

## **МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

*С.М. МАНКЕВИЧ, В.А. ЛУКАШЕВИЧ*

*Белорусская медицинская академия последипломного образования, кафедра рефлексотерапии,  
П. Бровки, 3, Минск, 220013, Беларусь*

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения гравитационной механотерапии, статической вертикализации и динамической вертикализации. Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, которая обусловлена достоверным улучшением как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

### **Введение.**

Ежегодно в мире от нарушений мозгового кровообращения умирает до 6 млн. человек, а около 5 млн. после перенесенной катастрофы остаются инвалидами, зависящими от посторонней помощи. В большинстве развитых стран мира инсульты являются ведущей по значимости причиной смерти и одной из главных причин инвалидности, создавая серьезную экономическую проблему. Тяжелые двигательные и координаторные нарушения, являющиеся результатами инсультов, зачастую приводят к развитию вторичных осложнений снижающих вероятность возвращения пациентов к активной жизни. При этом ранняя реабилитация пациентов с тяжелыми координаторными и двигательными нарушениями в раннем восстановительном периоде обеспечивает снижение вторичных осложнений и увеличивает вероятность частичного восстановления утраченных функций [1-8].

Общепринятым методом реабилитации пациентов с тяжелыми координаторными и двигательными нарушениями является использование роботизированных систем, как правило, выполняющих вертикализацию и частные методы механотерапии, например шаготерапию [9-14].

В настоящее время в Республике Беларусь развивается новый метод адаптивной кинезитерапии для реабилитации пациентов неврологического профиля с координаторно-двигательными нарушениями, основанного на использовании роботизированного кинезитренажера. Разработка проходит в рамках ОНТП «Реабилитация». Адаптивная кинезитерапия (АК) является методом восстановления пространственной ориентации сложных локомоций, посредством создания специфических условий среды аугментации (совокупность внешнесредовых факторов, способствующих усилению представлений о выполняемом действии). Актуальность разработки продиктована высоким уровнем потребности учреждений здравоохранения в инновационной концепции доступной реабилитации [15-18].

Целью работы является создание системы стандартизированного подхода в выборе лечебной тактики курации пациентов в раннем восстановительном периоде перенесших острые нарушения мозгового кровообращения с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами на основе использования роботизированной кинезитерапии.

### **Материалы и методы.**

В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев (в возрасте от 22 до 53 лет; 9 женщин и 11 мужчин) и 16 пациентов в раннем восстановительном периоде после

острого нарушения мозгового кровообращения с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами (в возрасте от 54 до 62 лет; 6 женщин и 10 мужчин).

Критерием включения в группу пациентов являлось невозможность самостоятельной вертикализации. При этом после проведенной терапии пациенты были обследованы в системе двухслойного экзоскелета кинезитренажера с оценкой качественной структуры циклической локомоции шагового движения с составлением биомеханического профиля по нижеприведенной методике (в группе пациентов исследование проводилось до и после лечения).

Так в адаптивной кинезитерапии оценка эффективности локомоций человека осуществляется посредством использования беспроводной системы дистанционного мониторинга локомоций, состоящей из:

- Сенсорного модуля, закрепляемого к различным частям тела.
- Программы анализа входящих данных.

Сенсорный модуль состоит из нескольких пар акселерометров и гироскопов и представляет собой устройство с автономной зарядкой. Программа анализа входящих данных устанавливается на персональный компьютер, и взаимодействует с сенсорным модулем через беспроводной канал связи. При выполнении тестового двигательного задания, программный модуль выполняет раскладку частот, изменения пространственных ускорений различных частей тела обследуемого, в спектр от 1 до 60 Гц. При этом:

1. Полоса от 1 до 10 Гц обозначается как спектр низких частот и характеризует структуру биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

2. Полоса от 11 до 25 Гц обозначается как спектр средних частот, в пределах которых реализуются нецеленаправленные движения (с биокинематической структурой не соответствующей целевой моторной программе).

3. Полоса от 26 до 40 Гц обозначается как спектр высоких частот №1, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

4. Полоса от 41 до 60 Гц обозначается как спектр высоких частот №2, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

По данной методике также были обследованы пациенты в группе здоровых добровольцев.

