

А. Т. Быков, Т. Н. Маляренко

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КОГНИТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ЭТАПЕ СТАРЕНИЯ

*Кубанский государственный медицинский университет,
г. Краснодар, Российская Федерация*

Представлено морфофункциональное обоснование возможности коррекции не только «мягких» когнитивных нарушений, но и серьёзных нейродегенеративных расстройств, путём

повышения физической активности и аэробного статуса людей пожилого и старческого возраста. В последние годы доказано, что к ключевым механизмам оптимизации когнитивных функций при физических нагрузках на этапе старения человека относятся активация мозгового кровотока, облегчение утилизации кислорода, синтез нейротрофических факторов, стимулирующих ангиогенез, нейрогенез и синаптогенез, и усиливающих функциональную активность нейронов, и другие механизмы. Существенна роль аэробного фитнеса в восстановлении и образовании новых межнейронных связей, торможении атрофии и увеличении объёма серого и белого вещества в структурах мозга, ответственных за когнитивные функции. Значительное улучшение когнитивного статуса, особенно исполнительной функции, у старых людей в основном характерно для аэробных тренировок. Даны рекомендации по использованию регулярных, умеренной интенсивности аэробных, силовых и других видов тренировок для пожилых и старых людей с целью замедления или предотвращения возрастного когнитивного обеднения. Обсуждена также эффективность комплексных нагрузок для коррекции когнитивных функций при старении человека.

Ключевые слова: старение, когнитивное обеднение, профилактика и коррекция когнитивных нарушений, физическая активность.

A. T. Bykov, T. N. Malyarenko

THE INFLUENCE PHYSICAL ACTIVITY ON COGNITIVE ABILITY IN AGEING PEOPLE

We have submitted the structural-functional basis of correction of cognitive functions not only in mild disorders, but also in serious neurodegenerative impairments, by the means of increase of physical activity and aerobic status in the elderly people. Over the recent years it has been proved that among the key factors contributing to cognitive functions optimization in aging people regularly doing physical exercise are brain circulation activation, oxygen utilization facilitation, increase neurotrophic factors synthesis, angiogenesis, neurogenesis, synaptogenesis, as well as improvement of functional activity of neurons, and others. Aerobic fitness plays an essential role in both restoration and forming of new interneuron links, atrophy inhibition of various brain structures and increasing of grey matter and white matter volumes in brain structure responsible for cognitive functions. A noticeable improvement of cognitive status, especially executive functions in elderly people, is mainly the result of aerobic training. We have formulated the recommendations concerning various regular moderate physical activities done for aging people, aimed at the inhibition of the age-dependent cognitive decline. We have also discussed effectiveness of complex loads for cognitive functions correction.

Key words: ageing, cognitive decline, prevention and correction of the cognitive disorders, physical activity.

Как известно, когнитивные возможности человека в любом возрасте играют важную роль в повседневной жизни, отражают уровень психики и во многом обеспечивают качество жизни и адекватное социальное поведение человека. Когнитивные функции, в том числе приём и творческая переработка информации, визуально-пространственное восприятие, планирование, уровень интеллекта, исполнительная / регулирующая функции и другие, изменяются в течение жизни. Например, исполнительная функция и рабочая память в норме достигают пика с 20 до 30 лет, но семантическая память развивается вплоть до 60–70 лет. У пожилых и старых людей в связи с постепенно развивающимися атрофическими изменениями структур мозга нередко происходит возрастное снижение когнитивных функций разной выраженности, особенно скорости творческой переработки информации, которая начинает снижаться раньше других. Однако по разным причинам (медицинским, психологическим,

социальным) нередко случаи значительного, не только функционального, но и органического когнитивного обеднения при старении, что обуславливает затруднения в использовании накопленного опыта и в овладении новой информацией, в реализации базовой активности в повседневной жизни. Это порождает нарушения социальных контактов даже у психически здоровых индивидов, делает невозможной полноценную социальную адаптацию человека. Когнитивные расстройства и возможность их предупреждения или смягчения, или даже затормаживания негативных их проявлений на этапе старения, представляют собой одну из основных проблем неврологии.

Как отмечают в своём обзоре M. W. Voss et al. [36], несмотря на увеличивающийся поток данных о позитивном значении физической активности для физического и психического здоровья человека, современное мировое сообщество предпочитает малоподвижный образ жизни. По статистическим данным, физическая активность соответствует рекомендован-

□ **Обзоры и лекции**

ным 60 мин в день 5–6 раз в неделю у менее 50% детей 6–11 лет; регулярная физическая активность характерна только для 8% подростков и юношей 12–19 лет и меньше чем для 5% взрослых 20–59 лет и пожилых людей 60 лет и старше. Считается, что такой образ жизни отражает дизадаптационные тенденции в эволюционной истории человечества, в которой высокий уровень физической активности был необходим для выживания человека. В последнее время многими исследователями было убедительно продемонстрировано, что недостаточная физическая активность ассоциируется не только с атрофическими изменениями в мозге, но и со сниженным структурно-функциональным его объединением [1], что негативно сказывается и на когнитивных, и на других функциях мозга. Это обуславливает актуальность исследований по превентивным стратегиям, обеспечивающим поддержание должного морфо-функционального состояния мозга и психического здоровья стареющих людей, особенно на фоне быстро нарастающей в наши дни информационной нагрузки и увеличивающейся во всём мире численности населения старческого возраста. Целью данного обзора современной зарубежной литературы было проанализировать роль аэробных, силовых и других видов физической активности в сохранении когнитивных функций и здоровья мозга при старении человека.

Регулярная физическая активность пожилых и старых людей – путь к «Умному старению»

Исследования путей достижения «Умного старения» (Smart Ageing) и этот свой термин R. Nouchi и R. Kawashima [23] считают более адекватным, чем распространяющееся в наши дни, прежде всего в Японии и США, направление «Медицина Антистарения». Действительно, судя по многочисленным публикациям, процесс старения человека можно несколько замедлить, во многом защитить человека от возраст-зависимых хронических заболеваний, в том числе, когнитивных нарушений, но избежать старения невозможно. Однако, как свидетельствуют данные исследований этих авторов и их коллег, можно изменить отношение человека к своему возрасту, помочь ему предупредить или уменьшить негативные влияния старения на здоровье. Концепция Smart Ageing не призывает бороться со старением, а включает позитивное восприятие поздних периодов жизни и перспективы старения как «серии стадий развития к интеллектуальной зрелости», это «революционный сдвиг» прежней парадигмы Антистарения [23].

