

# Использование метода роботизированной кинезиотерапии у пациентов с последствиями инсульта

В.А.Бронников<sup>1,2</sup>, В.Б.Смычѣк<sup>3</sup>, Ю.А.Мавликаева<sup>4</sup>, Ю.И.Кравцов<sup>1</sup>, К.А.Склянная<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А.Вагнера» Минздрава России. 614990, Россия, Пермь, ул. Петропавловская, д. 26;

<sup>2</sup>КГАУ «Центр комплексной реабилитации инвалидов». 614094, Россия, Пермь, ул. Связистов, д. 11а;

<sup>3</sup>ГУ «Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации». 223027, Республика Беларусь, Минская обл., Минский р-н, пос. Городище;

<sup>4</sup>ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы» по Пермскому краю Минтруда России. 614010, Россия, Пермь, ул. Комсомольский пр-т, д. 77

✉ bronnikov66@mail.ru

Важнейшая задача реабилитации у постинсультных пациентов – это восстановление навыков ходьбы. В настоящее время в физической реабилитации пациентов активно используются робототехнические комплексы для восстановления навыков ходьбы. В статье представлены результаты изучения эффективности применения роботизированной кинезиотерапии в комплексной реабилитации постинсультных пациентов. Были обследованы 92 пациента, из них 50 человек в основной группе с применением роботизированного комплекса «Локомат» и 42 пациента в контрольной группе с применением традиционной методики физической терапии. Получены статистически значимые различия по показателям мобильности, моторики и чувствительности в паретичной ноге, силы и тонуса мышц в паретичных конечностях, а также улучшения повседневной активности. Выявлено положительное влияние применения роботизированных устройств в реабилитации пациентов с последствиями инсульта.

**Ключевые слова:** инсульт, реабилитация, роботизированная кинезиотерапия.

**Для цитирования:** Бронников В.А., Смычѣк В.Б., Мавликаева Ю.А. и др. Использование метода роботизированной кинезиотерапии у пациентов с последствиями инсульта. Consilium Medicum. 2017; 19 (2.1): 49–52.

## Short survey

### The use of the method of robotic kinesiotherapy in patients with sequelae of stroke

V.A.Bronnikov<sup>1,2</sup>, V.B.Smychek<sup>1</sup>, Yu.A.Mavlikaeva<sup>3</sup>, Yu.I.Kravtsov<sup>1</sup>, K.A.Sklyannaya<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Academician E.A.Wagner Perm State University of the Ministry of Health of the Russian Federation. 614990, Russian Federation, Perm, ul. Petropavlovskaya, d. 26;

<sup>2</sup>Perm Regional Complex Rehabilitation Centre. 614094, Russian Federation, Perm, ul. Sviazistov, d. 11a;

<sup>3</sup>Republican Scientific and Practical Centre of Medical Expertise and Rehabilitation. 223027, Republic of Belarus, Minskaya obl., Minskii r-n, pos. Gorodishche;

<sup>4</sup>Main Bureau of Medical and Social Expertise Krai in Perm. 614010, Russian Federation, Perm, ul. Komsomol'skii pr-t, d. 77

✉ bronnikov66@mail.ru

#### Abstract

Recovering gait skills is one of the most important tasks of rehabilitation of post-stroke patients. In recent years robotic devices have been used extensively in physical rehabilitation for the gait recovery. The article presents the results of the study of efficiency of using robotic kinesiotherapy in complex rehabilitation of patients after stroke. There were organized medical examinations of 50 patients, including 50 in the main group with the use of the robotic complex 'Locomat' and 42 patient in control group with the use of conventional physical therapy. As a result, there are statistical differences in regard to the indices of mobility, motor skills and sensitivity in paretic limb, strength and muscle tone in paretic limbs, as well as the overall improvement of daily activity. It has been determined that the use of robotic devices has positive impact in rehabilitation of post-stroke patients.

**Key words:** stroke, rehabilitation, robotic kinesiotherapy.

**For citation:** Bronnikov V.A., Smychek V.B., Mavlikaeva Yu.A. et al. The use of the method of robotic kinesiotherapy in patients with sequelae of stroke. Consilium Medicum. 2017; 19 (2.1): 49–52.

