

ВВЕДЕНИЕ

Реабилитация больных с двигательными нарушениями вследствие заболеваний и травм центральной нервной системы является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины. Это обусловлено, прежде всего, большой распространенностью, как сосудистых заболеваний головного мозга, так и травм головного и спинного мозга.

Способность к передвижению в пространстве – одна из наиболее важных двигательных функций живого организма. Ходьба оптимально реализуется только при условии нормального функционирования большого количества различных отделов центральной нервной системы и поэтому, наиболее частым и инвалидизирующим проявлением вышеупомянутых заболеваний является нарушение функции ходьбы различной степени выраженности.

По решению президиума РАМН от 22 октября 2003 года делается приоритет на поиск стратегически новых направлений восстановительной медицины. Внедрение высокотехнологичных, компьютеризированных реабилитационных комплексов, работающих в режиме биологической обратной связи, во всем мире является приоритетным направлением моторной реабилитации больных с поражением центральной нервной системы. Одним из последних достижений в этом направлении является методика роботизированной механотерапии, направленной на раннюю активизацию больного и восстановление нарушенных двигательных функций.

В данной работе обобщен пятилетний опыт включения роботизированных технологий в комплексную реабилитацию пациентов с тяжелыми двигательными нарушениями, находившихся на лечение в клинике неврологии и нейрохирургии Национального Пироговского медико-хирургического центра.

ГЛАВА 1.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ И ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ РОБОТОВ

Одной из важнейших задач реабилитации больных с тяжелыми двигательными нарушениями вследствие инсульта и травм головного и спинного мозга является их ранняя активизация (мобилизация), способствующая стабилизации гемодинамических показателей, профилактике развития спастичности и осложнений раннего периода, а также подготовке больных к стоянию и последующему обучению ходьбе. Активное использование классических поворотных столов в острейшем периоде инсульта, а также в раннем периоде после травм головного и спинного мозга, ограничено в связи с возможностью частого

6 развития у этих пациентов ортостатических реакций в виде постуральной гипотензии, сопровождающейся кратковременной потерей сознания. Причем известно, что чем дольше продолжается период иммобилизации пациента, тем чаще возникают эти реакции при попытке перевести пациента в вертикальное состояние. Как правило, развитие постуральной гипотензии связано с чрезмерным скоплением крови в венозном бассейне нижних конечностей.

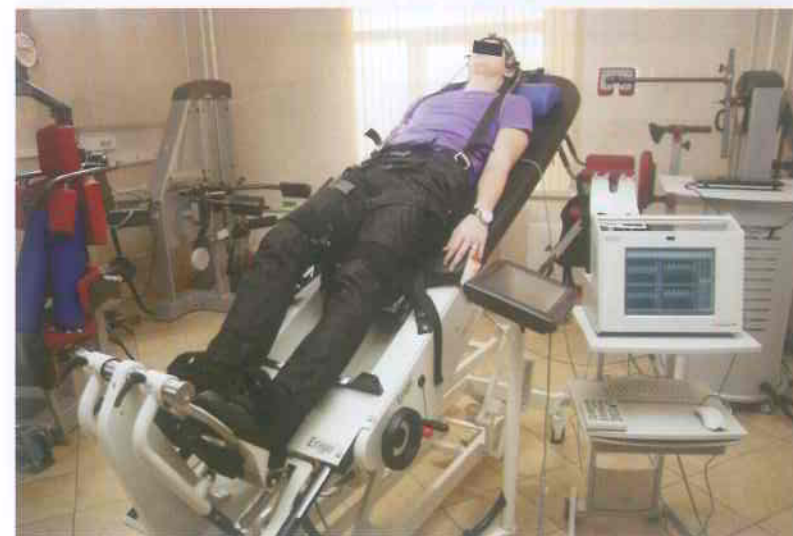
С целью облегчения процесса мобилизации больных с тяжелыми двигательными нарушениями фирмой «Носота» (Швейцария) был создан стол-вертикализатор «Ergo», который, в отличие от классических поворотных столов, снабжен интегрированным роботизированным ортопедическим устройством, позволяющим одновременно с вертикализацией больного (от 0 до 80°) 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 (Рисунок 1).

