

Влияние тренировок на системе «Lokomat» на выраженность двигательных нарушений у пациентов, перенесших инсульт

А.С. Клочков, А.А. Теленков, Л.А. Черникова

Научный центр неврологии РАМН (Москва)

Острое нарушение мозгового кровообращения — одно из основных заболеваний, приводящих к длительной потере трудоспособности и инвалидизации пациентов. Более чем у 50% больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, имеются двигательные расстройства различной степени тяжести. В остром и подостром периоде инсульта при наличии двигательных нарушений быстро развиваются патологические синергии, также известные как поза Вернике-Мана, значительно снижающие качество ходьбы. В статье описывается эффективность влияния роботизированной терапии на системе обучения ходьбе «Lokomat» на выраженность патологической синергии у 125 пациентов, перенесших инсульт. С помощью формализованных шкал и комплексного видеонализа движений оценивались клинические и биомеханические параметры ходьбы.

Ключевые слова: роботизированная терапия, реабилитация, инсульт, патологическая синергия

Острое нарушение мозгового кровообращения — одно из основных заболеваний, приводящих к длительной потере трудоспособности и довольно часто — к инвалидизации пациентов. По данным ВОЗ за 2007 год, 15 миллионов человек переносят инсульт каждый год, 5 миллионов из них — умирают, а еще 5 — остаются навсегда нетрудоспособными [17]. Согласно результатам исследования статистического комитета Американской ассоциации сердечно-сосудистых заболеваний 2007 года [6], более чем 50% больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, имеют двигательные расстройства различной степени тяжести, а 30% не могут передвигаться без посторонней помощи.

Поэтому одна из основных задач реабилитации заключается в восстановлении навыка ходьбы и тесно связанной с ним мобильностью, которая определяется как способность самостоятельно и безопасно перемещать себя из одного места в другое. Мобильность включает в себя множество типов задач, в том числе возможность встать с кровати или стула, ходить или бегать, а также способность перемещаться в условиях сложной окружающей среды [15].

На ранних стадиях инсульта типичными являются слабость, уменьшение активных движений, наряду с возникновением патологических синергий, известных также как поза Вернике-Мана. С течением процесса восстановления двигательные синергии проявляются более комплексно и становятся тесно связанными со спастичностью и содружественными реакциями, в результате чего пациент не может совершать движения в изолированном сегменте конечности без совершения движений в остальных ее сегментах. Сгибательные синергии нижних конечностей проявляются в фазе переноса (период от толчка до контакта пятки с опорой). К компонентам сгибательной синергии относят следующие: одновременное сгибание, отведение и ротация кнаружи бедра, сгибание колена, тыльное сгибание лодыжки и пальцев нижней конечности [15].

Традиционные способы кинезотерапии оказываются малоэффективны в обучении больных произвольному преодолению данных синкинезий [10].

Современная теория двигательного обучения построена на системной модели двигательного контроля. На ее базе были предложены новые подходы в кинезотерапии, которые, в отличие от традиционных подходов, направленных на восстановление отдельных движений и функций, ориентированы на тренировку и восстановление определенной двигательной задачи путем интенсификации процесса обучения с использованием многократных повторений целенаправленных двигательных задач. Последнее положение является решающим фактором в процессе обучения; об этом свидетельствует ряд экспериментальных работ, в которых показано, что изменения плотности синапсов в первичной двигательной коре отмечаются только после 400 целенаправленных повторных движений, в то время как после 60 подобных движений положительных перемен еще не наступает [5].

В настоящее время самой эффективной для восстановления ходьбы у пациентов, перенесших инсульт, признана технология, связанная с тренировкой ходьбы на беговых дорожках с системой, облегчающей вес тела.