#### Актуальность

Острые нарушения мозгового кровообращения занимают 2-е место среди мировых причин смертности [1–3] и являются основной причиной инвалидности у взрослого населения. Ограничения в повседневной активности и самообслуживании определяются у 30–60% пациентов [4]. Самым частым последствием инсультов в двигательной сфере являются гемипарезы и сформировавшийся вследствие этого патологический паттерн ходьбы. Было установлено, что 35% пациентов с первоначальным парезом нижней конечности не восстанавливают ее полезную функцию, 20–25% постинсультных пациентов не способны передвигаться без помощи [5]. Пациенты, способные к самостоятельному передвижению, тем не менее имеют ряд проблем, затрудняющих их функционирование: ходьба медленная, асимметричная и метаболически неэффективная, что ведет к неустойчивости при ходьбе и увеличению риска падений [6, 7].

Одним из основных направлений реабилитации пациентов после инсульта является восстановление двигательных

функций, в том числе способности к передвижению, что приводит к увеличению мобильности пациентов и повышению их самостоятельности в повседневной жизни. В настоящее время существуют разнообразные методы восстановления функции ходьбы у пациентов после инсульта [8]. Согласно систематическому обзору применения различных восстановительных методик в реабилитации инсульта, одним из приоритетных направлений является использование технологий роботизированных устройств для тренировки ходьбы [9]. Роботизированные аппараты позволяют обеспечить более длительные тренировки и увеличить число повторений движений в процессе занятия [5, 10]. Согласно обзору от 2013 г., основанному на изучении 23 проведенных исследований, эффективность применения роботизированных комплексов в сочетании с традиционными методами лечебной физкультуры в плане восстановления функции ходьбы выше по сравнению с использованием только традиционной физической терапии, метод признается более эффективным в раннем восстановительном периоде ин-

сульта [7]. Однако в другом исследовании [11] у пациентов в раннем восстановительном периоде инсульта не выявлено достоверных различий в эффективности роботизированной и традиционной методик кинезиотерапии (рассматривались такие параметры, как функция ходьбы, мобильность, физическая независимость, скорость ходьбы). Исследования, посвященные эффективности применения данного метода у пациентов в позднем восстановительном периоде инсульта, отмечают улучшение навыков самообслуживания, функции паретичной ноги [12, 13], уменьшение асимметрии шага и улучшение биомеханических параметров по сравнению с традиционной лечебной физической культурой [14–16]. Неоднозначность полученных данных требует дальнейшего изучения влияния роботизированной терапии на восстановление пациентов после инсульта.

Цель работы: сравнить эффективность комплексной реабилитации пациентов, получавших курс роботизированной терапии, и пациентов, получавших курс традиционной физической терапии.

### Материалы и методы

Были обследованы 92 пациента (70 мужчин и 22 женщины), проходивших реабилитацию в КГАУ «Центр комплексной реабилитации инвалидов» в 2013–2015 гг. Критериями включения были: трудоспособный возраст, давность инсульта от 6 мес до 2 лет, наличие гемипареза. Критериями исключения являлись: выраженные когнитивные нарушения (по краткой шкале оценки психического статуса – КШОПС > 10 баллов), афазии с наличием сенсорного компонента, сопутствующие соматические патологии в стадии декомпенсации. Все пациенты находились в центре реабилитации в течение 21 дня и получили курс комплексной реабилитации, включавший кинезиотерапию, механотерапию, лечебный массаж, психологическую и логопедическую помощь, занятия эрготерапией, мелкой моторикой, физиотерапевтические процедуры.

