



РОБОТИЗИРОВАННАЯ ЛОКОМОТОРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОРАЖЕНИЕМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ – ОТ НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ В КЛИНИЧЕСКУЮ ПРАКТИКУ.

УДК 616-78

Кузнецов А.Н., первый заместитель Генерального директора, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ,

Даминов В.Д., главный реабилитолог, к.м.н., доцент кафедры неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ,

Рыбалко Н.В., врач-невролог отделения восстановительного лечения, к.м.н., ассистент кафедры неврологии с курсом нейрохирургии ИУВ.

Канкулова Е.А., аспирант кафедры неврологии с курсом хирургии

ФГУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова Росздрава», г. Москва

Морфофункциональная регуляция локомоторной функции.

Согласно теории Берштейна Н.А. (1947, 1966г.) существует несколько уровней управления двигательной функции, каждый из которых имеет свой механизм «обратной связи» [2]. Высший уровень регуляции ходьбы обеспечивается корой больших полушарий и связанными с ней подкорковыми структурами. Его основная функция – адаптация постральных и локомоторных синергии к конкретным условиям окружающей среды, положению тела в пространстве, намерениям индивидуума. В нем можно выделить две основные подсистемы. Первую подсистему образуют звенья основного моторного корково-подкоркового круга.

Начинаясь от различных отделов коры, он последовательно включает нейроны стриатума, паллидума, таламуса и возвращается к дополнительной моторной коре, структуры этого круга участвуют в инициации и поддержании движения. Дополнительная моторная кора, взаимодействуя с другими структурами круга, обеспечивает подготовку и реализацию сложных автоматизированных, заученных локомоторных и постральных синергии, особенно при многоэтапных движениях, участвуя в последовательном переключении их фаз, а также в выборе и переключении программ ходьбы при изменении ее условий.

Лобные доли и базальные ганглии играют важную роль в выборе и реализации адекватных локомоторных и постральных синергии. Нарушение генерации постральных сдвигов при первом шаге или поворотах – один из основных дефектов при нарушениях ходьбы высшего типа, связанных с поражениями лобных долей и базальных ганглиев. При поражении дополнительной моторной коры и базальных ганглиев нарушается автоматический выбор адекватной стратегии, подавляются или замедляются предвосхищающие и спасательные постральные синергии, что приводит к частым падениям. Состояние корково-подкоркового моторного круга модулируется нигростриарной дофаминергической системой.

Основной компонент второй подсистемы высшего уровня регуляции ходьбы – премоторная кора, через которую реализуются движения, иницирующиеся и реализующиеся под влиянием внешних стимулов. Посредством многочисленных корково-корковых связей премоторная кора тесно взаимодействует с ассоциативными зонами теменной коры, которые на основе получаемой зрительной, проприоцептивной, тактильной, вестибулярной, слуховой информации формируют схему тела и окружающего пространства. Через премоторную кору обеспечивается приспособление локомоторных синергии к конкретным условиям поверхности и другим особенностям внешней среды. Эта подсистема особенно важна при новых непривычных движениях или при выполнении сложных движений, но в непривычном контексте, а также при преодолении препятствий или при необходимости учета внешних ориентиров (например, при ходьбе через нарисованные на поверхности полосы). При поражении премоторной коры в первую очередь нарушается выполнение заданий, требующих визуомоторной коор-

динации, например ходьба по неровной поверхности или преодоление препятствий. Премоторная кора регулирует ходьбу через первичную моторную кору. Кроме того, от нее непосредственно отходят волокна к ретикулярной формации продолговатого мозга – единому конечному пути к спинальным генераторам ходьбы [1-3]. Установлено, что спинной мозг содержит спинальные генераторы локомоторной активности (СЛГ)- интернейронные структуры, обеспечивающие стереотипную ритмическую координированную активность мышц каждой конечности, межконечностную координацию, а также координацию активности мышц конечностей и туловища для передвижения в пространстве. В норме СЛГ активируются супраспинально, через ретикулоспинальную и другие нисходящие системы (Mori et al., 1977-1999; Rossignol et al., 1993-2001), и корректируются афферентным притоком (Van de Crommert et al., 1998; Orlovsky, 2001) [3].

