

Изучение эффективности роботизированной механотерапии с применением экзоскелета для нижних конечностей у пациентов с нарушением функции ходьбы при рассеянном склерозе

А.А. Геворкян✉, С.В. Котов, В.Ю. Лиждвой, А.М. Барышев
ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия

Аннотация

Цель. Изучение влияния роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета ExoAtlet на функциональное состояние пациентов с рассеянным склерозом (РС), имеющих нарушение функции ходьбы.

Материалы и методы. Проспективное открытое одноцентровое исследование с участием 53 пациентов с ремиттирующим РС в стадии ремиссии и вторично-прогрессирующим течением РС, имеющих уровень неврологического дефицита по шкале инвалидизации Куртцке (EDSS) от 3 до 7 баллов. Уровень неврологического дефицита и функциональное состояние пациентов оценивались при помощи расширенной шкалы EDSS. Также использовалась комплексная функциональная шкала РС (Multiple Sclerosis Functional Composite – MSFC), которая включает оценку функции ходьбы – ходьба на 25 футов (Timed 25-Foot walk), оценку двигательной функции верхней конечности – 9-луночный тест (9-Hole Peg Test – 9-HPT), оценку когнитивных функций – символно-числовой тест (Symbol Digit Modalities Test – SDMT). Дополнительно когнитивные функции оценивались Монреальской шкалой оценки когнитивных функций (MoCA).

Результаты. При оценке уровня инвалидизации по шкале EDSS у пациентов отмечено статистически значимое ($p < 0,02$) снижение данного показателя, которое составило 0,22 балла (4%). При исследовании степени нарушения пирамидной функции у пациентов отмечено уменьшение дефицита на 0,21 балла (7%); $p < 0,01$. Исследование субтеста SDMT показало статистически значимое ($p < 0,02$) улучшение, рост показателя составил 2,3 балла (4,3%). При оценке других субтестов MSFC отмечено статистически значимое улучшение показателей Timed 25-Foot walk ($p < 0,001$), 9-HPT на доминирующей ($p < 0,02$) и недоминирующей ($p < 0,02$) руках. Улучшение показателя субтеста Timed 25-Foot walk составило 3,3 с (18,6%), показателя 9-HPT на доминирующей руке – 1,7 с (5,6%), на недоминирующей руке – 2,3 с (6,7%). При изучении показателей MoCa отмечено статистически значимое ($p < 0,001$) улучшение когнитивных функций после курса занятий с высокой степенью достоверности, улучшение составило 1,5 балла (5,7%). Оценка аффективных нарушений у пациентов с РС, включенных в исследование, показала статистически значимое снижение уровня депрессии ($p < 0,02$) по шкале HADS на 0,9 балла (16,4%) и уровня тревоги ($p < 0,001$) – на 1,2 балла (21,4%).

Заключение. При проведении исследования получены данные, которые показали эффективность роботизированной механотерапии с применением экзоскелета для нижних конечностей в качестве средства реабилитации и перспективность дальнейшего изучения этого направления для восстановления функции ходьбы у пациентов с РС при наличии двигательного дефицита в нижних конечностях.

Ключевые слова: рассеянный склероз, реабилитация, экзоскелет, роботизированная механотерапия

Для цитирования: Геворкян А.А., Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Барышев А.М. Изучение эффективности роботизированной механотерапии с применением экзоскелета для нижних конечностей у пациентов с нарушением функции ходьбы при рассеянном склерозе. Consilium Medicum. 2021; 23 (2): 161–164. DOI: 10.26442/20751753.2021.2.200648

Введение

Рассеянный склероз (РС) – это иммуноопосредованное хроническое воспалительное демиелинизирующее заболевание центральной нервной системы (ЦНС), которое является основной причиной физической инвалидности среди молодежи [1, 2].

РС может протекать в различной форме, чаще всего в виде рецидивирующе-ремиттирующих циклов активности заболевания, реже имеет первично-прогрессирующее течение (10–15%). Ремиттирующее течение РС может прогрессировать в течение многих лет и в конечном итоге перерасти во вторично-прогрессирующую форму заболевания [3].

