

ОБРАТНАЯ ХОДЬБА КАК МЕТОДИКА НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

УДК 616.8-08

Клеменов А.В.

ГБУЗ Нижегородской области «Городская клиническая больница №30 Московского района г. Нижнего Новгорода», Нижний Новгород, Россия

BACKWARD WALKING AS A TECHNIQUE FOR NEUROREHABILITATION

Klemenov A.V.

City Clinical Hospital №30, Nizhny Novgorod, Russia

Наиболее естественным и привычным видом физической нагрузки для человека любого возраста и пола является ходьба. Она благотворно влияет на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую, дыхательную и нервную системы, выступает мерой профилактики болезней образа жизни. Последнее время в медицине и спорте все шире используется обратная ходьба – ходьба спиной вперед. Изучение кинетики и кинематики обратной ходьбы показало ряд ее преимуществ перед обычным способом передвижения, которые могут быть с успехом использованы для физической реабилитации при различных заболеваниях. Убедительно показано, что при одинаковых параметрах физической активности обратная ходьба/бег приводят к более существенной нагрузке на сердечно-сосудистую и дыхательную системы [1] и более значительному повышению как аэробных, так и анаэробных возможностей организма [2, 3]. Особенно выгодной становится обратная ходьба в ситуациях, требующих снизить нагрузку на коленный сустав [2, 4], укрепить конкретные группы мышц нижней конечности (в частности, четырехглавую мышцу бедра) [5–8], улучшить моторику и чувство равновесия, восстановить навык обычной ходьбы при его утрате в результате заболевания.

Обучение обратной ходьбе нашло свое место в программах реабилитации разных категорий неврологических больных с целью восстановления устойчивого положения тела и походки. В частности, обратная ходьба с успехом использована для выработки правильного паттерна походки у детей с церебральным параличом, лиц, перенесших мозговую инсульт, страдающих болезнью Паркинсона и рассеянным склерозом, спинальных больных.

Реабилитация детей с детским церебральным параличом основывается на концепции нейропластичности и традиционно направлена на тренировку моторных навыков и укрепление мышц. Отмечено, что регулярные занятия ходьбой способны более эффективно повысить скорость передвижения, длину шага и улучшить показатели кинематики суставов, чем традиционные виды физиотерапии [9]. Поскольку обратная ходьба задается тем же центральным генератором паттерна,

что и обычная, она может быть предложена как способ улучшения обычной походки [7, 10]. Благотворное влияние обратной ходьбы на детей с церебральным параличом объясняется снижением нагрузки на коленные суставы нижних конечностей [11], более эффективным использованием моторных единиц [12], повышением силы мышц коленного сустава и улучшением способности к сохранению равновесия [13].

Улучшение способности к ходьбе, поддержанию баланса тела и других двигательных навыков в ходе занятий обратной ходьбой при детском церебральном параличе продемонстрировано во многих работах [14–19]. В исследовании А. Abdel-Aziem и Н. El-Basatiny [18] в группе детей с гемипаретической формой заболевания обучение обратной ходьбе в дополнение к обычной программе физических тренировок приводило к статистически значимому улучшению длины шага, скорости и ритма ходьбы, соотношению фаз ходьбы и параметров моторики. Аналогичные результаты были достигнуты S. Kim и соавт., применившими занятия обратной ходьбой на беговой дорожке [17].

Обнадеживающие результаты получены при изучении эффективности обучения обратной ходьбой у постинсультных больных [20, 21]. Способность к ходьбе рассматривается как важнейший предиктор уровня физической активности и социальной адаптации лиц, перенесших мозговую инсульт. Тесты с обратной ходьбой включены в шкалы для оценки мобильности и способности сохранять равновесие у больных с гемиплегией [22].

Для преодоления двигательных расстройств после перенесенного инсульта традиционный способ реабилитации в виде занятий на беговой дорожке может быть с успехом дополнен обратной ходьбой [23]. Сочетание обратной ходьбы с традиционной физической подготовкой обеспечивало более значительное улучшение равновесия, пространственно-временных параметров ходьбы (скорости ходьбы, длины и симметричности шага), удлинение проходимой дистанции по сравнению с контрольной группой [20, 21, 24]. Особенно важно для этой категории пациентов то обстоятельство, что под влиянием обратной ходьбы происходило уменьшение асимметричности походки [21].

