

УДК 616-092

## Физические нагрузки в реабилитации после инсульта

Пальцын А.А.<sup>1,2</sup>, Свиридкина Н.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии».

125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

<sup>2</sup> Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская Академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

123995, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1

*Инсульт – острое нарушение циркуляции крови в мозге, чаще в форме ишемии. Для людей, достигших возраста 40 лет, инсульт становится наиболее частой причиной инвалидности. Она возникает как следствие повреждения и гибели нервных центров и их связей с мышцами. Мучительное и опасное следствие инсульта – нарушение пострурального баланса и другой двигательной активности. Поэтому главным способом постинсультной реабилитации стали физические нагрузки. Такие «простые», однако жизненно-важные, без осознанных усилий выполняемые здоровым человеком действия, как стояние без ежесекундного риска упасть, ходьба по горизонтали и по лестнице реализуются для перенесшего инсульт только как награда за волю, терпение и, часто, за огромный труд. Возможно, не столь заметным, но всё же высоко значимым является восстанавливающее действие физических нагрузок на когнитивные способности пациента и самооценку качества жизни.*

**Ключевые слова:** инсульт; физические нагрузки; реабилитация; поструральный баланс.

**Для цитирования:** Пальцын А.А., Свиридкина Н.Б. Физические нагрузки в реабилитации после инсульта. *Патогенез*. 2022; 20(1): 74-81

**DOI:** 10.25557/2310-0435.2022.01.74-81

**Для корреспонденции:** Пальцын Александр Александрович, e-mail: lrrp@mail.ru

**Финансирование.** Исследование не имеет спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Поступила:** 17.12.2021

## Physical exercise in post-stroke rehabilitation

Paltsyn A.A.<sup>1,2</sup>, Sviridkina N.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of General Pathology and Pathophysiology,  
Baltiyskaya St. 8, Moscow 125315, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuing Vocational Education,  
Barrikadnaya St. 2/1, Moscow 123995, Russian Federation

*Stroke is an acute violation of cerebral circulation, often in the form of ischemia. For people over the age of 40, stroke is the most common cause of disability, which results from damage and death of nerve centers and their connections with muscles. A painful and dangerous consequence of stroke is violation of postural balance and other motor activities. Thus, physical activity has become the main method of post-stroke rehabilitation. "Simple" but vital actions performed by a healthy person without conscious efforts, such as standing without a risk of falling any second, walking on a horizontal surface and upstairs, can become feasible for a stroke survivor only as a reward for the person's willpower, patience, and often for enormous work. Perhaps not as noticeable, but still highly significant, is the restorative effect of physical activity on the patient's cognitive abilities and self-assessment of the quality of life.*

**Key words:** stroke; physical exercise; rehabilitation; postural balance.

**For citation:** Paltsyn A.A., Sviridkina N.B. [Physical exercise in post-stroke rehabilitation]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2022; 20(1): 74-81 (in Russian)

**DOI:** 10.25557/2310-0435.2022.01.74-81

**For correspondence:** Paltsyn Alexander Alexandrovich, e-mail: lrrp@mail.ru

**Funding.** The study had no sponsorship.

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

**Received:** 17.12.2021

## **Клинические аспекты инсульта: распространённость, факторы риска, подходы к терапии**

Для людей, достигших возраста 40 лет, инсульт превращается в наиболее частую причину инвалидности и вторую по частоте (после рака и сердечно-сосудистых заболеваний) причину смерти [1]. В России опубликована как ежегодно регистрируемая цифра «около полу-миллиона новых случаев инсульта» [2]. В отечественной википедии статистика ещё лучше: 400 000–450 000 инсультов в год. Эти российские цифры слишком хороши, чтобы быть правдой. Они намного оптимистичнее показателей мировой статистики, которая сообщает для 1990–2010 годов о 200 инсультах на 10 000 жителей [3]. Существенное различие связано, к сожалению, не с лучшим, сравнительно с мировым, уровнем здоровья и здравоохранения соотечественников, а с особенностями сбора и представления данных.

Неблагоприятная статистика первичных инсультов усугубляется выраженной тенденцией этой болезни к рецидивированию. В первый год после перенесенного инсульта частота заболеваемости увеличивается на 11,1%, в первые 5 лет — на 26,4%, в первые 10 лет — на 39,2% [4]. Следовательно, лечение таких пациентов — это ещё и профилактика новых случаев инсульта.

Наиболее значимым риск-фактором инсульта называют диабет, для которого характерны выявляемые ранние признаки: повышенный уровень гликогемоглобина и глюкозы натощак. Следовательно, один из способов профилактики инсульта — лечение диабета. Также в основе механизма ишемизации мозговой ткани лежат гематологические нарушения и гиперкоагуляционные состояния, и дисбаланс металло-лигандного гомеостаза [5]. Для разработки адекватной терапии в настоящее время предложены приемы решения чрезвычайно трудной задачи — создания экспериментальной модели ишемического инсульта [6].

Организм отвечает на инсульт, как и на другие повреждения, регенераций, в которой по временному параметру различают быструю и отдаленную. Благодаря регенерации, при малых по объёму и грубости разрушениях жертва инсульта может его не заметить или не счесть достаточным поводом для обращения к врачу. Если ситуация хуже и обращение произошло, то первая, чрезвычайно привлекательная, но трудно и потому редко выполняемая, задача медицины: «не дать развивающемуся инсульту (транзиторной ишемической атаке) возможности превратиться в инсульт». Иными словами, восстановить кровоток в пораженной области мозга на стадии нарушения газообмена, до гибели нервных, глиальных и сосудистых клеток. Следует подчеркнуть, что такая ситуация бывает при медленном развитии циркуляторных нарушений. Сообщаются следующие цифры. Умеренная ишемия (приблизительно 50% нормы) заметно не повреждает шипики дендритов течение 5 часов, но ишемия до 10% нормальной циркуляции вызы-

вает разрушение шипиков уже в течение 10 минут. Реперфузия не позднее 20–60 минут с момента нарушения кровотока (редко возможная) способна сохранить дендриты [7]. Понятно, что ранняя реперфузия редко удается технически, а становясь по стечению обстоятельств отсроченной, редко назначается терапевтически из-за опасности ишемия-реперфузионных повреждений.

