

А.В. Переседова, Л.А. Черникова, И.А. Завалишин

Научный центр неврологии РАМН, Москва, Российская Федерация

## Физическая реабилитация при рассеянном склерозе: общие принципы и современные высокотехнологичные методы

При рассеянном склерозе — тяжелом инвалидирующем заболевании — реабилитационные программы являются важной задачей для поддержания физического, психологического, социального, профессионального потенциала и улучшения качества жизни. В настоящее время принято считать, что физическая активность — это важная нефармакологическая составляющая реабилитации при рассеянном склерозе; правильно организованные занятия — безопасный и эффективный способ физического улучшения. Подчеркивается необходимость мультидисциплинарного реабилитационного подхода. Приведены основные рекомендации по применению физических упражнений для пациентов с рассеянным склерозом. Важным аспектом современной физической реабилитации при этом заболевании является использование высокотехнологических методов. Представлены опубликованные результаты применения роботизированного тренинга для улучшения возможностей руки и функции ходьбы. Важное направление в реабилитации больных с рассеянным склерозом — уменьшение выраженности постуральных нарушений с помощью тренировки координации баланса. Оценена роль транскраниальной магнитной стимуляции в уменьшении спастичности при рассеянном склерозе. Перспективным также является использование возможностей телемедицины. В связи с тем, что снижение физической активности может приводить к ухудшению многих аспектов физиологических функций и, в конечном итоге, к нарушению мобильности, необходимо дальнейшее изучение возможной роли физической реабилитации как важного терапевтического направления в предотвращении прогрессирования инвалидизации при рассеянном склерозе.

**Ключевые слова:** рассеянный склероз, физическая реабилитация.

(Вестник РАМН. 2013; 10: 14–21)

14

Рассеянный склероз (РС) — тяжелое демиелинизирующее прогрессирующее заболевание центральной нервной системы (ЦНС), которое поражает в основном молодых людей: начало заболевания у 60% больных РС приходится на возраст от 20 до 40 лет [1]. В связи с этим достижение и поддержание оптимального уровня функции самообслуживания путем применения различных

реабилитационных программ является особенно актуальной задачей ведения таких больных.

Согласно определению Медицинского консультативного совета (Medical Advisory Board, MAB) Национального общества рассеянного склероза (National Multiple Sclerosis Society), реабилитация при РС хотя и не влияет на течение заболевания, но является процессом, который

A.V. Peresedova, L.A. Chernikova, I.A. Zavalishin

Research Center of Neurology of RAMS, Moscow, Russian Federation

## Physical Rehabilitation in Multiple Sclerosis: General Principles and High-Tech Approaches

*In a chronic and disabling disease like multiple sclerosis, rehabilitation programs are of major importance for the preservation of physical, physiological, social and professional functioning and improvement of quality of life. Currently, it is generally assumed that physical activity is an important component of non-pharmacological rehabilitation in multiple sclerosis. Properly organized exercise is a safe and efficient way to induce improvements in a number of physiological functions. A multidisciplinary rehabilitative approach should be recommended. The main recommendations for the use of exercise for patients with multiple sclerosis have been listed. An important aspect of the modern physical rehabilitation in multiple sclerosis is the usage of high-tech methods. The published results of robot-assisted training to improve the hand function and walking impairment have been represented. An important trend in the rehabilitation of patients with multiple sclerosis is the reduction of postural disorders through training balance coordination. The role of transcranial magnetic stimulation in spasticity reducing is being investigated. The use of telemedicine capabilities is quite promising. Due to the fact that the decline in physical activity can lead to the deterioration of many aspects of physiological functions and, ultimately, to mobility decrease, further research of the role of physical rehabilitation as an important therapeutic approach in preventing the progression of disability in multiple sclerosis is required.*

**Key words:** multiple sclerosis, physical rehabilitation.

(Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk — Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2013; 10: 14–21)

помогает человеку достичь и поддерживать максимальный физический, психологический, социальный, профессиональный потенциал и качество жизни в соответствии с физиологическими нарушениями, окружающей средой и жизненными целями и представляет собой необходимый компонент всесторонней качественной медицинской помощи этим пациентам на всех стадиях болезни.

Безусловно, одновременное наличие физических и когнитивных нарушений, эмоциональных и социальных проблем при заболевании с непредсказуемым течением подчеркивает необходимость и уникальность реабилитации при РС. При этом положительный эффект отмечается как при выраженной инвалидизации, так и у более сохранных пациентов, хотя когнитивные проблемы и атаксия обычно рефрактерны к лечению [2].

В связи с этим при обсуждении физической реабилитации при РС подчеркивают необходимость мультидисциплинарного реабилитационного подхода. Так, M.G. Grasso и соавт. опубликовали результаты индивидуальной целенаправленной мультидисциплинарной программы у пациентов с первично или вторично прогрессирующим РС [3]. Каждый больной был тщательно обследован урологом, отоларингологом, офтальмологом, пульмонологом для оценки нуждаемости в специфической реабилитации. При необходимости проводили занятия со специалистами по когнитивным нарушениям, расстройствам речи, глотания и движений глаз, а также респираторную реабилитацию. Программа физической реабилитации включала комплексы упражнений по 45 мин 2 раза в день 6 дней в нед на протяжении 10 нед. Подобный реабилитационный подход привел к значительному снижению степени инвалидизации как в отношении повседневной активности, так и в плане мобильности. При этом результаты реабилитации были лучше у пациентов с легкой и умеренной инвалидизацией (балл по шкале EDSS 2–5,5 и 6–6,5, соответственно) по сравнению с больными с более тяжелой инвалидизацией (балл по шкале EDSS 7–8,5). Неблагоприятными прогностическими факторами для реабилитации в данной группе пациентов были двигательные, когнитивные и сенсорные нарушения, а также длительность болезни более 15 лет. Полученные данные позволили авторам сделать заключение, что мультидисциплинарный реабилитационный подход должен быть рекомендован пациентам с непродолжительным заболеванием и относительно умеренной степенью инвалидизации.