Ограничение мобильности и нарушение походки представляют серьезную проблему и при болезни Паркинсона. У больных паркинсонизмом нередко выявляются уменьшение длины шага, скорости ходьбы и нарушение координации. С нарушением координации и равновесия связывают затруднения при выполнении более сложных движений вроде поворотов и ходьбы спиной вперед [25–27]. Между тем такие движения являются неизбежными в повседневной жизни (например, присаживание на унитаз) [28] и часто приводят к падениям [29–31]. Страх падения, в свою очередь, оказывает негативное влияние на походку и равновесие при болезни Паркинсона [32].

Тренировки в обратной ходьбе при паркинсонизме могут быть использованы для улучшения скорости ходьбы, а также для предотвращения падений [33–36]. В частности, при начальных стадиях болезни Паркинсона занятия обратной ходьбой уже к концу первой недели приводили к увеличению скорости движения и длины шага, уменьшению вариабельности длины шага и продолжительности фазы двойной опоры [34, 35].

У больных паркинсонизмом обратная ходьба активно используется и в диагностических целях. Тесты с обратной ходьбой нашли применение для выявления предикторов ограничения мобильности [37], установления механизмов симптома «замораживания» [38], при изучении влияния мозговой активности на параметры походки [39], для оценки лечебного действия леводопы [40]. В последнем случае выяснилось, что леводопа, уменьшая вариабельность пространственно-временных характеристик походки при болезни Паркинсона, не влияет на продолжительность фазы двойной опоры.

Замечено, что особые затруднения у больных паркинсонизмом вызывает необходимость одновременного решения нескольких задач (например, двигательных и когнитивных) [33, 41]. Координация походки, автоматически осуществляемая у здоровых, может потребовать дополнительного внимания у пациентов с болезнью Паркинсона, поэтому их походка особенно страдает при решении дополнительных задач в процессе ходьбы [42]. Двойной тест, включающий выполнение несложных когнитивных заданий во время физической нагрузки, используется для оценки предрасположенности больных паркинсонизмом к падениям [43, 44]. Поскольку менее привычная обратная ходьба требует усиленной сосредоточенности, она была предложена для модификации двойного теста при болезни Паркинсона [26]. Неблагоприятные результаты выполнения двойного теста с обратной ходьбой на

фоне адекватной медикаментозной терапии рассматриваются в качестве показания к более радикальным методам лечения паркинсонизма типа глубокой стимуляции головного мозга или хирургического вмешательства.

Нарушения походки очень распространены у больных рассеянным склерозом, 85% которых испытывают трудности при передвижении [45]. Неслучайно тесты с ходьбой широко используются для выявления заболевания и контроля за его течением [45–47]. Одновременно высказываются опасения по поводу недостаточной чувствительности указанных тестов при рассеянном склерозе, что может задержать проведение реабилитации [48], и обсуждаются разные подходы к повышению их эффективности [49, 50]. D.A. Wajda и соавт. [51] выдвинули гипотезу о том, что различия в пространственно-временных параметрах походки (скорость, ритм ходьбы, длина шага) у больных рассеянным склерозом в сравнении со здоровыми будут наиболее отчетливы при выполнении обратной ходьбы с параллельным решением когнитивных задач. Ими предложено использовать обратную ходьбу, дополненную психологическим тестом, для выявления начальных нарушений походки при рассеянном склерозе.

Отдельным аспектом выступает применение обратной ходьбы в реабилитации больных, перенесших спинальную травму. В ряде работ, представленных в основном описанием отдельных случаев успешной реабилитации спинальных больных, сообщается о некоторых преимуществах обратной ходьбы по сравнению с ходьбой обычной [52–55], однако эта проблема требует более глубокого изучения. Предложено также использовать обратную ходьбу в числе тестов, позволяющих оценить восприятия ощущений, специфичных для хронической боли в спине [56].

Сведения о применении обратной ходьбы при иных патологических состояниях единичны, но, безусловно, заслуживают внимания, иллюстрируя универсальный характер этой методики и ее возможные перспективы. Интересен опыт применения обратной ходьбы с целью прогнозирования риска падений у пациентов с головокружением [57], для улучшения внимания у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности [58], как компонент обучающей видеоигры при болезни Гентингтона [59].