Намного более поздние тромболизис и эндоваскулярная тромбэктомия пока представлены в публикациях отдельными случаями с хорошим ближайшим, но неизвестным последующим результатом [8]. Эндоваскулярная тромбэктомия через 6–16 часов после ишемического инсульта плюс стандартная медикаментозная терапия приводят к лучшим функциональным результатам, чем только стандартная медикаментозная терапия пациентов с окклюзией проксимальной среднемозговой артерии или внутренней сонной артерии [9]. Ранние тромболизис и эндоваскулярная тромбэктомия — это на сегодняшний день одна из морально трудных областей медицины, где наряду с успехами вероятные и даже, по-видимому, неизбежные ошибки врачей оборачиваются инвалидностью или смертью больного. Такие методы лечения, на первый взгляд, могут показаться избыточно радикальными. Однако возможность с их помощью облегчить и даже предотвратить инвалидность и страдания, часто тяжёлые, в последующей жизни сохраняет эти методы в программе лечения. Конечно, с учетом конкретных обстоятельств каждого больного.

В массовой медицине более 80% больных трудоспособного возраста, перенесших инсульт, становятся инвалидами, около 30% из них нуждаются в постоянной посторонней помощи. Самым распространенным фактором инвалидизации значительного числа пациентов являются двигательные расстройства. Их влияние на жизнь, тяжёлое само по себе, часто усугубляется когнитивной недостаточностью, по частоте развития которой инсульт уступает только болезни Альцгеймера [10]. Такое положение убедительно свидетельствует об остроте проблемы реабилитации после инсульта. Быстрая и полная реабилитация возможна только при достаточном уровне восстановления кровотока в зоне повреждения. Сложность патогенеза развития инсульта затрудняет разработку вполне разумных «ответных действий» врача. В общих словах, следует, анализируя клинические данные, маркёры состояния мозга и используя пластические способности мозга, добиваться максимально быстрого восстановления циркуляции и утраченных двигательных и когнитивных функций. Мы попытались написать по возможности краткий обзор необозримой литературы по проблеме восстановления, сосредоточившись на главном лечебном факторе — физической активности.

### **Двигательные нарушения после инсульта и их реабилитация**

Универсальная роль в организме мозга воплощается в универсальность разрушительного действия инсуль-

та, способного нарушить: движения вообще и, в частности, способность ходить, речь, когнитивную способность, память, зрение, слух, осязание, обоняние, глотание, коммуникабельность, эстетический и пищевой вкус, эмоционально-нравственную чуткость и устойчивость. Всеобъемлющее значение мозга обуславливает то положение, что инсульт лишь формально по инерции и традиции числится и предстает в разного рода документах как «болезнь». Он является, по сути, большим разделом медицины, представляющим множество существенно различающихся болезней. Различие не мешает им развиваться синхронно и тем отягощать состояние больного.

В лечении таких больных часто требуется участие врачей различных специальностей. Их описания и отчеты «по инсульту», как правило, справедливы только для некоторых из бесчисленного числа вариантов инсульта.

Так, априори понятное достоинство раннего восстановления кровотока не всегда подтверждается практикой. «Очень раннее начало терапии – в течение первых суток» (в среднем 18,5 часов) не увеличивая количество людей, которые выжили или полностью выздоровели после инсульта «может увеличивать риск осложнений в курсе реабилитации» [11].

Расстройства двигательной функции – причина 81,2% постинсультной инвалидности. Многозначительные результаты недавно опубликованного китайского исследования показали, что физическая слабость не только самый частый результат инсульта, но достоверный фактор риска инсульта. В 4-летнем исследовании 8871 участников в возрасте более 45 лет они обнаружили, что при малой силе кисти, риск инсульта повышается на 89,3% сравнительно с обладателями нормальной силы [12].

В устранении и профилактике двигательных расстройств главное значение имеют нагрузки. Физическая реабилитация с использованием отдельно и в сочетании различных доступных подходов, адаптированных к состоянию пациента, благотворно влияет на качество его жизни. Но, в то же время, не всегда оказывается достаточной для обеспечения полной физической независимости. У значительной части пациентов после инсульта длительно, а нередко пожизненно остаются функциональные нарушения. Поэтому постоянно ведутся поиски методов (используемых в качестве самостоятельных практик или в дополнение к традиционному лечению), которые могли бы улучшить процесс восстановления и, в результате, повысить функциональные возможности больного.

Благотворное действие физических нагрузок на реабилитацию описали по результатам эксперимента на мышцах Lohkamp с сотрудниками [13]. Исследовали влияние физической нагрузки на восстановление подвижности и некоторые морфологические характеристики мозга после окклюзии средней мозговой артерии. Шестидневный курс добровольных нагрузок осуществлялся помещением каждой мышцы в клетку с произвольно

самим животным вращаемым колесом – бегом в колесе. Контроль отличался только тем, что в их клетках не было колеса. В группе с нагрузками обнаружили выявляемое наблюдением восстановление исходной (до инсультной) подвижности и морфологических показателей: плотности миелина, густоты сосудистой сети, ориентации и густоты расположения волокон белого вещества. В контроле эти показатели снижались. Интересным моментом этого эксперимента является добровольное выполнение нагрузок мышцами.