В настоящее время реабилитацию больных с РС рассматривают как многокомпонентную модель, включающую различные направления. Важная составляющая этого комплекса — физическая терапия, направленная на улучшение двигательных функций (координации, тонких движений), баланса, ходьбы, уменьшение спастичности и болевого синдрома и др. Другим направлением комплексной терапии является эрготерапия, направленная на улучшение продуктивности и безопасности всех видов деятельности, связанных с самообслуживанием, работой и досугом (например, использование различных приспособлений и устройств для облегчения выполнения работы дома и на работе). При этом особое внимание уделяют различным тренингам для поддержания профессиональных навыков. Наконец, еще один аспект реабилитации больных с РС — когнитивная терапия, проводимая нейропсихологами и направленная на улучшение возможностей высших нервных функций, в частности концентрации внимания и памяти и т.д. Однако, несмотря на очевидную важность различных направлений комплексной реабилитации больных с РС, физическую

терапию рассматривают как ключевую составляющую этого многокомпонентного лечения.

Применение физической терапии при РС имеет некоторые особенности, что прежде всего определяется частой нестабильностью симптомов во время физической нагрузки, связанной в т.ч. и с тепловым фактором. Так, по данным ряда авторов, более 40% пациентов с РС отмечают определенное ухудшение степени распространенности и/или выраженности сенсорных нарушений во время упражнений [4]. Симптомы обострения, по-видимому, связаны с повышением температуры тела во время физических занятий, в частности во время упражнений на выносливость. Ухудшение симптомов после физических занятий является временным и регрессирует в течение 30 мин после прекращения занятий у большинства (85%) больных. В связи с этим обсуждается даже возможность предварительного охлаждения тела больного при РС для предупреждения колебаний температуры при физических нагрузках [5]. С другой стороны, некоторые авторы высказывают мнение о необходимости сохранения энергии для повседневной активности [6].

Известно также, что у пациентов с РС имеет место значительное снижение изначальной повседневной активности. В метаанализе показано, что физическая активность у таких больных значительно меньше по сравнению с таковой в здоровой популяции [7]. Описано снижение максимального потребления кислорода ( $VO_2$ -max) и повышение частоты сердечных сокращений в покое и диастолического артериального давления при РС [6]. Кроме того, у больных РС как с легкой, так и умеренной инвалидизацией по сравнению с контрольной группой показано повышение кислородного ( $O_2$ ) потребления при ходьбе, которое измеряется в мл  $O_2$ , израсходованных на 1 кг массы тела при прохождении расстояния 1 м, и используется в качестве одного из количественных физиологических параметров, отражающих энергетическую эффективность ходьбы. Полученные данные свидетельствуют о том, что при РС необходимы большие энергозатраты для передвижения [8].

Следует также отметить, что от 75 до 90% больных с РС жалуются на повышенную утомляемость, которую рассматривают как один из основных факторов, ограничивающих их физическую активность и снижающих качество жизни [9–11]. Утомляемость может проявляться отсутствием физической и психической энергии, неконтролируемой апатией, иногда утомляемостью отдельных мышечных групп при повторяющихся движениях [12].

В целом в лечебно-гимнастический комплекс у больных РС входят прежде всего пассивные упражнения на растяжение спастичных мышц [13] как с целью снижения спастичности, так и для последующего увеличения объема движений в соответствующих суставах. Так, например, используется растяжение приводящих мышц бедра с помощью специальной укладки нижних конечностей («поза лягушки»).

Помимо упражнений на растяжение и пассивных движений для всех суставов широко применяют активные упражнения на увеличение мышечной силы и объема движений в суставах [14–16], улучшение координационных возможностей, снижение и нормализацию повышенного мышечного тонуса, устранение патологических содружественных движений, повышение способности к произвольному и дозированному напряжению и расслаблению мышц, тренировку функции равновесия [14], а также проводят обучение важнейшим двигательным навыкам (стоянию, ходьбе, навыкам самообслуживания).

Превалирование тех или иных упражнений в лечебном комплексе может быть различным в зависимости от формы двигательных нарушений, стадии заболевания, состояния больного.

В течение многих лет применение упражнений на сопротивление (силовых), а также направленных на тренировку выносливости у больных с РС, считалось неприемлемым [15]. Лишь в последние годы появились работы, в которых продемонстрирована возможность и целесообразность применения в комплексной физической тренировке больных с РС упражнений на сопротивление, тренирующих мышечную массу и приводящих к улучшению нейрональной активности [17–19], и упражнений на выносливость, способствующих адаптации сердечно-легочной и нервно-мышечной системы [20]. Кроме того, в некоторых исследованиях показано, что помимо положительного специфического действия длительные тренировки с упражнениями на сопротивление и выносливость приводят к улучшению настроения, качества жизни и снижению ощущения усталости у больных РС [21].

Эти данные послужили основанием для разработки основных рекомендаций по использованию физических упражнений для пациентов с РС с баллом по шкале EDSS <7,0 [6], которые заключаются в следующем.

