeier KP, de Lange AG. Prediction of brain age and cognitive age: Quantifying brain and cognitive maintenance in aging. *Hum Brain Mapp*. 2021;42(6):1626-1640. <https://doi.org/10.1002/hbm.25316>
18. Gorina NA, Grigoreva MM, Suglobova ER, Horoshev AD, Larchenko TS, Murathanova GA. The main causes of cognitive impairment. *Russian Family Doctor*. 2020;24(1):23-28. (In Russ). <https://doi.org/10.17816/RFD19013>
19. Basak C, Qin S, O'Connell MA. Differential effects of cognitive training modules in healthy aging and mild cognitive impairment: A comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychol Aging*. 2020;35(2):220-249. <https://doi.org/10.1037/pag0000442>
20. Tarasova IV, Trubnikova OA, Kukhareva IN, Barbarash OL. Methodological approaches to the diagnosis of postoperative cognitive dysfunction in cardiac surgery clinic. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2015;4(4):73-78. (In Russ). <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2015-4-73-78>
21. Barbarash OL, Petrova MM, Chumakova GA, Davidovich IM, Trubnikova OA, Kuprijanova TV, Eremina OV, Prokopenko SV, Kaskaeva DS, Demenko TN. *Kognitivnye rasstrojstva pri serdechnosudistykh zabolevaniyah*. Novosibirsk: Nauka; 2020. (In Russ).
22. Kaszás B, Kovács B, Balás I, Kállai J, Aschermann Z, Kerekes Z, Komoly S, Nagy F, Janszky J, Lucza T, Karádi K. Sensitivity and specificity of Addenbrooke's Cognitive Examination, Mattis Dementia Rating Scale, Frontal Assessment Battery and Mini Mental State Examination for diagnosing dementia in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012;18(5):553-556. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2012.02.010>
23. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Cummings JL, Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(4):695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
24. Lampit A, Hallock H, Valenzuela M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS Med*. 2014;11(11):e1001756. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001756>
25. Shawn Green C, Bavelier D, Kramer AF, Vinogradov S, Ansorge U, Ball KK, Witt CM. Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*. 2019;3:2-29. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>
26. 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>
27. Klimova B. Computer-based cognitive training in aging. *Front Aging Neurosci*. 2016;8:313. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00313>
28. Samieri C, Perier MC, Gaye B, Proust-Lima C, Helmer C, Dartigues JF, Berr C, Tzourio C, Empana JP. Association of cardiovascular health level in older age with cognitive decline and incident dementia. *JAMA*. 2018;320(7):657-664. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.11499>
29. Hsu CL, Best JR, Wang S, Voss MW, Hsiung RGY, Munkacsy M, Cheung W, Handy TC, Liu-Ambrose T. The impact of aerobic exercise on fronto-parietal network connectivity and its relation to mobility: an exploratory analysis of a 6-month randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:344. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00344>
30. Kulesh AA, Drobakha VE, Shestakov VV. Cerebral small vessel disease: classification, clinical manifestations, diagnosis, and features of treatment. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2019;11(3S):4-17. (In Russ). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-4-17>
31. Catchlove SJ, Macpherson H, Hughes ME, Chen Y, Parrish TB, Pipingas A. An investigation of cerebral oxygen utilization, blood flow and cognition in healthy aging. *PLoS One*. 2018;13(5):e0197055. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197055>
32. Cleveland ML. Preserving cognition, preventing dementia. *Clin Geriatr Med*. 2020;36(4):585-599. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.003>
33. Parfenov VA. Vascular cognitive impairment and chronic cerebral ischemia (discirculatory encephalopathy). *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2019;11(3S):61-67. (In Russ). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-61-67>
34. Lehtisalo J, Rusanen M, Solomon A, Antikainen R, Laatikainen T, Peltonen M, Strandberg T, Tuomilehto J, Soininen H, Kivipelto M, Ngandu T. Effect of a multi-domain lifestyle intervention on cardiovascular risk in older people: the FINGER trial. *Eur Heart J*. 2022;ehab922. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab922>
35. Moll van Charante EP, Richard E, Eurlings LS, van Dalen JW, Ligthart SA, van Bussel EF, Hoevenaars-Blom MP, Vermeulen M, van Gool WA. Effectiveness of a 6-year multidomain vascular care intervention to prevent dementia (preDIVA): a cluster-randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388(10046):797-805. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30950-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30950-3)
36. Sindi S, Thunborg C, Rosenberg A, Andersen P, Andrieu S, Broersen LM, Coley N, Couderc C, Duval CZ, Faxen-Irving G, Hagman G, Hallikainen M, Häkansson K, Lehtisalo J, Levak N, Mangialasche F, Pantel J, Kekkonen E, Rydström A, Stigsdotter-Neely A, Wimo A, Ngandu T, Soininen H, Hartmann T, Solomon A, Kivipelto M. Multimodal Preventive Trial for Alzheimer's Disease: MIND-ADmini Pilot Trial Study Design and Progress. *J Prev Alzheimers Dis*. 2022;9(1):30-39. <https://doi.org/10.14283/jpad.2022.4>
37. Lin X, Chen Y, Zhang P, Chen G, Zhou Y, Yu X. The potential mechanism of postoperative cognitive dysfunction in older people. *Exp Gerontol*. 2020 Feb;130:110791. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110791>
38. Tang VL, Jing B, Boscardin J, Ngo S, Silvestrini M, Finlayson E, Covinsky KE. Association of functional, cognitive, and psychological measures with 1-year mortality in patients undergoing major surgery. *JAMA Surg*. 2020;155(5):412-418. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2020.0091>
39. Relander K, Hietanen M, Rantanen K, Rämö J, Vento A, Saastamoinen KP, Roine RO, Soinne L. Postoperative cognitive change after cardiac surgery predicts long-term cognitive outcome. *Brain Behav*. 2020;10(9):e01750. <https://doi.org/10.1002/brb3.1750>
40. Urits I, Orhurhu V, Jones M, Hoyt D, Seats A, Viswanath O. Current perspectives on postoperative cognitive dysfunction in the ageing population. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2019;47(6):439-447. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2019.75299>
41. Greaves D, Psaltis PJ, Lampit A, Davis DHJ, Smith AE, Bourke A, Worthington MG, Valenzuela MJ, Keage HAD. Computerised cognitive training to improve cognition including delirium following coro-