Нарушения двигательной функции не только самые частые, но и самые разнообразные по проявлениям последствия инсульта. Они могут быть обусловлены непосредственным поражением мышц или дисфункцией различных звеньев системы регуляции движений. Часто встречается слабость (неадекватная реальной нагрузке генерация мышечного усилия) разгибателей и отводящих мышц рук, а также сгибателей и разгибателей ног, утрата селективного контроля над мышцами конечностей с нарушением тонких движений. Разлад регуляции глазодвигательных мышц выражается диплопией – различающимися картинками в двух глазах.

Инсульт – болезнь многообразно и часто грубо снижающая качество жизни. Для человека самооценка качества жизни может иметь более важное значение, чем реально сложившееся качество. Мы живем не только во внешней среде, но и в нашем восприятии её. Поэтому в описании результатов и оценке всех реабилитационных техник наряду с объективными данными имеет значение и не выражаемое цифрой, субъективное, эмоциональное, выявляемое опросом качество жизни. Jitka Veldema и Petra Jansen опубликовали результаты [14] метаанализа действия resistance training (тренировка на выносливость у нас часто называемая аэробной нагрузкой) в курсе реабилитации. Определили, что resistance training (чаще всего – бег) повышает самооценку качества жизни и в этом отношении имеет преимущество перед другими видами реабилитационных физических нагрузок.

Подтверждающий это положение материал содержится в обзоре 13 исследований с участием 514 пациентов. Отмечен существенный эффект лечения в отношении субъективного краткосрочного улучшения памяти. Значимых эффектов лечения в отношении улучшения памяти в долгосрочной перспективе или объективных показателей памяти, настроения, работоспособности и качества жизни не обнаружили [15].

В раннем восстановительном периоде после инсульта с явно коротким сроком реабилитации (2 недели по 5 занятий в неделю), авторам удалось значимо увеличить силу паретичных мышц ног, постуральную устойчивость, скорость ходьбы. Улучшение было в двух группах пациентов с различающимися нагрузками: ходьба в экзоскелете и педальный тренажер. Лучшие результаты были в первой группе [16].

Мозг млекопитающих в норме всю жизнь сохраняет способность к реорганизации под действием разнообразных сочетаний возбуждательных и тормозных сти-

мулов. Патогенные факторы могут усиливать и ингибировать эту перестройку связей. Так, циркуляторные повреждения моторной коры нарушают связи структурно – переориентацией и изменением числа шипиков на дендритах, и функционально – изменением концентрации транмиттеров в нервной ткани. Повреждения вызывают воспаление, меняют соотношение и взаимодействие микроглии и макрофагов. Эти сведения пока не вышли на уровень рутинной терапевтической коррекции, управления про- и анти- воспалительными реакциями клеток, гарантированного перевода нейрострукции в нейропротекцию [17]. Однако выяснение закономерностей корковой реорганизации позволит применить механизм пластичности к реабилитации пациентов после инсульта и черепно-мозговой травмы.

Вопрос о начале медицинских реабилитационных мероприятий непростой и пока однозначно не решённый. Природные реабилитационные механизмы включаются повреждением и направлены на ликвидацию его последствий. Эксперименты свидетельствуют, что после ишемического повреждения запускается каскад генетических, молекулярных, клеточных и электрофизиологических событий, которые способствуют восстановлению нервной системы. Включается эволюционно сформировавшаяся и закреплённая пластичность мозга, способная реабилитировать (и часто реабилитирующая) без участия врача. Последнее, т.е. участие врача, должно устранять всё мешающее проявлению природной пластичности мозга.

Американские неврологи считают, что реабилитационные мероприятия не следует осуществлять в первые сутки после инсульта. Рекомендуют начинать их в первые 2 недели. Называют этот период «окном пластичности», в рамке которого реабилитация эффективна и безопасна [18]. Точное хронологическое определение этого окна приобретет полную эффективность, только сочетаясь с точностью выбора специфики и дозы реабилитационного воздействия. Оно должно быть безопасным и достаточным для создания тренировочного, стимулирующего, но не перегружающего эффекта [19]. Старт постинсультной реабилитации в день госпитализации больного или на второй день (при геморрагическом инсульте) сегодня может казаться оптимальным [11]. Называется такой стиль очень ранней мобилизацией (Very early mobilization, VEM). Отмечается в то же время вероятность осложнений при ранней реабилитации. По литературному впечатлению вопрос о начале реабилитации сегодня часто находится в области не только знаний – опыта, но и «таланта врача». Разрешение вопроса объективным, основанным на надёжных критериях, научным ответом будет заметным успехом в лечении инсульта.

Снижающая работоспособность инвалидность (физическая, ментальная, эмоциональная, речевая или комбинированная) сохраняется у 75% больных, выживших после инсульта и через какой-то срок пребывания выписанных из клиники. Мы имеем в виду, как клинику по скорой помощи, так и по реабилитации, общий срок

лечения которых в большинстве случаев не завершается полным выздоровлением, и требует много месяцев, а нередко и лет.

Пребывание пострадавшего от инсульта в клинике, сопутствующие этому ограничения и трудности тяжелы, но всё же часто воспринимаются и оказываются состоянием временным, и существенно облегчаемым больничным уходом. Перетерпеть такие временные состояния в условиях больницы возможно и не очень трудно. Домой, в отсутствие обязательной и профессиональной услуги, пациенты (3/4 из них с инвалидностью) выписываются надолго, часто на всю оставшуюся жизнь. Возникает много проблем как бытового, так и психологического плана. В интернете есть их подробное и «высококомпетентное» описание на русском языке самой пострадавшей – американским неврологом Bolte Taylor Jill [20].

