



СПОРТИВНА ТРАВМАТОЛОГІЯ, ФАКТОРИ РИЗИКУ СПОРТИВНИХ ТРАВМ, ЇХ ПРОФІЛАКТИКА

DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2021.2.51-55>

Ефективність вправ на платформі BOSU у пацієнтів після оперативного лікування переломів кісток надп'яtkово-гомількового суглоба та розриву ахіллового сухожилка

УДК 616.728.4:616.75:[613.72:796.012.62]:616-036.8

Т. С. Борсукевич, О. К. Ніканоров, В. Б. Заєць

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Визначити ефективність відновлення опорної функції та продуктивність уваги за допомогою платформи BOSU у пацієнтів з переломами кісток надп'яtkово-гомількового суглоба та розривом ахіллового сухожилка після оперативного лікування. *Методи.* Експериментальні, статистичні дослідження. *Результати.* При опитуванні за ВАШ відзначено достовірне зменшення больового синдрому в обох групах через два тижні від початку фізичної терапії ($p \leq 0,05$), проте достовірної різниці між підгрупами не отримано ($p \geq 0,05$). Внаслідок сенсомоторних тренувань досягнута стійка поза, з малим діапазоном відхилень та ефективною моделлю утримання рівноваги, опорна функція достовірно зросла в обох основних підгрупах порівняно з контрольними ($p \leq 0,05$). Також було досягнуто достовірного зростання продуктивності уваги та зменшення енергозатрат на утримання пози ($p \leq 0,05$). Кращі результати мали пацієнти з ушкодженням надп'яtkово-гомількового суглоба порівняно з хворими з ушкодженням ахіллового сухожилка, проте з несуттєвими відмінностями ($p \geq 0,05$). При занятті на платформі BOSU не відзначено достовірного зниження больового синдрому в обох групах порівняно з контрольними. Заняття на платформі BOSU дозволяють достовірно покращити опірність та рівновагу, підвищити продуктивність уваги та зменшити енергозатратність при виконанні завдання на рівновагу ($p \leq 0,05$).

Ключові слова: надп'яtkово-гомільковий суглоб, ахілловий сухожилок, фізична терапія, платформа BOSU, нестабільність, баланс, пропріорецепція, стабілоплатформа.

Efficiency of exercises on the BOSU platform in patients after surgical treatment of the ankle fractures and achilles tendon rupture

T. S. Borsukevych, O. K. Nikanorov, V. B. Zayets

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To determine the effectiveness of restoring support function and productivity of attention using the BOSU platform in patients with fractures of the ankle bones and rupture of the achilles tendon after surgical treatment. *Methods.* The patients were divided into two groups, 20 in each: the first – after surgical treatment of ankle fractures and the second – after surgical treatment of the achilles tendon rupture. Each group was additionally divided into the main and control subgroups of 10 patients each. All patients were female, with an average age of 45 ± 8 years,

a height of 167 ± 10 cm and a weight of 69 ± 5 kg. The patients were examined before and after completing a set of exercises on the BOSU platform. The duration of the course is 2 weeks. The VAS and the stabiloplatform were used, the results were calculated using the Statistica 5.0 software.

Results. When surveyed according to the VAS, a significant decrease in pain was noted in both groups two weeks after the start of physical therapy ($p \leq 0.05$), however, there was no significant difference between the subgroups ($p \geq 0.05$). As a result of sensorimotor training, a stable posture was achieved, with a small range of deviations and an effective model of maintaining balance, the support function significantly increased in both main subgroups compared with the control ($p \leq 0.05$). Also, a significant increase in the productivity of attention was achieved and a decrease in energy costs for maintaining a posture ($p \leq 0.05$) and the productivity of attention significantly increased. Patients with ankle joint injury had the highest increase in results compared with patients with achilles tendon injury, however, with insignificant differences ($p \geq 0.05$). When exercising on the BOSU platform, there was no significant reduction in pain in both groups compared to the controls. Classes on the BOSU platform allow you to reliably improve resistance and balance, increase attention productivity and reduce energy consumption when performing a balance task ($p \leq 0.05$).