Обследуемые были разделены на две группы (табл. 1): основная группа (50 человек), получавшая курс традиционной лечебной физкультуры и механотерапии (10 занятий по 30 мин) наряду с курсом занятий на комплексе «Локомот» (10 занятий по 30 мин), и группа сравнения (42 человека), получавшая только курс традиционной лечебной физкультуры и механотерапии (10 занятий по 60 мин). По нозологической структуре пациенты распределились следующим образом: 57 пациентов с последствиями нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу, 35 пациентов с последствиями нарушений мозгового кровообращения по геморрагическому типу. Преимущественно наблюдались поражения в бассейне левой и правой средней мозговой артерии. Возраст пациентов составлял от 20 до 59 лет, в среднем  $48,92 \pm 8,38$  года. Давность инсульта в среднем равнялась  $13,19 \pm 5,72$  мес. Основные клинические проявления представляли собой спастические гемипарезы, у 22 пациентов в основной группе и 17 пациентов в группе сравнения также имелись умеренные нарушения речи по типу афазии, однако без нарушения способности понимать и выполнять команды.

Комплекс обследования включал в себя: оценку нарушений функций организма (мышечная сила паретичных конечностей по 6-балльной шкале, спастичность по шкале Ашворт, когнитивные функции с помощью теста КШОПС, выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале – ВАШ, оценка моторики, координации, чувствительности и объема движений в нижней конечности по тесту Fugl Meyer, постуральные функции по шкале характеристики устойчивости в вертикальной позе, выделительные функции по шкале раздела профиля PULSES); оценку нарушений активности и участия (мобильность по шкале Ривермид, оценку повседневной активности по шкале Бартел).

данных осуществлялась с помощью непараметрического критерия Вилкинсона.

### Результаты и обсуждение

В среднем снижение силы в паретичной ноге было умеренно выраженным, среднее значение составило  $3,22 \pm 0,70$ . Тонус мышц в нижней конечности также был снижен умеренно, среднее значение было  $1,65 \pm 0,09$  балла. Болевой синдром различался от слабого до выраженного, большинство пациентов описали его как умеренно выраженный, в среднем значение по аналоговой шкале составило  $2,14 \pm 0,19$  балла. Нарушения мочеиспускания были выявлены у 20% пациентов, среднее значение по шкале профиля PULSES составило  $3,73 \pm 0,76$  балла. Наличие когнитивных нарушений по КШОПС было выявлено у 81% пациентов, средний балл по КШОПС составил  $24,75 \pm 0,51$ . При проведении теста Fugl Meyer были выявлены следующие ограничения функции нижней конечности: нарушение моторики было выявлено у всех обследуемых, уменьшение объема движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах было выявлено у абсолютного большинства пациентов (99%), кроме этого у значительного числа обследуемых (68%) также обнаружилось нарушение чувствительности (поверхностной и глубокой) в паретичной ноге. Средний балл при оценке моторики составил  $20,62 \pm 5,93$  при максимуме в 34 балла. При оценке объема движений снижение по шкале в среднем составило 5,13 балла от максимума (20 баллов), чувствительность в среднем была снижена на 3,10 балла (максимум 12 баллов). Тест устойчивости стояния показал удовлетворительные результаты, большинство пациентов демонстрировали легкие нарушения или отсутствие нарушений при тесте в позе Ромберга, средний балл составил  $3,45 \pm 1,15$ .

У 98% обследуемых имелись ограничения мобильности, средний результат по шкале Ривермид составил  $10,88 \pm 3,04$  балла. Преобладали легкие ограничения (49%), связанные с нарушением ходьбы по сложной поверхности, подъема по лестнице, быстрой ходьбы, а также возможности зайти в ванную/душевую кабину. Нарушения самообслуживания были выявлены у 71% пациентов, также преимущественно легкие (51%). Средний результат по шкале Бартел составил  $86,74 \pm 16,73$  балла. Нарушения самообслуживания в основном характеризовались трудностями в мытье, приеме ванны, одевании, а также в подъеме по лестнице.

При оценке средних показателей основной и группы сравнения не было выявлено достоверных различий по средним значениям оценочных шкал (см. табл. 1).

После курса комплексной реабилитации положительная динамика наблюдалась у пациентов основной группы и группы сравнения (табл. 2).