### **Механизмы восстановления постурального баланса**

Нарушение постурального баланса – одно из самых тяжелых последствий инсульта, грубо снижающее качество жизни и опасное большой вероятностью травматизма. Мировой медицинский и жизненный опыт показывают, что на первое место по актуальности и распространенности часто выдвигается проблема восстановления постурального баланса – как возможности ходить. Значение возможности ходить и постоянной, достаточно эффективной и безопасной реализации этой возможности переоценить нельзя. Кроме разрешения множества жизненных, трудовых, бытовых проблем ходьба – интенсивная и, вероятно, самая естественная нагрузка мозга и мускулатуры, – стимулятор продукции и выделения в кровь мио- и нейрокинов – мощный фактор реабилитации не только двигательных, но всех вызванных инсультом нарушений здоровья [21].

Наиболее изученным, важным по значению и самым обильным по содержанию из нейрокинов является BDNF, с доказанным многими исследованиями нейропротективным действием при различных патологиях, включая инсульт. Среди многих положительных эффектов BDNF есть такое актуальное при инсульте действие как предотвращение апоптоза [22]. Аэробные нагрузки в молодом и среднем возрасте увеличивают содержание в крови лактата и BDNF. Этим стимулируют нейропластичность, с такими её проявлениями как нейрогенез, спиногенез, синаптогенез [23]. Пожилым людям для увеличения концентрации в крови BDNF с его благотворным влиянием на здоровье необходимы силовые нагрузки или их комбинация с аэробными [24]. Высокоинтенсивные интервальные тренировки значительно повышают концентрацию в крови BDNF – сравнительно с продолжительными нагрузками меньшей интенсивности [25].

Долгое время лактат считали побочным продуктом анаэробного обмена. Однако теперь стало ясно, что это

важная сигнальная молекула — участник нескольких метаболических процессов и энергоноситель для мускулатуры, сердца и для мозга [26]. Лактат оказался посредником цереброваскулярной пластичности и адаптации к физическим нагрузкам когнитивных процессов [27].

Ходьба (и, тем более, бег) человека удивительное, уникальное по совершенству регулирования явление природы, одно из чудес света, основанное на постуральном балансе. По распределению веса тело человека представляет собой перевернутый маятник: масса расположена выше опоры — антимаятник. При отклонении от вертикали маятника, его масса способствует неизбежному, автоматическому возврату маятника в исходное положение. При отклонении от вертикали человека, его масса способствует увеличению отклонения и падению. При ходьбе, а тем более беге, постоянно возникают моменты, когда достаточно просторное по площади поперечного сечения тело опирается на одну, небольшую по площади ступню. Разница площадей горизонтальных сечений ступни и тела обуславливает то, что при движении центр тяжести тела постоянно отклоняется за пределы площади ступни и, следовательно, тело, лишенное опоры, должно упасть. Конечно, одно из удивительных чудес природы то, что человек — анатомический антимаятник, обреченный физикой падать при ничтожных отклонениях центра тяжести за пределы малой по площади ступни, благодаря постуральному балансу успешно ходит, бегает, танцует, поднимает и носит тяжести, занимается сложнейшими по характеру движений и величине отклонения центра тяжести от опоры видами спорта (гимнастика, фигурное катание).

Как мы видим, конструктивно антимаятник неустойчив. Устойчивость при стоянии, а тем более, движении, достигается за счет работы мышц, постоянно и быстро возвращающих антимаятник в положение равновесия. Колебания позы — это характерные для спокойного стояния тела отклонения, имеющие амплитуды порядка долей градуса. Такие отклонения являются, согласно большинству существующих оценок, подпороговыми для вестибулярного аппарата и лежат на границе чувствительности суставно-мышечных рецепторов и зрительной системы. Самая гравитационно-чувствительная мышца человека — камбаловидная [28]. Результаты клинических исследований показывают, что наиболее существенные нарушения равновесия наблюдаются при инсультах в правом полушарии — левостороннем гемипарезе [29].

Для успешной ходьбы необходимо сочетание достаточной мышечной силы и подвижности суставов с достаточной постуральной устойчивостью. Всё это повреждается инсультом, восстанавливается и совершенствуется физическими нагрузками. Постуральная устойчивость обеспечивается афферентной визуальной и вестибулярной информацией, а также соматосенсорной информацией от рецепторов костей, мышц, сухожилий, связок, кожи подошвы и других, соприкасающихся с опорой участков тела [29]. Постуральная

устойчивость (постуральный баланс) оценивается количественно по времени и точности, «чистоте» выполнения списка поз и движений, который разработала и предложила Берг (шкала баланса Берг).

Главный способ восстановления постуральной устойчивости после инсульта — ходьба. Вскоре после тяжелых поражений ходьба и суррогаты ходьбы становятся возможными только при использовании специальных приспособлений — экзопротезов, ходунков, костылей, трости. Для разработки постуральной устойчивости и выносливости в реабилитационных центрах используется множество технических приспособлений, в том числе, ходьба по движущейся поверхности (ленте) с регулируемой врачом скоростью. Величина нагрузки на ленте регулируется и определяется по шкале Берга — максимум в ней равен 20. В исследовании [30] 56 пациентов старше 50 лет (28 женщин), выписанных домой с легкой степенью ишемического инсульта, выполняли программу ходьбы: 29 занятий за 12 недель. Продолжительность занятий была 60 минут, интенсивность нагрузки — до 14–15 единиц по шкале Берга. В выборке с нагрузками, сравнительно с пережившими сопоставимый инсульт, но без описанного курса реабилитации, увеличивалась продолжительность стояния на одной ноге, скорость проходки, быстрота реакции, максимальная скорость на дистанции 10 метров, качество жизни по европейской шкале, самооценка степени восстановления.