Постановка диагноза основана на критериях Макдоналда, обновленных в последний раз в 2017 г., которые учитывают данные нейровизуализации, лабораторных исследований,

а также на клинической картине заболевания [4]. Начальные проявления РС часто регистрируются как одиночные симптомы, т.е. клинически изолированный синдром в форме неврита зрительного нерва или других неврологических нарушений, изолированных во времени и пространстве [5]. В дальнейшем могут присоединяться зрительные, двигательные, чувствительные, нервно-психические нарушения, мозжечковый синдром, вегетативная дисфункция и другие симптомы [6].

Лечение РС делится на 3 категории: лечение обострений, замедление прогрессирования заболевания с помощью препаратов, изменяющих течение РС, и симптоматическая терапия [7]. Расширение терапевтического арсенала и оптимизация диагностических критериев привели к раннему применению препаратов, изменяющих течение РС, с раз-

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Геворкян Армен Александрович** – аспирант каф. неврологии фак-та усовершенствования врачей, врач-невролог отделения неврологии, ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского». ORCID: 0000-0002-2675-9854

Котов Сергей Викторович – д-р мед. наук, проф., зав. каф. неврологии фак-та усовершенствования врачей ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского». E-mail: kotovsv@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8706-7317

Лиждвой Виктория Юрьевна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отделения неврологии ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского». ORCID: 0000-0003-0367-8282

Барышев Артем Максимович – клин. ординатор каф. неврологии фак-та усовершенствования врачей ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского»

✉ **Armen A. Gevorkyan** – Graduate Student, Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute. ORCID: 0000-0002-2675-9854

Sergei V. Kotov – D. Sci. (Med.), Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute. E-mail: kotovsv@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-8706-7317

Viktoriia Yu. Lizhdvoy – Cand. Sci. (Med.), Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute. ORCID: 0000-0003-0367-8282

Artem M. Baryshev – Clinical Resident, Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute

The study of the efficiency of robotic mechanotherapy with the use of an exoskeleton for the lower extremities in patients with multiple sclerosis with impaired walking function

Armen A. Gevorkyan[✉], Sergei V. Kotov, Viktoriia Yu. Lizhdvoy, Artem M. Baryshev
Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia

Abstract

Aim. To study the efficiency of robotic mechanotherapy using the exoskeleton ExoAtlet on the functional state of patients with multiple sclerosis with impaired walking function.

Materials and methods. This is a prospective, open, single-center study. The study included 53 patients with remitting course in remission and secondary progressive course, who had a neurological deficit level of 3 to 7 on the disability status scale (EDSS). To assess the severity of neurological deficits and functional state, we used the extended EDSS. Also we used the multiple sclerosis functional composite (MSFC) test, including the assessment of walking – Timed 25-Footwalk, the assessment of upper limb functions – 9-HolePegTest (9-HPT), the assessment of mental abilities – Symbol Digit Modalities Test (SDMT). Additionally, the preservation of cognitive functions was assessed by the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA).

Results. When assessing the level of disability on the EDSS scale, patients showed a statistically significant ($p < 0.02$) decrease in this indicator by 0.22 points (4%). When studying the degree of impairment of the pyramidal function in patients, there was a decrease in indicator by 0.21 points (7%); $p < 0.01$. The study of the SDMT subtest showed a statistically significant ($p < 0.02$) improvement, the increase in the indicator was 2.3 points (4.3%). When evaluating other MSFC subtests, there was a statistically significant improvement in Timed 25-Footwalk subtest ($p < 0.001$), 9-HPT on dominant ($p < 0.02$) and non-dominant ($p < 0.02$) hands. The improvement in Timed 25-Footwalk subtest score was 3.3 s (18.6%), in the 9-hole test on the dominant hand – 1.7 s (5.6%), on the non-dominant hand – 2.3 s (6.7%). When studying MoCa test, a statistically significant ($p < 0.001$) improvement in cognitive functions after a course of rehabilitation was noted with a high degree of confidence, the improvement was 1.5 points (5.7%). Assessment of affective disorders in patients with multiple sclerosis showed a statistically significant decrease in the level of depression ($p < 0.02$) on the HADS scale by 0.9 points (16.4%), and the level of anxiety ($p < 0.001$) by 1.2 points (21.4%).

Conclusion. During the study, data were obtained that showed the efficiency of robotic mechanotherapy using the exoskeleton for the lower extremities as a method of rehabilitation and the prospects for further study of this direction for restoring walking function in patients with MS in the presence of a motor deficit in the lower extremities.

