НЕСТЕРЕНКО Л.С., НЕСТЕРЕНКО А.Ю.

МЕТАБОЛІЧНІ ТА КАРДІОЛОГІЧНІ ВІДГУКИ РІЗНИХ ГРУП М'ЯЗІВ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ ЛИЖНИКІВ НА СУБМАКСИМАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ФІЗІОЛОГІЧНОМУ ТЕСТУВАННІ

Анотація. В статті показано різницю метаболічного та кардіологічного відгуку різних груп м'язів (верхні кінцівки та нижні кінцівки) висококваліфікованих лижників на субмаксимальне навантаження при фізіологічному тестуванні на ручному ергометрі та біговому третбані.

Ключові слова: лижники-гонщики; функціональне тестування; поріг анаеробного обміну; м'язові групи.

Вступ. Лижні гонки включають в собі тривалі змагання на пересіченій місцевості з використанням різних технік пересування на лижах. Підготовка лижника-гонщика включає в собі різні тренувальні методи, при використанні різної техніки пересування, які навантажують верхню і нижню частину тіла в різній ступені. Таким чином, лижники повинні знати не тільки режим і інтенсивність своїх вправ, але і те, які групи м'язів переважно задіяні під час тренування та змагальної діяльності [2, 14, 15].

Лижники світового рівня демонструють одні з найвищих показників максимального споживання кисню (МСК). Для кращих чоловіків і жінок характерні значення 80-90 і 70-80 мл·кг·хв$^{-1}$ (1-2, 5-7, 10, 11, 14). Отже, кардіореспіраторна система змушена функціонувати на граничних режимах, щоб забезпечити адекватну доставку кисню до працюючих м'язових груп. Проте, відповідні значення споживання кисню явно нижче в вправах, де переважає робота м'язів плечового пояса (3-4, 8, 13). Наприклад, елітні лижники чоловічої і жіночої статі досягають тільки 76 % і 67 %, відповідно, від свого

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

максимального споживання кисню (МСК) при ізольованій роботі тільки верхньої частини тіла [4, 6, 11].

Визначення коректної інтенсивності тренувань на витривалість засноване на розрахунках певних діапазонів частоти серцевих скорочень (ЧСС). Ця практика поширена в більшості видів спорту на витривалість (3, 10, 12) і, як правило, орієнтується на показники споживання кисню (VO_2), концентрації лактату в крові (Bla) та ЧСС, отримані експериментально в функціональних тестах [1, 10, 13].

Мета та завдання дослідження. Основна *мета* цього дослідження полягала в тому, щоб порівняти фізіологічні реакції на субмаксимальні навантаження для верхньої і нижньої частин тіла у кваліфікованих лижників-гонщиків.

Матеріали і методи. *Учасники дослідження.* Тринадцять кваліфікованих лижників-гонщиків членів Паралімпійської збірної команди України з лижних гонок та біатлону (10 чоловіків і 3 жінки, спортсмени-лідери та звичайні атлети) були набрані для участі в дослідженні (рік: 25,8 ± 3,6 років, вага: 70,0 ± 7,7 кг, зріст:176,4 ± 5,5 см, максимальна ЧСС: 197,8 ± 8,3 уд·хв$^{-1}$, річне навантаження: 581,8 ± 118,9 годин). Характеристики спортсменів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Середні характеристики спортсменів, що приймають участь в експерименті (n=13)

Параметри	$\overline{X}$ ±SD
Вік (рік)	25,8 ± 3,6
Маса тіла (кг)	70,0 ±7,7
Зріст (см)	176,4 ± 5,4
Максимальна ЧСС (уд·хв$^{-1}$)	197,8 ± 8,3
Щорічне навантаження (год)	581,8 ± 118,9

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

Критерієм включення в експеримент була неодноразова участь в гонках Кубку світу, гонках категорії FIS, Паралімпійських Чемпіонаті і Кубку Світу і високе місце в національному рейтингу в сезоні 2019/20. Експериментально ми порівняли реакцію на одночасний безкроковий хід на ручному ергометрі «Concept 2» з бігом на третбані і припустили, що значення лактату (Bla) та кардіореспіраторна реакція (ЧСС) будуть відрізняться в роботі руками в порівнянні з роботою ногами [5, 8, 13].

Дизайн експерименту. Спортсмени знаходились на учбово-тренувальному зборі та впродовж 2 неділь виконували заплановане навантаження згідно плану підготовки. Фізіологічні тестування згідно стандартних протоколів (біг на третбані та виконання навантаження безкроковим одночасним ходом на ручному ергометрі) були проведені на 1-й та 2-й день мікроциклу після дня відпочинку замість першого тренування. На кожній ступені відповідних тестів було проведено забір крові безпосередньо в кінці кожного навантаження для визначення показників лактату. Контроль ЧСС відбувався безперервно впродовж всього тесту за допомогою монітору серцевого ритму Garmin Forerunner 920 XT.

