КОРЕКЦІЯ ХОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ДОРІЖКИ У ПАЦІЄНТА ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ

Притула Н.Ю., Гращенкова Т.М., Задорожній Д.С., Случак Ю.М.

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України»

Ключові слова: *ампутація нижніх кінцівок, реабілітація, реабілітаційна доріжка*

Вступ. Ампутація нижньої кінцівки супроводжується суттєвою зміною стереотипу ходьби, порушенням перекату протезної стопи, сенсорного зворотного зв'язку та навичок орієнтації у просторі. В свою чергу, наявні порушення можуть призводити до довгострокових ускладнень з боку опорно-рухової системи, що значно впливає на функцію та якість життя пацієнта. В процесі протезування тренування на біговій доріжці, зокрема у поєднанні з тренуванням ходьби на поверхні зі зворотнім зв'язком, може бути ефективним компонентом реабілітації [1]. Метааналіз, який охопив 15 рандомізованих досліджень [2], продемонстрував переваги спеціалізованих фізичних втручань у порівнянні зі стандартною реабілітацією при протезуванні щодо швидкості та дистанції ходи, хоча результати оцінювання рівноваги були неоднозначними. Систематичний огляд Edward Madou та співавторів підтверджує актуальність дослідження тренувальних втручань у післягострому та хронічному періодах після ампутації [3].

Об'єктивний аналіз корекції рухового стереотипу дозволяють сенсорні доріжки з реєстрацією параметрів кроку, фаз опори, плантарних сил та траєкторії центра тиску (COP). Індивідуально підібрані програми реабілітації з використанням спеціалізованих реабілітаційних доріжок можуть позитивно впливати на моторні функції осіб після ампутації, зокрема на рівновагу, ходьбу та використання протеза, однак оптимальні протоколи ще не стандартизовані [1].

Мета. Оцінити зміни біомеханічних параметрів ходи та функціональної мобільності пацієнта з ампутацією гомілки за результатами застосування спеціалізованої реабілітаційної доріжки у складі комплексної програми реабілітації.

Матеріали та методи. Проведено описовий аналіз клінічного випадку. Пацієнт П, 54 роки з післяампутаційним дефектом правої гомілки на рівні верхньої третини. Супутні діагнози: Наслідки ДТП

(19.12.2021). Перелом нижньої третини лівої стегнової кістки, що зрісся, стан після накісткового металоостеосинтезу (11.01.2023), змішана контрактура лівого колінного суглоба (відкритий перелом – 4 роки), стан після шкірної пластики по медіальній поверхні нижньої третини лівого стегна. Стан після оперативного втручання - артроскопічна артропластика лівого колінного суглоба, артроліз (21.07.2026). Порушення функції опори та ходьби обох нижніх кінцівок. Згідно протоколу реабілітаційного лікування було проведено: фізичні вправи (м'язи стабілізатори колінних суглобів, стабілізаторів вертикального положення тулуба); механотерапія для розробки рухів в колінних суглобів та зміцнення м'язів лівої нижньої кінцівки, навчання навичок, що стосуються переміщення, тренування на спеціалізованій реабілітаційній доріжці для відновлення стереотипу ходьби. Всього було проведено 10 реабілітаційних сеансів. Для порівняльної оцінки результатів використовували інструменти функціонального оцінювання: оцінка болі за шкалою ВАШ, 10 метровий тест ходи, тест «Встань та йди», шкала Бартел, опитувальник KOOS-12. Інструментальне дослідження ходьби проводилося на спеціалізованій реабілітаційній сенсорній доріжці. Аналізували довжину та ширину кроку, швидкість, темп, фази опору та переносу, COP, пікові сили та тиск у трьох зонах відбитка стопи. Величини наведено як показники конкретного пацієнта без статистичної перевірки.

Результати. За результатами порівняльного інструментального дослідження ходьби на спеціалізованій реабілітаційній доріжці встановлено позитивну динаміку просторово-часових характеристик ходьби та зміну механізму розподілу опорного навантаження між нижніми кінцівками.

Просторові параметри ходьби: порівняльний аналіз засвідчив збільшення довжини кроку обох нижніх кінцівок і подвійного кроку. Одночасно зменшилася асиметрія довжини кроку, що вказує на покращення просторової симетрії ходьби. Спостерігалося збільшення ширини бази опори, яке може відображати компенсаторну стратегію забезпечення стійкості під час пересування. Кутові характеристики положення стоп стали більш симетричними, що свідчить про зміну їхньої орієнтації відносно напряму руху (таб. 1).

Часові характеристики ходьби: у заключному дослідженні зареєстровано збільшення швидкості пересування за одночасного зменшення частоти кроків і збільшення тривалості повного циклу ходьби. Це свідчить про зміну рухової стратегії, за якої збільшення швидкості

досягається переважно завдяки подовженню кроку. Зазначені зміни характеризують перебудову просторово-часової організації ходьби, однак не дозволяють самостійно оцінити її енергетичну економічність (таб. 2).