Повторная оценка показателей нарушения функций и ограничений жизнедеятельности проводилась у всех пациентов по окончании курса реабилитации. При повторной оценке были отмечены следующие средние результаты по шкалам, описывающим нарушения функций: снижение мышечной силы в паретичной конечности уменьшилось и в среднем составило 3,78 балла, также отмечалось уменьшение спастичности, у большинства пациентов преобладали легкие нарушения, значение шкалы Ашворт в среднем составило 0,86 балла. Нарушение объема движений в суставах нижней конечности в среднем составляло 16,5 из 20 баллов по шкале Fugl Meyer, что свидетельствует об улучшении. Болевой синдром в суставах паретичной конечности уменьшился и составил в среднем 19,67 балла (по шкале Fugl Meyer), таким образом, у большинства пациентов отсутствовали болевые ощущения в суставах. При общей оценке болевых ощущений пациенты характеризовали их как легкие или также отметили отсутствие болевых ощущений (0,59 балла по ВАШ). Чувствительность в нижней конечности увеличилась в среднем на 1 балл, чаще отмечалось улучшение глубокой чувствительности. При оценке общей моторики ноги

Показатель	Основная группа (n=50) М±σ	Группа сравнения (n=42) М±σ	p
Шестибалльная шкала мышечной силы	3,19±0,68	3,27±0,73	0,44
Шкала Ашфорт	3,42±0,78	3,5±1,17	0,49
ВАШ оценки боли	7,68±1,91	8,09±1,87	0,34
Раздел PULSES	3,78±0,54	3,68±0,78	0,77
КШОПС	26,1±5,70	23,14±6,69	0,07
Шкала Fugl Meyer (моторика в нижней конечности)	19,51±6,24	21,51±5,58	0,17
Шкала Fugl Meyer (чувствительность в нижней конечности)	8,96±2,90	8,85±3,13	0,95
Шкала Fugl Meyer (объем движений в нижней конечности)	14,48±2,56	15,19±2,74	0,29
Тест устойчивости стояния	3,42±1,13	3,48±1,18	0,60
Индекс мобильности Ривермид	10,52±3,22	11,30±2,79	0,28
Индекс повседневной активности Бартел	85,3±17,33	88,45±15,55	0,32

Шкалы	Основная группа			Группа сравнения		
	средний балл в начале курса, М±σ	средний балл в конце курса, М±σ	p	средний балл в начале курса, М±σ	средний балл в конце курса, М±σ	p
Шестибалльная шкала мышечной силы	3,19±0,68	3,77±0,63	<0,0001	3,27±0,73	3,78±0,71	<0,0001
Модифицированная шкала Ашворт	1,58±0,07	0,79±0,05	<0,0001	1,5±0,18	0,9±0,14	<0,0001
ВАШ оценки боли	2,32±0,08	0,68±0,03	<0,0001	1,91±0,23	0,48±0,07	<0,0001
Шкала Fugl Meyer (моторика в нижней конечности)	19,52±6,24	22,18±5,20	<0,0001	21,51±5,86	24,07±5,60	<0,0001
Шкала Fugl Meyer (чувствительность в нижней конечности)	8,97±2,90	9,52±2,74	<0,01	8,85±3,13	9,66±2,99	<0,001
Шкала Fugl Meyer (объем движений в нижней конечности)	14,49±2,56	16,24±2,09	<0,0001	15,19±2,75	16,66±2,31	<0,0001
Шкала Fugl Meyer (болевого синдром в суставах нижней конечности)	19,03±1,82	19,73±0,63	<0,01	19,02±1,72	19,63±2,00	<0,01
Оценка локуса контроля	26,59±4,12	27,62±3,48	<0,01	26,72±4,96	27,68±4,32	<0,05
КШОПС	26,10±5,70	27,16±4,58	<0,001	23,14±6,69	25,19±5,11	<0,001
Индекс мобильности Ривермид	10,52±3,23	11,48±2,85	<0,0001	11,30±2,80	12,02±2,31	<0,001
Индекс повседневной активности Бартел	85,30±17,33	88,20±14,28	<0,001	88,45±19,69	90,60±16,21	<0,01
Физиологические отправления (раздел профиля PULSES)	3,68±0,55	3,78±0,55	<0,01	3,68±0,79	3,70±0,78	<0,23
Тест оценки устойчивости стояния	3,42±1,13	3,73±0,82	<0,05	3,48±1,18	3,72±1,78	<0,45
Ходьба (3-метровый тест)	38,66±13,88	31,77±11,67	<0,001	49,44±16,82	35,72±13,69	<0,01

по шкале Fugl Meyer был получен прирост на 3 балла (среднее значение 23,4 балла). Оценка нарушений функции тазовых органов не выявила нарушений при повторной оценке у большей части пациентов (среднее значение 3,74 балла из 4). Когнитивные функции по КШОПС возросли в среднем на 2 балла, мотивационные функции – на 1 балл.

