



УДК 577.12:612.46:796.853.45

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН КЛЮЧОВИХ МЕТАБОЛІТІВ У СЕЧІ СПОРТСМЕНІВ-ЛУЧНИКІВ ЗА РІЗНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

**Марія СИБІЛЬ<sup>1</sup>, Ярослав СВИЦЬ<sup>1</sup>,  
Богдан ВІНОГРАДСЬКИЙ<sup>1</sup>, Марія БУРА<sup>1,2</sup>,  
Уляна ШЕВЦІВ<sup>1</sup>, Лілія ГУЛА<sup>1</sup>**

*1 Львівський державний університет фізичної культури  
імені Івана Боберського, Львів, Україна*

*2 Львівський національний університет  
імені Івана Франка, Львів, Україна*

До основних непатологічних / біохімічних метаболітів сечі належать сечовина, креатинін, молочна кислота, продукти вільнорадикального окиснення та низку неорганічних солей. Цілковитим відмінним картина нагромадження проміжних продуктів обміну речовин виявлено в біологічних рідинах організму спортсменів, який піддається періодичному фізичному навантаженню різної інтенсивності (М. Сибіль, 2008). Визначення концентрації кінцевих ключових метаболітів в біологічних зразках спортсменів за різні часові проміжки після виконання фізичних вправ і під час психологічних навантажень дає інформацію про метаболічні зміни фізіологічного стану їхньо-

го організму та дає змогу відкоригувати індивідуальний підхід до тренування лучників (Б. Виноградський, 2007).

Класичний інвазивний метод дослідження концентрації метаболітів створює додатковий психологічний стрес для спортсменів і чинить фізичні перешкоди в процесі реалізації завдань під час підготовки чи поліпшення результатів змагань. Тож неінвазивне визначення вказаних метаболітів (під час екскреції їх з сечею) є оптимальним методом біохімічного моніторингу за діяльністю спортсменів-лучників, особливо за їх психологічним станом під час змагального процесу.

Дослідження проведено на базі кафедр стрільби та технічних видів спорту та біохімії та гігієни Львівського державного університету фізичної культури імені Івана Боберського. У дослідженні взяли участь 16 спортсменів: 5 майстрів спорту та 11 спортсменів-кандидатів у майстри спорту зі стрільби з лука (юнаки, середній вік учасників –  $19,8 \pm 0,3$  року). Щоб підтвердити ефективність впливу спеціалізованої методики регуляції психологічних станів спортсменів рамдомно поділили на дві групи (експериментальну й контрольну – по 8 спортсменів). Додатково лучники експериментальної групи перед кожним тренуванням регулярно (мінімум упродовж 8 тижнів) практикували методику аутотренінгу, яку запропонував тренер. Психологопедагогічні й біохімічні дослідження тривали з вересня до березня та проходили двома етапами: під час тренувальних та офіційних змагань. Попередньо концентрацію молочної кислоти в сечі визначали за кольоровою реакцією Штрома, а сечовину – за допомогою колориметричного методу тестом фірми «Lachema» (Чехія).

Статистичний аналіз даних, тобто (ймовірність різниці визначених показників (t-критерій Стьюдента) і нормальність розподілу (тест Шапіро–Уїлка) проводили за допомогою програми SPSS Statistics Base; для визначення відсотка впливу фізичного та психологічного чинників у зміні досліджуваних біохімічних маркерів організму спортсменів – одно- та двофакторний дисперсійний аналіз (Glantz S. A., 2012).

Попередньо науковці встановили збільшення концентрації лактату під час виконання різних фізичних вправ у організмі спортсменів та волонтерів (нетренованих осіб) (М. Сибіль, 2014; A. Gáspari, et al., 2015; A. Pechlivanis, 2012). Під час виконання фізичних вправ різного навантаження (бігу) у крові волонтерів жіночої та чоловічої статі виявлено достовірне підвищення концентрації молочної,

яблучної та 2-оксоглутарової кислот (A. Pechlivanis. et al., 2021). Тоді як через 30 хв у стані відносного спокою організму волонтерів концентрація лактату знизилася до номінальної концентрації цього метаболіту (A. Pechlivanis. et al., 2021).