- Участие в правильно организованных физических занятиях безопасно и полезно для пациентов с РС.
- Указанные рекомендации являются базовыми; программа физических упражнений должна быть спланирована на индивидуальной основе, с учетом возможностей и двигательных нарушений конкретного пациента, а также особенностей окружающих факторов.
- Перед началом новой программы упражнений пациенты должны быть проконсультированы экспертами в области реабилитации (терапевт, физиотерапевт или инструктор по лечебной физкультуре, специализирующийся по реабилитации).
- Рекомендуется соблюдать тренировочную программу, которая включает и силовые упражнения, и упражнения на выносливость (комбинированный тренинг), т.к. имеет место как снижение мышечной силы, так и нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы.
- Возможные ухудшения, индуцированные упражнениями, — это временное явление. При возникновении обострения программа тренировки должна быть изменена и, если возможно, продолжена, но с меньшими нагрузками, либо же временно прекращена.
- Факторы, влияющие на температуру тела, должны быть минимизированы с целью обеспечения максимального комфорта для термочувствительных пациентов.

В настоящее время общепринято следующее положение: физическая активность является важной нефармакологической составляющей реабилитации при РС; правильно организованные занятия — безопасный и эффективный способ физического улучшения при РС, что также может повысить и качество жизни пациентов [18, 22–24]. Кроме того, физическая активность рассматривается как многообещающая стратегия влияния на различные аспекты при РС, включая и возможности улучшения ходьбы. Помимо повышения качества жизни и снижения утомляемости доказано положительное влияние физической активности на мышечную силу, кардиореспираторные параметры, а также на уменьшение степени выраженности таких симптомов, как тревожность и депрессия [8].

Как известно, в последние десятилетия в реабилитации больных с заболеваниями ЦНС получили рас-

пространение новые технологии, основанные на достижениях фундаментальных исследований по изучению процессов нейропластичности и на современной концепции двигательного обучения. Основные принципы этих технологий характеризуются интенсификацией тренировок за счет применения высокотехнологичных устройств и использованием современных средств обратной связи, обеспечивающих высокую мотивацию их применения. Данные технологии получили наибольшее распространение в реабилитации больных, перенесших инсульт, однако в последние годы появился ряд сообщений об их положительном влиянии и при реабилитации больных РС.

В первую очередь следует отметить метод принудительно-форсированной кинезитерапии (constraint-induced therapy) [25], суть которого заключается в принудительном ограничении движений здоровой конечности на 5–6 ч в день в течение нескольких недель, что, по мнению авторов, должно стимулировать обучение двигательным навыкам в паретичной конечности. Важно подчеркнуть, что этот метод можно использовать только у больных с легкими или умеренными двигательными нарушениями. Существует всего лишь 2 работы, в которых была сделана попытка применения этой технологии у больных с медленно прогрессирующим РС. Так, в работе V.W. Mark и соавт. [26] установлено, что ее использование у 5 больных с прогрессирующим РС в течение 2–10 нед с ограничением движений в менее паретичной руке способствовало значительному улучшению возможностей другой, более паретичной руки. Важно отметить, что авторы также отмечали снижение утомляемости у тренируемых больных.

Также представлены первые результаты применения этой технологии для тренировки паретичной ноги у 4 больных [27]. Тренировка проводилась в течение 3 нед по будням (в среднем по 3,5 ч в день). Оказалось, что даже через 4 года после окончания тренировки у 2 из 4 больных эффект сохранялся, и их показатели были выше, чем до начала лечения.

В последнее десятилетие для обеспечения автономного высокоинтенсивного тренинга верхних конечностей, в т.ч. и при РС, используют компьютеризированные роботизированные или (электро)механические устройства. Подобные занятия, основанные на принципе моторного обучения, особенно целесообразны при грубых нарушениях, при невозможности поддерживать руку под действием силы тяжести или при минимальной двигательной способности манипулировать объектами в повседневной жизни. Необходимо также учитывать, что данные устройства обеспечивают длительность и интенсивность тренинга, которые являются ключевыми факторами успешной нейрореабилитации. Кроме того, они обеспечены интерактивной виртуальной обучающей средой с комплексными игровыми моторными задачами, связанными с процессами проприоцептивной и зрительной обратной связи [28].

Примером такого устройства может послужить реабилитационный комплекс Armeo Spring (Hocoma A.G.), представляющий собой экзоскелетный аппарат с системой разгрузки веса тренируемой руки, расширенной обратной связью в 3D-пространстве, возможностью оценки координационных возможностей паретичной руки. Описаны результаты использования этого устройства у 10 пациентов с РС (с высоким уровнем инвалидизации, балл по шкале EDSS 7,0–8,5, без выраженной спастичности и тремора в исследуемой паретичной руке). Программа тренинга включала выполнение задача-ориентированных движений в ходе 30-минутных занятий

3 раза/нед в течение 8 нед в режиме виртуальной реальности (уборка плиты, полив цветов, автомобильные гонки и др.). Несмотря на отсутствие значимого увеличения мышечной силы, улучшение касалось функциональных возможностей; при этом положительный эффект сохранялся в течение 2 мес наблюдения [28].

Важным направлением тренировки моторики руки является коррекция нарушений координации. До настоящего момента не уточнены механизмы, лежащие в основе функционального улучшения мозжечковых нарушений при РС. Высказывается гипотеза, согласно которой подобному восстановлению могут способствовать упражнения, направленные на способность адаптироваться к новому динамическому окружению, когда мозжечок имеет важное значение [29].