Комплекс «Ergo» одновременно решает несколько глобальных задач: вертикализирует 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, подготавливающих пациентов к расширенной реабилитации, а также к тренировкам на системе «Lokomat», представляющей беговую дорожку с разгрузкой веса с роботизированным механизмом ходьбы.

Исследование проведенное в ГУ НЦН РАМН показало, что использование вертикализатора «Ergo» в острейшей стадии острого тяжелого ишемического инсульта способствует более ранней активизации больных [34]. Средний срок перевода в вертикальное положение для больных основной группы, в которой мобилизация осуществлялась с применением вертикализатора «Ergo», составил $17,9 \pm 2,13$ дней и для больных

Особенность работы аппарата заключается в вертикализации пациента с одновременной циклической работой нижних конечностей — «имитация шага», которая соответствует физиологическому трехсуставному сгибанию.

Система «Ergo» оснащена компьютером и жидкокристаллическим монитором с сенсорными кнопками, с помощью которых, и происходит управление роботом. Необходимые тренировочные параметры вид и темп ходьбы, угол сгибания/разгибания суставов, процент участия пациента в тренировке, режим движений подбираются строго индивидуально. Данные тренинга сохраняются в компьютере, в цифровом и графическом вариантах, что дает возможность оценить динамику показателей у каждого пациента.



8 Исследование, проведенное в клинике неврологии и нейрохирургии Национального Пироговского медико—хирургического центра показало, что применение вертикализатора «Erigo» в острой стадии острого тяжелого ишемического инсульта способствует более ранней активизации больных/



контрольной группы, в которой мобилизация осуществлялась классическим способом с применением кинезотерапии, составил $32,1 \pm 11,2$ дней ($p < 0,05$). Следует также отметить, что при использовании стола-вертикализатора «Erigo» ни у одного больного не наблюдалось ортостатических реакций. По данным различных авторов стол-вертикализатор «Erigo» с успехом используется при активизации тяжелых длительно иммобилизованных больных (кома, вегетативный статус и т.д.).

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.



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

Койка состоит из 4 подвижных секций, оборудованных высокоточными моторами (13 моторов). Подъем и боковые движения всего каркаса койки могут контролироваться за счет телескопических стоек, возможен наклон спинки до 90° , опорный каркас для нижних конечностей служит для упражнений на разведение/сведение бедер. Движения на сгибание/разгибание голеностопного сустава и колена обеспечиваются за счет работы двух специальных моторов. Работа компрессора обеспечивает сопротивление, соразмерное прилагаемой силе пациента, необходимое для активных реабилитационных упражнений.

Благодаря интеграции базы данных с системой управления BTS ANYMOV оператор может получить всю необходимую информацию на сенсорном экране, сохранить терапевтический профиль, вызвать его из памяти, внести изменения в соответствии с улучшениями состояния пациента и т.д.

BTS ANYMOV в качестве опции предусматривает интеграцию с полностью беспроводной ЭМГ-системой, включающей протоколы для получения данных о работе различных группах мышц при выполнении упражнений на больничной койке. Система автоматически генерирует структурированный отчет по интенсивности мышечных сокращений и записывает события мышечной работы. Специальная система индексирования помогает понять процессы мышечной активности, дать количественную оценку, а также провести соответствующий мониторинг при последующем наблюдении пациента для оценки прогресса в реабилитации.

В настоящее время проводятся клинические испытания в Университетской клинике г. Хайдельберг, Германия нового роботизированного устройства восстановления ходьбы. В ка-

честве двигателя – пневмокомпрессор, аппарат планируется для домашнего использования.