Функціональне тестування на біговому третбані. Тестування проводилось з використанням бігового третбану (NordicTrack Commercial 2450). Початкова швидкість для жінок 5,7 км·год$^{-1}$, 6,6 км·год$^{-1}$ для чоловіків (згідно стандартному протоколу, що використовується в норвезькому “Olimpiatoppen”) та градієнтом бігової доріжки 10,5 % . Підвищення кожні 0,9 км·год$^{-1}$, тривалість бігового навантаження на кожній ступені 2 хвилини.

Функціональне тестування на ручному ергометрі. Тестування проводилось на ручному ергометрі Concept2 SkiErg (Morrisville, VT, USA). Початкове навантаження для жінок 50 ватт та 120 ватт для чоловіків. Підвищення навантаження на кожній ступені 25 ватт для жінок та 30 ватт для чоловіків. Тривалість навантаження на кожній ступені 2 хвилини.

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

Статистичний аналіз. Всі дані представлені як середнє значення ± стандартне відхилення (SD).

Результати дослідження. Результати дослідження виявили суттєву різницю в показниках, що характеризують метаболічні та кардіологічні відгуки на субмаксимальне навантаження для м'язових груп верхніх та нижніх кінцівок кваліфікованих лижників-гонщиків.

Так різниця в показниках ЧСС на порозі анаеробного обміну (ПАНО) в тестуванні на біговому третбані та ручному ергометрі становила 20,5 ± 7,2 уд·хв$^{-1}$ в середньому по групі. Найменша різниця у показниках ЧСС на рівні ПАНО була у спортсменів найвищої кваліфікації всередині групи.

Середній показник серед трьох спортсменів 5,2 ± 2,2 уд·хв$^{-1}$. Найбільша різниця була у спортсменів, що змагаються у паралімпійському спорті, виступаючи у класі LW8 (ураження однієї верхньої кінцівки). Ці спортсмени виступають у змаганнях з однією палицею. При виконанні навантаження одночасним безкроковим ходом уражена рука виявляється лімітуючим фактором, м'язи якої мають низькі окислювальні можливості та генерують лактат швидше за здорову руку та знижують загальні показники. Середній показник трьох таких спортсменів 38,9 ± 7,8 уд·хв$^{-1}$ (рис.1-2).

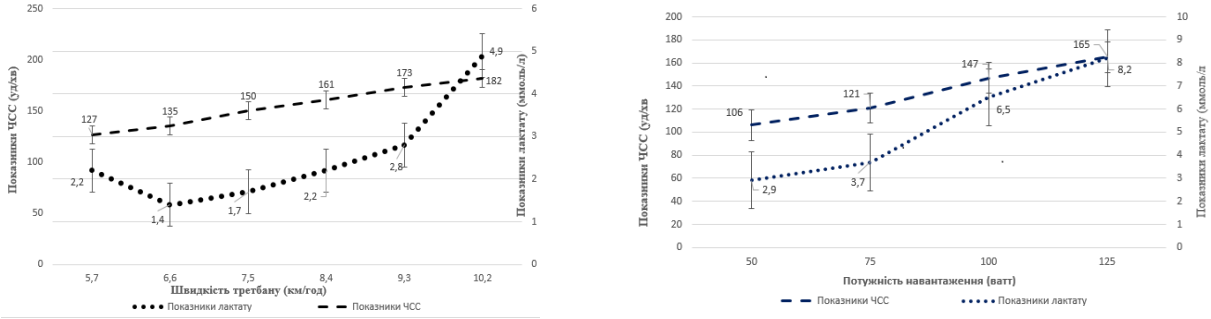

Рис. 1 Графіки динаміки показників ЧСС та лактату у функціональних тестах на біговому третбані (зліва) та ручному ергометрі (справа)

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

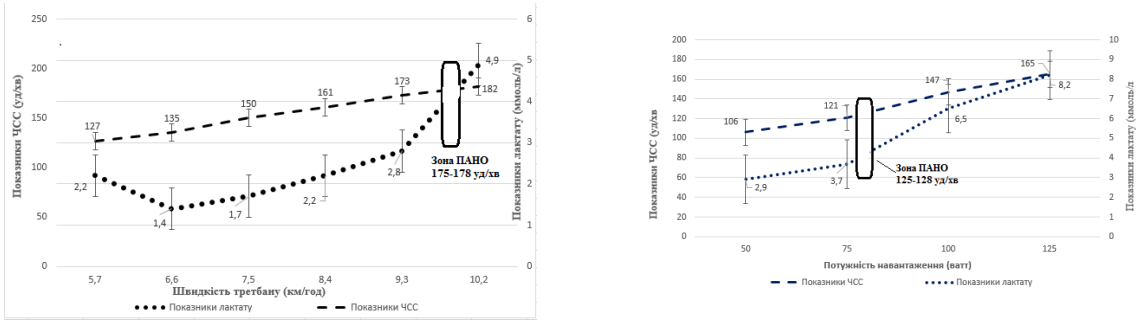

Рис. 2 Зони порогів анаеробного обміну (ПАНО) у функціональних тестах на біговому третбані (зліва) та ручному ергометрі (справа)

Висновки. Порівняний аналіз кривих динаміки лактату та ЧСС за результатами функціональних тестувань визначив різницю в показниках порогу анаеробного обміну (ПАНО) між «руками» та «ногами» в 20,5 ± 7,2 уд·хв$^{-1}$. Таким чином виникає необхідність різних підходів до планування тренувальних протоколів на базі показників ЧСС (зони інтенсивності) при виконанні тренувальних навантажень, де задіяні різні м'язові групи.