В одном из исследований была проанализирована эффективность применения роботизированного манипулятора руки (Braggio di Ferro), разработанного группой итальянских ученых [30] у 7 пациентов с различными вариантами течения РС с баллом по шкале EDSS 4,5–6,5 [31]. Пациент, сидя в кресле (соответствующие держатели фиксировали туловище), держался за ручку роботизированного манипулятора руки и выполнял соответствующее двигательное задание, представленное на мониторе. Задание заключалось в том, что ему было необходимо перевести курсор из центральной точки к двум мишеням, расположенным под углами 45 и 135 ° по отношению к горизонтальной оси. Курс тренинга состоял из 8 сеансов, 1 раз в день, 5 дней в нед. Каждый сеанс включал 200 движений, которые могли совершаться без нагрузки, с противодействием и, наконец, с пертурбацией в перпендикулярном направлении пропорционально скорости движения. Исходно при РС (по сравнению с контрольной группой) отмечена меньшая скорость, плавность движений, большие отклонения линейности, что может быть обусловлено сочетанием различных неврологических симптомов: двигательных нарушений, изменений сенсорной афферентации, а также мозжечковых расстройств. В то же время тренинг способствовал уменьшению длительности выполнения движений и улучшению плавности траектории при РС, особенно в течение первых 3 дней, что коррелировало с клиническим улучшением.

В другое исследование с использованием аналогичного роботизированного устройства было включено 8 пациентов с РС с баллом по шкале EDSS 5±1; движения рукой выполнялись в трех направлениях (30, 150, 270 °), номинальная амплитуда движений составляла 10 см. Тренинг включал 8 сеансов, каждый продолжался приблизительно 60 мин, включал 498 движений. Движения проводились как без сопротивления, так и с генерацией усилий, уменьшающих или усиливающих кривизну движений. По данным тренинга, у большинства пациентов отмечено сохранение способности адаптироваться к предлагаемым движениям (сопротивлению), не установлено различий между обучением с уменьшающими или усиливающими кривизну робот-генерируемыми движениями, показано клиническое улучшение координации движения по выполнению теста с 9 колышками. После тренинга движения были более плавными, значительно уменьшилась их кривизна. Полученные данные свидетельствуют об улучшении координации и отражают потенциальную эффективность кратковременной индивидуальной робототерапии при РС [29]. Подобное улучшение координации в руке при тренинге особенно значимо, поскольку может способствовать повышению качества выполнения задач, связанных с повседневной активностью.

Эти данные свидетельствуют, что при РС (в частности при мозжечковых нарушениях), возможно, более эффективными будут адаптивные тренинговые протоколы, при которых роботизированные устройства не только помогают (или мешают) пациенту выполнять определенные движения, но и создают необычное динамическое окружение, которое требует адаптации пациента. Реабилитация при РС должна быть направлена на содействие появлению / реорганизации компенсаторных стратегий. Адаптивный тренинг рассматривается как один из наиболее перспективных способов обеспечения подобной реорганизации, в т.ч. для реабилитации пациентов с РС с различными вариантами течения, степенью неврологического дефицита, включая выраженный мозжечковый компонент [29].

Вместе с тем при оценке эффективности применения технологии виртуальной реальности для тренинга руки у 12 больных с РС зарегистрировано нарушение двигательного обучения, особенно для задач, требующих комплексной интеграции сенсорной информации [32]. Полученные данные еще раз подчеркивают необходимость индивидуальной тщательной проработки реабилитационной стратегии, учитывающей степень моторных, сенсорных и когнитивных ограничений у данного пациента.

Один из ключевых компонентов реабилитационных программ для пациентов с неврологическими нарушениями, в т.ч. с РС, — улучшение функции ходьбы [33]. Традиционно переобучение при нарушении ходьбы проводится с использованием различной помощи / поддержки при стоянии и ходьбе. В частности, использование ортезов облегчает ходьбу, однако подобная стратегия может ограничить восстановление нарушенных функций. Для облегчения и улучшения восстановления локомоторной функции при различных неврологических заболеваниях в течение последних 2 десятилетий развиваются новые терапевтические стратегии.

Так, с целью тренировки мышц ног сообщается об использовании многофункционального тренажера МОТОмед, модификация Viva 2 (производство Reck Medizintechnik, Германия). Курс лечения состоял из 10 сеансов по 45 мин (1 раз в день, 5 дней в нед в течение 2 нед) и включал пассивную и активную тренировку, когда пациент самостоятельно осуществлял движения, имитирующие езду на велосипеде. Зарегистрирована позитивная динамика в состоянии двигательных функций (уменьшение времени прохождения десятиметрового шагового теста, увеличение дистанции, «пройденной» пациентом в активном режиме; максимальная мощность, воспроизведенная на протяжении тренировки; средняя мощность) по отношению к группе сравнения без подобного реабилитационного курса [34].

Также проведено исследование по применению тредмил-тренинга без системы поддержки массы тела (treadmill training without body-weight support, ТТ) при РС [35]. У небольшой группы больных ( $n = 19$ ) проводили 3 занятия в нед в течение 4 нед с увеличением продолжительности занятий в зависимости от переносимости до 30 мин максимально, не более чем с 3 периодами отдыха. Критерием включения являлась возможность пройти 10 м менее чем за 60 с. Показано, что тредмил-тренинг у пациентов с РС является допустимой, хорошо переносимой нагрузкой, которая приводит к увеличению скорости ходьбы и выносливости (анализировали время ходьбы на 10 м и дистанцию, пройденную за 2 мин) и не сопровождается нарастанием утомляемости.

В другом исследовании с использованием локомоторного тредмил-тренинга с помощью системы поддержки

массы тела (treadmill training with body-weight support, BWSTT) у 4 пациентов с первично-спинальной симптоматикой РС и баллом по шкале EDSS 7,0–7,5, проводилось в среднем 40 занятий с частотой 2 раза/нед. По завершении тренинга зафиксировано улучшение мышечной силы, снижение спастичности, повышение выносливости, улучшение баланса, скорости ходьбы и качества жизни при хорошей переносимости без утомляемости и других побочных эффектов [36].