Результатом эволюции данной технологии стала разработанная в 2000 г. система для тренировки ходьбы у больных с травмой спинного мозга, названная «Lokomat», состоящая из роботизированных ортезов ходьбы и системы поддержки массы тела, комбинированных с беговой дорожкой. Управляемые компьютером роботы-ортезы «Lokomat» точно синхронизированы со скоростью беговой дорожки. Они задают ногам пациента траекторию движения, которая формирует паттерн ходьбы, а связь с компьютером позволяет терапевту управлять системой «Lokomat» и регулировать параметры тренировки согласно потребностям каждого пациента. К настоящему времени закончено несколько рандомизированных контролируемых исследований [8,

9, 10, 14], в которых изучалась эффективность применения роботизированной системы «Lokomat» у больных с постинсультными гемипарезами. Вместе с тем многие вопросы применения данной системы в реабилитации перенесших инсульт остаются недостаточно изученными, в частности, влияние тренировок на системе «Lokomat» на выраженность сгибательной патологической синергии.

В настоящее время наиболее эффективным инструментом для объективного анализа кинематики, как нормальной, так и патологической ходьбы человека, служат оптоэлектронные системы регистрации локомоций [2, 4]. Они позволяют исследовать ходьбу бесконтактно, т. е. без использования кабельной связи регистрирующего устройства с испытуемым. Бесконтактный способ регистрации локомоций исключает искажение двигательного стереотипа пациента, вносимое ограничением его свободного перемещения.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении эффективности тренировок на роботизированной системе «Lokomat» у больных, перенесших нарушения мозгового кровообращения полушарной локализации.

Материалы и методы

В данное исследование были включены 125 пациентов (средний возраст 50,5 [46; 50]), перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (93 – с ишемическим, 37 – с геморрагическим инсультами) полушарной локализации (66 пациентов с очагом инсульта в правом полушарии, 59 – с очагом в левом полушарии) давностью 7,4 мес. [3; 16]. У всех испытуемых отмечалась разная степень выраженности двигательных нарушений (средняя оценка по шкале Fugl-Meyer 152 [129; 174] при норме 226 баллов) и мобильности (оценка по шкале Perry 2,5 [2; 3] при норме 5 баллов). Все пациенты были рандомизировано разделены на 2 группы – основную и контрольную. В основную группу вошли 100 человек, у которых в программу реабилитации был включен курс тренировок на роботизированной системе «Lokomat». Контрольная группа состояла из 25 пациентов, которые помимо традиционного комплекса ЛФК дополнительно в течение 40 минут обучались ходьбе при индивидуальном занятии с инструктором. Продолжительность курса составила 15 занятий, а общее время реабилитации в течение дня (электростимуляция, массаж, кинезотерапия, «Lokomat» или специальная тренировка ходьбы с инструктором) – 2,5 часа, как для контрольной, так и для основной группы. Основная и контрольная группа по возрасту, давности инсульта, выраженности спастичности и мобильности были сопоставимы (табл. 1).

таблица 1: Основные клинические характеристики основной и контрольной групп до начала лечения (медиана, 25 и 75 процентиль)

	Основная группа	Контрольная группа	P-level
Возраст	50,0 [46; 57]	54,0 [48; 62]	0,108
Давность, мес.	7,8 [3; 18]	7,0 [3; 16]	0,433
Ashworth scale	3,0 [2; 3]	2,0 [2; 3]	0,473
Perry scale	2,0 [2; 3]	3,0 [2; 4]	0,067

Реабилитация на системе «Lokomat» проводилась строго индивидуально в зависимости от выраженности двигательного дефицита. В первые процедуры вертикальная разгрузка, позволяющая снизить вес тела пациента, составляла в среднем $50,6 \pm 3,7\%$ от веса пациента; средняя скорость движения беговой дорожки – $1,46 \pm 0,18$ км/ч; горизонтальная разгрузка (участие роботизированной системы в акте ходьбы) составляла 100%, что соответствует режиму полной роботизированной поддержки. В последующие тренировки, индивидуально, в зависимости от возможностей пациента, уменьшался процент вертикальной разгрузки (до 15–10%) и горизонтальной разгрузки (до 35–25%) (режим частичной роботизированной поддержки), что уменьшало помощь роботизированной системы при ходьбе и увеличивало долю активного участия пациента в тренировке, в связи с чем он должен был прилагать больше произвольных усилий для удержания собственного веса и осуществления ходьбы. Таким образом, активные движения пациента были необходимым условием для продолжения тренировок. Время тренировки составляло 20 минут для первого сеанса и 45–50 минут – для последующих. Курс реабилитации состоял из 10–20 тренировок.