Физиологические предпосылки для восстановительного лечения локомоторной функции.

Нарушение двигательной функции может быть обусловлено поражением пирамидной и экстрапирамидной системы на различных уровнях. В основе восстановления нарушенной двигательной функции лежит механизм нейропластичности – способности нервной ткани к структурно-функциональной перестройке, наступающей после ее повреждения. В процессе проведенных ранее исследований было доказано, что механизм нейропластичности активизируется в процессе многократного целенаправленного повторения движений [10, 11, 17, 19].

Необходимо также отметить, что при полном поражении пирамидного пути в процессе восстановительного лечения двигательных нарушений, на первый план выходит активация СЛГ спинного мозга, что также достигается путем длительной целенаправленной тренировки мышц [17].

В современной нейрореабилитации при восстановительном лечении двигательной функции все большее предпочтение отдается роботизированным реабилитационным комплексам. В процессе тренировки на роботизированных комплексах происходит длительная целенаправленная тренировка конечностей, активация процессов нейропластичности и спинальных генераторов локомоторной активности и закрепление эффекта с помощью биологически обратной связи (БОС).

Роботизированная механотерапия в реабилитации двигательной функции.

К роботизированным устройствам для восстановительного лечения верхней конечности относятся MIT-MANUS, ARM Trainer, mirror-image motion enable (MIME) robot, Armeo; для восстановления нижней конечности применяются – Erigo, Lokomat, Lokohelp, Rehabot, Gait Trainer, Lopes и т.д. [13, 16].

Наиболее изученным является роботизированный комплекс Erigo и Lokomat (Hocoma, Швейцария). С целью облегчения процесса мобилизации больных с тяжелыми двигательными нарушениями фирмой «Hocoma» (Швейцария) был создан стол-вертикализатор Erigo, который, в отличие от классических поворотных



Lokomat®PRO

LokomatPRO – уникальный высокотехнологичный роботизированный комплекс для локомоторной терапии пациентов после инсульта, Спинального повреждения, Черепно-мозговой травмы, Рассеянного склероза и других неврологических заболеваний.

- Лечение основано на механизме нейропластичности головного мозга – формирования и закрепления новых нейронных связей в ответ на интенсивные и многократно повторяющиеся одинаковые движения нижних конечностей.
- Автоматизированная локомоторная терапия значительно улучшает эффективность реабилитации по сравнению с мануальными методами.



Поставки медицинского оборудования • комплексное проектирование

Закажите каталог бесплатно на сайте www.beka.ru

124489, г. Москва, Зеленоград, ул. Сосновая аллея, д. 6а, стр. 1 тел.: +7 (495) 666-3323; 742-4430
факс +7 (495) 742-4435 • info@beka.ru • www.beka.ru • beka.pf



столов, снабжен интегрированным роботизированным ортопедическим устройством, позволяющим одновременно с вертикализацией больного (от 0 до 80 градусов) проводить интенсивную двигательную терапию в виде пассивных динамических движений нижних конечностей с возможностью циклической нагрузки на них. Интенсивные движения препятствуют скоплению венозной крови в нижних конечностях и предотвращают развитие ортостатических реакций при вертикализации больных. Комплекс «Erigo» одновременно решает несколько глобальных задач: вертикализует и адаптирует пациента к возрастающим физическим нагрузкам, увеличивает мышечную силу, снижает патологический тонус и начинает процесс формирования и восстановления физиологичного паттерна ходьбы (Домашенко М.А., Черникова Л.А. 2008; Muller F. 2009). Курс занятий на данном тренажере является быстрым реабилитационным стартом, подготовливающих пациентов к расширенной реабилитации, а также к тренировкам на системе Lokomat, представляющей беговую дорожку с разгрузкой веса с роботизированным механизмом ходьбы.