Другой важной проблемой реабилитации больных с тяжелыми двигательными нарушениями, развившимися вследствие заболеваний и травм головного и спинного мозга, является обучение таких больных ходьбе. Известно, что восстановление навыка ходьбы у неврологических больных с тяжелыми двигательными нарушениями представляет собой

довольно сложный и трудоемкий процесс, связанный с привлечением значительных экономических затрат и людских ресурсов. В настоящее время наряду с классическими методами лечебной гимнастики широкое распространение получает метод двигательной терапии, ориентированный на восстановление определенной двигательной задачи (task-oriented approach) путем интенсификации процесса тренировки. Известно, что с начала 90-х годов для обучения ходьбе больных с последствиями травм спинного мозга и инсульта широко применяется бегущая дорожка (тредмил) в сочетании с системой для разгрузки веса тела. Согласно данной методике, пациент находится в подвешенном над бегущей дорожкой состоянии, а инструкторы по лечебной гимнастике перемещают его ноги, имитируя ходьбу по тредмилу. В ряде исследований было показано, что совместное использование бегущей дорожки и системы разгрузки веса тела значительно лучше восстанавливает навык ходьбы, чем общепринятая методика лечебной гимнастики, позволяя больному обучаться двигательному паттерну путем многократного повторения заданных временно-пространственных и кинематических параметров ходьбы, включая нагрузку, скорость, ритм и длину шага [18, 35, 37]. Вместе с тем, по мнению многих авторов, существуют определенные трудности при использовании этой методики, ко-



торые связаны с выполнением физиологического паттерна ходьбы, контролем амплитуды в суставах нижних конечностей, повторением нормального кинематического паттерна, наконец, большими энергетическими затратами со стороны специалистов по лечебной гимнастике, вынужденных вручную перемещать паретичные конечности пациентов по бегущей дорожке. Такие значительные физические усилия, затрачиваемые инструкторами, часто ограничивают длительность и интенсивность тренировки. Все эти обстоятельства послужили толчком к разработке различных робототехнических устройств для тренировки ходьбы. Как известно, движения в нижних конечностях во время ходьбы довольно стереотипны, по крайней мере, в сагиттальном плане и таким образом наиболее легко могут быть воспроизведены роботом. Однако вес тела больного и неизбежное ускорение массы тела во время толчковой фазы шага создают большие проблемы при создании роботов для ходьбы. В настоящее время исследования в этом направлении особенно интенсивно проводятся в США, Германии, Австрии и Швейцарии.

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 относится система 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).



Gait trainer, Gangtrainer GT I (REHA-STIM, Германия)



ЛОКОМАТ (Германия)

Одной из наиболее совершенных роботизированных систем для тренировки ходьбы является система «Lokomat», разработанная фирмой «Носома» (Швейцария) [1, 31, 35, 37]. Эта система состоит из бегущей дорожки, системы поддержки массы тела, предназначенной для управления нагрузкой весом, и собственно «Lokomat» – интегрированных в симметричные наружные ортезы двигателей, осуществляющих движение тазобедренных и коленных суставов. Дорсифлексия голеностопного сустава в фазу вынесения ноги вперед обеспечивается устройством пассивного поднятия стопы. Движения ног пациента осуществляются по заранее заданной траектории с высокой повторяемостью паттерна ходьбы. Управляемые компьютером моторы «Lokomat» точно синхронизированы со скоростью беговой дорожки. Они задают ногам пациента траекторию движения, которая формирует паттерн ходьбы, близкий к физиологическому, а удобная связь с компьютером позволяет врачу без особых усилий управлять системой «Lokomat» и регулировать параметры тренировки согласно потребностям каждого пациента. В начале курса обучения ходьбе роботы-ортезы обеспечивают пассивные движения в нижних конечностях, имитируя шаг, а по мере восстановления движе-

ний доля активного участия больного в локомоции увеличивается.

Автоматизирование процесса позволяет уменьшить физическую нагрузку на специалистов по лечебной гимнастике и проводить более длительные и эффективные занятия для пациентов. Так, обучение ходьбе с помощью системы «Lokomat» осуществляется в течение 35–45 мин ежедневно на протяжении 4–8 недель, при этом скорость беговой дорожки постепенно увеличивается. Таким образом, обеспечивается высокая интенсивность тренировок и повторяемость шаговых движений, которые, как известно, являются основными принципами обучения ходьбе [35, 39].