Представляется, что прикладные аспекты применения обратной ходьбы в нейрореабилитации далеко не исчерпаны, а круг показаний к использованию этой методики будет расширяться по мере дальнейшего изучения кинетики, кинематики и механизмов нервной регуляции перемещения спиной вперед.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Terblanche E., Page C., Kroff J., Venter R.E. The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women. *Int J Sports Med* 2005; 26 (3): 214–219.
2. Hoogkamer W., Meyns P., Duysens J. Steps forward in understanding backward gait: from basic circuits to rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 2014; 42 (1): 23–29.
3. Kachanathu S.J., Alenazi A.M., Algarni A.D., Hafez A.R., Hameed U.A., Nuhmani S., Melam G. Effect of forward and backward locomotion training on anaerobic performance and anthropometrical composition. *J Phys Ther Sci* 2014; 26 (12): 1879–1882.
4. Roos P.E., Barton N., van Deursen R.W. Patellofemoral joint compression forces in backward and forward running. *J Biomech* 2012; 45 (9): 1656–1660.
5. Hao W.Y., Chen Y. Backward walking training improves balance in school-aged boys. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2011; 3: 24.
6. Cha H.G., Kim T.H., Kim M.K. Therapeutic efficacy of walking backward and forward on a slope in normal adults. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (6): 1901–1903.
7. Lamb T., Yang J.F. Could different directions of infant stepping be controlled by the same locomotor central pattern generator? *J Neurophysiol* 2000; 83 (5): 2814–2824.
8. Schneider C., Lavoie B.A., Capaday C. On the origin of the soleus H-reflex modulation pattern during human walking and its task-dependent differences. *J Neurophysiol* 2000; 83 (5): 2881–2890.
9. Smania N., Bonetti P., Gandolfi M., Cosentino A., Waldner A., Hesse S., Werner C., Bisoffi G., Geroini C., Munari D. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90 (2): 137–149.
10. Meyns P., Molenaers G., Desloovere K., Duysens J. Interlimb coordination during forward walking is largely preserved in backward walking in children with cerebral palsy. *Clin Neurophysiol* 2014; 125 (3): 552–561.
11. Threlkeld A.J., Horn T.S., Wojtowicz G., Rooney J.G., Shapiro R. Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989; 11 (2): 56–63.
12. Shigemori K., Nagino K., Nakamata E., Nagai E., Izuta M., Nishii M., Hiroshima R., Kai S. Motor Learning in the Community-dwelling Elderly during Nordic Backward Walking. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26 (5): 741–743.