При анализе данных повторной оценки ограничений активности и участия основные показатели также увеличились. Показатели теста устойчивости стояния составили 3,74 балла, что свидетельствует о легких нарушениях у основного числа пациентов. По шкале мобильности Ривермид был выявлен прирост на 2 балла в среднем, и итоговый результат составил 11,78 балла (при максимуме в 15 баллов). По шкале самообслуживания и повседневной активности Бартел наблюдался прирост в 3 балла.

Изменения показателей оценочных шкал у общего числа обследуемых пациентов были достоверными.

У пациентов основной группы отмечалось улучшение показателей по всем измеряемым параметрам. Изменение силы мышц пораженной нижней конечности отмечалось у 40 (80%) пациентов, снижение мышечного тонуса – 34 (68%). Уменьшение болевого синдрома в паретичной конечности наблюдалось у 31 (62%) человека. Улучшение моторики в паретичной ноге отмечено у 25 (50%) пациентов, чувствительность улучшилась у 10 (20%), объем движений в суставах паретичной ноги увеличился также у 25

(50%). Результаты теста устойчивости стояния улучшились у 8 (16%) пациентов. Положительная динамика когнитивного статуса отмечена у 16 (32%) пациентов. Повышение локуса контроля отмечено у 9 (18%) пациентов. Увеличение повседневной активности и самообслуживания по индексу Бартел наблюдалось у 16 (32%) пациентов. Индекс мобильности Ривермид увеличился у 31 пациента (62%). В основной группе все изменения, кроме показателя физиологических отправления, были достоверными. Средний показатель мышечной силы увеличился на 0,5 балла ( $p<0,0001$ ), также было отмечено увеличение моторики в паретичной ноге в среднем на 3 балла ( $p<0,0001$ ). На 2 балла возрос средний показатель объема движений в суставах ноги ( $p<0,0001$ ). Также значимыми являлись изменения когнитивного статуса ( $p<0,001$ ) и локуса контроля ( $p<0,01$ ), однако средние их значения возросли незначительно, в среднем на 1 балл. Было отмечено также достоверное увеличение показателей самообслуживания и мобильности. Индекс Ривермид возрос в среднем на 1 балл и составил 11,48±2,85 ( $p<0,0001$ ). Показатели индекса Бартел также изменились в сторону увеличения и составили в среднем 88,20±14,28 ( $p<0,001$ ).

У пациентов в контрольной группе также наблюдалось улучшение по всем показателям. У 29 (70%) пациентов зарегистрирована положительная динамика по показателям

силы мышц, у 29 (60%) – изменение тонуса мышц в паретичной нижней конечности, а у 23 (56%) – уменьшение болевого синдрома. Показатели теста Fugl Meyer (моторика, объем движений) изменились у 20 (45%) пациентов, чувствительность в паретичной ноге увеличилась у 15 (35%). Значения КШОПС повысились у 22 (54%) пациентов. Изменения по шкале локуса контроля были выявлены у 8 (19%) пациентов. Увеличения значения шкалы Бартела изменились у 9 (20%) пациентов. Мобильность по шкале Ривермид увеличилась у 22 (54%) пациентов. По результатам оценки диаграмм размаха выявлены более значимые изменения силы мышц, тонуса мышц и чувствительности в паретичной нижней конечности у пациентов основной группы.

У пациентов группы сравнения также были выявлены достоверные улучшения измеряемых показателей. Средние значения показателя объема движений в суставах и чувствительности паретичной ноги возросли меньше, чем в основной группе ( $p < 0,0001$ ). Также меньший прирост (менее 1 балла) был отмечен по значению индекса Ривермид ( $p < 0,001$ ). Было выявлено, однако, более выраженное увеличение показателя КШОПС (на 3 балла). Динамика показателя повседневной активности по индексу Бартел была статистически значимой ( $p < 0,01$ ).