Курс дополнительных тренировок с инструктором ЛФК в контрольной группе, направленный на обучение передвижению, начинался с упражнения «ходьба на месте». После усвоения данного упражнения пациент обучался ходить вперед, назад, боком вдоль кровати или стола. Все упражнения больной выполнял, держась за прикроватную раму или за стол. На втором этапе тренировок пациента начинали обучать передвижению без опоры, но с поддержкой инструктора. В течение курса тренировок участники группы при передвижении пользовались 4- или 3-опорным костылем, затем палкой. На третьем этапе пациент обучался ходить по лестнице под контролем родственников или тренера [13]. Продолжительность индивидуальных занятий с инструктором составляла 40–45 минут с длительностью курса 15 тренировок.

Методы исследования

Оценка клинических параметров производилась до и после окончания курса реабилитации с использованием следующих формализованных клинических шкал. Шкала Fugl-Meyer использовалась для оценки двигательного дефицита, в том числе выраженности патологических двигательных синергий и рефлекторной активности, равновесия в положении сидя и стоя с поддержкой на двух ногах, на здоровой и паретичной ногах, поверхностной и глубокой чувствительности, объема пассивных движений в конечностях, а также болевого синдрома при движениях в пораженных конечностях. Общий максимум баллов по шкале Fugl-Meyer – 226 баллов соответствует норме. Ashworth scale of muscle spasticity использовалась для оценки спастичности, где 0 баллов соответствуют нормальному мышечному тону, а максимально допустимые 4 балла – фиксации пораженной конечности в положении сгибания или разгибания с минимальным объемом движений в суставах. Пятибалльная шкала Perry использовалась для оценки способности к самостоятельному передвижению пациентов, 0 баллов соответствуют отсутствию возможности самостоятельного передвижения, а максимум в 5 баллов – свободному передвижению в людных местах. Также использовалась гериатрическая шкала депрессии (GDS), где нормальным показателем считается количество набранных баллов до 5, легкой и средней степени тяжести

депрессии соответствует показатель от 6 до 10 баллов, а более 10 баллов указывают на тяжелую депрессию.

Помимо клинических характеристик, у 25 больных в основной, и у 10 – в контрольной группах производилась оценка кинематики ходьбы и ее биомеханических параметров с помощью системы видеонализа движений «Статокин».

Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» позволяет создавать любые плоские многозвенные модели (в виде «палочковой» мультипликации) с целью исследования наиболее сложных биологических двигательных актов, к которым относятся локомоции человека. Кинематика «палочковой» мультипликации синхронизирована меткой на графиках угловых и линейных кинематических характеристик, что позволяет дополнить иллюстративно-пояснительный метод анализа локомоций количественными параметрами движения человека. Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» дает возможность строить усредненные профили суставных углов, угловых скоростей, рассчитывать стандартные отклонения, производить сравнительный анализ результатов исследования нескольких испытуемых или одного испытуемого в разные периоды времени, использовать для сравнения эталонные варианты.

Световозвращающие (отражающие направленный свет) маркеры диаметром 2,5 см размещали с латеральной стороны тела в области проекции центров вращения в суставах (плечевом, тазобедренном, голеностопном), а также на дистальной части стопы. Маркер плечевого сустава устанавливали на уровне ключовидного отростка, тазобедренного – в области проекции наиболее выступающей части большого вертела. Маркер коленного сустава наклеивали на 2 см выше латеральной суставной щели. В голеностопном суставе нижний край метки совпадал с нижним краем латеральной лодыжки. Маркер дистальной части стопы устанавливали в области головки пятой плюсневой кости. [2, 4]. Обследование с использованием видеонализа проводилось на беговой дорожке, движущейся со скоростью 0,5 км/ч, до и после курса реабилитации.

Результаты

Первичной оценкой эффективности являлись показатели выраженности двигательных нарушений по клиническим формализованным шкалам, а также биомеханические показатели кинематики ходьбы после курса реабилитации. **Вторичной оценкой эффективности** являлись значение индекса патологической синергии и показатель мобильности после курса реабилитации.