13. Kim C.S., Gong W., Kim S.G. The effects of lower extremity muscle strengthening exercise and treadmill walking exercise on the gait and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2011; 23 (3): 405–408.
14. El-Basatiny H.M., Abdel-Aziem A.A. Effect of backward walking training on postural balance in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2015; 29 (5): 457–467.
15. Kim W.H., Kim W.B., Yun C.K. The effects of forward and backward walking according to treadmill inclination in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (5): 1569–1573.
16. Hösl M., Böhm H., Arampatzis A., Keymer A., Döderlein L. Contractile behavior of the medial gastrocnemius in children with bilateral spastic cerebral palsy during forward, uphill and backward-downhill gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2016; 36: 32–39.
17. Kim S.G., Ryu Y.U., Je H.D., Jeong J.H., Kim H.D. Backward walking treadmill therapy can improve walking ability in children with spastic cerebral palsy: a pilot study. *Int J Rehabil Res* 2013; 36 (3): 246–252.
18. Abdel-Aziem A.A., El-Basatiny H.M. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2017; 31 (6): 790–797.
19. Cappellini G., Sylos-Labini F., MacLellan M.J., Sacco A., Morelli D., Lacquaniti F., Ivanenko Y. Backward walking highlights gait asymmetries in children with cerebral palsy. *J Neurophysiol* 2018; 119 (3): 1153–1165.
20. Weng C.S., Wang J., Pan X.Y., Yu Z.Z., Wang G., Gao L.P., Huo C.N. [Effectiveness of backward walking treadmill training in lower extremity function after stroke]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2006; 86 (37): 2635–2638.
21. Yang Y.R., Yen J.G., Wang R.Y., Yen L.L., Lieu F.K. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil* 2005; 19 (3): 264–273.
22. Lee K.B., Lee P., Yoo S.W., Kim Y.D. Reliability and validity of the Korean version of the community balance and mobility scale in patients with hemiplegia after stroke. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (8): 2307–2310.
23. Michaelsen S.M., Ovando A.C., Romaguera F., Ada L. Effect of backward walking treadmill training on walking capacity after stroke: a randomized clinical trial. *Int J Stroke* 2014; 9 (4): 529–532.
24. Kim K., Lee S., Lee K. Effects of Progressive Body Weight Support Treadmill Forward and Backward Walking Training on Stroke Patients' Affected Side Lower Extremity's Walking Ability. *J Phys Ther Sci* 2014; 26 (12): 1923–1937.
25. Hackney M.E., Earhart G.M. Backward walking in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2009; 24 (2): 218–223.
26. Peterson D.S., Plotnik M., Hausdorff J.M., Earhart G.M. Evidence for a relationship between bilateral coordination during complex gait tasks and freezing of gait in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2012; 18 (9): 1022–1026.
27. Spildooren J., Verduyck S., Desloovere K., Vandenberghe W., Kerckhofs E., Nieuwboer A. Freezing of gait in Parkinson's disease: the impact of dual-tasking and turning. *Mov Disord* 2010; 25 (15): 2563–2570.
28. Bloem B.R., Hausdorff J.M., Visser J.E., Giladi N. Falls and Freezing of Gait in Parkinson's Disease: A Review of Two Interconnected, Episodic Phenomena. *Mov Disord* 2004; 19 (8): 871–884.
29. Bloem B.R., Grimbergen Y.A.M., van Dijk J.G., Munneke M. The "posture second" strategy: A review of wrong priorities in Parkinson's disease. *J Neurol Sciences* 2006; 248 (1–2): 196–204.
30. Horak F.B., Dimitrova D., Nutt J.G. Direction specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Exp Neurol* 2005; 198 (2): 504–521.
31. Foreman K.B., Addison O., Kim H.S., Dibble L.E. Testing balance and fall risk in persons with Parkinson disease, an argument for ecologically valid testing. *Parkinsonism Relat Disord* 2011; 17 (3): 166–171.
32. Bryant M.S., Rintala D.H., Hou J.G., Protas E.J. Influence of fear of falling on gait and balance in Parkinson's disease. *Disabil Rehabil* 2014; 36 (9): 744–748.
33. Hackney M.E., Earhart G.M. The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson's disease. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24 (1): 97–106.
34. Tseng I.J., Yuan R.Y., Jeng C. Treadmill Training Improves Forward and Backward Gait in Early Parkinson Disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2015; 94 (10): 811–819.
35. Grobbelaar R., Venter R., Welman K.E. Backward compared to forward over ground gait retraining have additional benefits for gait in individuals with mild to moderate Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Gait Posture* 2017; 58: 294–299.
36. Nieuwboer A., Kwakkel G., Rochester L., Jones D., van Wegen E., Willems A.M., Chavret F., Hetherington V., Baker K., Lim I. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78 (2): 134–140.
37. Christoforetti G., McNeely M.E., Campbell M.C., Duncan R.P., Earhart G.M. Investigation of factors impacting mobility and gait in Parkinson disease. *Hum Mov Sci* 2016; 49: 308–314.
38. Son M., Cheon S.M., Youm C., Kim Y., Kim J.W. Impacts of freezing of gait on forward and backward gait in Parkinson's disease. *Gait Posture* 2018; 61: 320–324.
39. Peterson D.S., Pickett K.A., Duncan R.P., Perlmutter J.S., Earhart G.M. Brain activity during complex imagined gait tasks in Parkinson disease. *Clin Neurophysiol* 2014; 125 (5): 995–1005.
40. Bryant M.S., Rintala D.H., Hou J.G., Collins R.L., Protas E.J. Gait variability in Parkinson's disease: levodopa and walking direction. *Acta Neurol Scand* 2016; 134 (1): 83–86.
41. Giladi N., Hausdorff J.M. The role of mental function in the pathogenesis of freezing of gait in Parkinson's disease. *J Neurol Sciences* 2006; 248 (1–2): 173–176.
42. Yogev G., Giladi N., Peretz C., Springer S., Simon E.S., Hausdorff J.M. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspects of gait are attention demanding? *Eur J Neurosci* 2005; 22 (5): 1248–1256.
43. Yogev-Seligmann G., Hausdorff J.M., Giladi N. The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord* 2008; 23 (3): 329–342.
44. Melzer I., Oddsson L.I. The effect of a cognitive task on Voluntary step execution in Healthy elderly and young individuals. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52 (8): 1255–1262.
45. LaRocca N.G. Impact of walking impairment in multiple sclerosis: perspectives of patients and care partners. *The Patient* 2011; 4 (3): 189–201.
46. Bethoux F., Bennett S. Evaluating walking in patients with multiple sclerosis. *Int J MS Care* 2011; 13 (1): 4–14.
47. Motl R.W. Ambulation and multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2013; 24 (2): 325–336.
48. Spain R.I., St. George R.J., Salarian A., Mancini M., Wagner J.M., Horak F.B., Bourdette D. Body-worn motion sensors detect balance and gait deficits in people with multiple sclerosis who have normal walking speed. *Gait Posture* 2012; 35 (4): 573–578.
49. Kalron A., Dvir Z., Achiron A. Walking while talking – difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait Posture* 2010; 32 (3): 332–335.
50. Hamilton F., Rochester L., Paul L., Rafferty D., O'Leary C.P., Evans J.J. Walking and talking: an investigation of cognitive-motor dual tasking in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2009; 15 (10): 1215–1227.
51. Wajda D.A., Sandroff B.M., Pula J.H., Motl R.W., Sosnoff J.J. Effects of walking direction and cognitive challenges on gait in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler Int* 2013; 2013: 859323.
52. Grasso R., Ivanenko Y.P., Zago M., Molinari M., Scivoletto G., Lacquaniti F. Recovery of forward stepping in spinal cord injured patients does not transfer to untrained backward stepping. *Exp Brain Res* 2004; 157 (3): 377–382.
53. Moriello G., Pathare N., Cirone C., Pastore D., Shears D., Sulehri S. Comparison of forward versus backward walking using body weight supported treadmill training in an individual with a spinal cord injury: a single subject design. *Physiother Theory Pract* 2014; 30 (1): 29–37.
54. Foster H., DeMark L., Spigel P.M., Rose D.K., Fox E.J. The effects of backward walking training on balance and mobility in an individual with chronic incomplete spinal cord injury: A case report. *Physiother Theory Pract* 2016; 32 (7): 536–545.
55. Chan K., Guy K., Shah G., Golla J., Flett H.M., Williams J., Musselman K.E. Retrospective assessment of the validity and use of the community balance and mobility scale among individuals with subacute spinal cord injury. *Spinal Cord* 2016; 55 (3): 294–299.
56. de Lussanet M.H., Behrendt F., Puta C., Schulte T.L., Lappe M., Weiss T., Wagner H. Impaired visual perception of hurtful actions in patients with chronic low back pain. *Hum Mov Sci* 2013; 32 (5): 938–953.
57. Davalos-Bichara M., Zuniga M.G., Agrawal Y., Carey J.P., Schubert M.C. Forward and backward locomotion in individuals with dizziness. *Gait Posture* 2014; 40 (4): 499–503.
58. Viggiano D., Travaglio M., Cacciola G., Di Costanzo A. Effect of backward walking on attention: possible application on ADHD. *Transl Med UniSa* 2014; 11: 48–54.
59. Kloos A.D., Fritz N.E., Kostyk S.K., Young G.S., Kegelmeyer D.A. Video game play (Dance Dance Revolution) as a potential exercise therapy in Huntington's disease: a controlled clinical trial. *Clin Rehabil* 2013; 27 (11): 972–982.