Данные об использовании роботизированного локомоторного тренинга при РС малочисленны. Опубликованы результаты двух рандомизированных контролируемых исследований эффективности роботизированного локомоторного тренинга в лечении нарушений ходьбы при РС [37, 38]. В обоих исследованиях использовали роботизированный комплекс Lokomat.

В исследовании S. Veer и соавт. [37] в группе из 35 пациентов со стабильным РС результаты трехнедельного Lokomat-тренинга сравнивали со стандартной тренировкой ходьбы. Критерием включения была способность стоять или ходить в течение последних 3 мес; при этом в исследование включали пациентов с выраженными нарушениями ходьбы (балл по шкале EDSS 6,0–7,5). Ежедневная продолжительность занятий была равна 30–40 мин; интенсивность — ежедневный тренинг 5 дней в нед; общее число — 15.

В данном исследовании установлено значительное улучшение скорости ходьбы в обеих группах при использовании как роботизированного, так и стандартного локомоторного тренинга. Достоверных различий при использовании роботизированной помощи и стандартной тренировки ходьбы обнаружено не было. В последующем за шестимесячный период наблюдения все пациенты вернулись к исходным возможностям ходьбы.

В исследовании A.C. Lo и E.W. Triche [38] у 13 больных с вторично и первично прогрессивным РС использовали 2 протокола тредмил-тренинга с системой поддержки массы тела:

- 3 нед без роботизированной помощи, затем шестинедельный перерыв, далее 3 нед в роботизированном режиме;
- 3 нед в роботизированном режиме, затем шестинедельный перерыв, далее 3 нед без роботизированной помощи.

Ежедневная продолжительность занятий составила 40 мин, интенсивность графика — 2 раза/нед; всего 6 сеансов. При включении в исследование пациенты могли пройти 7,5 м без помощи и поддержки. Включали лиц с EDSS  $\leq 5$  и  $> 5$  в равной пропорции между двумя анализируемыми протоколами.

По результатам исследования показана положительная динамика, в частности значительное улучшение теста на хронометрированную ходьбу на 7,5 м (31%), увеличение дистанции, проходимой за шестиминутный тест тредмил-ходьбы (6-minute walk treadmill test, 6MW) (38,5%), улучшение на 1 балл по шкале EDSS после завершения обоих тренировочных протоколов. По мнению авторов, в исследовании тредмил-тренинга без системы поддержки массы тела [35] не продемонстрировано такого существенного улучшения параметров, как в данном исследовании. Однако достоверных различий между тредмил-тренингом с роботизированной помощью или без нее не зарегистрировано. Также не отмечено отличий в зависимости от чередования периодов с роботизированной помощью и без нее при тренинге. В данном исследовании показано сохранение улучшенных возможностей ходьбы после первого тренинга в течение после-

дующего шестинедельного перерыва, что имеет большое значение с точки зрения долговременности полученного эффекта [33].

Таким образом, оба исследования свидетельствуют об эффективности тренинга в плане улучшении функции ходьбы у ходячих пациентов с РС или у пациентов, которые могли ходить в предшествующие 12 нед. Однако результаты не показали предпочтительности использования специфического локомоторного тренинга или порядка их использования при комбинированном назначении.

Небольшое число пациентов и, вероятно, связанное с этим отсутствие четких различий при сравнении различных форм локомоторного тренинга ограничивают обобщения и возможность формирования рекомендаций для клинической практики. Возможно, дальнейшие исследования будут способствовать выделению определенных стадий заболевания и клинических проявлений, которые будут служить четким показателем для эффективной программы локомоторного, в т.ч. роботизированного, тренинга у пациентов с РС [33].

Важное направление в реабилитации больных РС — изучение возможности уменьшения степени выраженности постуральных нарушений. Изучено влияние мозжечковой дисфункции на возможность выполнения новой зрительно-постуральной координаторной задачи (со зрительным контролем перемещений веса в латеральных направлениях тела по принципу обратной связи на специальной платформе, ERBE Balance System). У 10 пациентов (балл по шкале EDSS 2,0–4,5) было показано меньшее и более медленное улучшение выполнения данного задания по сравнению с контрольной группой при значительной вариабельности параметров у одного пациента и между пациентами [39]. В то же время установленная положительная динамика на фоне тренировки позволила высказать предположение, что подобный тренинг с использованием зрительно-двигательных задач может быть полезен для улучшения повседневной активности пациентов с РС.

При обсуждении физической реабилитации при РС обязательно следует учитывать и ее влияние на качество жизни больных, которое, безусловно, снижается при данном заболевании, что связано с началом болезни в молодом возрасте, вариабельностью выраженности возможных нарушений, непредсказуемым течением, прогрессирующим характером, отсутствием в ряде случаев эффективных методов лечения. На протяжении последних двух десятилетий в исследованиях продемонстрировали не только уменьшение степени выраженности некоторых нарушений (парезов, ходьбы, баланса), но и улучшение качества жизни пациентов при использовании различных методов и технологий, как, например, физические упражнения [40–42] и роботизированный локомоторный тренинг [43].

Необходимо отдельно остановиться на методе транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС), который в последние годы все чаще используется в лечении больных РС. Так, в исследовании G. Koch и соавт. [44] показано, что повторяющаяся ТМС двигательной коры вызывает кратковременное улучшение моторики руки у пациентов с РС с мозжечковыми симптомами, а прерывистая ТМС  $\theta$ -вспышками (iTBS) может способствовать уменьшению спастичности при РС [45, 46]. Эти данные позволили авторам рассматривать метод ТМС в сочетании с другими способами двигательной терапии, рассмотренными выше, как одно из перспективных направлений реабилитации больных РС.