По результатам оценки эффективности реабилитации по клиническим шкалам можно установить, что традиционная и роботизированная кинезиотерапия дает положительный результат в отношении восстановления функций, мобильности и самообслуживания у пациентов в позднем восстановительном периоде инсульта. Однако выявленные различия позволяют предположить, что роботизированная кинезиотерапия может способствовать более эффективному повышению силы и изменению тонуса мышц паретичной нижней конечности, вероятно, благодаря возможности аппарата обеспечить более длительные непрерывные занятия с большим числом повторений. Более значимое увеличение чувствительности (преимущественно за счет глубокой) может свидетельствовать об активации проприоцепции в процессе воспроизведения алгоритма ходьбы. Изменения показателя мобильности произошли в основном за счет увеличения показателей перемещения и сложных видов ходьбы (самостоятельного вставания с постели и пересаживания, ходьбы по неровной поверхности и подъема по лестнице). Это может говорить о более эффективном улучшении комплексных двигательных навыков по сравнению с группой сравнения. Отсутствие значительного повышения показателя когнитивного статуса может быть связано с изначальным присутствием в исследовании пациентов с умеренными и легкими когнитивными нарушениями.

## Выводы

По результатам оценки эффективности реабилитации по клиническим шкалам можно установить, что традиционная и роботизированная кинезиотерапия дает положительный результат в отношении восстановления функций, мобильности и самообслуживания у пациентов в позднем восстановительном периоде инсульта. Однако выявленные различия позволяют предположить, что роботизированная кинезиотерапия может способствовать более эффективному повышению силы и изменению тонуса мышц паретичной нижней конечности, вероятно, благодаря возможности аппарата обеспечить более длительные непрерывные занятия с большим числом повторений. Более значимое увеличение

чувствительности (преимущественно за счет глубокой) может свидетельствовать об активации проприоцепции в процессе воспроизведения алгоритма ходьбы. Изменения показателя мобильности произошли в основном за счет увеличения показателей перемещения и сложных видов ходьбы (самостоятельного вставания с постели и пересаживания, ходьбы по неровной поверхности и подъема по лестнице). Это может говорить о более эффективном улучшении комплексных двигательных навыков по сравнению с группой сравнения. Отсутствие значительного повышения показателя когнитивного статуса может быть связано с изначальным присутствием в исследовании пациентов с умеренными и легкими когнитивными нарушениями.