REFERENCES

1. Terblanche E., Page C., Kroff J., Venter R.E. The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women. *Int J Sports Med* 2005; 26 (3): 214–219.
2. Hoogkamer W., Meyns P., Duysens J. Steps forward in understanding backward gait: from basic circuits to rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev* 2014; 42 (1): 23–29.
3. Kachanathu S.J., Alenazi A.M., Algarni A.D., Hafez A.R., Hameed U.A., Nuhmani S., Melam G. Effect of forward and backward locomotion training on anaerobic performance and anthropometrical composition. *J Phys Ther Sci* 2014; 26 (12): 1879–1882.
4. Roos P.E., Barton N., van Deursen R.W. Patellofemoral joint compression forces in backward and forward running. *J Biomech* 2012; 45 (9): 1656–1660.
5. Hao W.Y., Chen Y. Backward walking training improves balance in school-aged boys. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2011; 3: 24.
6. Cha H.G., Kim T.H., Kim M.K. Therapeutic efficacy of walking backward and forward on a slope in normal adults. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (6): 1901–1903.
7. Lamb T., Yang J.F. Could different directions of infant stepping be controlled by the same locomotor central pattern generator? *J Neurophysiol* 2000; 83 (5): 2814–2824.
8. Schneider C., Lavoie B.A., Capaday C. On the origin of the soleus H-reflex modulation pattern during human walking and its task-dependent differences. *J Neurophysiol* 2000; 83 (5): 2881–2890.
9. Smania N., Bonetti P., Gandolfi M., Cosentino A., Waldner A., Hesse S., Werner C., Bisoffi G., Geroin C., Munari D. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90 (2): 137–149.
10. Meyns P., Molenaers G., Desloovere K., Duysens J. Interlimb coordination during forward walking is largely preserved in backward walking in children with cerebral palsy. *Clin Neurophysiol* 2014, 125 (3): 552–561.
11. Threlkeld A.J., Horn T.S., Wojtowicz G., Rooney J.G., Shapiro R. Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989, 11 (2): 56–63.
12. Shigemori K., Nagino K., Nakamata E., Nagai E., Izuta M., Nishii M., Hiroshima R., Kai S. Motor Learning in the Community-dwelling Elderly during Nordic Backward Walking. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26 (5): 741–743.
13. Kim C.S., Gong W., Kim S.G. The effects of lower extremity muscle strengthening exercise and treadmill walking exercise on the gait and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2011; 23 (3): 405–408.
14. El-Basatiny H.M., Abdel-Aziem A.A. Effect of backward walking training on postural balance in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2015; 29 (5): 457–467.
15. Kim W.H., Kim W.B., Yun C.K. The effects of forward and backward walking according to treadmill inclination in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (5): 1569–1573.
16. Hsü M., Böhm H., Arampatzis A., Keymer A., Döderlein L. Contractile behavior of the medial gastrocnemius in children with bilateral spastic cerebral palsy during forward, uphill and backward-downhill gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2016; 36: 32–39.
17. Kim S.G., Ryu Y.U., Je H.D., Jeong J.H., Kim H.D. Backward walking treadmill therapy can improve walking ability in children with spastic cerebral palsy: a pilot study. *Int J Rehabil Res* 2013; 36 (3): 246–252.
18. Abdel-Aziem A.A., El-Basatiny H.M. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2017; 31 (6): 790–797.
19. Cappellini G., Sylos-Labini F., MacLellan M.J., Sacco A., Morelli D., Lacquaniti F., Ivanenko Y. Backward walking highlights gait asymmetries in children with cerebral palsy. *J Neurophysiol* 2018; 119 (3): 1153–1165.
20. Weng C.S., Wang J., Pan X.Y., Yu Z.Z., Wang G., Gao L.P., Huo C.N. [Effectiveness of backward walking treadmill training in lower extremity function after stroke]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2006; 86 (37): 2635–2638.
21. Yang Y.R., Yen J.G., Wang R.Y., Yen L.L., Lieu F.K. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005; 19 (3): 264–273.
22. Lee K.B., Lee P., Yoo S.W., Kim Y.D. Reliability and validity of the Korean version of the community balance and mobility scale in patients with hemiplegia after stroke. *J Phys Ther Sci* 2016; 28 (8): 2307–2310.
23. Michaelsen S.M., Ovando A.C., Romaguera F., Ada L. Effect of backward walking treadmill training on walking capacity after stroke: a randomized clinical trial. *Int J Stroke* 2014; 9 (4): 529–532.
24. Kim K., Lee S., Lee K. Effects of Progressive Body Weight Support Treadmill Forward and Backward Walking Training on Stroke Patients' Affected Side Lower Extremity's Walking Ability. *J Phys Ther Sci* 2014; 26 (12): 1923–1937.