Keywords: ankle joint, achilles tendon, physical therapy, BOSU platform, instability, balance, proprioception, stabile platform.

Постановка проблеми. Переломи кісток надп'яtkово-гомiлкового суглоба та розриви ахіллового сухожилка є одними з найбільш поширених травм у спортi, а також можуть виникати при виконанні звичайних повсякденних справ [4]. При проведенні балансотерапії (сенсомоторного тренування) використання вправ на нестійких поверхнях є стандартною частиною процесу фізичної терапії надп'яtkово-гомiлкового суглоба, оскільки це дозволяє прогресувати у вправах [1]. Різні платформи для балансування використовують з метою підвищення стабільності суглобів за рахунок збільшення навантаження на м'язи надп'яtkово-гомiлкового суглоба для зниження частоти або лікування його травм [2, 9, 10]. Ряд авторів [6, 7, 12] повідомляють про збільшення активності м'язів надп'яtkово-гомiлкового суглоба при виконанні вправ на нестійких поверхнях.

Кісточки є важливими частинами, які відіграють роль опори ваги і регулюють рухи нижніх кінцівок під час ходьби і вправ, які важливі в повсякденному житті [4]. У пацієнтів з переломами кісточок та розривом ахіллового сухожилка від 20 до 40 % випадків виникає хронічна нестабільність надп'яtkово-гомiлкового суглоба, яка проявляється ниючим болем та неможливістю повноцінно виконувати рухи, також такі пацієнти з великою ймовірністю будуть піддаватися ризику інших травм при ходьбі по нерівній поверхні [5]. Тренування рівноваги у пацієнтів з переломами кісточок та розривом ахіллового сухожилка може поліпшити контроль постави і пропріорецептивне сприйняття. Коли пропріорецептивна сенсорна функція погіршується, то здатність контролювати позу, мати захисні рефлексії, утримувати баланс, а також здатність суглобів рухатися теж погіршується [3, 13, 14].

Різні наукові дослідження [8, 11, 15] показали, що нестабільність надп'яtkово-гомiлкового суглоба пов'язана з дефіцитом пропріорецептивного відчуття і що для його поліпшення необхідне тренування рівноваги за допомогою нестабільних опорних поверхонь, зокрема платформи BOSU. Незважаючи на наявність досліджень, систематичні програми вправ при переломах кісток надп'яtkово-гомiлкового суглоба та розриву ахіллового сухожилка ще не були представлені конкретно.

Таким чином, дане дослідження було спрямоване на визначення того, чи впливають програми вправ зі зміцнення надп'яtkово-гомiлкового суглоба на нестабільних опорних поверхнях (платформі BOSU) на поліпшення пропріорецептивної функції.

Роботу виконано згідно з Планом НДР кафедри фізичної терапії та ерготерапії НУФВСУ на 2016–2020 рр. за темою 4.2 «Організаційні та теоретико-методичні основи фізичної реабілітації осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (номер держреєстрації 0116U001609).

Мета дослідження – визначити ефективність відновлення опорної функції та продуктивність уваги за допомогою платформи BOSU у пацієнтів з переломами кісток надп'яtkово-гомiлкового суглоба та розривом ахіллового сухожилка після оперативного лікування.

Завдання дослідження:

1. Визначити рівень больового синдрому за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) у пацієнтів при занятті на платформі BOSU.

2. Дослідити стабілометричні показники за допомогою тесту «мішень» при занятті на платформі BOSU.

Методи дослідження: експериментальні, статистичні дослідження.

Результати дослідження та їх обговорення. Пацієнти були розподілені на дві групи, по 20 чоловік у кожній: перша — після оперативного лікування переломів кісток над'яtkово-гомількового суглоба; друга — після оперативного лікування розриву ахіллового сухожилка. Кожна група була розділена додатково на основну та контрольну підгрупи по 10 пацієнтів у кожній. Усі пацієнти були жіночої статі, середній вік — 45 ± 8 року, зріст — 167 ± 10 см, вага — 69 ± 5 кг. Пацієнти були обстежені до та після проходження комплексу вправ на платформі BOSU. Тривалість курсу — два тижні.