В настоящее время проведено множество исследований оценивающих эффективность роботизированной механотерапии в восстановительном лечении двигательной функции по сравнению с консервативной реабилитационной терапией.

Из Российских исследований можно выделить работы Кочеткова А.В. и соавторов, Макаровой М.Р., Преображенского В.Н., Лядова К.В. (2008г.); Черниковой Л.А. и соавторов (2008); а также наши собственные исследования (Даминов В.Д. Рыбалко Н.В., Кузнецов А.Н., 2009г.), подтверждающие эффективность роботизированных комплексов в реабилитации пациентов с поражением ЦНС [4, 6-8].

В работе Mayr A, Kofler M, (2007) изучались эффекты использования системы Lokomat у 16 больных с постинсультными гемипарезами давностью не более 1 года с различной локализацией очага поражения и разной этиологией. Основная группа (8 больных) получала 3 недели

тренировки на системе Lokomat, затем в течение 3 недель – обычную традиционную терапию, а затем вновь в течение 3 недель – терапию с помощью системы Lokomat. В контрольной группе (8 больных) последовательность применения традиционной терапии и системы Lokomat была иной. В течение первых 3 недель больные получали традиционную реабилитацию, затем в течение 3 недель – систему Lokomat, и в заключение – опять 3 недели традиционной реабилитации. Эффекты проведенного лечения оценивались с помощью балльных шкал и по таким показателям системы Lokomat как скорость ходьбы, степень разгрузки массы тела и степень уменьшения усилия управления со стороны Lokomat. Сравнительное исследование выявило преимущество автоматизированной тренировки на системе Lokomat по отношению к традиционной реабилитации в плане клинических показателей оценки ходьбы. Авторы считают, что тренировки на системе Lokomat особенно полезны на ранних стадиях восстановления, когда имеют место проблемы с балансом, выраженным парезом, нестабильностью мышечного тонуса [18].

В исследовании Hidler J., Nichols D., (2009) оценивалась эффективность терапии с помощью системы Lokomat у 30 больных, с постинсультными гемипарезами с давностью инсульта от 28 до 200 дней. Помимо общепринятых клинических шкал использовались оценка ходьбы с помощью системы Paromed Neubeuern (Германия), анализировался биоэлектрический импеданс мягких тканей тела, оценивался мышечный тонус по шкале Ашфорта и активность ежедневной жизни с помощью индекса Бартеля. Проведенное исследование показало, что у больных получавших тренировки на системе Lokomat увеличивалась длительность одиночной опоры на паретичную ногу, что способствовало более симметричной походке, увеличивалась мышечная масса и уменьшалось процентное содержание жира в исследуемых тканях. В то же время статистически значимых отличий по другим измерениям не было отмечено [14].

В мультицентровом исследовании изучалось влияние использования системы Lokomat на состояние функ-



циональной мобильности у 20 больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы давностью от 2 до 17 лет. Исследование проводилось в 5 реабилитационных центрах (США, Германия и Швейцария) в течение 2 лет. Следует отметить, что до начала тренировок с помощью системы Lokomat 16 из 20 больных могли передвигаться, на крайней мере, на расстояние 10 м с помощью вспомогательных средств для ходьбы. Тренировки продолжались в течение 8 недель 3-5 раз в неделю по 45 мин в день. Проведенное исследование показало, что применение системы Lokomat у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы приводило к достоверному увеличению скорости ходьбы, выносливости и улучшению выполнения функциональных задач. В то же время не было получено корреляций между увеличением скорости ходьбы и степенью пареза и спастичности. Следует отметить также, что 4 больных, которые до начала тренировок на системе Lokomat не могли передвигаться так и не восстановили способность к передвижению после окончания 8 недельного курса обучения.