Помимо физической реабилитации в условиях соответствующих специализированных клиник важным аспектом реабилитации больных является ее продолжение в домашних условиях, что, как было показано, закрепляет и продлевает положительный эффект, полученный при прохождении стационарного лечения.

В этом смысле очень перспективно использование возможностей телемедицины, с помощью которой можно наблюдать и корректировать выполнение пациентом предписаний врача в домашних условиях [47]. Проведено исследование эффективности физической телереабилитации с использованием домашней автоматизированной системы дистанционного управления (home automated telemanagement system) при РС, в которой врачевский модуль используется для составления индивидуального лечебного плана и анализа результатов тестов, проводимых пациентом. На модуль пациента передается персональный список упражнений на день, а также текстовые, аудио- и видеонапоминания по выполнению каждого упражнения. Пациент заносит информацию о выполнении каждого задания и т.д. [48]. Индивидуальный план занятий составляли после детального осмотра физиотерапевтом во время визита в клинику. После 12 нед подобных занятий было зарегистрировано значительное улучшение функциональных возможностей, в частности уменьшение времени ходьбы на 7,5 м, увеличение дистанции ходьбы за 6 мин, балла по шкале Berg, оценивающей поструральную стабильность. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности данного подхода и необходимости дальнейшего развития систем физической телереабилитации при РС.

В заключении необходимо отметить, что теоретическими основами для современной высокотехнологичной клинической нейрореабилитационной практики служат 3 основных (физио-)терапевтических принципа, основанные на моделях двигательного контроля: мышечное реобучение (например, биологическая обратная связь); нейротерапевтическая фасилитация (облегчение); задача-ориентированный подход. При этом необходимо обеспечение интенсификации процесса обучения путем многократного повторения [49, 50]. Теоретические основы различных моделей частично пересекаются и не могут быть отделены друг от друга.

Разработка вышеуказанных высокотехнологичных методов стала возможной благодаря значительному прогрессу нейронаук в области фундаментальных

аспектов, лежащих в основе реабилитации. Этому способствовали:

- расширение представлений о нейропластичности и способности ЦНС инициировать и/или поддерживать реорганизацию поврежденных структур и функций;
- уточнение биохимических факторов, которые благоприятствуют нейрональному ремоделированию (нейротрофические факторы, нейротрансмиттеры и так далее) в тесной взаимосвязи с активацией или реактивацией нейрональных клеточных предшественников, ответственных за репаративные процессы;
- дальнейшее изучение нейропсихологических факторов, таких как системы памяти, внимания (учитывая частые нарушения когнитивных функций при РС), а также возрастающий объем знаний о моторном контроле и двигательном обучении [50–52].

Наконец, одним из актуальнейших вопросов при РС является возможность прогнозирования течения болезни и выделения предикторов нарастания неврологического дефицита. С этой точки зрения в настоящее время обсуждается и обнаруженная отрицательная корреляция между изменениями физической активности и кратковременным нарастанием инвалидизации (в течение 6 мес) при РС [53]. Данные свидетельствуют о том, что физическая активность является поведенческим коррелятом, но не обязательной причиной прогрессирования болезни. Однако снижение физической активности может приводить к ухудшению многих аспектов физиологических функций (например, мышечной силы, баланса), что в конечном итоге приводит к нарушению мобильности [8]. Именно поэтому физические упражнения и изменение поведенческих мотивационных установок рассматривают как важные направления увеличения структурированной физической активности, улучшения физиологических функций и замедления / предупреждения или уменьшения нарушений мобильности при РС. В качестве альтернативного объяснения уменьшения степени выраженности клинических нарушений при физической активности говорят о синаптической и дендритической модуляции, что и было показано на модели экспериментального аллергического энцефаломиелита [54]. В связи с этим подчеркивается необходимость дальнейшего изучения возможной роли физической реабилитации как важного терапевтического направления в предотвращении прогрессирования инвалидизации при РС.

#### REFERENCES

1. Gusev E.I., Boiko A.N., Zavalishin I.A., Bykova O.V. *Sovremennaya epidemiologiya rasseyannogo skleroza. V knige: Rasseyannyy skleroz i drugie demieliniziruyushchie zabolevaniya*. [Modern Epidemiology of Multiple Sclerosis. In the book: Multiple Sclerosis and Other Demyelinating Diseases]. Moscow, Miklosh, 2004. pp. 8–29.
2. Brown T.R., Kraft G.H. Exercise and rehabilitation for individuals with multiple sclerosis. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2005; 16 (2): 513–555.
3. Grasso M.G., Pace L., Troisi E., Tonini A., Paolucci S. Prognostic factors in multiple sclerosis rehabilitation. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2009; 45 (1): 47–51.
4. Smith R.M., Adeney-Steel M., Fulcher G., Longley W.A. Symptom change with exercise is a temporary phenomenon for people with multiple sclerosis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2006; 87 (5): 723–727.
5. White A.T., Wilson T.E., Davis S.L., Petajan J.H. Effect of precooling on physical performance in multiple sclerosis. *Mult. Scler.* 2000; 6 (3): 176–180.
6. Dalgas U., Ingemann-Hansen T., Stenager E. Physical Exercise and MS Recommendations. *Int. MS J.* 2009; 16 (1): 5–11.
7. Motl R.W., McAuley E., Snook E.M. Physical activity and multiple sclerosis: a meta-analysis. *Mult. Scler.* 2005; 11 (4): 459–463.
8. Motl R.W., Goldman M.D., Benedict R.H. Walking impairment in patients with multiple sclerosis: exercise training as a treatment option. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* 2010; 6: 767–774.
9. Opara J.A., Jaracz K., Broła W. Quality of life in multiple sclerosis. *J. Med. Life.* 2010; 3 (4): 352–358.
10. Krupp L.B. Fatigue in multiple sclerosis: definition, pathophysiology and treatment. *CNS Drugs.* 2003; 17 (4): 225–234.
11. Petajan J.H., White A.T. Recommendations for physical activity in patients with multiple sclerosis. *Sports Med.* 1999; 27 (3): 179–191.
12. Lenman J.A., Tulley F.M., Vrbova G., Dimitrijevic M.R., Towle J.A. Muscle fatigue in some neurological conditions. *Muscle Nerve.* 1989; 12 (11): 938–942.