К настоящему времени закончено несколько исследований по оценке эффективности применения системы «Lokomat» у больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы, а также у больных с последствиями инсульта.

Так, в мультицентровом исследовании [41] изучалось влияние использования системы «Lokomat» на состояние функциональной 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, по 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 другой работе [41] изучались эффекты использования системы «Lokomat» у 16 больных с постинсультными геми-



парезами 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.

В другом исследовании [40] 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 Ragomed 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.

Следует отметить, что начало работ по разработке роботизированных устройств для тренировки нарушенных движений связано, прежде всего, с открытиями в области фундаментальных исследований пластических процессов в центральной нервной системе при её повреждениях. Согласно современным представлениям, в основе, как истинного восстановления, так и компенсации нарушенных функций при повреждениях головного мозга, лежат механизмы нейропластичности, под которой подразумевается способность различных отделов ЦНС к реорганизации за счет структурных изменений в веществе мозга [34, 36]. В многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях показано, что в активизации механизмов нейропластичности ЦНС решающая роль принадлежит афферентации, возникающей с паретичных конечностей при их длительной, целенаправленной и интенсивной тренировке, что лежит в основе роботизированной механотерапии и, в частности, системой «Lokomat» [2, 8, 35, 38]. К настоящему времени выполнено одно лишь исследование [40], в котором изучалось влияние интенсивных тренировок ходьбы с помощью системы «Lokomat» у 4 больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы на пластические процессы в коре головного мозга (по данным метода функциональной магнитно-резонансной томографии). По заключению авторов под влиянием тренировок с помощью системы «Lokomat» происходит активация пластических процессов в супраспинальных моторных центрах (первичной и вторичной сенсомо-



торных зонах, а также мозжечке), участвующих в контроле локомоции.

Таким образом, необходимо подчеркнуть, что 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 систему «Lokomat», отмечают, что тренировки на этой системе ни в коем случае не заменяют традиционную лечебную гимнастику, должны применяться в комплексе с другими методами реабилитации. Вместе с тем, подчеркивается, что система «Lokomat» имеет значительные преимущества при обучении навыкам ходьбы больных с тяжелейшими парезами различной этиологии [38, 40, 41].

Список литературы

1. Алексеева Т.В. Зимица Е.В. Короткова И.С. Даминов В.Д. Опыт применения роботизированной механотерапии в реабилитации больных с позвоночно-спинномозговой травмой. Материалы V Международного конгресса «Восстановительная медицина и реабилитация 2008», Москва, С. 13–14.
2. Белова А.Н. Нейрореабилитация: руководство для врачей. – М.: Антидор, 2000. – 568 с.
3. Горохова И.Г. Даминов В.Д. Рыбалко Н.В. Короткова И.С. Применение роботизированной механотерапии у больных в раннем восстановительном периоде инсульта. Материалы V Международного конгресса «Восстановительная медицина и реабилитация 2008», Москва, С. 59–61.
4. Даминов В.Д. Стандарты высокотехнологичной реабилитации больных неврологического профиля – Сборник научных трудов Конференции «Актуальные проблемы медицинской реабилитации», Москва, 2008, С. 237–239.
5. Даминов В.Д. Работа мультидисциплинарной команды в остром периоде инсульта. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы восстановительной медицины и реабилитации больных с двигательными нарушениями». Нижний Новгород 2009, С. 114–115.
6. Даминов В.Д. Эффективность работы мультидисциплинарной команды в остром периоде ишемического инсульта. Материалы I международного конгресса Нейрореабилитация 2009, С. 7.
7. Даминов В.Д. Методологические подходы к комплексной стационарной нейрореабилитации. // Научно-практический медицинский журнал Доктор.Ру. 2009. № 7. С. 58–63.
8. Даминов В.Д. Современные методологические подходы к реабилитации больных неврологического профиля. // Медицинский алфавит, больница 2. 2008. № 8. С. 20–25.
9. Даминов В.Д. Основные принципы высокотехнологичной реабилитации больных неврологического профиля. Материалы V Международного конгресса «Восстановительная медицина и реабилитация 2008», Москва, С. 64–65.