В 2008г. Freivogel S, Mehrholz J было проведено исследование оценивающее эффективность роботизированного комплекса LokoHelp. После проведения курса восстановительного лечения в группе пациентов занимавшихся на роботизированном комплексе LokoHelp отмечалось достоверно значимое ($p = 0.048$) улучшение способности ходьбы согласно Функциональным Категориям Ходьбы (Functional Ambulation Category) с 0,7 до 2,5; достоверно значимое ($p = 0.086$) нарастание силы в нижних конечностях согласно индексу Мотрисайти (Motricity Index) с 94 до 111 единиц; достоверно значимое ($p = 0.033$) увеличение мобильности согласно индексу Ривермид (Rivermead Mobility Index) с 5 до 7 единиц [12].

К устройствам, аналогичным Erigo относится, появившаяся в Италии, в 2010 году система BTS ANYMOV – роботизированная больничная койка для функциональной реабилитации пациентов, перенесших инсульт или ЧМТ. BTS ANYMOV (BTS S.p.A., Италия) – реабилитационная роботизированная больничная койка, позволяющая проводить специальные повторяющиеся тренировки, построенные на плавных, пассивных упражнениях. Работа данного аппаратного комплекса обеспечивает активную, поддерживающую, сегментированную и мультисегменти-

рованную мобилизацию бедра, коленей, голеностопного сустава за счет активных упражнений с сопротивлением, соразмерным возможностям пациента.

Восстановление навыка ходьбы также предусматривает поднятие-спуск пациента по ступеням как необходимый элемент ежедневной двигательной активности. В последние годы были разработаны роботы для тренировки поднятия-спуска по лестнице. К ним относятся системы G-EO, Haptic Walker. Эффективность робота-тренажера G-EO-System по сравнению с работой инструкторов была подтверждена показателями электромиографического исследования в исследовании Hesse S., Waldner A., Tomelleri C., (2010).

Таким образом, роботизированные устройства в настоящее время начинают занимать определенное важное место в комплексной реабилитации неврологических больных с тяжелыми двигательными нарушениями различной этиологии, однако, по-видимому, требуются ещё дальнейшие исследования как по изучению эффектов, так по разработке методик использования роботизированных систем. Большинство авторов, использующих роботизированные устройства, отмечают, что тренировки на этой системе ни в коем случае не заменяет традиционную лечебную гимнастику, должны применяться в комплексе с другими методами реабилитации. Вместе с тем, подчеркивается, что роботизированная механотерапия имеет значительные преимущества при обучении навыкам ходьбы больных с тяжелейшими парезами различной этиологии [9,13,15].

Один из путей совершенствования – это сочетание роботизированных технологий с другими методами активации механизмов нейропластичности (функциональная нервно-мышечная электростимуляция и стимуляционные методы лечения, воздействующие на различные уровни ЦНС).