Keywords: multiple sclerosis, rehabilitation, exoskeleton, robotic mechanotherapy

For citation: Gevorkyan AA, Kotov SV, Lizhdvoy VYu, Baryshev AM. The study of the efficiency of robotic mechanotherapy with the use of an exoskeleton for the lower extremities in patients with multiple sclerosis with impaired walking function. *Consilium Medicum*. 2021; 23 (2): 161–164.

DOI: 10.26442/20751753.2021.2.200648

личными механизмами действия и потенциально более высокой эффективностью подавления воспалительной активности [4], что позволяет снизить риск развития вторичного прогрессирования [8]. Это облегчает проведение нейрореабилитационных мероприятий для коррекции имеющегося неврологического дефицита, поскольку применение данных препаратов не влияет на нейродегенерацию и восстановление неврологического дефицита [9].

Качество жизни и функциональное состояние пациентов с РС (мобильность, выносливость и мышечная сила) могут быть улучшены за счет реализации структурированных программ реабилитации и физической терапии [10]. Включение физических упражнений в план реабилитации пациентов с РС до недавнего времени вызывало споры, поскольку существовало мнение, что физические нагрузки могут вызвать рецидив заболевания. Однако исследования, опубликованные в последние годы, опровергли эти аргументы. Напротив, они подтвердили эффективность аэробных тренировок у пациентов с РС. При внедрении тренировок для таких больных необходимо соблюдение строгих критериев отбора физических нагрузок, что гарантирует повышение эффективности, не подвергая пациентов риску обострения заболевания. Физическая активность у больных РС улучшает не только их физические возможности, но также настроение и мотивацию к проведению дальнейшей реабилитации. Аэробные тренировки также увеличивают мышечную силу нижних конечностей, что проявляется в уменьшении спастичности без риска рецидива или нарастания усталости [11].

Для повышения эффективности реабилитационных мероприятий у пациентов с поражением ЦНС, имеющих двигательный дефицит в нижних конечностях, в клинической практике широко используется роботизированная механотерапия с применением экзоскелета для нижних конечностей. Данное направление в нейрореабилитации появилось относительно недавно [12]. Этот метод реабилитации пока-

зал свою эффективность при спинальных травмах [13], инсульте [14], при лечении детского церебрального паралича [15]. Однако данных о применении роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета для нижних конечностей у пациентов с РС недостаточно для того, чтобы внедрить методику в клиническую практику как средство реабилитации. Это определяет актуальность дальнейшего исследования указанной технологии.

Материалы и методы

Исследование одобрено независимым этическим комитетом при ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского» (протокол №17 от 10.12.2020). Дизайн исследования – проспективное открытое одноцентровое исследование с участием 53 пациентов с ремиттирующим РС в стадии ремиссии и вторично-прогредиентным течением РС. Все пациенты получали терапию интерфероном β -1b 9,6 млн ЕД подкожно через день, на фоне терапии обострений не являлось. В процессе исследования терапия не менялась. У пациентов, включенных в исследование, уровень неврологического дефицита по шкале инвалидизации Куртцке (EDSS) составлял от 3 до 7 баллов.

Диагноз РС установлен на основании диагностических критериев Макдоналда (2017 г.) [4]. Критерием включения являлось наличие двигательного дефицита в нижних конечностях (2–4 балла по 6-балльной шкале оценки мышечной силы) с возможным повышением мышечного тонуса до 3 баллов по модифицированной шкале Ashworth [16]. Все пациенты соответствовали критериям включения. Уровень неврологического дефицита и функциональное состояние пациентов оценивались при помощи расширенной шкалы EDSS [17]. Также использовалась комплексная функциональная шкала РС (Multiple Sclerosis Functional Composite – MSFC), которая включает оценку функции ходьбы – ходьба на 25 футов (Timed 25-Foot walk), оценку двигательной функции верхней конечности – 9-луночный тест (9-Hole Peg

Таблица 1. Динамика оценки отдельных функциональных систем и оценки EDSS у пациентов на визитах 1 и 2 (День 0, День 14)

Функциональная система	Визит 1 ($M \pm SD$, баллы)	Визит 2 ($M \pm SD$, баллы)
Зрительная	0,38±0,62	0,44±0,71
Ствол мозга	0,72±0,93	0,60±0,79
Пирамидная	3,02±0,71	2,81±0,81**
Мозжечок	2,50±0,81	2,35±0,76
Чувствительность	1,69±0,86	1,55±0,84
Тазовые органы	1,10±0,79	1,03±0,72
Психика	1,53±0,73	1,40±0,77
EDSS	5,52±1,22	5,30±1,26*

* $p < 0,02$ с визитом 1, ** $p < 0,05$ с визитом 1.