Результаты клинических исследований показывают, что наиболее существенное нарушение равновесия наблюдается при правополушарных поражениях головного мозга. Авторы [31] сопоставляли колебания центра давления тела у пациентов с левосторонним и правосторонним гемипарезом. Оказалось, что при левостороннем гемипарезе, возникающим при поражении структур правого полушария, площадь колебаний положения центра давления в плоскости опор больше, чем при правостороннем.

Итак, особенно трудным становится восстановление постуральной устойчивости и ходьбы после инсульта в правом полушарии — где расположен центр равновесия. Таким большим свойственны апраксии, в частности латеропульсия — непреодолимое по описаниям [32], а точнее, труднопреодолимое отклонение тела в стороны. Конечно, это увеличивает риск падения, задерживает реабилитацию больных. И, всё-таки, по статистическим результатам 22 наиболее строгих исследований, выбранных из 1881 опубликованных отчетов, есть убедительные доказательства того, что тренировка может улучшить контроль равновесия в положениях сидя, стоя и в движении [33]. Среди множества публикаций, по актуальной постинсультной теме (контроля и развития баланса) опубликованы результаты тренировки двух групп пациентов, вставших со стула либо с расположенными на одном горизонтальном уровне ногами, либо со сдвинутой назад паретичной ногой. В течение месячного курса трени-

ровок все показатели баланса во второй группе становились лучше [34].

В решении сложных задач постинсультной реабилитации не стоит упускать из вида, а, наоборот, следует широко использовать то положение, что мозг — наш посредник в связях со средой, отличается большой пластичностью [35]. Он приспосабливается и тем приспосабливает нас к образу жизни, в том числе и к образу питания, и к уровню физической активности [36].

## Заключение

Остаться живым после инсульта — это уже удача. Величина её в высокой степени зависит от квалификации врача, ума, воли и любви к жизни пациента. Большая любовь к жизни необходима потому, что такие «простые», однако жизненно-важные, без осознанных усилий выполняемые здоровым человеком действия, как стояние без ежесекундного риска упасть, ходьба по горизонтали и по лестнице реализуются для перенесшего инсульт только как награда за волю, терпение и, часто, за огромный труд. Возможно, не столь заметным, но всё же высоко значимым является восстанавливающее действие физических нагрузок на когнитивные способности пациента и самооценку качества жизни.