Використовували ВАШ та стабілоплатформу, результати обчислювали за допомогою програми Statistica 5.0.

ВАШ являє собою горизонтальну лінію з позначками від 0 до 10 см, початок якої відповідає відсутності больових відчуттів, а закінчення — максимальному болю. При роботі з ВАШ пацієнт робив вертикальну відмітку на десятисантиметровій лінійці в будь-якому місці від 0 до 10 см.

Процедура тесту «мішень» на стабілоплатформі виглядала таким чином: пацієнт, стоячи босоніж вертикально на стабілометричній платформі при стандартній установці стоп — паралельно, тримаючи руки вздовж тіла, дивився на монітор, розташований прямо на рівні очей на відстані 2 м. Проекція центру ваги пацієнта на стабілометричній платформі (центр тиску) візуалізувалася на екрані у вигляді «мітки», яку потрібно було протягом 60 с утримувати в центрі виділеної зони екрана — однорідної круглої сіньої «мішені». Установка пацієнта на платформу здійснювалася так, щоб початкове («зручне» для стандартної стійки) положення центру тиску відповідало центру координат (центру мішені). Протягом тесту чутливість платформи до коливань центру тиску підвищувалася за заданим законом. Початок і закінчення виконання інструкції задавалися автоматичною командою. Кожен пацієнт проходив даний тест двічі: до початку програми вправ на BOSU та після двох тижнів занять.

У ході дослідження основна група пацієнтів протягом двох тижнів виконувала різні вправи на платформі BOSU. В програму було включено п'ять вправ для тренування рівноваги, серед яких:

1. «Коротка стопа» — ізометрична вправа, що зміцнює і стабілізує внутрішню стопу. Ступні розташовані на рівній поверхні, пальці розслаблені, потрібно намагатися напружити ступню, підтягуючи або підштовхуючи м'яч до п'ятки. Прогин збільшується, в той час як стопа не відривається від поверхні.

2. «Босоніж на одній нозі». Необхідно утримати вагу тіла і не впасти, стоячи на одній нозі, враховуючи навантаження на коліно. Стопа утворює і підтримує прогин і є основою для всього кінетичного ланцюга, залучаючи також м'язи стегон. Потрібно поставити стопи разом на рівну поверхню платформи BOSU, руки витягнуті перед грудьми. Дещо розслабити ліве коліно, зробити нахил вперед, розтягуючи праву ногу позаду до висоти стегна. Потім зайняти вихідне положення.

3. «Випади». Повільно наступити на балансер однією ногою. Друга нога повинна бути приблизно на один великий крок позаду. Тримати хребет у рівновазі, щоб вага тіла рівномірно розподілялася на обидві ноги. Дивитися вперед, тримати груди вгору, а плечі розправити назад. Зробити невелику опору, щоб передня нога перебувала під кутом 90 градусів. Напружити сідниці разом з животом і перенести вагу на стегно, спершись на балансер. Нога, що знаходиться позаду, повинна використовувати упор пальців ноги, що спереду. Чим далі ззаду нога, тим більше задіяні сідниці і зв'язки.

4. «Присідання». Пацієнт стоїть на рівній поверхні платформи BOSU, ноги ширше за ширину плечей, піднімаючи пальці трішки вгору. Лікті зігнуті, руки на грудях. Зробити присідання так, щоб таз був паралельно підлозі, а коліна не торкалися ступень. Потім потрібно піднятися, зайняти вихідне положення.

5. Статичний присід «Стільчик» на твердій стороні BOSU. Покласти босу-платформу м'якою стороною вниз, присісти так, щоб лінія від коліна до стегна була паралельна підлозі. Затриматися в такому положенні на 20–30 с.

Після виконання комплексу вправ на платформі BOSU пацієнти проходили опитування за ВАШ та тест «мішень» на стабілоплатформі.