25. Hackney M.E., Earhart G.M. Backward walking in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2009; 24 (2): 218–223.
26. Peterson D.S., Plotnik M., Hausdorff J.M., Earhart G.M. Evidence for a relationship between bilateral coordination during complex gait tasks and freezing of gait in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2012; 18 (9): 1022–1026.
27. Spildooren J., Vercruyse S., Desloovere K., Vandenberghe W., Kerckhofs E., Nieuwboer A. Freezing of gait in Parkinson's disease: the impact of dual-tasking and turning. *Mov Disord* 2010; 25 (15): 2563–2570.
28. Bloem B.R., Hausdorff J.M., Visser J.E., Giladi N. Falls and Freezing of Gait in Parkinson's Disease: A Review of Two Interconnected, Episodic Phenomena. *Mov Disord* 2004; 19 (8): 871–884.
29. Bloem B.R., Grimbergen Y.A.M., van Dijk J.G., Munneke M. The "posture second" strategy: A review of wrong priorities in Parkinson's disease. *J Neurol Sciences* 2006; 248 (1–2): 196–204.
30. Horak F.B., Dimitrova D., Nutt J.G. Direction specific postural instability in subjects with Parkinson's disease. *Exp Neurol* 2005; 198 (2): 504–521.
31. Foreman K.B., Addison O., Kim H.S., Dibble L.E. Testing balance and fall risk in persons with Parkinson disease, an argument for ecologically valid testing. *Parkinsonism Relat Disord* 2011; 17 (3): 166–171.
32. Bryant M.S., Rintala D.H., Hou J.G., Protas E.J. Influence of fear of falling on gait and balance in Parkinson's disease. *Disabil Rehabil* 2014; 36 (9): 744–748.
33. Hackney M.E., Earhart G.M. The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson's disease. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24 (1): 97–106.
34. Tseng I.J., Yuan R.Y., Jeng C. Treadmill Training Improves Forward and Backward Gait in Early Parkinson Disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2015; 94 (10): 811–819.
35. Grobbelaar R., Venter R., Welman K.E. Backward compared to forward over ground gait retraining have additional benefits for gait in individuals with mild to moderate Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Gait Posture* 2017; 58: 294–299.
36. Nieuwboer A., Kwakkel G., Rochester L., Jones D., van Wegen E., Willems A.M., Chavret F., Hetherington V., Baker K., Lim I. Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78 (2): 134–140.
37. Christoforetti G., McNeely M.E., Campbell M.C., Duncan R.P., Earhart G.M. Investigation of factors impacting mobility and gait in Parkinson disease. *Hum Mov Sci* 2016; 49: 308–314.
38. Son M., Cheon S.M., Youm C., Kim Y., Kim J.W. Impacts of freezing of gait on forward and backward gait in Parkinson's disease. *Gait Posture* 2018; 61: 320–324.
39. Peterson D.S., Pickett K.A., Duncan R.P., Perlmutter J.S., Earhart G.M. Brain activity during complex imagined gait tasks in Parkinson disease. *Clin Neurophysiol* 2014; 125 (5): 995–1005.
40. Bryant M.S., Rintala D.H., Hou J.G., Collins R.L., Protas E.J. Gait variability in Parkinson's disease: levodopa and walking direction. *Acta Neurol Scand* 2016; 134 (1): 83–86.
41. Giladi N., Hausdorff J.M. The role of mental function in the pathogenesis of freezing of gait in Parkinson's disease. *J Neurol Sciences* 2006; 248 (1–2): 173–176.
42. Yogev G., Giladi N., Peretz C., Springer S., Simon E.S., Hausdorff J.M. Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspects of gait are attention demanding? *Eur J Neurosci* 2005; 22 (5): 1248–1256.
43. Yogev-Seligmann G., Hausdorff J.M., Giladi N. The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord* 2008; 23 (3): 329–342.
44. Melzer I., Oddsson L.I. The effect of a cognitive task on Voluntary step execution in Healthy elderly and young individuals. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52 (8): 1255–1262.
45. LaRocca N.G. Impact of walking impairment in multiple sclerosis: perspectives of patients and care partners. *The Patient* 2011; 4 (3): 189–201.
46. Bethoux F., Bennett S. Evaluating walking in patients with multiple sclerosis. *Int J MS Care* 2011; 13 (1): 4–14.
47. Motl R.W. Ambulation and multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2013; 24 (2): 325–336.
48. Spain R.I., St. George R.J., Salarian A., Mancini M., Wagner J.M., Horak F.B., Bourdette D. Body-worn motion sensors detect balance and gait deficits in people with multiple sclerosis who have normal walking speed. *Gait Posture* 2012; 35 (4): 573–578.
49. Kalron A., Dvir Z., Achiron A. Walking while talking – difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait Posture* 2010; 32 (3): 332–335.
50. Hamilton F., Rochester L., Paul L., Rafferty D., O'Leary C.P., Evans J.J. Walking and talking: an investigation of cognitive-motor dual tasking in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2009; 15 (10): 1215–1227.