## Список литературы

1. Dąbrowski J., Czajka A., Zielińska-Turek J., Jaroszyński J., Furtak-Niczyporuk M., Mela A., Poniowski Ł.A., Drop B., Dorobek M., Barcikowska-Kotowicz M., Ziemia A. Brain Functional Reserve in the Context of Neuroplasticity after Stroke. *Neural Plast.* 2019; 2019: 9708905. DOI: 10.1155/2019/9708905
2. Левин О.С., Боголепова А.Н. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова.* 2020; 120(11): 99–107. DOI: 10.17116/jnevro202012011199
3. Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Krishnamurthi R., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Sacco R.L., Anderson L., Truelsen T., O'Donnell M., Venketasubramanian N., Barker-Collo S., Lawes C.M.M., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Naghavi M., Murray C., Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2010 (GBD 2010) and the GBD Stroke Experts Group. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2014; 383: 245–254. DOI: 10.1016/s0140-6736(13)61953-4
4. Домашенко М.А., Ахмадуллина Д.Р. Вторичная профилактика инсульта и постинсультная реабилитация на амбулаторном этапе. *Нервные болезни.* 2020; 1: 36–44. DOI: 10.24411/2226-0757-2020-12150
5. Клименко Л.Л., Скальный А.В., Благодоров М. Л., Мазиллина А.Н., Буданова М.Н., Грабеклис А.Р. Метаболические предикторы ишемического инсульта: протеин С, D-димеры, макро- и микроэлементы (обзор литературы). *Патогенез.* 2020; 18(4): 16–24. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.04.16-24
6. Гельцер Б.И., Слабенко Э.В., Заяц Ю.В., Котельников В.Н. Методы моделирования острой ишемии головного мозга: патофизиологическое обоснование выбора и значение для клинической практики. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2019; 63(2): 142–152. DOI: 10.25557/0031-2991.2019.02.153-158
7. Zhang S., Boyd J., Delaney K., Murphy T.H. Rapid Reversible Changes in Dendritic Spine Structure In Vivo Gated by the Degree of Ischemia. *J. Neurosci.* 2005; 25(22): 5333–5338. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1085-05.2005
8. Sokol L.L., Hauser J.M., Lum H.D., Forlizzi J., Cerf M., Caprio F.Z., Young M.J. Goal-Concordant Care in the Era of Advanced Stroke Therapies. *J. Palliat. Med.* 2021; 24(2): 297–301. DOI: 10.1089/jpm.2019.0667
9. Albers G.W., Marks M.P., Kemp S., Christensen S., Tsai J.P., Ortega-Gutierrez S., McTaggart R.A., Torbey M.T., Kim-Tenser M., Leslie-Mazwi T., Sarraj A., Kasner S.E., Ansari S.A., Yeatts S.D., Hamilton S., Mlynash M., Heit J.J., Zaharchuk G., Kim S., Carrozella J., Palesch Y.Y., Demchuk A.M., Bammer R., Lavori P.W., Broderick J.P., Lansberg M.G., DEFUSE 3 Investigators. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378(8): 708–718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973
10. Amorós-Aguilar L., Rodríguez-Quiroga E., Sánchez-Santolaya S., Coll-Andreu M. Effects of Combined Interventions with Aerobic Physical Exercise and Cognitive Training on Cognitive Function in Stroke Patients: A Systematic Review. *Brain Sci.* 2021; 11(4): 473. DOI: 10.3390/brainsci11040473
11. Langhorne P., Collier J.M., Bate P.J., Thuy M.N., Bernhardt J. Very early versus delayed mobilisation after stroke. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018; 2018; 10(10): CD006187. DOI: 10.1002/14651858.CD006187.pub3
12. Liu G., Xue Y., Wang S., Zhang Y., Geng Q. Association between hand grip strength and stroke in China: a prospective cohort study. *Aging (Albany NY).* 2021; 13(6): 8204–8213. DOI: 10.18632/aging.202630
13. Lohkamp K.J., Kiliaan A.J., Shenk J., Verweij V., Wiesmann M. The Impact of Voluntary Exercise on Stroke Recovery. *Front. Neurosci.* 2021; 12; 15: 695138. DOI: 10.3389/fnins.2021.695138
14. Veldema J., Jansen P. Resistance training in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil.* 2020; 34(9): 1173–1197. DOI: 10.1177/0269215520932964
15. das Nair R., Cogger H., Worthington E., Lincoln N.B. Cognitive rehabilitation for memory deficits after stroke. An updated review. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 9(9): CD002293. DOI: 10.1002/14651858.CD002293.pub3
16. Котов С.В., Исакова Е.В., Лиждвой В.Ю., Петрушанская К.А., Письменная Е.В., Романова М.В., Кодзокова Л.Х. Роботизированное восстановление функции ходьбы у больных в раннем восстановительном периоде инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова.* 2020; 120(8–2): 73–80. DOI: 10.17116/jnevro202012008273
17. Abe N., Nishihara T., Yorozuya T., Tanaka J. Microglia and Macrophages in the Pathological Central and Peripheral Nervous Systems. *Cells.* 2020; 9(9): 2132. DOI: 10.3390/cells9092132
18. Coleman E.R., Moudgal R., Lang K., Hyacinth H.I., Awosika O.O., Kissela B.M., Feng W. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2017; 19(12): 59. DOI: 10.1007/s11883-017-0686-6
19. Otokita S., Uematsu H., Kunisawa S., Sasaki N., Fushimi K., Imanaka Y. Impact of rehabilitation start time on functional outcomes after stroke. *J. Rehabil. Med.* 2021; 53(1): jrm00145. DOI: 10.2340/16501977-2775
20. Taylor J.B. *My Stroke of Insight: A Brain Scientist's Personal Journey.* London: Penguin Books, 2008. 193 p.
21. Rafsten L., Danielsson A., Sunnerhagen K.S. Self-perceived postural balance correlates with postural balance and anxiety during the first year after stroke: a part of the randomized controlled GOTVED study. *BMC Neurol.* 2020; 20(1): 410. DOI: 10.1186/s12883-020-01982-z
22. Wang L.X., O'Connor M., Wang G., Han F. Brain-Derived Neurotrophic Factor and Its Potential Therapeutic Role in Stroke Comorbidities. *Neural Plast.* 2020; 2020: 1969482. DOI: 10.1155/2020/1969482
23. Müller P., Duderstadt Y., Lessmann V., Müller N.G. Lactate and BDNF: Key Mediators of Exercise Induced Neuroplasticity? *J. Clin. Med.* 2020; 9(4): 1136. DOI: 10.3390/jcm9041136
24. Marinus N., Hansen D., Feys P., Meesen R., Timmermans A., Spildooren J. The Impact of Different Types of Exercise Training on Peripheral Blood Brain-Derived Neurotrophic Factor Concentrations in Older Adults: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2019; 49(10): 1529–1546. DOI: 10.1007/s40279-019-01148-z
25. Jiménez-Maldonado A., Rentería I., García-Suárez P.C., Moncada-Jiménez J., Freire-Royes L.F. The Impact of High-Intensity Interval Training on Brain Derived Neurotrophic Factor in Brain: A Mini-Review. *Front. Neurosci.* 2018; 12: 839. DOI: 10.3389/fnins.2018.00839
26. Adeva-Andany M., López-Ojén M., Funcasta-Calderón R., Ameñeros-Rodríguez E., Donapetry-García C., Vila-Altesor M., Rodríguez-Seijas J. Comprehensive review on lactate metabolism in