Использование технологий виртуальной реальности, имитирующей реальные условия с помощью компьютерных техник, позволяет достичь большей эффективности тренировок на фоне обратной сенсорной связи. С помощью фМРТ подтверждена реорганизация активности двигательной коры при применении технологий виртуальной реальности для тренировки ходьбы [20,21].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. / П. К. Анохин. - М., Медицина, 1975. - 448 с.
2. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. - М., Медицина, 1966 - 349 с.
3. Герасименко Ю. П. Генераторы шагательных движений человека: спинальные механизмы их активации // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2002. - №3. - С. 14-24.
4. Даминов В.Д., Рыбалко Н.В., Горохова И.Г., Короткова И.С., Кузнецов А.Н. Реабилитация больных в остром периоде ишемического инсульта с применением роботизированной системы "Erigo" // Вестник восстановительной медицины. - 2008. - №6. - С.50-53.
5. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М.:МЕДпресс-информ, 2008. - 560 с.
6. Кочетков А.В., Пряников И.В., Костив И.М. и др. Метод восстановления утраченной или нарушенной функции ходьбы с использованием роботизированной системы «Lokomat» (НОСОМА, Швейцария) у больных травматической болезнью спинного мозга. Вестник восстановительной медицины. 2009; 1: 82-86.
7. Макарова М.Р., Преображенский В.Н. Программы опорно-двигательной активности у больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, с применением новых медицинских технологий // Вестник восстановительной медицины. -2008. -№4. -С.41-42.
8. Черникова Л.А., Демидова А.Е., Домашенко М.А. Эффект применения роботизированных устройств ("Эриго" и "Локомат") в ранние сроки после ишемического инсульта. Вестник Восстановительной медицины. -2008. - №5. - С.73-75.
9. Ada L., Dean C.M., Vargas J., Ennis S. Mechanically assisted walking with body weight support results in more independent walking than assisted overground walking in non-ambulatory patients early after stroke: a systematic review // J. Physiother. -2010. - Vol.56, № 3. -P.153-161.
10. Cheatwood J.L., Emerick A.J., Kartje G.L. Neuronal plasticity and functional recovery after ischemic stroke // Topics in stroke rehabilitation. -2008. - Vol.15-P.42-50.
11. Dimyan MA, Cohen LG. Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke // Nat. Rev. Neurol. -2011. -№1. -P.46-51.
12. Freivogel S, Mehrholz J, Husak-Sotomayor T, Schmalohr D. // Gait training with the newly developed 'LokoHelp'-system is feasible for non-ambulatory patients after stroke, spinal cord and brain injury. A feasibility study // Brain Inj. -2008. - Vol.22, № 7-8. - P.625-632.
13. Hachisuka K. Robot-aided training in rehabilitation // J. Brain Nerve -2010. - №2. - P.133-140.
14. Hilder J., Nichols D., Pelliccio M., Brady K. Multicentre randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke // J. Neurorehabil. Neural Repair -2009. -№1. - P.5-13.
15. Husemann B, Müller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effects of Locomotion Training With Assistance of a Robot-Driven Gait Orthosis in Hemiparetic Patients After Stroke // Stroke. -2007. -№38. - P.349-354.
16. Hesse S., Schmidt H., Werner C., Bardeleben A. Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control // Curr. Opin. Neurol. - 2003. - №.12. -P.705-710.
17. Luft A.R., Marko R.F., Forrester L.W. Treadmill Exercise Activates Subcortical Neural Networks and Improves Walking After Stroke. A Randomized Controlled Trial // Stroke. -2008. -Vol.28. -P.57-60.
18. Mayr A, Kofler M, Quirbach E, Matzak H, Frühlich K, Saltuari L. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis // Neurorehabil Neural Repair. -2007. - Vol. 21, №4. -P.307-314.
19. Sabel B.A., Matzke S., Prilloff S. Special issues in brain plasticity, repair and rehabilitation: 20 years of a publishing strategy // Restor. Neurol. Neurosci. -2010. - Vol.28, №6. -P.719-728.
20. Schwartz I, Sajin A, MD, Fisher I, Neeb M, Shochina M, Katz-Leurer M, Meiner Z. The Effectiveness of Locomotor Therapy Using Robotic-Assisted Gait Training in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial // Medical Association Journal. - 2009. -Vol. 1. -P. 516-523.



21. Waldner A., Tomelleri C., Hesse S. Transfer of scientific concepts to clinical practice: recent robot-assisted training studies // Funct. Neurol. -2009. - №10. - P.173-177.

22. Westlake K.P., Patten C Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke // J. Neuroeng Rehabilitation. -2009. - №6- P. 6-18.

АННОТАЦИЯ

Травма позвоночника, спинного и головного мозга, а также различные заболевания центральной нервной системы, приводят к нарушению локомоторной функции и социально-бытовой дезадаптации пациента. Проведено описание методик роботизированной механотерапии для восстановления функции ходьбы, описание научной базы для внедрения роботизированных методик.

Ключевые слова: реабилитация, роботизированная локомоторная терапия, нарушение двигательной функции.

ABSTRACT

Spinal Cord Injury, annotation and brain, as well as other diseases of central nervous system, is likely to disrupt lokomotornoj function and social maladjustment among patients. A description of the methods for restoring physical robotic walking function, a description of the scientific basis for the adoption of robotic techniques.