На етапі періодичних тренувальних змагань установлено, що внесок впливу використання лучниками методики аутотренінгу на результативність (поліпшення, зокрема влучність, результатів у середньому на 10–11 балів) та нагромадження молочної кислоти в сечі було недостовірним, а частка впливу становила в середньому 12,5%. Дисперсійний аналіз виявив вагомий внесок: частка впливу неврахованих чинників перевищувала 85%. Можемо підсумувати, що на етапі періодичних тренувань чинниками, які впливають на продуктивність спортсменів під час фізичного навантаження є все ж таки невраховані чинники (найвірогідніше, можна віднести фізичну підготовку, вроджену психологічну й індивідуальну фізичну витривалість кожного спортсмена).

Довготривале застосування методики аутотренінгу (мінімум два місяці) достовірно збільшило внесок частки впливу застосованої спортсменами методики в зміни концентрації лактату в сечі лучників. Під час офіційних змагань встановлено, що внесок методики аутотренінгу в зміни нагромадження молочної кислоти становив 21,7% ( $p > 0,95$ ). Хоча частка впливу методики аутотренінгу зросла, внесок неврахованих чинників у результативність спортсменів-лучників залишався значним (77,3%).

Щодо аналізу змін сечовини у сечі лучників, то за досліджуваних станів не встановлено достовірного внеску використання методики аутотренінгу на зміни показника. Частка внеску методики аутотренінгу на зміни екскреції сечовини була недостовірною і становила в середньому 1,1%.

Для виокремлення часток впливу чинників на зміни концентрації метаболітів у сечі спортсменів за різних станів і порівняння часток їхнього впливу проведено серію двофакторного дисперсійного аналізу змін лактату й сечовини в сечі лучників за різних станів. Установлено, що зміни концентрації молочної кислоти в сечі визначали переважно, фізичною активністю та психологічним навантаженням спортсменів контрольної групи. Частки внеску зазначених чинників були достовірними й становили 80,0% і 3,5%, відповідно.

Найвагоміший внесок на зміни рівня молочної кислоти в сечі спортсменів-лучників експериментальної групи двофакторний дисперсійний аналіз виявив для чинника методики аутотренінгу (68,4%) та чинника психологічного навантаження. Варто зазначити, що комплексне поєднання зазначених чинників для обох груп не проявляло достовірного впливу на досліджуваний показник. Частка впливу неврахованих чинників для обох груп спортсменів була помірною та становила в середньому 20,4%.

Щодо оцінювання впливу перерахованих чинників на зміни нагромадження сечовини у сечі лучників, то внесок їх був мінімальним і недостовірним, окрім частки впливу чинника психологічного навантаження 12,9% ( $p > 0,95$ ). В основному зміни сечовини в сечі спортсменів залежали від інших неврахованих чинників в експерименті (до яких можна віднести тип і режим харчування, якість і склад їжі, інтенсивність метаболізму тощо).

У результаті проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що періодичне застосування спортсменами методики аутотренінгу впродовж 8 тижнів (мінімум) достовірно позитивно знижує концентрацію лактату в сечі за різного психологічного навантаження, тоді як зміни сечовини в сечі спортсменів визначають за внутрішніми неврахованими чинниками. Вважаємо, що маркером оцінювання психологічного навантаження спортсменів-лучників за різних типів навантаження може виступати лактат (молочна кислота).

Список використаних джерел:

1. Виноградський Б. А. (2007) Моделювання складних біомеханічних систем і його реалізація в спорті: монографія. Львів: ЗУКЦ.
2. Gáspari, A.F., Berton, R., Lixandrão, M.E., Perlotti Piunti, R., Chacon-Mikahil, M. P. T., & Bertuzzi, R. (2015). The blood lactate concentration responses in a real indoor sport climbing competition. *Science & Sports*, 30(4), 228–231. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.05.002>
3. Glantz, S.A. (2012). *Primer of Biostatistics*, 7th Edition. McGraw-Hill/Medical.
4. Nix, C., Hemmati, M., Cobraiville, G., Servais, A.-C., & Fillet, M. (2021c). Blood microsampling to monitor metabolic profiles during physical exercise. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.681400>
5. Pechlivanis, A., Kostidis, S., Saraslanidis, P., Petridou, A., Tsalis, G., Veselkov, K., Mikros, E., Mougios, V., & Theodoridis, G. A. (2012). 1H NMR Study on the short- and long-term impact of two training programs of sprint running on the metabolic fingerprint of human serum. *Journal of Proteome Research*, 12(1), 470–480. <https://doi.org/10.1021/pr300846x>