Таблица 2. Динамика оценки субтестов шкалы MSFC и когнитивного статуса по тесту MoCA у пациентов на визитах 1 и 2 (День 0, День 14)

Оценка MSFC	Визит 1 ($M \pm SD$, баллы)	Визит 2 ($M \pm SD$, баллы)
Время ходьбы на 25 футов (7,62 м), с	17,7±17,7	14,4±11,2*
Тест 9-НРТ, доминирующая рука, с	30,6±19,4	28,9±18,1**
Тест 9-НРТ, недоминирующая рука, с	34,5±30,1	32,2±26,4**
SDMT, баллов	51,3±15,7	53,6±19,2**
MoCA, баллов	26,2±2,9	27,7±2,3*

* $p < 0,001$ с визитом 1, ** $p < 0,02$ с визитом 1.

Таблица 3. Динамика оценки аффективных нарушений по шкале HADS у пациентов на визитах 1 и 2 (День 0, День 14)

Оценка HADS	Визит 1 ($M \pm SD$, баллы)	Визит 2 ($M \pm SD$, баллы)
Уровень депрессии	5,5±3,3	4,6±3,1**
Уровень тревоги	5,6±3,9	4,4±3,1*

* $p < 0,001$ с визитом 1, ** $p < 0,02$ с визитом 1.

Test – 9-НРТ) [18], оценку когнитивных функций – символично-числовой тест (Symbol Digit Modalities Test – SDMT) [19]. Дополнительно для оценки когнитивных функций использовалась Монреальская шкала оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment – MoCA) [20]. Аффективные нарушения оценивались при помощи Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) [21]. Оценка неврологического статуса и функциональных шкал проводилась перед началом реабилитационных мероприятий и после проведения курса реабилитации.

Реабилитационный курс включал роботизированную механотерапию с применением экзоскелета для нижних конечностей EхоAtlet. Проведено 10 занятий (5 дней в неделю в течение 2 нед). Продолжительность занятий составила от 10 до 30 мин в зависимости от функциональных возможностей пациента. Минимальный состав команды специалистов, проводящих занятия на данном аппарате: невролог, контролирующий жизненные функции и неврологический статус, врач лечебной физкультуры, который проводит тренировку и управляет экзоскелетом EхоAtlet, а также инструктор лечебной физкультуры для страховки пациента от падения.

Для статистической обработки материала использовали программу Statistica 10. Количественные данные представлены в виде средних значений и стандартного отклонения ($M \pm SD$). При анализе качественных порядковых данных, распределенных по закону, отличному от нормального закона распределения, применяли непараметрический тест Уилкоксона для сравнения двух зависимых выборок. Статистические тесты проведены для нулевой гипотезы о равенстве средних, уровень статистической значимости принят равным 0,05.

Результаты

В ходе исследования эффективности роботизированной механотерапии с применением экзоскелета для нижних конечностей EхоAtlet в реабилитации пациентов с РС, имеющих двигательные нарушения в нижних конечностях, получены данные о положительном эффекте занятий на

данном устройстве. В процессе реабилитации у пациентов отмечена хорошая переносимость физических нагрузок.

При оценке уровня инвалидизации по шкале EDSS у больных отмечено статистически значимое ($p < 0,02$) снижение данного показателя с $5,52 \pm 1,22$ балла до $5,30 \pm 1,26$ балла. Изменение составило 0,22 балла (4%). При исследовании степени нарушения пирамидной функции у пациентов отмечено уменьшение дефицита: исходный уровень – $3,02 \pm 0,71$ балла, после проведения курса реабилитации – $2,81 \pm 0,81$ балла. Улучшение функции пирамидной системы составило 0,21 балла (7%), $p < 0,01$, после окончания реабилитационных мероприятий (табл. 1).