Первичная оценка эффективности

На основании данных клинических формализованных шкал отмечалось достоверное улучшение двигательных функций как в группе, получавшей «Lokomat», так и в контрольной группе. Но при этом, улучшения в основной группе были много заметнее, чем в контрольной. Так при оценке по шкале Fugl-Meyer отмечалось увеличение количества набранных баллов на 33,3% для основной, и 2,2% для контрольной групп. Данные оценки по шкале Ashworth свидетельствуют об уменьшении спастичности в основной группе на 5,6%, при этом в контрольной группе степень спастичности достоверно не изменилась.

таблица 2: Биомеханические показатели до и после курса реабилитации в основной и контрольной группах больных.

	Основная группа n=25			Контрольная группа n=10		
	До	После	p-level	До	После	p-level
Фаза опоры (% от цикла шага)	28 [25; 36]	32 [28; 42]	0,013	34 [30; 44]	36 [27; 42]	0,67
Фаза переноса (% от цикла шага)	72 [75; 64]	68 [72; 58]	0,013	66 [70; 56]	64 [73; 58]	0,67
Угловые скорости:						
Тазобедренный сустав	37 [32; 51]	45 [35; 56]	0,01	94 [80; 96]	71 [51; 96]	0,50
Коленный сустав	53 [40; 77]	61 [40; 95]	0,75	120 [75; 178]	121 [70; 180]	0,75
Голеностопный сустав	35 [24; 50]	41 [26; 57]	0,04	54 [43; 56]	55 [51; 55]	0,75

Полученные данные нашли подтверждение при биомеханической оценке ходьбы с помощью таких параметров, как длительность фазы опоры и фазы переноса в цикле шага, а также угловая скорость в суставах паретичной ноги. Так, отмечалось достоверное увеличение фазы опоры и уменьшение фазы переноса для паретичной ноги, как в основной, так и в контрольной группе, но в большей степени у пациентов, проходящих тренировки на системе «Lokomat». Полученные результаты можно расценивать, как уменьшение асимметрии шага, особенно выраженное в группе больных, тренировавшейся на системе «Lokomat».

Кроме того, выявлено достоверное увеличение угловых скоростей сгибания в тазобедренном и коленном суставах в основной группе. В контрольной группе изменение угловой скорости было недостоверным. Суставная угловая скорость относится к пространственно-временным характеристикам движений в суставах и численно равна отношению угла поворота в суставе к соответствующему промежутку времени, за которое совершается это движение. Угловые скорости в суставах отражают суммарную характеристику всех мышц, осуществляющих движение в нижних конечностях во время цикла ходьбы, и рассматриваются как наиболее репрезентативный биомеханический показатель [1] (табл. 2).

Вторичная оценка эффективности

После курса реабилитации, как в основной, так и в контрольной группах отмечалось достоверное улучшение показателей функциональной мобильности по шкале Perry. При этом в основной группе, в комплексную реабилитацию которой были включены тренировки на роботизированной системе «Lokomat», мобильность увеличилась на 50%, а в контрольной – только на 25%.

Также был изучен паттерн патологической локомоторной синергии. На основании предложенного нами условного индекса синергии, который вычислялся как отношение амплитуды отведения в тазобедренном суставе к амплитуде

таблица 3: Индекс синергии до и после курса реабилитации в основной и контрольной группах.

	Основная группа			Контрольная группа		
	До	После	p-level	До	После	p-level
Индекс синергии	0,49 [0,32; 0,71]	0,39 [0,32; 0,61]	0,13	0,43 [0,25; 0,50]	0,82 [0,29; 0,95]	0,03

стигания в тазобедренном суставе ($I = A_{\text{отв. тазобедр. с-ва}} / A_{\text{сгиб. кол. с-ва}}$), где I – индекс синергии, A – амплитуда угла движения в суставе, определялась степень выраженности этой синергии. Поскольку в норме при ходьбе в фазу переноса отведение ноги в тазобедренном суставе минимально, то в норме индекс этой синергии стремится к 0, следовательно, чем выраженнее синергия, тем больше значение индекса.