Следует подчеркнуть, что ни одно фармакологическое средство, особенно в виде пищевых добавок, не может блокировать потенциально разрушительные последствия долгой жизни для мозга; этот вывод был подтвержден результатами многих клинических испытаний приёма пациентами различных препаратов, которые, как предполагали, должны были бы

усиливать биохимические реакции и увеличивать кровоток в мозге. Но зачастую их приём или вообще не даёт эффекта, или приводит лишь к незначительному, непродолжительному улучшению умственной деятельности даже при нормально протекающем старении людей. Однако, несмотря на возрастное снижение когнитивных возможностей, ЦНС пожилых и старых людей обладает достаточными резервами, на которые можно опираться при проведении нелекарственных коррекционных мероприятий. При этом едва ли не единственным действенным, доступным, даже «домашним средством» является поддержание человеком физической формы.

В связи с повсеместным постарением населения в разных странах, растёт потребность в доказательных исследованиях роли различных физических нагрузок в улучшении ментального здоровья, выработки рекомендаций, какова должна быть их интенсивность.

Установлено, что пожилые и старые люди, регулярно выполняющие дыхательные упражнения, имеют лучшие результаты в когнитивных тестах, чем индивиды того же возраста с пониженным аэробным статусом. Показано также, что только при произвольных циклических движениях происходит, например, выраженная активация инсулярной коры, а при пассивных движениях или при сокращениях мышц, вызванных электростимуляцией, активность этой области коры изменяется незначительно. Это подчёркивает важность участия центрального контроля для активации инсулярной коры при движениях (афферентного притока при пассивных движениях для этого явно недостаточно). При статических упражнениях кровоток в инсулярной коре увеличивается, но в меньшей мере, чем при циклических движениях. Активация инсулярной коры при аэробных тренировках имеет принципиальное значение для улучшения когнитивных функций, формирования социальных эмоций, регулирования нравственного поведения. Как известно, инсулярная кора причастна к восприятию времени, эмоциональной оценке ощущений и возникновению соответствующих мотиваций, удовлетворению всех видов влечения. Для принятия решений, организации двигательных и поведенческих реакций, способствующих реализации мотиваций и влечений, инсулярная кора кооперируется с корой больших полушарий [8].

Физические упражнения вызывают увеличение кровотока и в других областях мозга. Так, например, показано, что при аэробных нагрузках увеличивается кровоснабжение гиппокампа [14], даже при ходьбе, причем тем больше, чем больше скорость ходьбы. Гиппокамп, как известно, участвует в формировании эмоций, консолидации памяти, обработке пространственной информации и узнавании местности, чем и определяется особая значимость хорошего кровоснабжения этой области мозга для всех людей, особенно с риском когнитивного обеднения.

Рядом исследователей получены важные факты по возможности профилактики когнитивного обеднения стареющих людей путём повышения их физиче-

ской активности разного типа. L. Lista и G. Sorrentino [20] рассмотрели некоторые биологические предпосылки профилактики когнитивного обеднения стареющих людей с использованием физических тренировок аэробного и анаэробного типа. Показано, что аэробные тренировки в пожилом и старческом возрасте преимущественно улучшают исполнительные / контролируемые функции мозга (решение сложных задач, планирование, изменение стратегии поведения, своевременное торможение ошибочных реакций), что большей частью поддерживается префронтальной корой. Много данных и по позитивному влиянию аэробных тренировок на структуру и функции других отделов мозга. Так, например, результатом 6-месячных аэробных тренировок по 3 раза в неделю до того физически неактивных людей была активация фронтальной, париетальной и цингулярной коры мозга и улучшение выполнения психологических тестов на избирательное внимание, уменьшение допускаемых при тестировании ошибок. Важным фактом было снижение конфликтности, как известно, часто повышенной у стареющих индивидов. Были проанализированы также результаты 11 рандомизированных контролируемых исследований по этой проблеме. В восьми из них продемонстрировано, что участие здоровых пациентов старше 55 лет в программах аэробных тренировок наряду с позитивным эффектом на кардиореспираторную систему привело к улучшению когнитивных возможностей. Наибольший эффект отмечен в отношении сенсо-моторных реакций, слухового внимания и долговременной памяти; умеренно выраженное улучшение было характерно для скорости переработки информации и зрительного внимания. Изменение указанных познавательных функций авторы исследования связывают с влиянием аэробных физических упражнений на кровоток в мозге.

Установлено также, что мозг способен к динамической перестройке нейронных сетей даже в поздние годы жизни, и что физические нагрузки могут увеличивать пластичность мозга [12]. Глиальные клетки тоже подвержены компенсаторным изменениям; их размер и количество, в частности, фиброзных астроцитов, после 60-летнего возраста при активирующих мозг воздействиях увеличивается. Результатом этого является нарастание продукции факторов, способствующих росту нейронов и нейритов.

Выделены основные механизмы, объясняющие взаимосвязь между физическими нагрузками и когнитивными функциями [32]. Один из них, как считают авторы, заключается в том, что увеличение аэробной ёмкости не только активирует мозговую кровотоку, но и улучшает утилизацию кислорода и глюкозы в мозге, ускоряет транспорт биохимических продуктов обмена для поддержания стабильного кровотока и усиливает активность антиоксидантного фермента (глутатион пероксидазы) для быстрого удаления свободных радикалов. Однако установлено, что физические тренировки вызывают повышение метаболической активности мозговых структур стареющего

человека в основном при умеренных по мощности нагрузках, до 60% максимального потребления кислорода (МПК), что вносит вклад в увеличение не только регионального, но и глобального мозгового кровотока и приводит к усилению оксигенации ткани мозга. При выполнении же нагрузок большой мощности, сопровождающихся гипервентиляцией, приводящей к гипоксии, церебральный кровоток уменьшается до исходного, донагрузочного, уровня, несмотря на возрастающие потребности метаболизма мозга. Вслед за этим снижается оксигенация мозга и его энергетический потенциал.