13. Odeen I. Reduction of muscular hypertonus by long-term muscle stretch. *Scand. J. Rehab. Med.* 1981; 13 (2–3): 93–99.
14. De Souza L.H. Multiple sclerosis: approaches to management. London: Chapman & Hall. 1990.
15. Alexander J., Costello E. Physical and surgical therapy. In: Multiple sclerosis: a guide for patients and their families, 2<sup>nd</sup> edition. L.C. Scheinberg, N.J. Holland (eds.). NY: Raven Press. 1987. P. 79–107.
16. Ashburn A., De Souza L.H. An approach to management of multiple sclerosis. *Physiother. Pract.* 1988; 4: 139–145.
17. White L.J., McCoy S.C., Castellano V., Gutierrez G., Stevens J.E., Walter G.A., Vandenborne K. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Mult. Scler.* 2004; 10 (6): 668–674.
18. Romberg A., Virtanen A., Ruutiainen J. Long-term exercise improves functional impairment but not quality of life in multiple sclerosis. *J. Neurol.* 2005; 252 (7): 839–845.
19. Taylor N.F., Dodd K.J., Prasad D., Denisenko S. Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. *Disabil. Rehabil.* 2006; 28 (18): 1119–1126.
20. Stroud N.M., Minahan C.L. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health Qual. Life Outcomes.* 2009; 7: 68–78.
21. Dalgas U., Stenager E., Jakobsen J., Petersen T., Hansen H.J., Knudsen C., Overgaard K., Ingemann-Hansen T. Fatigue, mood and quality of life improve in MS patients after progressive resistance training. *Mult. Scler.* 2010; 16 (4): 480–490.
22. Mostert S., Kesselring J. Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. *Mult. Scler.* 2002; 8 (2): 161–168.
23. Rietberg M.B., Brooks D., Uitdehaag B.M., Kwakkel G. Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochr. Database Syst. Rev.* 2005; 1: CD003980.
24. Khan F., Pallant J.F., Brand C., Kilpatrick T.J. Effectiveness of rehabilitation intervention in persons with multiple sclerosis: a randomised controlled trial. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2008; 79 (11): 1230–1235.
25. Taub E., Miller N.E., Novack T.A., Cook E.W. 3<sup>rd</sup>, Fleming W.C., Nepomuceno C.S., Connell J.S., Crago J.E. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch. Phys. Med. Rehab.* 1993; 74 (4): 347–354.
26. Mark V.W., Taub E., Bashir K., Uswatte G., Delgado A., Bowman M.N., Bryson C.C., McKay S., Cutter G.R. Constraint-Induced Movement therapy can improve hemiparetic progressive multiple sclerosis. Preliminary findings. *Mult. Scler.* 2008; 14 (7): 992–994.
27. Mark V.W., Taub E., Uswatte G., Bashir K., Cutter G.R., Bryson C.C., Bishop-McKay S., Bowman M.H. Constraint-induced movement therapy for the lower extremities in multiple sclerosis: Case series with 4-year follow-up. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2012. pii: S0003-9993(12)01063-5.
28. Gijbels D., Lamers I., Kerkhofs L., Alders G., Knippenberg E., Feys P. The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in multiple sclerosis: a pilot study. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2011; 8: 5.
29. Vergaro E., Squeri V., Bricchetto G., Casadio M., Morasso P., Solaro C., Sanguineti V. Adaptive robot training for the treatment of incoordination in multiple sclerosis. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2010; 7: 37.
30. Casadio M., Sanguineti V., Morasso P., Solaro C. Abnormal sensorimotor control, but intact force field adaptation, in multiple sclerosis subjects with no clinical disability. *Mult. Scler.* 2008; 14 (3): 330–342.
31. Carpinella I., Cattaneo D., Abuarqub S., Ferrarin M. Robot-based rehabilitation of the upper limbs in multiple sclerosis: feasibility and preliminary results. *J. Rehabil. Med.* 2009; 41 (12): 966–970.
32. Leocani L., Comi E., Annovazzi P., Rovaris M., Rossi P., Cursi M., Comola M., Martinelli V., Comi G. Impaired short-term motor learning in multiple sclerosis: evidence from virtual reality. *Neurorehabil. Neural. Repair.* 2007; 21 (3): 273–278.
33. Tefertiller C., Pharo B., Evans N., Winchester P. Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: a review. *J. Rehabil. Res. Dev.* 2011; 48 (4): 387–416.
34. Klimov Yu.A., Boiko A.N., Popova N.F., Petrov A.V., Ovcharov V.V., Sharanova S.N., Ryabukhina O.V., Krynkina E.F., Batysheva T.T. *Manual'naya terapiya – Manual Therapy.* 2012; 3: 26–34.
35. van den Berg M., Dawes H., Wade D.T., Newman M., Burridge J., Izadi H., Sackley C.M. Treadmill training for individuals with multiple sclerosis: a pilot randomised trial. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2006; 77 (4): 531–533.
36. Giesser B., Beres-Jones J., Budovitch A., Herlihy E., Harkema S. Locomotor training using body weight support on a treadmill improves mobility in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *Mult. Scler.* 2007; 13 (2): 224–231.
37. Beer S., Aschbacher B., Manoglou D., Gamper E., Kool J., Kesselring J. Robot-assisted gait training in multiple sclerosis: a pilot randomized trial. *Mult. Scler.* 2008; 14 (2): 231–236.
38. Lo A.C., Triche E.W. Improving gait in multiple sclerosis using robot-assisted, body weight supported treadmill training. *Neurorehabil. Neural. Repair.* 2008; 22 (6): 661–671.
39. Hatzitaki V., Koudouni A., Orologas A. Learning of a novel visuo-postural co-ordination task in adults with multiple sclerosis. *J. Rehabil. Med.* 2006; 38 (5): 295–301.
40. Di Fabio R.P., Choi T., Soderberg J., Hansen C.R. Health-related quality of life for patients with progressive multiple sclerosis: influence of rehabilitation. *Phys. Ther.* 1997; 77 (12): 1704–1716.
41. Patti F., Ciancio M.R., Reggio E., Lopes R., Palermo F., Caopardo M., Reggio A. The impact of outpatient rehabilitation on quality of life in multiple sclerosis. *J. Neurol.* 2002; 249 (8): 1027–1033.
42. Motl R.W., Gosney J.L. Effect of exercise training on quality of life in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Mult. Scler.* 2008; 14 (1): 129–135.
43. Wier L.M., Hatcher M.S., Triche E.W., Lo A.C. Effect of robot-assisted versus conventional body-weight-supported treadmill training on quality of life for people with multiple sclerosis. *J. Rehabil. Res. Dev.* 2011; 48 (4): 483–492.
44. Koch G., Rossi S., Prosperetti C., Codeca C., Monteleone F., Petrosini L., Bernardi G., Centonze D. Improvement of hand dexterity following motor cortex rTMS in multiple sclerosis patients with cerebellar impairment. *Mult. Scler.* 2008; 14 (7): 995–998.
45. Mori F., Codeca C., Kusayanagi H., Monteleone F., Boffa L., Rimano A., Bernardi G., Koch G., Centonze D. Effects of intermittent theta burst stimulation on spasticity in patients with multiple sclerosis. *Eur. J. Neurol.* 2010; 17 (2): 295–300.
46. Mori F., Ljoka C., Magni E., Codeca C., Kusayanagi H., Monteleone F., Sancesario A., Bernardi G., Koch G., Foti C., Centonze D. Transcranial magnetic stimulation primes the effects of exercise therapy in multiple sclerosis. *J. Neurol.* 2011; 258 (7): 1281–1287.
47. Russell T.G. Physical rehabilitation using telemedicine. *J. Telemed. Telecare.* 2007; 13 (5): 217–220.
48. Finkelstein J., Lapshin O., Castro H., Cha E., Provance P.G. Home-based physical telerehabilitation in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *J. Rehabil. Res. Dev.* 2008; 45 (9): 1361–1373.
49. Chernikova L.A. *Annaly klinicheskoi i eksperimental'noi neurologii – Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2007; 2: 40–47.
50. Rasova K., Feys P., Henze T., van Tongeren H., Cattaneo D., Jonsdottir J., Herbenova A. Emerging evidence-based physical rehabilitation for multiple sclerosis - towards an inventory of current content across Europe. *Health Qual. Life Outcomes.* 2010; 8: 76.