При опитуванні за ВАШ відзначено достовірне зменшення больового синдрому в обох групах через два тижні від початку фізичної терапії ($p \leq 0,05$), проте достовірної різниці між підгрупами не отримано ($p \geq 0,05$) (табл. 1).

Внаслідок сенсомоторних тренувань досягнуто стійка поза, з малим діапазоном відхилень та ефективною моделлю утримання рівноваги, опорна функція достовірно зросла в обох основних підгрупах порівняно з контрольними ($p \leq 0,05$). Також було досягнуто достовірного зростання продуктивності уваги та зменшення енергозатрат на утримання пози ($p \leq 0,05$) (табл. 2). Кращі результати мали пацієнти з ушкодженням над'яtkово-гомількового суглоба порівняно з хворими з ушкодженням ахіллового сухожил-

ТАБЛИЦЯ 1 – Динаміка болювого синдрому за ВАШ у післяопераційному періоді при сенсомоторному тренуванні

Пацієнти	Група			
	основна (M ± η)		контрольна (M ± η)	
	0 день (n = 10)	14 день (n = 10)	0 день (n = 10)	14 день (n = 10)
З ушкодженням надп'яtkово-гомiлкового суглоба (чол.)	8 ± 2	3 ± 1	8 ± 2	4 ± 1
З ушкодженням ахіллового сухожилка (чол.)	7 ± 1	2 ± 1	8 ± 2	3 ± 1

ТАБЛИЦЯ 2 – Динаміка відновлення опорної функції та продуктивність уваги при тестуванні на стабілоплатформі за програмою «мішень» при сенсомоторному тренуванні пацієнтів з ушкодженням надп'яtkово-гомiлкового суглоба

Складові програми	Група			
	основна (M ± η)		контрольна (M ± η)	
	0 день (n = 10)	14 день (n = 10)	0 день (n = 10)	4 день (n = 10)
N (бали)	35 ± 4	89 ± 3	35 ± 3	48 ± 4
R (мм)	7 ± 3	2,8 ± 0,5	8 ± 0,8	5 ± 0,7
Ei (Дж)	13,1 ± 2	2,7 ± 0,5	15,2 ± 2	7,3 ± 0,5
S (мм²)	71 ± 3	39 ± 2	72 ± 2	58 ± 5
X (мм)	0,34 ± 0,03	0,17 ± 0,01	0,34 ± 0,03	0,25 ± 0,02
Y (мм)	0,58 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,59 ± 0,03	0,45 ± 0,02

ка, проте з несуттєвими відмінностями ($p \geq 0,05$) (табл. 3).

Результати дослідження опорної функції та продуктивності уваги за допомогою балансотерапії свідчать про те, що зміни показників, які відбулися після комплексу вправ на платформі

Література

1. Borreani S, Calatayud J, Martin J, Colado JC, Tella V, Behm D. Exercise intensity progression for exercises performed on unstable and stable platforms based on ankle muscle activation. Gait Posture [Internet]. 2014;39(1):404-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.08.006>
2. Braun Ferreira LA, Pereira WM, Rossi LP, Kerpers II, Rodrigues de Paula A Jr, Oliveira CS. Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. J Bodyw Mov Ther [Internet]. 2011 Oct; 15(4):496-501. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.09.003>
3. Callegari B, Resende MM, Ramos LAV, Botelho LP, Albuquerque SA. Electromyographic activity during ankle proprioception exercises on one-foot stance. Fisioterapia e Pesquisa [Internet]. 2010;17(4):312-6. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502010000400005>
4. Croy T, Saliba SA, Saliba E, Anderson MW, Hertel J. Differences in lateral ankle laxity measured via stress ultrasonography in individuals with chronic ankle instability, ankle sprain copers, and healthy individuals. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 2012;42:593-600. Available from: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3923>
5. Donath L, Kurz E, Roth R, Zahner L, Faude O. Different ankle muscle coordination patterns and co-activation during quiet stance between young

ТАБЛИЦЯ 3 – Динаміка відновлення опорної функції та продуктивність уваги при тестуванні на стабілоплатформі за програмою «мішень» при сенсомоторному тренуванні пацієнтів з ушкодженням ахіллового сухожилка