Приведенные данные подтверждают более благоприятное влияние умеренных аэробных физических нагрузок на кровоток в мозге и активацию соответствующих зон коры, ассоциирующихся с когнитивными функциями.

Показано, что физическая активность может также способствовать синтезу мозгового нейротрофического фактора и инсулин-подобного фактора роста, стимулировать нейрогенез, ангиогенез, синаптогенез, увеличивать связи между синапсами и повышать информационную ёмкость нейронов. Физические нагрузки способны увеличивать когнитивный резерв мозга, замедлять скорость его старения и снижать риск нейродегенеративных заболеваний.

Кроме того, физические нагрузки могут регулировать синтез нейротрансмиттеров и стимулировать высвобождение ионов кальция, приводя к увеличению секреции дофамина и содержания ацетилхолина. Всё это необходимо для поддержания функций мозга, стимуляции хорошего настроения. В свою очередь психологические факторы могут играть роль посредника во взаимосвязях между физическими нагрузками и когнитивными функциями. Регулярные физические нагрузки улучшают психологическое благополучие, обеспечивая человеку позитивные ощущения, релаксацию, снижая реагирование на стресс, увеличивая уверенность в себе.

В целом, подчёркивают M. Voss с соавт. [36], создаётся впечатление, что аэробные тренировки приводят скорее к общему, чем к селективному эффекту на функции мозга, задействованные в решении стоящих перед человеком проблем.

Многими исследователями в последнее время подтверждено, что у здоровых людей пожилого и старческого возраста физическая активность помогает довольно длительно поддерживать когнитивные функции на достаточном уровне [3, 23, 24, 32].

Тренировки на сопротивление также позитивно влияют на когнитивные функции [21]; эффективны и комбинированные тренировки, сочетающие аэробные, силовые нагрузки, упражнения на растяжение и равновесие.

По сравнению с молодыми людьми у пожилых индивидов даже при выполнении простых двигательных тестов происходит более выраженная, активация корковых представительств аппарата движения за счет вовлечения дополнительных кортикальных

и субкортикальных областей, что является отражением возрастной пластичности нервной системы. При выполнении простейших когнитивных задач у молодых людей отмечена только левосторонняя активация префронтальной области, а у пожилых – билатеральная префронтальная активация, что объясняется использованием дополнительных компенсаторных механизмов. При регулярной двигательной активности мозг пожилых и старых людей может сохранить способность изменять характер реорганизации нейрональных связей даже при корковых нарушениях, например, моторного контроля. При движениях информация от мышц дополняется импульсацией от рецепторов кожи. Образующийся при движениях сенсорный приток разной модальности может коренным образом изменить функциональное состояние ЦНС, повысить энергетический потенциал мозга стареющих людей.

Установлено, что взрослые люди, регулярно выполняющие физические нагрузки по 30 минут в день, имеют более высокие баллы при тестировании по шкале MMPI, чем пассивные индивиды. В обзорной статье Ch.-N. Tseng et al. [32] на основании анализа данных 12 рандомизированных контролируемых серий показано, что у большинства старых людей, выполнявших физические упражнения 3 раза в неделю в течение 24 недель, произошло устойчивое улучшение когнитивных функций. Представленные в этой и в других работах факты можно объяснить, в том числе, тем, что как было упомянуто выше, регулярные физические нагрузки активизируют выработку мозгом нейротрофического фактора и инсулин-зависимого фактора роста, которые поддерживают пластичность мозга и ликвидируют последствия нередких у старых людей локальных очагов ишемии. Ранее было выявлено, что физически активные люди старческого возраста на 50% меньше подвержены возрастным когнитивным нарушениям, так как тренировки, чаще всего, умеренной мощности улучшают мозговое кро-

воображение и через него – функции мозга, что было подтверждено и в недавнем исследовании A. V. Tyndall. et al. [33]. Кроме того было установлено, что регулярная нагрузка в виде бега трусцой не только улучшает церебральный кровоток, но повышает механочувствительность эндотелия и усиливает ангиогенез, в том числе, в мозге. Высказано предположение, что в восстановлении перфузии мозга и поддержании её на должном уровне под влиянием физической активности играет роль и включение в систему кровоснабжения мозга коллапсированных до того капилляров. Это во многом объясняет тот факт, что у пожилых и старых людей регулярные физические нагрузки в виде дозированной ходьбы, подъёмов по лестнице уменьшают риск деменции сосудистой природы. Физическая активность способствует также усилению толерантности мозга к ишемии.

В последние годы, как отмечают в своём обзоре Ch.-Ning Tseng et al. [32], значительно расширилось использование физических тренировок для замедления когнитивного обеднения и поддержания подвижного интеллекта у старых людей. Здесь уместно вспомнить и такой важный факт: под влиянием аэробных тренировок у пожилых и старых людей происходит замедление возрастного уменьшения плотности ткани мозга во фронтальных, парietальных и височных его областях, и в результате – уменьшение интенсивности снижения когнитивных возможностей, и даже его затормаживание у стареющего человека.

В табл. 1 представлены некоторые данные, полученные в разных странах в период 2010–2013 гг. по влиянию физической активности и уровня физического статуса на объём разных мозговых структур и познавательные функции пожилых и старых людей без выраженных когнитивных нарушений (по идее K. L. Erickson et al. [13] (переработано).