51. Nadeau S.E. A paradigm shift in neurorehabilitation. *Lancet Neurol.* 2002; 1 (2): 126–130.
52. Pelletier J., Audoin B., Reuter F., Ranjeva J. Plasticity in MS: from functional imaging to rehabilitation. *Int. MS. J.* 2009; 16 (1): 26–31.
53. Motl R.W., McAuley E. Association between change in physical activity and short-term disability progression in multiple sclerosis. *J. Rehabil. Med.* 2011; 43 (4): 305–310.
54. Rossi S., Furlan R., De Chiara V., Musella A., Lo Guidice T., Mataluni G., Cavaşinni F., Cantarella C., Bernardi G., Muzio L., Martorana A., Martino G., Centonze D. Exercise attenuates the clinical, synaptic and dendritic abnormalities of experimental autoimmune encephalomyelitis. *Neurobiol. Dis.* 2009; 36 (1): 51–59.

**FOR CORRESPONDENCE**

**Peresedova Anastasiya Vyacheslavovna**, PhD, senior research scientist of the VI Neurological department of the Federal State Budgetary Institution “Scientific Center of Neurology” of RAMS.

**Address:** 80, Volokolamskoe Highway, Moscow, RF, 125367, **tel.:** (495) 490-44-45, **e-mail:** neuro\_inf@neurology.ru

**Chernikova Lyudmila Aleksandrovna**, PhD, professor, Head of the Neurorehabilitation and Physiotherapy department of the Federal State Budgetary Institution “Scientific Center of Neurology” of RAMS.

**Address:** 80, Volokolamskoe Highway, Moscow, RF, 125367, **tel.:** (495) 490-25-02, **e-mail:** in-phter@yandex.ru

**Zavalishin Igor’ Alekseevich**, PhD, professor, head of the VI neurology department of the Federal State Budgetary Institution “Scientific Center of Neurology” of RAMS.

**Address:** 80, Volokolamskoe Highway, Moscow, RF, 125367, **tel.:** (495) 490-21-55, **e-mail:** neuro\_inf@neurology.ru