10. Даминов В.Д., Зими́на Е.В., Уварова О.А., Кузнецов А.Н. Роботизированная реконструкция ходьбы у больных в промежуточном периоде позвоночно – спинномозговой травмы. // Журнал Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 62–64.
11. Даминов В.Д. Рыбалко Н.В. Горохова И.Г. Короткова И.С., Кузнецов А.Н. Реабилитация больных в раннем восстановительном периоде инсульта с применением роботизированной системы «ERIGO». Сборник научных трудов Конференции «Актуальные проблемы медицинской реабилитации», Москва, 2008, С. 231–234.
12. Даминов В.Д., Зими́на Е.В., Горохова И.Г., Рыбалко Н.В., Кузнецов А.Н. Оценка центрального и церебрального кровотока пациентов в остром периоде инсульта с применением роботизированного комплекса «Ergo». Сб. тр. Международного Симпозиума «Нейрореабилитация – 2009». Цюрих, 2009. С. 57.
13. Даминов В.Д., Рыбалко Н.В., Кузнецов А.Н. Реабилитация пациентов в остром периоде инсульта с применением аппаратного комплекса «Ergo». Сб.тр. 18-ой европейской конференции по борьбе с инсультом. Стокгольм, 2009. С. 213.
14. Даминов В.Д. Горохова И.Г. Кузнецов А.Н. Работа мультидисциплинарной команды в остром периоде инсульта. Актуальные вопросы клинической медицины. Сборник научных работ НМЦХ им. Н.И. Пирогова – М.:РАЕН, 2009. С. 231–234.
15. Даминов В.Д., Зими́на Е.В., Кузнецов А.Н. Роботизированная реконструкция ходьбы у больных в промежуточном периоде позвоночно-спинномозговой травмы Актуальные вопросы клинической медицины. Сборник научных работ НМЦХ им. Н.И. Пирогова – М.: РАЕН, 2009. С. 243–245.
16. Даминов В.Д., Горохова И.Г., Зими́на Е.В., Кузнецов А.Н. Восстановление функции ходьбы у больных неврологического профиля. // Научно – практический медицинский журнал Доктор.Ру., 2009. № 7. С. 63–67.
17. Даминов В.Д., Рыбалко Н.В., Горохова И.Г., Зими́на Е.В., Кузнецов А.Н. Роботизированная механотерапия с применением системы «Ergo» в реабилитации больных неврологического профиля. Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, «Научные труды», Т. 2 (М.: РАЕН, 2009. С. 421).
18. Даминов В.Д. Алексеева Т.В. Зими́на Е.В. Короткова И.С. Кузнецов А.Н. Роботизированная механотерапия в реабилитации больных с позвоночно-спинномозговой травмой. // Журнал Вестник восстановительной медицины. 2008. № 4. С. 75–77.