Конечно, это только часть интересных исследований. Из-за лимитируемого для обзорной статьи

Таблица 1. Влияние физической активности и уровня физической тренированности на ткани и структуры мозга старых людей без выраженных когнитивных нарушений

Авторы исследования	Количество пациентов (n), средний возраст, лет	Выявленные основные эффекты повышенной физической активности и тренированности
M. L. Alosco et al. [1]	n = 69; 68,07 ± 8,02	Увеличение объёма серого вещества мозга.
J. M. Bugg et al. [6]	n = 119; 68,4 ± 2,7	Увеличение объёма гиппокампа, нарастание скорости переработки информации, улучшение исполнительных функций, но не при ожирении человека.
J. M. Bugg, D. Head [7]	n = 52; 69,0 ± 6,7	Увеличение объёма фронтальных отделов мозга, уменьшение возрастозависимой атрофии височной доли.
Erickson et al. [14]	n = 120; 67,6 ± 5,81 (1) и 65,5 ± 5,44 (2)	Увеличение объёма гиппокампа только в группе с аэробной нагрузкой (1), но не при упражнениях на растяжение (2).
A. J. Gow et al. [15]	n = 691; 72,7 ± 0,7	Увеличение объёма серого и белого вещества, уменьшение его атрофии и повреждений.
D. Head et al. [16]	n = 91; 74,0 ± 9,0 (1) и 71,0 ± 7,0 (2)	Снижение негативного эффекта стресса на объём гиппокампа как в группе с низким уровнем физической активности (1), так и при высокой активности (2).
T. D. Verstynen et al. [34]	n = 179; 66,6 ± 5,6	Увеличение объёма полосатого тела, улучшение выполнения задач на переключение с задание на задание, чему способствует нарастание размеров хвостатого ядра, которое, как и полосатое тело представляет группу базальных ядер.
A. M. Weinstein et al. [37]	n = 142; 66,6 ± 5,6	Увеличение объёма дорсолатеральной префронтальной коры и серого вещества, улучшение выполнения когнитивных задач.

числа литературных источников не вошли, например, данные по увеличению на фоне повышения физической активности объёма префронтальной коры, улучшению функции кодирования, позитивному изменению когнитивных функций без изменения объёма мозга и другие. Показано также, что физическая активность способствует замедлению прогрессирующего негативных изменений в белом веществе мозга старых людей с умеренным нарушением когнитивных функций, в том числе памяти [10]. Как известно, белое вещество обеспечивает коммуникации между областями мозга, но так же, как в покое, они снижаются с возрастом. В Иллинойском университете (США) показано, что у людей 60–78 лет, которые более часто заняты лёгкой физической активностью, интегративные связи трактов белого вещества мозга были более выражены в височных областях, которые играют ключевую роль для памяти, овладения речью и переработки зрительной и слуховой информации. Эффект защиты структуры и функции белого вещества больших полушарий головного мозга при регулярной физической активности позволяет осуществлять коррекцию межцентральных связей и, в том числе, возрастных когнитивных нарушений адекватными физическими нагрузками. Наоборот, у тех индивидов, которые вели малоподвижный образ жизни и проводили сидя большую часть дня, отмечалась низкая структурная интеграция трактов белого вещества, связанных с гиппокампом [2]. Это было достоверно даже с учётом возраста, пола и аэробного статуса людей. Авторы отметили, что негативные физиологические эффекты сидячего образа жизни весьма значительны, даже если человек старческого возраста начнёт быть физически активен по 0,5–1 часу в день, на его когнитивных функциях будет сказываться прежний ущербный эффект прошлой гиподинамии.

В последнее время утверждается преимущество физической активности на природе, «зелёные тренировки» для улучшения психологического статуса [25]. Эти авторы ранее продемонстрировали бесспорное преимущество физической активности в таких условиях по сравнению с тренировками в помещении. В своём последнем исследовании M. Rogerson et al. [25] проследили влияние бега в разных участках парковой зоны на психологическое состояние 331 человека с нарушением настроения. После физической нагрузки на фоне выбранных четырёх видов природных особенностей парка достоверно, с незначительной разницей между результатами при разных условиях окружения, уменьшилось переживание стресса, повысилась самооценка состояния и улучшилось настроение участников ($p < 0,05$). Таким образом, тип природных условий менее значим для улучшения текущего психологического wellbeing, важна сама физическая активность на природе, дополняемая её мультимодальным сенсорным восприятием. В отношении результативности двигательных нагрузок для людей также без когнитивных расстройств, но с вы-

раженными депрессивными расстройствами, эффективность воздействия зависит от его продолжительности. Так, например, было показано, что для значительного улучшения когнитивной производительности у людей среднего и пожилого возраста с депрессией 16-недельных аэробных тренировок недостаточно. У 439 старых людей, которые регулярно занимались дозированной ходьбой в течение 18 месяцев, наблюдалось значительное уменьшение симптомов депрессии. Такой эффект физических нагрузок у людей 50–94 лет может после окончания тренировок удерживаться продолжительное время, даже в течение 5 лет. Психологический же wellbeing, повторяем, ассоциируется с хорошими когнитивными возможностями.

В разных программах реабилитации используются различные виды нагрузок – ходьба или плавание, бег на тредмиле, упражнения на растяжение мышц конечностей или силовые нагрузки. Продолжительность программ также различная – от 6 недель до 12 месяцев, но чаще всего – 24 недели. О длительности каждой тренировки в некоторых программах не сообщается, но в большинстве программ пациенты выполняли нагрузки в течение 60 минут, и только в одном исследовании применялись 2-часовые тренировки. Частота занятий в 10 из 12 проанализированных в последнее время Ch.-N. Tseng et al. [32] программ составляла 3 раза в неделю, но, как будет представлено нами далее, число тренировок в ряде исследований доходило до 5 в неделю.

В одном из нескольких более ранних исследований участвовали 59 старых людей без когнитивных нарушений со средним баллом по шкале MMSE (короткого теста психического статуса), равным 29,4. Часть из них была включена в группу с аэробными тренировками, остальные – в контрольную группу с анаэробными тренировками. Проводилось по три 1-часовых занятий в неделю в течение 24 недель. По окончании программы у пациентов группы с аэробными нагрузками по сравнению с группой контроля выявлено значительное увеличение МПК и объёма мозга, особенно добавочной моторной зоны, средней лобной извилины, верхнего отдела височной доли слева и передних трактов. Таким образом, в этом исследовании представлено преимущество влияния на структуру мозга аэробных нагрузок перед силовыми и упражнениями на растяжение. Однако, такие результаты не стабильны, как например, при использовании программ с физическими нагрузками для старых женщин с баллами MMSE ≥ 22 . Одной группе предлагалось сочетание упражнений в воде с высокоинтенсивными силовыми нагрузками, а другой группе – только ритмическая гимнастика. Обе группы тренировались по 5 раз в неделю в течение 5 месяцев, и по окончании программы в обеих группах было достоверное улучшение когнитивных функций ($p = 0,034$ и $0,02$ соответственно). В другом исследовании старые испытуемые без когнитивных нарушений тренировались по 3 раза в неделю в течение