У пациентов основной группы после курса тренировок на роботизированной системе «Lokomat» была выявлена тенденция к снижению индекса определяемой синергии, что соответствует уменьшению выраженности патологических компенсаторных механизмов, в то время как у пациентов контрольной группы – достоверное увеличение этого показателя (табл. 3).

Пациенты основной группы были разделены на две подгруппы в зависимости от изменения индекса патологической синергии после курса лечения. В первую подгруппу были включены 14 больных, у которых наблюдалось достоверное уменьшение ее выраженности (по индексу синергии), а вторую подгруппу составили остальные 11 человек, у которых положительной динамики не отмечалось, а в некоторых случаях наблюдалось даже достоверное увеличение выраженности синергии при ходьбе.

Интересно отметить, что до начала лечения подгруппы основной группы не отличались по возрасту, тяжести двигательных нарушений, мобильности и количеству полученных процедур (табл. 4).

Вместе с тем у пациентов первой подгруппы при оценке по шкале GDS выраженность депрессии была незначительна, в среднем 5 [4; 6] баллов. В то же время во второй подгруппе, в которой не было получено достоверных данных об уменьшении выраженности синергии, выявлялась депрессия средней степени тяжести, в среднем 8 [6; 9] баллов, которая сопровождалась сниженным фоном настроения, апатией и сниженной мотивацией к лечению (нежеланием принимать активное участие в реабилитационном процессе).

таблица 4: Основные клинические показатели двух подгрупп основной группы до начала лечения.

	Подгруппа 1	Подгруппа 2	p-level
Возраст	54,5 [46; 56]	52,0 [43; 63]	0,980
Давность	9,0 [2,4; 15,0]	6,0 [3,0; 12,2]	0,544
Fugl-Meyer scale	145 [122; 163]	181 [142; 187]	0,049
Ashworth scale	3,0 [2,0; 3,0]	2,0 [2,0; 3,0]	0,741
Perry scale	3,0 [2,0; 3,0]	2,0 [1,0; 3,0]	0,283
GDA scale	5,0 [4,0; 6,0]	8,0 [7,0; 9,0]	0,00003
Количество тренировок	10 [10; 14]	10 [10; 12]	0,64

таблица 5: Основные клинические показатели первой и второй подгрупп до и после лечения

	Подгруппа 1			Подгруппа 2		
	До	После	p-level	До	После	p-level
Индекс синергии	0,54 [0,44; 0,66]	0,44 [0,29; 0,59]	0,00087	0,37 [0,25; 0,50]	0,47 [0,32; 0,62]	0,18242
Fugl-Meyer	148,0 [128; 163]	162,0 [142; 200]	0,00554	151,0 [134; 183]	150,0 [135; 170]	0,07661
Ashworth	3,0 [2; 3]	2,0 [0; 2]	0,00256	2,0 [1; 3]	2,0 [1; 2]	0,24821
Perry	3,0 [2; 3]	4,0 [3; 4]	0,04122	2,0 [1; 3]	2,0 [2; 3]	0,43572

Можно предположить, что наличие депрессии средней степени тяжести, сопровождающейся сниженной мотивацией к восстановлению, препятствовало инициативности пациентов в тренировках на системе «Lokomat» в режиме сниженной ассистирующей поддержки со стороны роботов-ортезов, требующей активного участия человека и наличия у него произвольных движений. Что подтверждается различием исследуемых показателей в первой и второй подгруппах основной группы после курса реабилитации (табл. 5).

Корреляционный анализ выявил, что уменьшение выраженности синергии в первой подгруппе связано с увеличением амплитуды угла сгибания в тазобедренном суставе ($r=0,45$; $p=0,031$) и уменьшением угла отведения в этом же суставе ($r=-0,56$; $p=0,006$), а также достоверным увеличением мобильности при передвижении ($r=-0,45$; $p=0,003$). Во второй подгруппе, в которой не было выявлено достоверного уменьшения выраженности индекса синергии, таких корреляций не выявлялось.