- human health. *Mitochondrion*. 2014; 17: 76–100. DOI: 10.1016/j.mito.2014.05.007
27. Huang Z., Zhang Y., Zhou R., Yang L., Pan H. Lactate as Potential Mediators for Exercise-Induced Positive Effects on Neuroplasticity and Cerebrovascular Plasticity. *Front. Physiol.* 2021; 12: 656455. DOI: 10.3389/fphys.2021.656455
  28. Григорьев А.И., Шенкман Б.С. Скелетная мышца в безопорном мире. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2008; 78(4): 337–345.
  29. Жаворонкова Л.А., Жарикова А.В., Максакова О.А. Интегрирующая роль произвольного позного контроля при реабилитации больных с черепно-мозговой травмой. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*. 2011; 61(1): 24–33.
  30. Sandberg K., Kleist M., Falk L., Enthoven P. Effects of Twice-Weekly Intense Aerobic Exercise in Early Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2016; 97(8): 1244–1253. DOI: 10.1016/j.apmr.2016.01.030
  31. Устинова К.И., Иоффе М.Е., Черникова Л.А. Особенности нарушений вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами. *Физиология человека*. 2003; 29(5): 140–147.
  32. Dai S., Piscicelli C., Clarac E., Vaciu M., Hommel M., Pérennou D. Balance, Lateropulsion, and Gait Disorders in Subacute Stroke. *Neurology*. 2021; 96(17): 2147–2159. DOI: 10.1212/WNL.00000000000011152
  33. Van Criekinge T., Truijens S., Schröder J., Maebe Z., Blanckaert K., van der Waal C., Vink M., Saeys W. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil.* 2019; 33(6): 992–1002. DOI: 10.1177/0269215519830159
  34. Liu M., Chen J., Fan W., Mu J., Zhang J., Wang L., Zhuang J., Ni C. Effects of modified sit-to-stand training on balance control in hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2016; 30(7): 627–636. DOI: 10.1177/0269215515600505
  35. Пальцын А.А., Свиридкина Н.Б. Пластичность мозга. *Патогенез*. 2020; 18(3): 68–76. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.03.68-76
  36. Пальцын А.А. Ресвератрол. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2021; 65(1): 116–123. DOI: 10.25557/0031-2991.2021.01.116-123
  7. Zhang S., Boyd J., Delaney K., Murphy T.H. Rapid Reversible Changes in Dendritic Spine Structure In Vivo Gated by the Degree of Ischemia. *J. Neurosci.* 2005; 25(22): 5333–5338. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1085-05.2005
  8. Sokol L.L., Hauser J.M., Lum H.D., Forlizzi J., Cerf M., Caprio F.Z., Young M.J. Goal-Concordant Care in the Era of Advanced Stroke Therapies. *J. Palliat. Med.* 2021; 24(2): 297–301. DOI: 10.1089/jpm.2019.0667
  9. Albers G.W., Marks M.P., Kemp S., Christensen S., Tsai J.P., Ortega-Gutierrez S., McTaggart R.A., Torbey M.T., Kim-Tenser M., Leslie-Mazwi T., Sarraj A., Kasner S.E., Ansari S.A., Yeatts S.D., Hamilton S., Mlynash M., Heit J.J., Zaharchuk G., Kim S., Carrozella J., Palesch Y.Y., Demchuk A.M., Bammer R., Lavori P.W., Broderick J.P., Lansberg M.G., DEFUSE 3 Investigators. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378(8): 708–718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973
  10. Amorós-Aguilar L., Rodríguez-Quiroga E., Sánchez-Santolaya S., Coll-Andreu M. Effects of Combined Interventions with Aerobic Physical Exercise and Cognitive Training on Cognitive Function in Stroke Patients: A Systematic Review. *Brain Sci.* 2021; 11(4): 473. DOI: 10.3390/brainsci11040473
  11. Langhorne P., Collier J.M., Bate P.J., Thuy M.N., Bernhardt J. Very early versus delayed mobilisation after stroke. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018; 2018; 10(10): CD006187. DOI: 10.1002/14651858.CD006187.pub3
  12. Liu G., Xue Y., Wang S., Zhang Y., Geng Q. Association between hand grip strength and stroke in China: a prospective cohort study. *Aging (Albany NY)*. 2021; 13(6): 8204–8213. DOI: 10.18632/aging.202630
  13. Lohkamp K.J., Kiliaan A.J., Shenk J., Verweij V., Wiesmann M. The Impact of Voluntary Exercise on Stroke Recovery. *Front. Neurosci.* 2021; 12: 15: 695138. DOI: 10.3389/fnins.2021.695138
  14. Veldema J., Jansen P. Resistance training in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil.* 2020; 34(9): 1173–1197. DOI: 10.1177/0269215520932964
  15. das Nair R., Cogger H., Worthington E., Lincoln N.B. Cognitive rehabilitation for memory deficits after stroke: An updated review. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016; 9(9): CD002293. DOI: 10.1002/14651858.CD002293.pub3
  16. Kotov S.V., Isakova E.V., Ljldvoy V.Yu., Petrushanskaya K.A., Pismennaya E.V., Romanova M.V., Kodzokova L.H. [Robotic recovery of walking function in patients in the early recovery period of stroke]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]*. 2020; 20(8–2): 73–80. DOI: 10.17116/jnevro202012008273 (in Russian)
  17. Abe N., Nishihara T., Yorozuya T., Tanaka J. Microglia and Macrophages in the Pathological Central and Peripheral Nervous Systems. *Cells*. 2020; 9(9): 2132. DOI: 10.3390/cells9092132
  18. Coleman E.R., Moudgal R., Lang K., Hyacinth H.I., Awosika O.O., Kissela B.M., Feng W. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2017; 19(12): 59. DOI: 10.1007/s11883-017-0686-6
  19. Otokita S., Uematsu H., Kunisawa S., Sasaki N., Fushimi K., Imanaka Y. Impact of rehabilitation start time on functional outcomes after stroke. *J. Rehabil. Med.* 2021; 53(1): jrm00145. DOI: 10.2340/16501977-2775
  20. Taylor J.B. *My Stroke of Insight: A Brain Scientist's Personal Journey*. London: Penguin Books, 2008. 193 p.
  21. Rafsten L., Danielsson A., Sunnerhagen K.S. Self-perceived postural balance correlates with postural balance and anxiety during the first year after stroke: a part of the randomized controlled GOTVED study. *BMC Neurol.* 2020; 20(1): 410. DOI: 10.1186/s12883-020-01982-z
  22. Wang L.X., O'Connor M., Wang G., Han F. Brain-Derived Neurotrophic Factor and Its Potential Therapeutic Role in Stroke Comorbidities. *Neural Plast.* 2020; 2020: 1969482. DOI: 10.1155/2020/1969482
  23. Müller P., Duderstadt Y., Lessmann V., Müller N.G. Lactate and BDNF: Key Mediators of Exercise Induced Neuroplasticity? *J. Clin. Med.* 2020; 9(4): 1136. DOI: 10.3390/jcm9041136
  24. Marinus N., Hansen D., Feys P., Meesen R., Timmermans A., Spildooren J. The Impact of Different Types of Exercise Training on Peripheral Blood Brain-Derived Neurotrophic Factor Concentrations in Older Adults: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2019; 49(10): 1529–1546. DOI: 10.1007/s40279-019-01148-z
  25. Jiménez-Maldonado A., Rentería I., García-Suárez P.C., Moncada-Jiménez J., Freire-Royes L.F. The Impact of High-Intensity