□ **Обзоры и лекции**

10 месяцев. Одна группа – по программе CARDIO (с аэробными нагрузками), а другая – по программе FLEX-tone (с силовыми нагрузками и упражнениями на растяжение). Установлено, что в обеих группах улучшение когнитивных функций в процессе тренировок нарастало, и через 10 месяцев когнитивный статус всех пациентов был лучше, чем через 5–6 месяцев, и, тем более чем через 1 месяц. В группе CARDIO наибольшие эффекты были выявлены в тесте на словесно-цветовую интерференцию, диагностирующем ригидность-гибкость переключения с одной познавательной функции на другую.

В целом, кроме аэробных нагрузок в программу превентивных тренировок для старых людей без когнитивных нарушений часто включают упражнения на сопротивление (умеренной или большой мощности) и на растяжение. Так, 24-недельные (по 3 раза в неделю) тренировки здоровых старых людей в режиме средней и высокой интенсивности с упражнениями на сопротивление оказали позитивный эффект на когнитивные функции как в группе с нагрузками средней мощности, так и в группе с использованием нагрузок большой мощности (однако в приводимом нами выше исследовании высокоинтенсивная нагрузка не оказывала на старых людей ожидаемого влияния). В итоге показатели различных когнитивных тестов в обеих экспериментальных группах были значительно лучше, чем в контрольной группе без физических тренировок.

В группе старых людей (баллы по шкале MMSE ≥ 28) контролируемые физические нагрузки по 1 часу 3 раза в неделю в течение 3 месяцев вызвали позитивные изменения компонентов исполнительской функции, включающихся при вождении автомобиля, установили, что улучшение планирования, скорости и точности решения 2 задач одновременно, оперативной памяти, торможения реактивности и других характеристик сохранялось даже через 3 месяца после завершения программы тренировок.

Следует отметить вариативность получаемых разными исследователями результатов. Это, как считают Ch.-N. Tseng et al. [32], в основном связано с различиями в методологии исследований, в критериях включения или не включения пациентов в реабилитационные программы с физическими нагрузками, с разными методиками оценки когнитивных функций и психоэмоционального состояния, а также в содержании, длительности, мощности нагрузок и частоты тренировок.

Конечно, клиницистов интересует чёткий ответ на вопрос: может ли физическая активность улучшить ментальное здоровье старых людей? В результате анализа почти нескольких десятков исследований по многим аспектам получен положительный ответ на этот вопрос. Упражнения на выносливость не только усиливают интегративную деятельность мозга и его пластичность, но и повышают стрессорную устойчивость человека. В процессе выполнения реабилитационной программы с аэробными нагруз-

ками усиливается уверенность пациентов в себе, повышается самооценка, снижаются тревожность и депрессия, улучшается настроение, уменьшается выраженность поведения типа А. У здоровых людей старше 55 лет участие в программах аэробных тренировок наряду с позитивным влиянием на кардиореспираторную систему очень часто приводит к улучшению их когнитивных возможностей. Наибольший эффект отмечен в отношении моторных реакций, слухового внимания и долговременной памяти. Умеренно выраженное улучшение характерно для скорости переработки информации и зрительного внимания. Но вопрос, оказывают ли аналогичное воздействие на когнитивные функции анаэробные нагрузки, остаётся открытым, хотя уже известны результаты использования комбинированных физических тренировок на познавательные функции старых людей. Например, в рандомизированных контролируемых сериях R. Nouchi et al. [24] комбинированные тренировки выполнялись в течение 4-х недель по 3 дня в неделю (всего 12 нагрузочных часов). Предлагались аэробные, силовые нагрузки и упражнения на растяжение. Участники программы должны были повторять силовые упражнения для разных мышечных групп на 12 тренажёрах столько раз, сколько они смогут в течение 30 сек. В интервалах между сериями каждого силового упражнения участники по 30 сек выполняли аэробные упражнения – прыжки или бег на месте и круговые движения руками с интенсивностью нагрузки 60–80% от индивидуальной максимальной ЧСС. Завершали тренировку 12 упражнений на растяжение в течение 6 мин. В итоге при анализе проведенных когнитивных тестов был получен позитивный эффект в отношении исполнительской функции, определённый по выполнению вербальных заданий и теста Струпа, эпизодической памяти, скорости переработки информации и точности кодирования символов или их поиска. L. S. Nagamitsu et al. [22] сообщили, что у старых пациентов, выполнявших в течение 6 мес аэробные или силовые упражнения, или оба вида поочерёдно, было получено улучшение вербальной и визуально-пространственной памяти, но только в группе с аэробными нагрузками установлена достоверная корреляция между уровнем физического развития после участия в программе и пространственной памятью. Было показано [32], что простые однокомпонентные упражнения больше подходят для старых пациентов с когнитивными нарушениями, а сложные мультикомпонентные нагрузки существенно более эффективны для людей, не имеющих их. Улучшение когнитивных функций наблюдалось в обеих группах, но с разной степенью выраженности.

В результате одного из последних пролонгированных исследований подтверждено, что более высокий уровень кардиореспираторного фитнеса в среднем возрасте и поддержание посильной физической активности в поздней жизни замедляют возрастную атрофию, например, в медиальной фронтальной

и ангулярной извилины и даже способствует увеличению объёма медиальной темпоральной извилины [30]. И наоборот, физическая пассивность в среднем возрасте может негативно сказаться на размерах различных структур мозга и на когнитивных функциях человека в поздней жизни, даже если стареющий человек, как уже указывалось выше, начнёт, наконец, вести физически активный образ жизни.