Обсуждение

Проведенное исследование показало, что включение обучения ходьбе с помощью роботизированной системы «Lokomat» в комплексную реабилитацию больных, перенесших инсульт, приводит к более выраженному улучшению нарушенных двигательных функций, о чем свидетельствует явное снижение степени пареза по Fugl-Meyer и уменьшение спастичности в мышцах паретичной ноги по шкале Ashworth в основной группе. Эти клинические данные нашли подтверждение при биомеханическом исследовании амплитуды угловой скорости в суставах и определении длительности фазы опоры и переноса для паретичной ноги. Так, в нашем исследовании выявлено достоверное увеличение амплитуды угловой скорости в тазобедренном и голеностопном суставах в сагиттальной плоскости и достоверное уменьшение асимметрии шага, о чем свидетельствует увеличение длительности фазы опоры и уменьшение длительности фазы переноса. Как известно, у пациентов, перенесших инсульт, значительно изменяются биомеханические характеристики ходьбы для паретичной ноги, уменьшается длительность фазы опоры, в норме составляющая 60% от всего цикла шага, а длительность фазы переноса (в норме 40%) увеличивается. На здоровой ноге длительности фаз опоры и переноса изменяются в обратную сторону, что приводит к резко выраженной асимметрии ходьбы, которая является одним из основных фак-

торов, отрицательно влияющих на скоростные и качественные показатели походки у таких больных. Таким образом, полученные в нашем исследовании данные об увеличении длительности фазы опоры и уменьшении длительности фазы переноса у постинсультных больных можно рассматривать как один из важных положительных эффектов тренировок на роботизированной системе «Lokomat». Аналогичные результаты были показаны также в работе Neckel N., Wisman W. et al. [11].

Один из наиболее важных показателей эффективности обучения ходьбе – показатель мобильности передвижения, который характеризует способность пациента, прежде всего, к самостоятельной ходьбе в различных условиях окружающей среды. В проведенном исследовании наблюдалось более значительное улучшение показателей мобильности в основной группе, по сравнению с контрольной, что отмечено и в одной из первых работ (A. Mayr et al. (2007) [10]), а также в последующих работах I. Shwartz et al. [14], Westlake K.P. и Patten C. [16], J. Hidler et al. (2009) [8].

Можно предположить, что улучшение мобильности после курса тренировок на системе «Lokomat» может быть также связано с уменьшением выраженности патологической сгибательной синергии. Как известно, наличие патологической синергии отрицательно влияет на качество и скорость ходьбы. Известно, что обучение, направленное на преодоление этой патологической синергии обычными методами кинезотерапии, часто оказывается безуспешным [16]. Нами было высказано предположение, что «навязывание» физиологического паттерна ходьбы с помощью роботизированных ортезов системы «Lokomat» может способствовать уменьшению выраженности этой синергии. Хотя в исследовании N. Neckel и N. Blonien [12] было показано, что при регистрации кинематических показателей во время сеанса на системе «Lokomat» у больных с постинсультными гемипарезами сохраняется патологический паттерн ходьбы. Вместе с тем, исследование, проведенное нами с помощью системы видеоанализа, позволило

зарегистрировать уменьшение выраженности этой патологической синергии у части больных основной группы, не имевших явных психоэмоциональных нарушений и активно принимавших участие в процессе обучения ходьбе в режиме частичной роботизированной поддержки.

В настоящий момент в доступной литературе нет ни одного исследования, описывающего влияние мотивации взрослых пациентов на эффективность роботизированных тренировок, обучающих навыку ходьбы. Однако данный вопрос был освещен в некоторых работах, посвященных применению «Lokomat» у детей. Так в работе Brütsch K., Schuler T. et al. [7] изучалось влияние различных мотивирующих факторов (виртуальной биологической обратной связи) у 18 человек (10 с различными неврологическими нарушениями ходьбы, 8 здоровых исследуемых в качестве контрольной группы) на эффективность тренировок на роботизированной системе «Lokomat». Было показано, что тренировки с вербальными инструкциями и виртуальной обратной связью (как совместно, так и по отдельности), способствующие повышению мотивации к лечению, привели к более значительному увеличению уровня активности пациентов, чем при отсутствии мотивирующих факторов.