Лечение пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде проводилось по следующим стандартизированным методическим подходам, составляющим метод адаптивной кинезитерапии:

**I Этап.** В адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами при остром нарушении мозгового кровообращения в раннем восстановительном периоде выполняется методика гравитационной механотерапии:

1. Пациента доставляют:
  - а. для горизонтально ориентированной методики - лежа на каталке (либо тренажер располагают рядом с кроватью, на которой лежит пациент), при этом ножной конец каталки обращен вперед, параллельно тренажеру, либо вовнутрь перпендикулярно ему;
  - б. для вертикально ориентированной методики – сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера фронтально лицом вперед.
2. На выбранный сегмент фиксируют манжету привода. К манжете прикрепляют трос привода.
3. Выполняется определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве в соответствии с индивидуальными возможностями.
4. Далее устанавливают требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.

**II Этап.** Выполняется методика статической вертикализации:

1. Пациента доставляют сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера, лицом вперед.
2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный. Подвесная система также может быть размещена на коляске заблаговременно непосредственно перед посадкой пациента.
3. Варианты аппаратного подъема пациента:
  4. для неполного варианта: выполняется аппаратный подъем пациента. В процессе подъема пациент принимает исходное положение, по достижении которого подъем останавливают.
  5. для полного варианта: выполняется аппаратный подъем пациента до состояния полной статической вертикализации - при необходимости высоту подъема регулируют индивидуально.
6. По истечении требуемого времени выполняется аппаратный спуск пациента в коляску.

**III Этап.** Выполняется методика динамической вертикализации:

1. Пациента доставляют сидя в коляске и располагают внутри контура тренажера, лицом вперед.
2. Подвесная система находится в исходном положении. Способ размещения пациента в подвесной системе – стандартный. Подвесная система также может быть размещена на коляске заблаговременно непосредственно перед посадкой пациента.
3. Далее выполняется аппаратный подъем пациента, в процессе которого он принимает исходное положение. Подъем продолжают до отрыва стоп от опорной поверхности.
4. К одному из передних свободных концов подвесной системы прикрепляется трос привода.
5. Динамическая вертикализация выполняется в двух вариантах:
  6. Пассивный вариант – при котором устанавливают требуемые настройки управляющей программы и запускают процесс механического привода.
  7. Активный вариант – при котором манжета привода (соединенная с тросом привода) располагается на одном из сегментов конечностей. Далее, посредством программной настройки устанавливается начальная точка перемещения ( $P_{min}$ ). После чего пациент выполняет перемещения тела за счет активных сокращений мышц конечности на которой фиксирована манжета.
8. По истечении требуемого времени выполняется аппаратный спуск пациента в коляску.
9. После спуска пациента необходимо убедиться в безопасном его положении в коляске и, только после этого, отстегнуть карабины передних свободных концов от петель подъемных тросов.
10. Подвесная система извлекается из-под пациента посредством аппаратного подъема.
11. Продолжительность каждого из этапов адаптивной кинезитерапии 3-5 дней, кратность повторения 1-2 раза в день.

Перечень возможных осложнений или ошибок при выполнении и пути их устранения.

Неправильное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве при котором пациент испытывает дискомфорт. Путь устранения – повторное определение начального и конечного положения тренируемой конечности в пространстве.

Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me), верхнего (UQ) и нижнего (LQ) квартилей. При сравнении двух независимых групп

использовали критерий Манна - Уитни (M-U), при сравнении двух зависимых групп - критерий Вилкоксона (W). При множественных сравнениях для выявления статистически значимых различий перед дальнейшими парными сравнениями использовали критерий Крускала-Уоллиса. Для определения корреляционных связей между явлениями использовали критерий Спирмана с коэффициентом корреляции (R). Альтернативная гипотеза принималась при уровне статистической значимости 0,05.

Результаты и их обсуждения.

При анализе группы здоровых добровольцев получены следующие значения нормальных показателей ускорений при выполнении теста «ходьба на месте» в различных спектрах полос представлены ниже в таблице №1.

Таблица 1 - Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе здоровых лиц

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в мм/с <sup>2</sup> )		
№	Значение в Гц	Me	UQ	LQ
1	1-10	16.6	19.0	10.1
2	11-25	6.6	11.4	8.4
3	26-40	5.7	6.9	4.1
4	41-60	3.1	4.9	1.8

При проведении объективной оценки качественной структуры циклической локомоции в группе пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями установлены следующие значения ускорений нижних конечностей в спектральных полосах: 1-10 Гц – 0,001[0,001/0,001]мм\с<sup>2</sup>; 11-25 Гц - 0,001[0,001/0,001]мм\с<sup>2</sup>; 26-40 Гц - 0,001 [0,001/0,001]мм\с<sup>2</sup>; 41-60 Гц - 0,001 [0,001/0,001]мм\с<sup>2</sup>.