Многих исследователей волнует вопрос: «Является ли физическая активность одним из самых лёгких путей для защиты мозга?». Данные, полученные в различных странах, позволяют считать доказанным нейропротекторный эффект регулярных физических нагрузок на всём протяжении жизни человека. В итоге улучшаются не только анатомические характеристики структур мозга, когнитивные возможности человека, но и качество жизни, что очень важно для стареющих, ослабленных людей с нарушениями познавательной активности и адаптации к окружающей среде, в том числе, к социуму [19]. В этом аспекте представляет интерес одна из последних работ Н. Takeuchi et al. [29] по анатомическим коррелятам качества жизни.

В табл. 2 приведены недавние рекомендации по использованию физических нагрузок для здоровых пожилых и старых людей с целью улучшения их когнитивных возможностей (адаптировано по Sh. Colberg [9]).

Что касается возможности повышения физической активности стареющих людей для улучшения их состояния при сосудистых катаклизмах (инсульт), осложняющихся нейродегенеративных процессах в мозге, то, например, в недавней обзорной статье [27] показана защитная роль повседневной физической активности и физических упражнений. Проде-

монстрировано уменьшение не только сосудистых нарушений в мозге, улучшение речевых функций и способности к передвижению и самообслуживанию, но в целом – снижение выраженности нарушений когнитивного статуса у пожилых и старых людей, перенесших, например, инсульт [31]. В частности, при повышении физической активности пациентов отмечалось улучшение вербальной памяти, нарушение которой наблюдается у 64% постинсультных больных. Для старых людей важно также, что афферентная импульсация по мере автоматизации движений при регулярных тренировках не достигает в большом объёме высших центров коры больших полушарий, что предупреждает истощение корковых клеток, развитие охранительного торможения и, вместе с тем, способствует уменьшению утомления.

В последние десятилетия в связи с удлинением продолжительности жизни в тревожной пропорции увеличилось распространение возраст-зависимых когнитивных нарушений, связанных с болезнью Альцгеймера или Паркинсона. Поэтому с целью их профилактики важно распространять опыт исследователей, продемонстрировавших, в том числе на популяционном уровне и в проспективных сериях, что адекватные физические нагрузки улучшают познавательные возможности старых людей не только при лёгких когнитивных нарушениях, но и при деменции [17, 19, 22]. Даже краткосрочные программы с физической активностью в виде ходьбы оказывают позитивный эффект на когнитивные функции при деменции [11]. Установлено увеличение объёма серого вещества мозга, особенно в префронтальных областях, и улучшение ассоциированных с ними когнитивных функций [13]. В Каролинском университете (Швеция) у 43 368 человек, вовлечённых в пролонгированное

Таблица 2. Характеристика рекомендуемых физических нагрузок для здоровых пожилых и старых людей

Вид нагрузки	Аэробные: ходьба, велосипед, плавание, гребля, игры в воде, упражнения в положении сидя, танцы, ритмическая гимнастика, тренажёры,
	На сопротивление: с включением всех основных мышечных групп с использованием эластичных ремней, незакреплённого груза разного веса, тренажёры на сопротивление, изометрические нагрузки, ритмическую гимнастику с утяжелением за счёт веса тела, включая 4–5 упражнений для верхней и нижней половины тела.
	На растяжимость: с включением основных мышечных групп для верхней и нижней половины тела.
	На равновесие: простые упражнения, тренирующие равновесие, как стояние на одной ноге, упражнения с предметами в залах лечебной физкультуры под наблюдением.
Интенсивность нагрузки	Аэробные: 40–89% резерва сердечного ритма, или 40–89% ЧСС (на начальном этапе для пациентов, ведущих малоподвижный образ жизни, или с ожирением, нагрузки могут быть низкими).
	На сопротивление: 50/60–80% 1РМ (одного репетиционного максимума), начиная с 50%. (в начале программы субъективно переживаемое пациентами напряжение при всех видах нагрузок должно быть на уровне 5–7 баллов по 10-балльной шкале).
Частота занятий	Аэробные: по крайней мере, 3 раза в неделю через день, но идеально 5–7 дней/нед (в зависимости от наличия ортопедических или других ограничений)
	На сопротивление: минимум 2 дня/нед (предпочтительнее 3), с перерывами по 2 суток.
Наращивание нагрузок	Аэробные: начинать с низкого уровня и медленно наращивать каждую неделю и каждый месяц (увеличивать сначала продолжительность и частоту, затем и интенсивность).
	На сопротивление: начинать с 1–2 вариантов поднимаемого веса с 8–15 повторами, затем 10–15 повторов одного варианта до развития мышечной слабости, далее выполнять 8–10 повторов поднятия более тяжёлого груза, и, наконец, по 2–3 варианта груза с 8–10 повторами, хотя наличие ортопедических и других ограничений может обусловить выбор вариантов меньшего веса, но с большим числом повторов.

Национальное когортное исследование с октября 1997 года, прослеживали информацию о физической активности разного вида [38]. В начале серии ни один человек не имел признаков нейродегенеративных заболеваний. Наблюдение велось вплоть до декабря 2010 года, при постепенном убывании из программы части пациентов в связи с постановкой диагноза болезни Паркинсона, смерти или эмиграции. Всего за истекшие ~13 лет было установлено 286 случаев болезни Паркинсона. У тех, кто уделял больше, чем 6 часов в неделю работе по дому и другим видам физической активности (уборка придомовой территории, расчистка дорожек от снега, посильная работа в саду), риск развития этого заболевания был на 43% ниже, чем у тех, кто проводил аналогичным образом только по 2 часа в неделю. Среди мужчин пожилого и старческого возраста с медианным (по перцентильным возрастным шкалам) уровнем физической активности (~39,1 MET) риск болезни Паркинсона был на 45% ниже, чем у мало подвижных людей. Авторы сделали практически значимый вывод, что даже умеренный уровень адекватной возрасту физической активности выполняет протекторную функцию по отношению к мозгу стареющих людей, снижает риск нейродегенеративной патологии.