Результати експерименту свідчать про те, що планування тренувального процесу кваліфікованих лижників-гонщиків має відбуватися з урахуванням особливостей метаболічних та кардіологічних відгуків різних м'язових груп на фізичні навантаження. Таке планування має базуватись на перерахуванні зон інтенсивності, особливо на рівні ПАНО.

Динаміка показників ЧСС та лактату впродовж підготовчого та змагального періодів, пов’язана з ростом тренованості, потребує проведення етапних функціональних тестувань, з метою корегування зон інтенсивності, що підвищить ефективність тренувального процесу.

Список використаної літератури:

1. Мулик В. В., Нестеренко А. Ю. Вплив застосування комплексів силових вправ на показники спеціальної сили м’язів плечового поясу спортсменів паралімпійської збірної України з лижних гонок та біатлону

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

протягом підготовчого періоду // **Слобожанський науково-спортивний вісник**. Х., 2015. № 3. С. 69–74.

2. Мулик В. В., Нестеренко А. Ю. Аналіз динаміки тренувального навантаження в річних макроциклах 2010-2011, 2011-2012 та 2012-2013 спортсменів Паралімпійської збірної команди України з лижних гонок та біатлону //Слобожанський науково-спортивний вісник. Х.,2013. № 4. С. 42-46.

3. Borg, G, Hassmen, P, and Lagerstrom, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 56: 1987. pp. 679–685.

4. Holmberg, HC, Lindinger, S, Stoggl, T, Bjorklund, G, and Muller, E. Contribution of the legs to double-poling performance in elite cross-country skiers. Med Sci Sports Exerc 38: 2006. 1853 p.

5. Holmberg, HC. The elite cross-country skier provides unique insights into human exercise physiology. Scand J Med Sci Sports 25: 2015. pp. 100–109.

6. Koppo, K, Bouckaert, J, and Jones, AM. Oxygen uptake kinetics during high-intensity arm and leg exercise. Respir Physiol Neurobiol 133: 2002. pp. 241–250.

7. Lundgren, KM, Karlsen, T, Sandbakk, Ø, James, PE, and Tjønna, A, and Erik,. Sport-specific physiological adaptations in highly trained endurance athletes. Med Sci Sports Exerc 47: 2015. pp. 2150–2157.

8. Nilsson, J., Holmberg, H. C., Tveit, P., and Hallén, J. Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. Eur. J. Appl. Physiol. 92, 2004. pp. 121–127.

9. Rud, B., Secher, N. H., Nilsson, J., Smith, G., and Hallen, J. Metabolic and mechanical involvement of arms and legs in simulated double pole skiing. Scand. J. Med. Sci. Sports 24, 2014. pp. 913–919.

10. Sandbakk, Ø., and Holmberg, H. C. Physiological capacity and training routines of elite cross-country skiers: approaching the upper limits of human endurance. Int. J. Sports Physiol. Perform. 2017.

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.

11. Sandbakk, Ø. The evolution of champion cross-country-skier training: From lumberjacks to professional athletes. Int J Sports Physiol Perform 12: 2017. pp. 254–259.

12. Seiler, S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? Int. J. Sports Physiol. Perform. 5. 2010. pp. 276–291.

13. Terzis, G., Stattin, B., and Holmberg, H. C. Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross-country skiers. Scand. J. Med. Sci. Sports 16, 2006. pp. 121–126.

14. Tonnessen, E, Haugen, TA, Hem, E, Leirstein, S, and Seiler, S. Maximal aerobic capacity in the winter olympics endurance disciplines: Olympic-medal benchmarks for the time period 1990- 2013. Int J Sports Physiol Perform 10 : 2015. pp. 835–839.

15. Undebakke V., Berg J., Tjonna A. and Sandbakk Ø. Comparison of physiological and perceptual responses to upper-, lower-, and whole-body exercise in elite cross-country skiers. 2019.

Відомості про авторів:

Нестеренко Лада Станіславівна – старший тренер з лижних гонок, майстер спорту міжнародного класу України з лижних гонок, **nesteresha@ukr.net**

Нестеренко Андрій Юрійович – доцент кафедри зимових видів спорту, велоспорту та туризму, Харківська державна академія фізичної культури, (м. Харків), майстер спорту СРСР з лижних гонок, головний тренер паралімпійської збірної команди України з зимових видів спорту, Заслужений тренер України, **nesterenko_2007@ukr.net**

© Нестеренко Л.С., Нестеренко А.Ю.