Положительная динамика получена и при оценке комплексной функциональной шкалы РС после проведения курса реабилитации. Исследование субтеста SDMT показало статистически значимое ($p < 0,02$) улучшение: рост показателя составил 2,3 балла (4,3%); табл. 2. При оценке других субтестов MSFC отмечено статистически значимое улучшение показателей Timed 25-Foot walk ($p < 0,001$), 9-НРТ на доминирующей ($p < 0,02$) и недоминирующей ($p < 0,02$) руках. Улучшение показателя субтеста Timed 25-Foot walk составило 3,3 с (18,6%), показателя 9-НРТ на доминирующей руке – 1,7 с (5,6%), на недоминирующей руке – 2,3 с (6,7%); см. табл. 2.

При изучении показателей MoCa отмечено статистически значимое ($p < 0,001$) улучшение когнитивных функций после курса занятий с высокой степенью достоверности, улучшение составило 1,5 балла (5,7%); см. табл. 2.

Оценка аффективных нарушений у пациентов с РС, включенных в исследование, показала статистически значимое снижение уровня депрессии ($p < 0,02$) по шкале HADS на 0,9 балла (16,4%) и уровня тревоги ($p < 0,001$) – на 1,2 балла (21,4%); табл. 3.

Обсуждение

РС – тяжелое прогрессирующее воспалительно-демиелинизирующее заболевание ЦНС [22], которое является наиболее частой причиной инвалидности среди молодого населения трудоспособного возраста. Заболевание

проявляется различной комбинацией симптомов, и одними из самых частых проявлений являются двигательные нарушения и нарушения ходьбы. С течением времени происходит увеличение объема поражения ЦНС и, как следствие, нарастание неврологического дефицита и степени инвалидизации пациента. По этой причине для сохранения функционального статуса, социальной и повседневной активности необходимо проведение нейрореабилитационных мероприятий. В настоящее время перспективным направлением физической реабилитации является роботизированная механотерапия, которая обеспечивает высокую эффективность тренировок [23].

По результатам исследования можно отметить, что проведение занятий с использованием экзоскелета для нижних конечностей дает положительную динамику у пациентов с РС, имеющих нарушение функции ходьбы. По завершении нейрореабилитационных мероприятий у пациентов отмечается улучшение показателя субтеста Timed 25-Foot walk на 18,6% по сравнению с начальным значением, что указывает на увеличение скорости ходьбы. Также отмечается улучшение показателя EDSS на 4% и степени нарушения пирамидной системы на 7% по сравнению с исходными данными. При этом улучшаются не только силовые характеристики опорно-двигательного аппарата, но и когнитивные функции пациентов. Улучшение когнитивных функций, по результатам исследования, составило 5,7% при оценке по шкале MoCa и 4,3% при оценке по символично-числовому тесту SDMT. Имеется влияние и на аффективные нарушения у пациентов с РС: отмечается снижение уровня депрессии на 16,4% и уровня тревоги на 21,4% при проведении HADS. Уменьшение тревожно-депрессивного фона позволяет повысить мотивацию пациентов к дальнейшей реабилитации, что также повышает эффективность занятий.

Учитывая полученные данные, можно сказать, что использование экзоскелета показало эффективность в реабилитации пациентов с РС при двигательных нарушениях и нарушении функции ходьбы. При этом отмечается воздействие на многие функции и системы организма пациента, которые повреждаются в процессе развития данного заболевания.

Заключение

При исследовании получены данные, которые показали эффективность роботизированной механотерапии с применением экзоскелета для нижних конечностей в качестве средства реабилитации и перспективность дальнейшего изучения этого направления для восстановления функции ходьбы у пациентов с РС при наличии двигательного дефицита в нижних конечностях. Показано, что сохранение стойкой ремиссии, в данном исследовании – на фоне терапии интерфероном β -1b 9,6 млн ЕД через день подкожно, являлось необходимым условием эффективности нейро-реабилитации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Литература/References