В работах 2008 года J. M. Burns с соавторами обратили внимание на то, что повышение физической тренированности пациентов 73,5 ± 6,5 лет с болезнью Альцгеймера сопровождалось увеличением общего объёма мозга, но это не отмечалось при отсутствии деменции. Годом позже близкие результаты были получены R. A. Honea с соавторами: более высокий физический статус ассоциировался с увеличением объёма серого вещества теменных и височных долей большого полушария на ранних стадиях болезни Альцгеймера, но также не у пациентов без деменции. Исследования позитивного эффекта физической активности по торможению дегенеративных изменений в мозге при его старении предупреждению развития болезни Альцгеймера продолжают [4, 5]. В одной из серий при участии 68 пациентов 65–85 лет с риском развития болезни Альцгеймера в результате физических тренировок не наблюдалось увеличения объёма серого вещества мозга, но физическая активность способствовала улучшению семантической памяти и других функций мозга [28].

В основном в процитированных исследованиях при риске нейродегенеративных изменений в мозге и когнитивного обеднения использовались аэробные тренировки. Проведено также сопоставление эффектов гимнастики Tai Chi (171 человек) с общепринятыми упражнениями на растяжение (218 участников программы) у старых людей группы риска прогрессирующего когнитивного обеднения [18]. В обеих группах получено улучшение когнитивной функции мозга в целом, но позитивный эффект в отношении выраженности симптомов деменции по клинической оценочной шкале отмечался только в группе с Tai Chi.

Высказано мнение, что при этом виде гимнастики (включающей аэробные компоненты) происходит усиление мозгового кровотока, поэтому занятия Tai Chi выражено активируют когнитивные функции аналогично с другими вариантами аэробных тренировок [3, 33].

Подытоживая позитивный эффект физической активности на познавательные функции стареющего человека отметим, что профилактика нарушений когнитивных возможностей при помощи дозированных физических нагрузок возможна, но начинать её следует в более молодом возрасте, до проявления значительных дефектов внимания, памяти, восприятия окружающей среды, принятия решений и других познавательных функций. Например, чтобы предупредить развитие даже лёгких нарушений когнитивных функций, а тем более, сенильной деменции, болезни Паркинсона и Альцгеймера у стариков, профилактику этих состояний нужно проводить уже у пожилых людей, а в группах риска приступать к ней даже в зрелом возрасте. Продемонстрировано, например, что повышенная физическая активность в середине жизни ассоциируется с увеличением объёма серого вещества в поздней жизни и снижает риск болезни Альцгеймера и когнитивного обеднения при старении [5, 26]. Однако значимым фактором риска устойчивости к коррекции нарушений когнитивных функций при реализации программ физической активности является ожирение старых людей [6], хотя у детей с избыточной массой тела в одном из рандомизированных, контролируемых исследований 2011 года показано улучшение исполнительской когнитивной функции и активация мозга при повышении физической активности.

Таким образом, в целом установлено, что позитивные структурные и функциональные изменения мозга на протяжении жизни человека обуславливаются различными типами физической активности [35], большую часть которой должны составлять аэробные нагрузки, увеличивающие кровоток в мозге и улучшающие когнитивные функции, психическое здоровье и качество жизни стареющего человека. Не вызывает сомнений, что одним из действенных средств сохранения здоровья мозга и улучшения качества жизни является регулярная, адекватная возрасту физическая активность, которая может способствовать также профессиональному долголетию стареющих людей. Это подчёркивает социальную значимость исследований профилактических и коррекционных средств, доступных для реализации людям всех возрастов при разном состоянии здоровья, стратегий, мало затратных для населения и бюджета любой страны. В первую очередь это относится к физической активности, а также к особенностям питания (последний аспект не вошёл в эту статью и будет обсуждён позже). Это особенно важно в связи с нарастанием популяции старых людей, требующим привлечения всё большего объёма бюджетных средств на их содержание и лечение.