51. Wajda D.A., Sandroff B.M., Pula J.H., Motl R.W., Sosnoff J.J. Effects of walking direction and cognitive challenges on gait in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler Int* 2013; 2013: 859323.
52. Grasso R., Ivanenko Y.P., Zago M., Molinari M., Scivoletto G., Lacquaniti F. Recovery of forward stepping in spinal cord injured patients does not transfer to untrained backward stepping. *Exp Brain Res* 2004; 157 (3): 377–382.
53. Moriello G., Pathare N., Cirone C., Pastore D., Shears D., Sulehri S. Comparison of forward versus backward walking using body weight supported treadmill training in an individual with a spinal cord injury: a single subject design. *Physiother Theory Pract* 2014; 30 (1): 29–37.
54. Foster H., DeMark L., Spigel P.M., Rose D.K., Fox E.J. The effects of backward walking training on balance and mobility in an individual with chronic incomplete spinal cord injury: A case report. *Physiother Theory Pract* 2016; 32 (7): 536–545.
55. Chan K., Guy K., Shah G., Golla J., Flett H.M., Williams J., Musselman K.E. Retrospective assessment of the validity and use of the community balance and mobility scale among individuals with subacute spinal cord injury. *Spinal Cord* 2016, 55 (3): 294–299.
56. de Lussanet M.H., Behrendt F., Puta C., Schulte T.L., Lappe M., Weiss T., Wagner H. Impaired visual perception of hurtful actions in patients with chronic low back pain. *Hum Mov Sci* 2013; 32 (5): 938–953.
57. Davalos-Bichara M., Zuniga M.G., Agrawal Y., Carey J.P., Schubert M.C. Forward and backward locomotion in individuals with dizziness. *Gait Posture* 2014; 40 (4): 499–503.
58. Viggiano D., Travaglio M., Cacciola G., Di Costanzo A. Effect of backward walking on attention: possible application on ADHD. *Transl Med UniSa* 2014; 11: 48–54.
59. Kloos A.D., Fritz N.E., Kostyk S.K., Young G.S., Kegelmeyer D.A. Video game play (Dance Dance Revolution) as a potential exercise therapy in Huntington's disease: a controlled clinical trial. *Clin Rehabil* 2013; 27 (11): 972–982.