Keywords: rehabilitation, robotic lokomotornav therapy, violation of motor function.

Контакты.

Даминов Вадим Дамирович. Служебный адрес: 105203, Москва, Нижняя Первомайская, 70; служебный телефон 8 (495) 464-23-54. e-mail – daminov07@mail.ru

Канкулова Елена Ануаровна. Служебный адрес: 105203, Москва, Нижняя Первомайская, 70; служебный телефон 8 (495) 464-23-54. e-mail – daminov07@mail.ru

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ КОБС И СИСТЕМЫ EN-TREEM

УДК 614, 616

Орлова Е.В.¹, Каратеев Д.Е.¹, Кочетков А.В.², Тахтай В.В.¹

¹Учреждение Российской академии медицинских наук Научно-исследовательский институт ревматологии РАМН, Москва

²ФГОУ Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства, Москва

Актуальность

Ревматоидный артрит (РА) представляет собой аутоиммунное ревматическое заболевание неизвестной этиологии, характеризующееся хроническим эрозивным артритом (синовитом) и системным воспалительным поражением внутренних органов [1 – 3]. Прогрессирующее течение заболевания, высокая частота поражения лиц трудоспособного возраста, рано возникающее снижение функциональных способностей, потеря профессиональных и социальных навыков, значительная инвалидизация больных представляют серьезную общемедицинскую и социальную проблему, приводя к огромным экономическим потерям [3 – 5].

В настоящее время, наряду с разработкой новых фармакологических подходов и схем, существенное внимание уделяется проблеме реабилитации больных РА. Реабилитация – это комбинированное и координированное применение медицинских, социальных, педагогических и профессиональных мероприятий с целью подготовки и переподготовки (переквалификации) индивидуума на оптимальный уровень трудоспособности [6, 9]. Медицинская реабилитация имеет стационарный, амбулаторно-поликлинический и санаторно-курортный этапы и базируется на 3-х принципах: комплексность и мультидисциплинарный подход, преемственность на всех этапах, индивидуальный характер построения реабилитационной программы. В целом реабилитация может быть рассмотрена как комплексный процесс, цель которого – сведение к минимуму функциональных нарушений и их негативных влияний на жизнь больного, увеличение степени самостоятельности пациента во всех сферах жизни, интеграция его в общество.

Реабилитация больных РА – важная медицинская и социальная проблема. Ее актуальность обусловлена тя-

жестью поражения опорно-двигательного аппарата, прогрессированием заболевания, трудностью физического и психологического приспособления больного к нарушениям двигательных функций, необходимых в повседневной жизни и профессиональной деятельности [6]. Основные цели реабилитации больного РА: влияние на воспалительный процесс и суставной синдром, предупреждение возникновения функциональной недостаточности суставов, прогрессирования деформаций, сохранение способности к самообслуживанию, выполнению бытовой деятельности, профессиональному труду, поддержание больного как активной социальной личности [6, 7].

Важным принципом составления индивидуальных программ реабилитации (ИПР) для больных РА является комплексный и систематизированный подход [14]. Так, реабилитация должна включать медикаментозную терапию (МТ), по показаниям – оперативное лечение, ортезирование для исправлений нарушений опорно-двигательного аппарата, физиотерапию (лазеротерапию, магнитотерапию, электролечение, криотерапию (КТ) и др.), групповые и индивидуальные занятия лечебной физической культурой (ЛФК), трудотерапию, обучающую работе с бытовыми приборами, дополнительными приспособлениями, облегчающими самообслуживание, выполнение домашнего и профессионального труда, образовательные программы (школы для пациентов), психологическую коррекцию [6 – 13].

Криотерапия – это совокупность физических методов лечения, основанных на использовании холодового фактора для отведения тепла от тканей, органов или тела, в результате чего их температура снижается в пределах криоустойчивости (5 – 10°C) без выраженных сдвигов терморегуляции [15]. Различают локальную и общую