Заключение

Реабилитация пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, с использованием системы «Lokomat» положительно влияет на увеличение их общей функциональной активности, снижение мышечного тонуса и увеличение объема активных движений и мобильности передвижения, что может быть связано как с уменьшением асимметрии ходьбы, так и с уменьшением выраженности патологической синергии. Таким образом, курс реабилитации больных с двигательным дефицитом, вследствие перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения, с использованием системы «Lokomat» можно рассматривать как эффективный способ восстановления навыков ходьбы у этих пациентов.

Список литературы

1. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека, М.: ЦНИИПП, 1998: 271.
2. Доценко В.И., Воронов А.В. Компьютерный видеоанализ движений в спортивной медицине и нейрореабилитации. Медицинский алфавит 2005; 3 (41).
3. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М.: МЕДпресс-информ, 2008: 560.
4. Титаренко Н.Ю., Воронов А.В., Семенова К.А. Компьютерный видеоанализ движений в оценке восстановительного лечения детей с резидуальным нейромоторным дефицитом. Функциональная диагностика 2006; 3.
5. Черникова Л.А. Роботизированные системы в нейрореабилитации. Анналы клин. и эксперим. неврологии 2009; 3 (3): 30–36.
6. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee, 2007 report.
7. Brütsch K., Schuler T., Koenig A. et al. Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children. J. Neuroeng. Rehabil. 2010 Apr. 22; 7: 15.
8. Hidler J., Nichols D., Pelliccio M. et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the «Lokomat» in subacute stroke. Neurorehabil. Neural. Repair 2009 Jan.; 23 (1): 5–13.
9. Husemann B., Müller F., Krewer C. et al. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. Stroke 2007 Feb.; 38 (2): 349–354.
10. Mayr A., Kofler M., Quirbach E. et al. Source Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the «Lokomat» gait orthosis. Neurorehabil. Neural. Repair. 2007 Jul.–Aug.; 21 (4): 307–314.
11. Neckel N., Wisman W., Hidler J. Limb alignment and kinematics inside a Lokomat robotic orthosis. Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. 2006; 1: 2698–2701.
12. Neckel N.D., Blonien N., Nichols D., Hidler J. Abnormal joint torque patterns exhibited by chronic stroke subjects while walking with a prescribed physiological gait pattern. J. Neuroeng. Rehabil. 2008 Sep. 1; 5: 19.

13. O'Sullivan S.B., Shmitz T.J. Physical Rehabilitation. Philadelphia. E.A. Davis Company. 2003.

14. Schwartz I., Sajin A., Fisher I. et al. The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. PMR. 2009 Jun.; 1 (6): 516–523.

15. Shumway-Cook A., Woollacott M.H. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins. 2003.

16. Westlake K.P., Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. J. Neuroeng. Rehabil. 2009 Jun. 12; 6: 18.

17. World Health Report – 2007, from the World Health Organization.

Effect of Lokomat trainings on the severity of gait disorders in patients after stroke

A.S. Klochkov, A.A. Telenkov, L.A. Chernikova

Research Center of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences (Moscow)

Key words: robotic therapy, rehabilitation, stroke, pathological synergy

Stroke is the one of the major causes of long-term disability. More than 50% of post-stroke patients have motor disorders of various severity. In acute and subacute stage of stroke, in the presence of motor disorders, abnormal synergies, known as Wernicke-Mann posture, are developing rapidly, significantly decreasing the quality of walking. In this article the effect of

robotic therapy with the «Lokomat» system on the severity of pathological synergies in 125 post-stroke patients is described. Clinical scales and video analysis motion capture system were used for the assessment of clinical and biomechanical parameters of walking.

Контактный адрес: Ключков Антон Сергеевич – врач-невролог, асп. отделения нейрореабилитации и физиотерапии НЦН РАМН. 125367, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80. Тел.: +7 (495) 490-20-10, +7 (925) 046-32-42; e-mail: Dr.Klochkov@inbox.ru

Теленков А.А. – врач-невролог отделения нейрореабилитации и физиотерапии НЦН РАМН;

Черникова Л.А. – докт. мед. наук, проф., зав. отделением нейрореабилитации и физиотерапии НЦН РАМН (Москва).