РЕЗЮМЕ

Ходьба является самым естественным и привычным видом физической нагрузки для человека любого возраста и пола, благотворно влияющим на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую, дыхательную и нервную системы. Последнее время в медицине все шире используется ходьба спиной вперед (обратная ходьба). Изучение кинетики и кинематики обратной ходьбы показало ряд ее преимуществ перед обычным способом передвижения, которые могут быть с успехом использованы как в процессе спортивных тренировок, так и для лечения и реабилитации различных заболеваний. При одинаковых параметрах физической активности обратная ходьба приводит к более существенной нагрузке на сердечно-сосудистую и дыхательную системы и более значительному повышению как аэробных, так и анаэробных возможностей организма. Обратная ходьба сопряжена с меньшей нагрузкой на коленные суставы и является одним из немногих естественных способов укрепления четырехглавой мышцы бедра.

Обучение обратной ходьбе нашло свое место в программах реабилитации разных категорий неврологических больных с целью восстановления устойчивого положения тела и походки. Обратная ходьба используется для выработки правильного паттерна походки у детей с церебральным параличом, лиц, перенесших мозговую инсульт, страдающих болезнью Паркинсона и рассеянным склерозом, спинальных больных. Регулярные занятия обратной ходьбой приводят к улучшению пространственно-временных параметров ходьбы и чувства равновесия, увеличивают мышечную силу нижних конечностей при этих заболеваниях. Тесты с обратной ходьбой используются в диагностических целях – для оценки тяжести нарушения координации и моторики у постинсультных больных, при болезни Паркинсона, для выявления начальных нарушений походки при рассеянном склерозе, для прогнозирования вероятности падения у пожилых лиц и пациентов с головокружением.

Ключевые слова: обратная ходьба, обратный бег, реабилитация, нейрореабилитация, детский церебральный паралич, мозговой инсульт, болезнь Паркинсона, рассеянный склероз.

ABSTRACT

Walking is the most natural and habitual form of exercise for a person of any age and gender. It has beneficial effects on musculoskeletal, cardiovascular, respiratory and nervous systems. In recent years, backward locomotion (backward walking and running) is increasingly used in sports and medicine. Kinetic and kinematic analysis during backward walking showed a number of advantages over the usual method of movement, that can be successfully used in the process of athletic training and for treatment and rehabilitation of various diseases. Backward walking leads to a more cardiovascular and respiratory load and a more significant aerobic and anaerobic capacity of the organism compared with forward walking at similar parameters of physical activity. Backward walking is associated with less overload on knee joints. It is also one of the few natural ways of strengthening the quadriceps.

Backward walking training has found its application in rehabilitation programs for different categories of neurological patients with the aim of restoring sustainable body position and gait. Backward walking is used to elaborate the correct pattern of gait in children with cerebral palsy, in persons with hemiplegia after stroke, in patients suffering from Parkinson's disease and multiple sclerosis, in spinal cord injured patients. Regular backward walking training improves spatial-temporal parameters of walking and balance, increases muscle strength of the lower limbs in these diseases. Tests with backward walking are used for diagnostic purposes – to assess the severity of impaired coordination and motor skills in post-stroke patients and in Parkinson's disease, to identify the minimal walking impairment in persons with multiple sclerosis and for probability of falling prediction in elderly individuals and patients with dizziness.

Keywords: backward walking, backward running, rehabilitation, neurorehabilitation, cerebral palsy, cerebral stroke, Parkinson's disease, multiple sclerosis.

Контакты:

Клеменов А.В. E-mail: klemenov_av@list.ru