При этом полученные значения статистически различаются с аналогичными показателями в группе здоровых добровольцев по критерию Манна – Уитни, со значением  $p=0,0$  и являются достоверно меньшими (по критерию Спирмана,  $p = 0,0$ ) с коэффициентом корреляции  $R > 0,8$ . Биомеханический профиль группы пациентов с умеренными координаторными нарушениями представлен в нижеприведенной таблице.

Анализ полученных данных указывает на статистически достоверное низкое качество циклической локомоции в группе как в структуре биокинематической стабилизации действия, так и в структуре целенаправленных и нецеленаправленных движений в сравнении с группой здоровых лиц, пациентов с умеренными двигательными и координаторными нарушениями.

После проведения адаптивной кинезитерапии были получены результаты: 1-10 Гц – 0,55[1,13/0,28]мм\с<sup>2</sup>; 11-25 Гц - 0,2[0,28/0,13]мм\с<sup>2</sup>; 26-40 Гц - 0,15[0,2/0,1]мм\с<sup>2</sup>; 41-60 Гц - 0,001[0,001/0,001]мм\с<sup>2</sup>. Биомеханический профиль подгруппы пациентов представлен в нижеприведенной таблице №2.

Таблица 2 – Значение ускорений в различных полосах частотного спектра в группе пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, получающих адаптивную кинезитерапию

Полосы частотного спектра		Значение ускорений в групп (мм/с <sup>2</sup> )					
		до лечения			после лечения		
№	в Гц	Me	UQ	LQ	Me	UQ	LQ
1	1-10	0.001	0.001	0.001	0.55	1.13	0.28
2	11-25	0.001	0.001	0.001	0.20	0.28	0.13
3	26-40	0.001	0.001	0.001	0.15	0.20	0.10
4	41-60	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

При этом результаты проведенной терапии показывают достоверное (по критерию Вилкоксона), при  $p < 0.03$ , увеличение (по критерию Спирмана,  $p = 0.0$ ) значений показателей ускорений в частотных полосах 1-10 Гц, 11-25 Гц и 26-40 Гц, с коэффициентом корреляции  $R > 0.9$ .

Динамическая статистика трансформации биомеханического профиля в подгруппе №10 в ходе проводимого лечения представлена в нижеприведенной таблице №3.

Таблица 3 – Пациенты с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, получающих адаптивную кинезитерапию: сравнение с группой здоровых добровольцев; сравнение внутри подгруппы до и после лечения

Полосы частотного спектра		При сравнении с группой здоровых добровольцев		При сравнении внутри группы до и после лечения		
		Тест М-W		Тест W	Тест Спирмана	
		P		p	R	p
№	в Гц	до лечения	после лечения			
1	1-10	0.000318	0.000318	0.001474	0.977819	0.000000
2	11-25	0.000318	0.000318	0.027709	0.979083	0.000000
3	26-40	0.000318	0.000318	0.027709	0.980352	0.000000
4	41-60	0.000318	0.000318	-	0.346944	0.145591

Полученные данные свидетельствуют об эффективности проводимой адаптивной кинезитерапии в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями. При этом эффективность обусловлена улучшениями как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

**Заключение.**

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с тяжелыми координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения гравитационной механотерапии, статической вертикализации и динамической вертикализации.

Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с тяжелыми двигательными и координаторными нарушениями, которая обусловлена достоверным улучшением как структуры целенаправленных (26-40 Гц) и нецеленаправленных движений, так и биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

### *Литература*

1. Muennig, P.A. What changes in survival rates tell us about US health care / P.A. Muennig, S.A. Glied // Journal of Health Affair. – 2010. – Vol. 29. – P. 2105–2113.
2. Gulley, S.P. If we build it, who will come? Working-age adults with chronic health care needs and the medical home / S.P. Gulley, E.K. Rasch, L. Chan // Journal of Medical Care. – 2011. – Vol. 49. – P. 149–155.
3. Gulley, S.P. Ongoing coverage for ongoing care: access, utilization, and out-of-pocket spending among uninsured working-aged adults with chronic health care needs / S.P. Gulley, E.K. Rasch, L. Chan // The American Journal of Public Health. – 2011. – Vol. 101. – P. 368–375.
4. Goonewardene, S.S. Road traffic collisions-case fatality rate, crash injury rate, and number of motor vehicles: time trends between a developed and developing country / S.S. Goonewardene, K. Baloch, I. Sargeant // The American Surgeon journal. – 2010. – Vol. 76. – P. 977–981.
5. Axelrod, D.A. US Health Care Reform and Transplantation. Part I: overview and impact on access and reimbursement in the private sector / D.A. Axelrod, D. Millman, D.D. Abecassis // American Journal of Transplantation. – 2010. – Vol. 10. – P. 2197–2202.