Таблиця 1

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Довжина лівого кроку, см	36	48	+33,3%
Довжина правого кроку, см	33	46	+39,4
Довжина подвійного кроку, см	69	94	+36,2%
Ширина кроку, см	14	17	+21,4%
Розворот лівої стопи, ^{0}	-2,0	3,1	$+5,1^0$
Розворот правої стопи, ^{0}	3,5	3,2	$-0,4^0$

Таблиця 2

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Час лівого кроку, с	1,11	1,17	+5,4%
Час правого кроку, с	0,94	1,22	+29,8%
Час подвійного кроку, с	2,05	2,39	+16,6%
Швидкість, км/год	1,2	1,4	+16,7%
Темп, крок/хв	59	50	-15,3%

Фазові характеристики циклу ходьби: первинне дослідження виявило виражену асиметрію тривалості опорної та переносної фаз між нижніми кінцівками. Під час заключного аналізу спостерігалося зближення показників тривалості опори, збільшення частки одноопорної фази лівої нижньої кінцівки та зменшення міжкінцівкової асиметрії. Одночасно скоротилася тривалість подвійної опори. Отримані результати узгоджуються з покращенням часової координації рухів і більш збалансованим чергуванням опорних фаз під час ходьби (таб. 3).

Показники коливання центра тиску (COP): встановлено збільшення довжини траєкторії переміщення центра тиску на обох нижніх кінцівках, особливо на стороні протезування. Графічне відображення траєкторій продемонструвало більш виражене переміщення центра тиску вздовж опорної поверхні стоп, що може означати більшу амплітуду постуральних коливань. Також зареєстровано збільшення тривалості перенесення навантаження від п'яткового до переднього відділу. Це свідчить про зміну стратегії балансу та зміну послідовності навантаження опорних зон (таб. 4).

Таблиця 3

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Фаза опори, ліва, %	60,7	64,1	+3,4%
Фаза опори, права, %	71,0	65,3	-5,7%
Подвійна опора, %	32,1	29,4	-2,7%
Одноопорна фаза, ліва, %	28,6	34,8	+6,2%
Одноопорна фаза, права, %	39,3	36,1	-3,2%
Фаза переносу, ліва, %	39,3	36,1	-3,2%
Фаза переносу, права, %	29,0	34,6	+5,6%

Таблиця 4

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Площа еліпса COP, мм²	17	40	+135,3%
Довжина траєкторії COP, мм	176	195	+10,8%
Середня швидкість COP, мм/с	18	20	+11,1%

Функціональні результати реабілітації: дані функціонального оцінювання підтверджують позитивну клінічну динаміку. За результатами встановлено збільшення швидкості самостійного пересування, скорочення часу виконання завдання, покращення функціонального стану колінного суглоба, зменшення інтенсивності больового синдрому. Також зафіксовано збільшення сили згиначів і розгиначів лівого колінного суглоба та покращення амплітуди рухів. Показник за шкалою Бартел залишився без змін, що свідчить про відсутність динаміки загальної повсякденної незалежності за цим інструментом (таб. 5)

Таблиця 5

Назва інструменту	Первинний аналіз	Заключний аналіз
ВАШ	7 б	6 б
Шкала Бартел	80 б	80 б
10 м тест ходьби	0,38 м/с	0,56 м/с
Тест «Встань та йди»	24 с	16 с
KOOS-12	35,4%	52,1%
Гоніометрія (лівий колінний суглоб)	0/5/35	0/0/47
ММТ (стабілізатори лівого колінного суглоба)	Згиначі 2/5 б; розгиначі 2/5 б	Згиначі 2/5 б; розгиначі 2/5 б

Висновки. У представленому клінічному випадку сукупність результатів інструментального та клінічного оцінювання свідчить про позитивні зміни функціональних можливостей пацієнта, насамперед щодо просторово-часової організації ходьби, симетрії опорних фаз і мобільності. Водночас, збільшення показників коливань центру тиску можуть бути несприятливим у пацієнта в довгостроковій перспективі. Інструментальний аналіз ходи дозволив кількісно визначити характер біомеханічної перебудови, а результати інструментів функціонального оцінювання підтвердили покращення мобільності. З огляду на одиничне спостереження та проведення тренування на спеціалізованій доріжці у складі комплексної реабілітаційної програми, встановлені зміни не можуть бути віднесені виключно до впливу цього методу. Необхідні подальші дослідження з розробкою протоколів тренування та контролем постуральної стійкості.

Література

1. Highsmith, M. J., Andrews, C. R., Millman, C., Fuller, A., Kahle, J. T., Klenow, T. D., Lewis, K. L., Bradley, R. C., & Orriola, J. J. (2016). Gait Training Interventions for Lower Extremity Amputees: *A Systematic Literature Review*. *Technology and innovation*, *18*(2-3), 99–113. https://doi.org/10.21300/18.2-3.2016.99
2. Abou, L., Fliflet, A., Zhao, L., Du, Y., & Rice, L. (2022). The Effectiveness of Exercise Interventions to Improve Gait and Balance in Individuals with Lower Limb Amputations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, *36*(7), 857–872. https://doi.org/10.1177/02692155221086204
3. Madou, E., Sureshkumar, A., Payne, M. W., Viana, R., & Hunter, S. W. (2024). The effect of exercise interventions on gait outcomes in subacute and chronic rehabilitation from lower-limb amputation: A systematic review and meta-analysis. *Prosthetics and orthotics international*, *48*(2), 128–148. https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000255