Литература

1. Alosco, M. L., Brickman M. B., Spitznagel M. B. et al. Poorer physical fitness is associated with reduced structural brain integrity // *J. Neurol. Sci.* 2013. Vol. 328. P. 51–57.
2. Barzynska, A. Z., Chaddock-Heyman L., Voss M. W. et al. Physical activity and cardiorespiratory fitness are beneficial for white matter in low-fit older adults // *PLoS One*. 2014. Sep. 17.9. Vol. 9. e107413.
3. Bherer, L., Erickson K. I., Liu-Ambrose T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults // *J. Aging Research*. 2013. Vol. 2013. Article ID 657508. 8 pages.
4. Brown B. M., PEIFFER J. J., MARTINS R. N. Multiples effects of physical activity on molecular and cognitive signs of brain aging: can exercise slow neurodegeneration and delay Alzheimer's disease? // *Mol. Psychiatry*. 2013. Vol. 18. P. 864–874.
5. Buchman, A. S., Boyle P. A., Yu L. et al. Total daily physical activity and risk of AD and cognitive decline in older adults // *Neurology*. 2012. Vol. 78. P. 1323–1329.
6. Bugg, J. M., Shah K., Villareal D. T., Head D. Cognitive and neural correlates in obese older adults // *Exp. Aging Res.* 2012. Vol. 38. P. 131–145.
7. Bugg, J. M., Head D. Exercise moderates age-related atrophy of the medial temporal lobe // *Neurobiol. Aging*. 2011. Vol. 32. P. 506–514.
8. Chang, Y.-K., Pan C.-Y., Chen C.-L. et al. Effect of resistance-exercise training on cognitive function in healthy older adults: a review // *J. Aging a. Physical Activity*. 2012. Vol. 20, № 4. P. 497–517.
9. Colberg, Sh. Exercise recommendations for elderly adults / From Ch. 23 of «Exercise and diabetes: a clinician's guide to prescribing physical activity» // *Diabetes in control*. Novemb. 15, 2013. 5 p.
10. Cyatro, E. V., Lautenschlager N, T., Desmond P. M. et al. Protocol for randomized controlled trial evaluating the effect of physical activity on delaying the progression of white matter changes on MRI in older adults with memory complaints and mild cognitive impairment: the AIBL active trial // *BMC Psychiatry*. 2012. Vol. 12. Article 167.
11. Eggermont, L. H. P., Swaab D. F., Hol E. M. et al. Walking on line: a randomized trial on the effects of a short term walking programme on cognition in dementia // *J. Neurol., Neurosurg., Psychiatr.* 2009. Vol. 80. № 7. P. 802–804.
12. Erickson, K. L., Gildengers A. G., Butters M. A. Physical activity and brain plasticity in late adulthood // *Dialogues Clin. Neurosci.* 2013. Vol. 15. P. 99–108.
13. Erickson, K. L., Leckie R. L., Weinstein A. M. Physical activity, fitness and gray matter volume // *Neurobiol. Aging*. 2014. Vol. 35. Suppl. 2. P. S20–S28.
14. Erickson, K. L., Voss M. W., Prakash R. S. et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2011. Vol. 108. P. 3017–3022.
15. Gow, A. J., Bastin M. E., Minoz Maniega S. et al. Neuroprotective lifestyles and the aging brain: activity, atrophy, and white matter integrity // *Neurology*. 2012. Vol. 79. P. 1802–1808.
16. Head, D., Singh T., Bugg J. M. The moderating role of exercises on stress-related effects on the hippocampus and memory in later adulthood // *Neuropsychology*. 2012. Vol. 26. P. 133–143.
17. Kemoun, G., Thibaud M., Roumagne N. et al. Effects of a physical training programme on cognitive function and walking efficiency in elderly patients with dementia // *Dementia a. Geriatr. Cognitive Disorders*. 2010. Vol. 29, № 2. P. 109–114.
18. Lam, L. C. W., Chau R. C. M., Wong B. M. L. et al. Interim follow-up of a randomized controlled trial comparing Chinese style mind body (Tai Chi) and stretching exercises on cognitive function in subjects at risk of progressive cognitive decline // *Intern. J. Geriatr. Psychiatry*. 2011. Vol. 26, № 7. P. 733–740.
19. Langlois, F., Vu T. T. M., Chase G. et al. Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults // *J. Gerontol. B*. 2013. Vol. 68, № 3. P. 400–404. 2013.
20. Lista I., Sorrentino G. Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline // *Cellular a. Molecular Neurobiol.* 2010. Vol. 30, № 4. P. 493–503.
21. Liu-Ambrose, T., Nagamatsu L. S., Graf P. et al. Resistant training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial // *Arch. Internal Med.* 2010. Vol. 170, № 2. P. 170–178.
22. Nagamatsu, L. S., Chan A., Davis J. C. et al. Physical activity improves verbal and spatial memory in older adults with probable mild cognitive impairment: a 6-month randomized controlled trial // *J. Aging Res.* 2013. Vol. 2013. Article ID 861893. 10 pages.
23. Nouchi, R., Kawashima R. Improving cognitive function from children to old age: a systematic review of recent Smart Ageing intervention studies // *Advances in Neuroscience*. 2014. Article ID 235479. 15 pages.
24. Nouchi, R., Taki Y., Takeuchi H. et al. Four weeks of combination exercise training improved executive functions, episodic memory, and processing speed in healthy elderly people: evidence from a randomized controlled trial // *Age*. 2014. Vol. 36, № 2. P. 787–799.
25. Rogerson, M., Brown D. K., Sandercock G. et al. A comparison of four typical green exercise environments and prediction of psychological health outcomes // *Perspectives in Public Health*. June 18, 2015. 1757913915589845.
26. Rovio, S., Spulber G., Nieminen L. J. et al. The effect of midlife physical activity on structural brain changes in the elderly // *Neurobiol. Aging*. 2010. Vol. 31. P. 1927–1936.
27. Saunders, D. H., Creig C. A., Mead G. E. Physical activity and exercise after stroke // *Stroke*. 2014. Vol. 45. P. 3742–3747.
28. Smith, J. C., Nielson K. A., Woodard J. L. et al. Interactive effects of physical activity and APOE-epsilon BOLD semantic memory activation in healthy elders // *Neuroimage*. 2011. Vol. 54. P. 635–644.
29. Takeuchi, H., Taki Y., Nouchi R., et al. Anatomical correlates of quality of life: evidence from voxel-based morphometry // *Human Brain Mapping*. 2014. Vol. 35, № 5. P. 1834–1846.
30. Tian, Qu, Studentski S. A., Reznick S. M. et al. Midlife and late life cardiorespiratory fitness and brain volume changes in late adulthood: results from the Baltimor longitudinal study of aging // *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2016. Vol. 71, № 1. P. 124–130.
31. Tiozzo, E., Youbi M., Davek L. et al. Aerobic, resistance, and cognitive training poststroke // *Stroke*. 2015. Vol. 46. P. 2012–2016.
32. Tseng, Ch.-N., Gau B.-S., Lou M.-F. The effectiveness of exercise on improving cognitive function in older people: a systematic review // *J. Nursing Research*. 2011. Vol. 19, № 2. P. 119–131.
33. Tyndall, A. V., Davenport M. H., Wilson B. J. et al. The brain-in-motion study: effect of a 6-month aerobic exercise intervention on cardiovascular regulation and cognitive function in older adults // *BMC Geriatrics*. 2013. Vol. 13. Article 21.

□ **Обзоры и лекции**

34. *Verstynen, T. D., Lynch B., Miller D. L. et al.* Caudate nucleus volume mediates the link between cardiorespiratory fitness and cognitive flexibility in older adults // *J. Aging Res.* 2012. Vol. 2012. P. 939285 Epub.

35. *Voelcker-Rehage, C., Nieman C.* Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span // *Neurosci. Biobehav. Reviews.* 2013. Vol. 37 (9 Pt B). P. 2268–2295.

36. *Voss, M. W., Nagamatsu L. S., Liu-Ambrose T., Kramer A. F.* Exercise, brain, and cognition across the life span // *J. Appl. Physiol.* 2011. Vol. 111, № 5. P. 1505–1513.

37. *Weinstein, A. M., Voss R. S., Prakash L. et al.* The association between aerobic fitness and executive function is mediated by prefrontal cortex volume // *Brain Behav. Immun.* 2012. Vol. 26. P. 811–819.

38. *Yang, F., Lageros T., Bellocco R. et al.* Physical activity and risk of Parkinson's disease in the Swedish National March Cohort // *Brain.* 19 Nov. 2014. (doi:10.1093/brain/awu323).

Поступила 28.01.2016 г.