6. Lloyd-Jones, D. Heart disease and stroke statistics / D. Lloyd-Jones, R. J. Adams, T. M. Brown // Journal of the American Heart Association. – 2010. – Vol. 121. – № 7. – P. 46–215.
7. Smith, D.S. Remedial therapy after stroke: a randomised controlled trial / D. S. Smith, E. Goldenberg, A. Ashburn // The British Medical Journal. – 1981. – Vol. 282. – № 6263. – P. 517–520.
8. Dam, M. The effects of long-term rehabilitation therapy on poststroke hemiplegic patients / M. Dam, P. Tonin, S. Casson et al. // Journal of Stroke. – 1993. – Vol. 24. – № 8. – P. 1186–1191.
9. Westlake, K.P. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke / K. P. Westlake, C. Patten // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 6. – № 1. – Article 18.
10. Pohl, M. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomized multicentre trial (deutsche gangtrainerstudie, degas) / M. Pohl, C. Werner, M. Holzgraefe, et al. // Journal of Clinical Rehabilitation. – 2007. – Vol. 21. – № 1. – P. 17–27.
11. Peurala, S.H. Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke / S.H. Peurala, O. Airaksinen, P. Huuskonen et al. // Journal of Rehabilitation Medicine. – 2009. – Vol. 41. – № 3. – P. 166–173.
12. Hesse, S. Connecting research to the needs of patients and clinicians / S. Hesse, C. Werner // Journal of Brain Research Bulletin. – 2009. – Vol. 78. – № 1. – P. 26–34.
13. Sawicki, G.S. A pneumatically powered knee-ankle-foot orthosis (kafo) with myoelectric activation and inhibition / G.S. Sawicki, D.P. Ferris // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 6. – P. 23.
14. Ferris, D.P. An improved powered ankle-foot orthosis using proportional myoelectric control / D.P. Ferris, K.E. Gordon, G.S. Sawicki, A. Peethambaran // Journal of Gait & Posture. – 2006. – Vol. 23. – № 4. – P. 425–428.
15. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Адаптивная кинезитерапия: инновационное направление восстановительной терапии двигательных нарушений, основанное на оптимизации управления системой пространственного ориентирования сложных локомоций человека // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №1 (04). – С.79-90.
16. Лукашевич В.А., Сиваков А.П. Сравнительная оценка степени трансформации двигательного стереотипа в условиях использования технологии «двухслойного экзоскелета» и сред виртуальной реальности // Инновационные технологии в медицине. – 2015. - №2-3 (5-6). – С.79-90.
17. Лукашевич В.А., Тарасевич М.И. Выделение целенаправленных и нецеленаправленных движений в структуре циклических локомоций // Современные аспекты прикладной кинезиологии в спортивной медицине: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. (Пинск, Республика Беларусь, 15-16 апреля 2016 года). – Пинск : Полесский государственный университет, 2016. – С.36-39.

## **МЕТОД АДАПТИВНОЙ КИНЕЗИТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ЛЕГКИМИ И УМЕРЕННЫМИ КООРДИНАТОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

*С.М. МАНКЕВИЧ, В.А. ЛУКАШЕВИЧ*

*Белорусская медицинская академия последипломного образования, кафедра рефлексотерапии, П. Бровки, 3, Минск, 220013, Беларусь*

В ходе проведенного исследования разработаны и клинически апробированы стандартизированные методики адаптивной кинезитерапии пациентов с легкими и умеренными координаторно-двигательными дефектами в раннем восстановительном периоде, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения. Стандартизация достигается посредством этапного назначения механотерапии со скольжением, механотерапии с перемещением, темпо-ритмовой коррекции и тренировки опорной функции. Анализ полученных данных указывает на статистически подтвержденную эффективность адаптивной кинезитерапии, проводимой в отношении пациентов с умеренными двигательными нарушениями, которая обусловлена достоверным восстановлением структуры целенаправленных движений (в спектре 26-40 Гц) и нецеленаправленных движений. В результате проводимой терапии отмечается улучшение структуры биокинематической стабилизации действия в условиях двигательного пространства.

**Введение.**

Высокий уровень двигательных дисфункций при нарушениях мозгового кровообращения определяет прогрессирующий рост инвалидности в Республике Беларусь,