## Литература/References

- Lozano R, Naghavi M, Foreman K et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012; 380 (9859): 2095–128. DOI: 10.1016/s0140-6736(12)61728-0.
- Плотникова О.А., Мавликаева Ю.А. Анализ инвалидности взрослого населения Пермского края вследствие инсульта. *Проблемы соц. гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2014; 2: 17–9. / Plotnikova O.A., Mavlikaeva Yu.A. Analiz invalidnosti vzroslogo naseleniia Permskogo kraia vsledstvie insul'ta. *Problemy sots. gigieny, zdoravookhraneniia i istorii meditsiny*. 2014; 2: 17–9. [in Russian]
- Westlake K, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. *J NeuroEngineering Rehabilitation* 2009; 6 (1): 18. DOI: 10.1186/1743-0003-6-18
- Huang V, Krakauer J. Robotic neurorehabilitation: a computational motor learning perspective. *J NeuroEngineering Rehabilitation* 2009; 6 (1): 5. DOI:10.1186/1743-0003-6-5
- Кравцов Ю.И., Бронников В.А., Вильдеман А.В. и др. Эффективность комплексной кинезиотерапии у пациентов с тяжелыми двигательными нарушениями. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2013; 5: 48–9. / Kravtsov Ju.I., Bronnikov V.A., Vil'deman A.V. i dr. Effektivnost' kompleksnoi kinezioterapii u patsientov s tiazhelymi dvigatel'nymi narusheniami. *Fizioterapiia, bal'neologija i reabilitatsiia*. 2013; 5: 48–9. [in Russian]
- Husemann B, Muller 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; 38 (2): 349–54. DOI:10.1161/01.str.0000254607.48765.cb
- Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurology* 2009; 8 (8): 741–54. DOI:10.1016/s1474-4422(09)70150-4
- Mehrholz J, Elsner B, Werner C et al. Electromechanical-Assisted Training for Walking After Stroke: Updated Evidence. *Stroke* 2013; 44 (10): e127–e128. DOI: 10.1161/strokeaha.113.003061
- Meiner Z, Fisher I, Katz-Leurer M et al. The Effectiveness of Locomotor Therapy Using Robotic-assisted Gait Training in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *PM&R* 2009; 1 (9): S99. DOI: 10.1016/j.pmrj.2009.08.004
- Geroin C, Mazzoleni S, Smania N et al. Systematic review of outcome measures of walking training using electromechanical and robotic devices in patients with stroke. *J Rehabilitation Med* 2013; 45 (10): 987–96. DOI:10.2340/16501977-1234
- Van Nunen B, Gerrits K, Konijnenbelt M et al. Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *Disabil Rehabil: Assistive Technology* 2015; 10 (2): 141–8. DOI: 10.3109/17483107.2013.873489
- Dundar U, Toktas H, Solak O et al. A Comparative Study of Conventional Physiotherapy Versus Robotic Training Combined with Physiotherapy in Patients with Stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2014; 21 (6): 453–61. DOI:10.1310/tsr2106-453
- Черникова Л.А., Ключков А.С. Влияние тренировок на роботизированной системе Lokomat на мобильность при ходьбе у пациентов с постинсультными гемипарезами. *Вопросы кураторологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2014; 3: 13–7. / Chernikova L.A., Klochkov A.S. Vliianie trenirovok na robotizirovannoi sisteme Lokomat na mobil'nost' pri khod'be u patsientov s postinsul'tnymi gemiparezami. *Voprosy kuratorologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2014; 3: 13–7. [in Russian]
- Bronnikov VA, Sklyannaya KA. Possibilities of Medical and Social Rehabilitation After Stroke; *International Neurorehabilitation Symposium 2013; September 11–13, 2013; Zurich, Switzerland*. [http://www.inrs2013.com/fileadmin/user\\_upload/posters/12\\_Bronnikov\\_et\\_al\\_INRS\\_2013.pdf](http://www.inrs2013.com/fileadmin/user_upload/posters/12_Bronnikov_et_al_INRS_2013.pdf)
- Rosa M, Marques A, Demain S, Metcalf C. Knee posture during gait and global functioning post-stroke: a theoretical ICF framework using current measures in stroke rehabilitation. *Disabil Rehabil* 2015; 37 (10): 904–13. DOI: 10.3109/09638288.2014.948132
- Sivan M, O'Connor R, Makower S et al. Systematic review of outcome measures used in the evaluation of robot-assisted upper limb exercise in stroke. *J Rehabilitation Med* 2011; 43 (3): 181–9. DOI:10.2340/16501977-0674

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бронников Владимир Анатольевич** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. физической культуры и здоровья с курсами медико-социальной и физической реабилитации ФПК и ППС ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А.Вагнера», дир. КГАУ «Центр комплексной реабилитации инвалидов», врач-невролог, гл. внештатный специалист по реабилитации Минздрава Пермского края. E-mail: bronnikov66@mail.ru

**Смышчëк Василий Борисович** – д-р мед. наук, дир. ГУ «РНПЦ медицинской экспертизы и реабилитации». E-mail: priemnaia.mei@mail.ru

**Мавликаева Юлия Анатольевна** – д-р мед. наук, врач по МСЭ, нач. организационно-методического отд. ФКУ ГБ МСЭ по Пермскому краю. E-mail: mavlikaeva@mail.ru

**Кравцов Юрий Иванович** – чл.-кор. РАЕ, д-р мед. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А.Вагнера», засл. деят. науки РФ.

**Склянная Ксения Александровна** – аспирант каф. физической культуры и здоровья с курсом медико-социальной и физической реабилитации ФПК и ППС ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е.А.Вагнера», врач-невролог КГАУ «Центр комплексной реабилитации инвалидов». E-mail: skks1008@mail.ru