Складові програми	Група			
	основна (M ± η)		контрольна (M ± η)	
	0 день (n = 10)	14 день (n = 10)	0 день (n = 10)	14 день (n = 10)
N (бали)	33 ± 4	86 ± 4	35 ± 2	52 ± 4
R (мм)	8 ± 3	2,6 ± 0,5	8 ± 0,8	6 ± 0,5
Ei (Дж)	14,2 ± 2	2,6 ± 0,2	16,2 ± 2	6,2 ± 0,2
S (мм²)	62 ± 2	38 ± 2	68 ± 2	52 ± 3
X (мм)	0,32 ± 0,02	0,16 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,24 ± 0,02
Y (мм)	0,48 ± 0,02	0,27 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,39 ± 0,02

BOSU, були якіснішими та мали більш стійкий ефект порівняно з групою жінок, які не виконували даний комплекс вправ протягом 14 днів.

Висновки. При занятті на платформі BOSU не відзначено достовірне зниження болювого синдрому в обох групах порівняно з контрольними.

Заняття на платформі BOSU дозволяють достовірно покращити опірність та рівновагу, підвищити продуктивність уваги і зменшити енергозатратність при виконанні завдання на рівновагу ($p \leq 0,05$).

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження передбачається провести у напрямі оптимізації програми фізичної терапії пацієнтів з переломами кісток надп'яtkово-гомiлкового суглоба та розривом ахіллового сухожилка після оперативного втручання.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

adults and seniors do not change after a bout of high intensity training. BMC Geriatr [Internet]. 2015 Mar; 15:19. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0017-0>

6. Donovan L, Hart JM, Hertel J. Effects of 2 ankle destabilization de-vices on electromyography measures during functional exercises in individuals with chronic ankle instability. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 2015 Mar; 45(3):220-32. Available from: <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5222>

7. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation during functional exercises in patients with and without chronic ankle instability. PM R [Internet]. 2014 Jul;6(7):602-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.12.013>

8. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. Journal of Athletic Training, Dallas [Internet]. 2015; 50(4):350-7. Available from: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.2.06>

9. Ferreira LAB, Pereira WM, Rossi LP, Kerpers II, Paula Jr AR. Analysis of electromyographic activity of ankle muscles on stable and unstable surfaces with eyes open and closed. Journal of Bodywork & Movement Therapies [Internet]. 2011 Oct; 15(4):496-501. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.09.003>

10. Laudner KG, Koschnitzky MM. and Ankle muscle activation when using the Both Sides Utilized (BOSU) balance trainer. J Strength Cond Res [Internet]. 2010;24:218-22. Available from: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c490d4>

11. Lizardo FB, Ronzani GM, Sousa LR, Lopes PR, Bérzin F, Bigaton DR. Proprioceptive exercise with bosu maximizes electromyographic activity of the ankle muscles. Bioscience Journal [Internet]. 2017 May; 33(3):754-62. Available from: <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n3-32840>

12. Nam SB, Choi BR. Effect of a 4-week balance exercise with medio-lateral unstable sole on ankle joint functional ability. J Phys Ther Sci [Internet]. 2017 Jul; 29(7):1134-6. Available from: <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1134>

13. Oliveira DCS, Rezende PAM, Silva MR, Lizardo FB, Sousa GC, Santos LA, Chacur EP. Electromyographic analysis of lower limb muscles

in proprioceptive exercises performed with eyes open and closed. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [Internet]. 2012;18(4):261-6. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000400009>

14. Paula TF, Ferreira LAB, Barbosa D, Ross LP. Analysis of the electromyographic activity of the ankle muscles on unstable proprioception devices with and without the use of shoes: A cross-sectional study. Journal of Bodywork and Movement Therapies [Internet]. 2020 Oct; 26(4):30-5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.09.009>

15. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2009 Oct; 41(10):1831-41. Available from: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a3cf0d>

tanyushka-hockey@ukr.net
nikanorov@ukr.net
alberta334617@gmail.com

Надійшла 16.09.2021