## References

1. Dąbrowski J., Czajka A., Zielińska-Turek J., Jaroszyński J., Furtak-Niczyporuk M., Mela A., Poniatowski Ł.A., Drop B., Dorobek M., Barcikowska-Kotowicz M., Ziemia A. Brain Functional Reserve in the Context of Neuroplasticity after Stroke. *Neural Plast.* 2019; 2019: 9708905. DOI: 10.1155/2019/9708905
2. Levin O.S., Bogolepova A.N. [Post-stroke motor and cognitive impairment: clinical features and modern approaches to rehabilitation]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]*. 2020; 120(11): 99–107. DOI: 10.17116/jnevro202012011199 (in Russian)
3. Feigin V.L., Forouzanfar M.H., Krishnamurthi R., Mensah G.A., Connor M., Bennett D.A., Moran A.E., Sacco R.L., Anderson L., Truelsen T., O'Donnell M., Venketasubramanian N., Barker-Collo S., Lawes C.M.M., Wang W., Shinohara Y., Witt E., Ezzati M., Naghavi M., Murray C. Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2010 (GBD 2010) and the GBD Stroke Experts Group. Global and regional burden of stroke during 1990–2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2014; 383: 245–254. DOI: 10.1016/s0140-6736(13)61953-4
4. Domashenko M.A., Akhmadullina D.R. [Secondary Stroke Prevention and Post-stroke Rehabilitation in Ambulatory Care]. *Nervnyye bolezni [The Journal of Nervous Diseases]*. 2020; 1: 36–44. DOI: 10.24411/2226-0757-2020-12150 (in Russian)
5. Klimenko L.L., Skalny A.V., Blagonravov M.L., Mazilina A.N., Budanova M.N., Grabeklis A.R. [Metabolic predictors of ischemic stroke: Protein C, D-dimers, macro- and microelements (review)]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2020; 18(4): 16–24. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.04.16-24 (in Russian)
6. Geltser B.I., Slabenko E.V.I., Zayats Yu.V.I., Kotelnikov V.N. [Methods for simulation of acute brain ischemia: pathophysiological substantiation of selection and importance for clinical practice]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya [Pathological Physiology and Experimental Therapy]*. 2019; 63(2): 142–152. DOI: 10.25557/0031-2991.2019.02.153-158 (in Russian)

- Interval Training on Brain Derived Neurotrophic Factor in Brain: A Mini-Review. *Front. Neurosci.* 2018; 12: 839. DOI: 10.3389/fnins.2018.00839
26. Adeva-Andany M., López-Ojén M., Funcasta-Calderón R., Ame-neiros-Rodríguez E., Donapetry-García C., Vila-Altesor M., Rodríguez-Seijas J. Comprehensive review on lactate metabolism in human health. *Mitochondrion.* 2014; 17: 76–100. DOI: 10.1016/j.mito.2014.05.007
  27. Huang Z., Zhang Y., Zhou R., Yang L., Pan H. Lactate as Potential Mediators for Exercise-Induced Positive Effects on Neuroplasticity and Cerebrovascular Plasticity. *Front. Physiol.* 2021; 12: 656455. DOI: 10.3389/fphys.2021.656455
  28. Grigor'ev A.I., Shenkman B.S. [The skeletal muscle in a support-free environment: another application of the physiology of signal systems]. *Vestnik Rossiyskoi akademii meditsinskikh nauk [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]*. 2008; 78(2): 152–159. (in Russian)
  29. Zhavoronkova L.A., Zharikova A.V., Maksakova O.A. [The integrating role of voluntary posture control in the rehabilitation of patients with traumatic brain injury]. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti imeni I.P. Pavlova [I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]*. 2011; 61(1): 24–33. (in Russian)
  30. Sandberg K., Kleist M., Falk L., Enthoven P. Effects of Twice-Weekly Intense Aerobic Exercise in Early Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2016; 97(8): 1244–1253. DOI: 10.1016/j.apmr.2016.01.030
  31. Ustinova K.I., Ioffe M.E., Chernikova L.A. [Features of vertical posture disorders in patients with post-stroke hemiparesis]. *Fiziologiya cheloveka [Human Physiology]*. 2003; 29(5): 140–147. (in Russian)
  32. Dai S., Piscicelli C., Clarac E., Baciú M., Hommel M., Pérennou D. Balance, Lateropulsion, and Gait Disorders in Subacute Stroke. *Neurology.* 2021; 96(17): 2147–2159. DOI: 10.1212/WNL.0000000000011152
  33. Van Criekinge T., Truijen S., Schröder J., Maebe Z., Blanckaert K, van der Waal C., Vink M., Saeys W. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil.* 2019; 33(6): 992–1002. DOI: 10.1177/0269215519830159
  34. Liu M., Chen J., Fan W., Mu J., Zhang J., Wang L., Zhuang J., Ni C. Effects of modified sit-to-stand training on balance control in hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2016; 30(7): 627–636. DOI: 10.1177/0269215515600505
  35. Paltsyn A.A., Sviridkina N.B. [Brain plasticity]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2020; 18(3): 68–76. DOI: 10.25557/2310-0435.2020.03.68-76 (in Russian)
  36. Paltsyn A.A. [Resveratrol]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya [Pathological Physiology and Experimental Therapy]*. 2021; 65(1): 116–123. DOI: 10.25557/0031-2991.2021.01.116-123 (in Russian)

### **Сведения об авторах:**

**Пальцын Александр Александрович** — доктор биологических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, главный научный сотрудник лаборатории регуляции репаративных процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; профессор кафедры общей патологии и патофизиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская Академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0001-9686-8995>

**Свиридкина Надежда Борисовна** — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории регуляции репаративных процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»