- nary artery bypass grafting surgery: protocol for a blinded randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2020;10(2):e034551. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034551>
42. O'Gara BP, Mueller A, Gasangwa D, Patxot M, Shaefi S, Khabbaz K, Banner-Goodspeed V, Pascal-Leone A, Marcantonio ER, Subramaniam B. Prevention of early postoperative decline: a randomized, controlled feasibility trial of perioperative cognitive training. *Anesthesia and analgesia*. 2020;130(3):586-595. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004469>
43. Mozheyko EY, Prokopenko SV, Petrova MM, Koryagina TD, Kaskaeva DS, Chernykh TV, Shvetzova IN, Bezdenzhnih AF. Correction of post-stroke cognitive impairments using computer programs. *Journal of the Neurological Sciences*. 2013;325(1-2):148-153. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.12.024>
44. Liu J, Huang K, Zhu B, Zhou B, Ahmad Harb AK, Liu L, Wu X. Neuropsychological tests in post-operative cognitive dysfunction: methods and applications. *Front Psychol*. 2021;12:684307. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.684307>
45. Levin OS, Bogolepova AN. Cognitive rehabilitation of patients with neurodegenerative diseases. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2020;120(5):110-115. (In Russ). <https://doi.org/10.17116/jnevro2020120051110>

## Сведения об авторах

**Тарасова Ирина Валерьевна**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6).

**Вклад в статью:** написание статьи.

**ORCID:** 0000-0002-6391-0170

**Куприянова Дарья Сергеевна**, младший научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6).

**Вклад в статью:** написание статьи.

**ORCID:** 0000-0002-9750-5536

**Трубникова Ольга Александровна**, доктор медицинских наук, заведующая лабораторией нейрососудистой патологии ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6).

**Вклад в статью:** редактирование текста статьи, утверждение окончательной версии публикации.

**ORCID:** 0000-0001-8260-8033

**Барбараш Ольга Леонидовна**, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (650002, Россия, г. Кемерово, Сосновый бульвар, д. 6).

**Вклад в статью:** критический анализ интеллектуального содержания, утверждение окончательной версии публикации.

**ORCID:** 0000-0002-4642-3610

Статья поступила: 22.03.2022 г.

Принята в печать: 30.05.2025 г

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## Authors

**Dr. Irina V. Tarasova**, MD, DSc, Leading Researcher, Laboratory of Neurovascular Diseases, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (6, Sosnovy Boulevard, Kemerovo, 650002, Russian Federation).

**Contribution:** performed literature search and analysis; wrote the manuscript.

**ORCID:** 0000-0002-6391-0170

**Ms. Daria S. Kupriyanova**, MSc, Junior Research Fellow, Laboratory for Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (6, Sosnovy Boulevard, Kemerovo, 650002, Russian Federation).

**Contribution:** performed literature search and analysis; wrote the manuscript.

**ORCID:** 0000-0002-9750-5536

**Dr. Olga A. Trubnikova**, MD, DSc, Head of the Laboratory for Neurovascular Pathology, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (6, Sosnovy Boulevard, Kemerovo, 650002, Russian Federation).

**Contribution:** performed literature search and analysis; wrote the manuscript.

**ORCID:** 0000-0001-8260-8033

**Prof. Olga L. Barbarash**, MD, DSc, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Executive Officer, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (6, Sosnovy Boulevard, Kemerovo, 650002, Russian Federation).

**Contribution:** performed literature search and analysis; wrote the manuscript.

**ORCID:** 0000-0002-4642-3610

Received: 22.03.2022

Accepted: 30.05.2022

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.