19. 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 «Ergo». // Журнал Вестник восстановительной медицины. 2008. № 4. С. 50–53.
20. Захаренко Е.Ю., Мантонин Е.А., Даминов В.Д. Объективизация нарушений функции ходьбы в реабилитации больных с двигательным дефицитом. Актуальные вопросы клинической медицины. Сборник научных работ НМЦХ им. Н.И. Пирогова – М.: РАЕН, 2009. С. 246–248.
21. Зими́на Е.В., Горохова И.Г., Даминов В.Д. Роботизированная механотерапия в реабилитации больных после инсульта. Материалы X международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины», 2008, С. 124–125.
22. Зими́на Е.В., Даминов В.Д., Кузнецов А.Н. Изменения психологического статуса больных с травмой спинного мозга под влиянием роботизированной ходьбы. Материалы XI международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины», Сочи 2010. С. 108.
23. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М.: МЕДпресс-информ, 2008. – 560 с.
24. Короткова И.С., Уварова О.А., Даминов В.Д. Мониторинг эффективности нейрореабилитации. Материалы Межрегиональной научно – практической конференции «Актуальные вопросы восстановительной медицины и реабилитации больных с двигательными нарушениями», С. 118–119, Нижний Новгород 2009.
25. Короткова И.С., Уварова О.А., Даминов В.Д. Комплексный мониторинг эффективности нейрореабилитации. Материалы I международного конгресса Нейрореабилитация 2009. С. 10.
26. Рыбалко Н.В. Восстановительное лечение больных в остром периоде ишемического инсульта с применением технологии роботизированной механотерапии Дис... канд. мед. наук / Н.В. Рыбалко. – Москва, 2009. – 122 с.
27. Рыбалко Н.В., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Кузнецов А.Н. Эффективность и безопасность роботизированной механотерапии в остром периоде ишемического инсульта Материалы Межрегиональной научно – практической конференции «Актуальные вопросы восстановительной медицины и реабилитации больных с двигательными нарушениями» Нижний Новгород 2009. С. 139–140.
28. Рыбалко Н.В., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Кузнецов А.Н. Центральная и церебральная гемодинамика при роботизированной ре-

- конструкции ходьбы у больных в остром периоде ишемического инсульта. // Журнал Вестник восстановительной медицины. 2009. № 1. С. 42–46.
29. Рыбалко Н.В. Даминов В.Д. Горохова И.Г. Кузнецов А.Н. Оценка эффективности и безопасности применения роботизированной механотерапии в остром периоде ишемического инсульта. Материалы I международного конгресса «Нейрореабилитация» 2009. С. 96.
30. Рыбалко Н.В. Даминов В.Д. Кузнецов А.Н. Эффективность и безопасность применения «Erigo» в реабилитации больных с инсультом. Сб. тр. 19-го всемирного неврологического конгресса. Бангкок, Тайланд, 2009. С. 179.
31. Рыбалко Н.В., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Кузнецов А.Н. Роботизированные реабилитационные технологии в остром периоде инсульта. Материалы XI международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины», Сочи 2010. С. 238.
32. Уварова О.А., Даминов В.Д., Зимина Е.В., Кузнецов А.Н. Влияние роботизированной реконструкции ходьбы на психологический статус больных с позвоночно-спинномозговой травмой. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы восстановительной медицины и реабилитации больных с двигательными нарушениями». Нижний Новгород 2009. С. 164–165.
33. Уварова О.А. Даминов В.Д. Зимина Е.В. Кузнецов А.Н. Влияние роботизированной реконструкции ходьбы на психологический статус больных с двигательными нарушениями. Материалы I международного конгресса «Нейрореабилитация» 2009. С. 99.
34. Черникова Л.А. Пластичность мозга и современные реабилитационные технологии. // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2007. № 2. С. 40–47.
35. Barbeau H. Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts. // Neurorehabil Neural Repair. 2003. N 17. P. 3–11.
36. 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.
37. Colombo G, Joerg M, Schreier R, Dietz V. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. // J Rehabil Res Dev. 2000. N 37. P. 693–700.
38. Daminov V.D., Rybalko N.V., Kuznetsov A.N. Central and cerebral blood flow estimation of patients in acute stroke applying tilt-table Erigo. // European journal of physical and rehabilitation medicine. 2010. Vol. 46 – Suppl. 1 to issue N. 2. P. 2

39. Hachisuka K. Robot-aided training in rehabilitation. // J. Brain Nerve. – 2010. N2. P. 133–140.
40. 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. N38. – P. 349–354.
41. Hidler 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. N1. P. 5–13.
42. Mayr A, Kofler M, Quirbach E, Matzak H, Fröhlich 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, N4. P. 307–314.
43. Rybalko N.V., Gorochova I.G., Zimina E.V., Daminov V.D. Rehabilitation robotics of patients in intermediate period of spinal cord trauma – European journal of physical and rehabilitation medicine 2010. Vol. 46. – Suppl. 1, N2 – P. 1–5.
44. 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.