- Diaz C, Zarco LA, Rivera DM. Highly active multiple sclerosis: An update. *Mult Scler Relat Disord*. 2019; 30: 215–24. DOI: 10.1016/j.msard.2019.01.039
- Jalkh G, Abi Nahed R, Macaron G, Rensel M. Safety of Newer Disease Modifying Therapies in Multiple Sclerosis. *Vaccines (Basel)*. 2020; 9 (1): 12. DOI: 10.3390/vaccines9010012
- Dobson R, Giovannoni G. Multiple sclerosis – a review. *Eur J Neurol*. 2019; 26 (1): 27–40.
- Thompson AJ, Banwell BL, Barkhof F, et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *Lancet Neurol*. 2018; 17 (2): 162–73.
- Filippi M, Bar-Or A, Piehl F, et al. Multiple sclerosis. *Nat Rev Dis Primers*. 2018; 4 (1): 43. DOI: 10.1038/s41572-018-0041-4
- Сушкова М.О., Котов С.В., Якушина Т.И., Лапитан Д.Г. Нарушения когнитивных функций при рассеянном склерозе: ассоциация с активностью воспалительного процесса и степенью выраженности инвалидизации. *Альманах клинической медицины*. 2015; 39: 115–20 [Sushkova MO, Kotov SV, Yakushina TI, Lapitan DG. Cognitive impairment in multiple sclerosis: association with the activity of inflammatory process and severity of disability. *Almanac of Clinical Medicine*. 2015; 39: 115–20 (in Russian)]. DOI: 10.18786/2072-0505-2015-39-115-120
- Hart FM, Bainbridge J. Current and emerging treatment of multiple sclerosis. *Am J Manag Care*. 2016; 22 (6 Suppl): 159–70.
- Brown JW, Coles A, Horakova D, et al. Association of Initial Disease-Modifying Therapy With Later Conversion to Secondary Progressive Multiple Sclerosis. *JAMA*. 2019; 321 (2): 175–87. DOI: 10.1001/jama.2018.20588
- Ploughman M. A new era of multiple sclerosis rehabilitation: lessons from stroke. *Lancet Neurol*. 2017; 16 (10): 768–9. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30301-0
- Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019; 1 (1): CD0123732. DOI: 10.1002/14651858.CD0123732.pub2
- Kubsik-Gidlewska AM, Klimkiewicz P, Klimkiewicz R, et al. Rehabilitation in multiple sclerosis. *Adv Clin Exp Med*. 2017; 26 (4): 709–15. DOI: 10.17219/acem/62329
- David J, Reinkensmeyer VD. Neurorehabilitation Technology. Springer, 2016.
- Miller L, Zimmermann A, Herbert W. Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis. *Med Devices (Auckl)*. 2016; 9: 455–66. DOI: 10.2147/MDERS.103102
- Molteni F, Gasperini G, Gaffuri M, et al. Wearable robotic exoskeleton for overground gait training in sub-acute and chronic hemiparetic stroke patients: preliminary results. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017; 53 (5): 676–84. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04591-9
- Bayón C, Martín-Lorenzo T, Moral-Saiz B, et al. A robot-based gait training therapy for pediatric population with cerebral palsy: goal setting, proposal and preliminary clinical implementation. *J Neuroeng Rehabil*. 2018; 15 (1): 69. DOI: 10.1186/s12984-018-0412-9
- Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2021.
- Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: An expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*. 1983; 33 (11): 1444–52. DOI: 10.1212/wnl.33.11.1444
- Tiftkcioglu BI. Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC): Scoring Instructions. *Noro Psikiyatr Ars*. 2018; 55 (Suppl. 1): S46–8. DOI: 10.29399/npa.23330
- Kalb R, Beier M, Benedict RH, et al. Recommendations for cognitive screening and management in multiple sclerosis care. *Mult Scler*. 2018; 24 (13): 1665–80. DOI: 10.1177/1352458518803785
- Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2005; 53 (4): 695–9. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
- Honarmand K, Feinstein A. Validation of the Hospital Anxiety and Depression Scale for use with multiple sclerosis patients. *Mult Scler J*. 2009; 15 (12): 1518–24.
- Montalban X, Gold R, Thompson AJ, et al.ECTRIMS/EAN Guideline on the pharmacological treatment of people with multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2018; 24 (2): 96–120. DOI: 10.1177/1352458517751049
- Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б., и др. Эффективность применения экзоскелета ExoAtlet для восстановления функции ходьбы у больных рассеянным склерозом. *Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017; 117 (10): 41–7 [Kotov SV, Ljdvoy VYU, Sekirin AB, et al. The efficacy of the exoskeleton ExoAtlet to restore walking in patients with multiple sclerosis. *Zhurn. neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2017; 117 (10): 41–7 (in Russian)]. DOI: 10.17116/jnevro201711710241-47

Статья поступила в редакцию / The article received: 02.02.2021

Статья принята к печати / The article approved for publication: 23.04.2021



OMNIDOCOR.RU