2. Predicting resting energy expenditure among athletes: a systematic review / D. Martinho et al. Biology of Sport. 2023. URL: https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.119986 (date of access: 17.02.2024).
3. New Predictive Resting Metabolic Rate Equations for High-Level Athletes: A Cross-validation Study / R. Freire et al. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2022. Publish Ahead of Print. URL: https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002926 (date of access: 17.02.2024).

DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-415-3-23

TESTOSTERONE CONCENTRATION AND MAXIMUM OXYGEN VO_{2max} TEST IN QUALIFIED ATHLETES

ВМІСТ ТЕСТОСТЕРОНУ ТА МАКСИМАЛЬНА АЕРОБНА ПОТУЖНІСТЬ У КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ

Maidaniuk O. V.
candidate of physical education and sports, senior researcher, State Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports Kyiv, Ukraine

Майданюк О. В.
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, старший науковий співробітник Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту м. Київ, Україна

Vdovenko N. V.
candidate of biological sciences, senior researcher State Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports Kyiv, Ukraine

Вдовенко Н. В.
кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту, м. Київ, Україна

Husarova A. M.
candidate of physical education and sports, senior researcher State Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports Kyiv, Ukraine

Гусарова А. М.
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, старший науковий співробітник, Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту, м. Київ, Україна

Актуальним напрямом сучасної спортивної науки є дослідження ендокринного статусу спортсменів. Під час фізичних навантажень змінюються функції багатьох ендокринних залоз, особливо тих, які

беруть участь у формуванні загальної адаптації організму до стресових факторів. Величина та напрям цих змін залежить від їх участі в забезпеченні метаболічних процесів під час тренування, а також від інтенсивності, тривалості фізичних навантажень та тренованості організму [1, p. 14, 2, с. 49]. Вміст гормонів у плазмі крові залежить від кількості м'язових волокон, які включені у роботу, обсягу виконуваної м'язової роботи, спрямованості фізичних тренувань, рівня фізичної підготовленості чи тренованості, тривалості інтервалів відпочинку між тренуваннями тощо [3, p. 347, 4, p. 2].

У практиці спорту значний науковий інтерес викликає гормон тестостерон, оскільки він може використовуватися як маркер втоми спортсменів, а визначення базального його вмісту та змін за умов фізичних навантажень як маркер синдрому перетренованості [5, p. 913]. Відомо, що вміст тестостерону у сироватці за умов фізичних навантажень на витривалість, які тривають 30 хвилин та під час виконання тесту на максимальне навантаження збільшується [1, p. 18]. Це слід розглядати як адаптивне явище, але наукових даних про його короткостроковий і довгостроковий ефекти мало. Показник тестостерону також використовують як індикатор успіху в змаганнях, а саме: чим більшим його рівень є під час змагань, тим вища продуктивність спортсмена. Дослідження за участю представників різних видів спорту показали, що переможці змагань мали більш високий вміст тестостерону [6, p. 561].

На цей час відомо, що існує певний взаємозв'язок результативності спортивних досягнень та функціонального стану ендокринної системи [7, p. 12]. У праці Muscella та співавт. [8, p. 6] встановлено достовірну кореляцію між концентрацією тестостерону в плазмі та з максимальним споживанням кисню (МСК), тобто з рівнем функціональної підготовленості суддів.

Нажаль точних даних щодо вираженості змін тестостерону немає, що створює труднощі в трактуванні результатів для контролю та корекції тренувальних і змагальних навантажень, а також перебігу процесів відновлення в організмі спортсменів. Тому, надзвичайно цікавим і перспективним залишається дослідження цих змін за умов різних фізичних навантажень, оскільки це дасть змогу у майбутньому своєчасно оцінювати, контролювати та регулювати тренувальний процес.

Мета – дослідження змін вмісту тестостерону в крові кваліфікованих спортсменів після виконання тесту на визначення МСК.

Методи та організація дослідження. Дослідження проводили за участю 37 кваліфікованих спортсменів (чоловіки), що мали досвід виступів на Олімпійських іграх або інших міжнародних змаганнях. Серед них 15 спортсменів, які спеціалізуються в біатлоні, 12 –

у веслуванні академічному, 6 − боксі, 4 − сучасному п'ятиборстві. Вміст тестостерону визначали у сироватці крові на імуноферментному аналізаторі ChemWell ("Awareness Technology", США) з використанням тест-систем AccuBind ELISA ("Monobind Inc.", США). Концентрацію лактату вимірювали ферментативно на варіофотометрі ("Diaglobal GmbH", Німеччина) з використанням стандартного набору реактивів LAC142 ("Diaglobal GmbH", Німеччина). Забір крові для визначення максимальної концентрації лактату проводили відразу (протягом 1–7 с) та після (3 хв) тестового навантаження. Зразки капілярної крові взято з бокової поверхні верхньої фаланги безіменного (підмізинного) пальця.

Дослідження проводили в три етапи. Перший етап включав забір крові для оцінки базального вмісту тестостерону. Перший забір крові проводили перед фізичним навантаженням о 7:00 натщесерце. Другий етап включав виконання тестового навантаження для оцінки МСК та максимальної концентрації лактату в крові (лактат, ммоль·л$^{-1}$). Третій етап передбачав забір зразків крові для оцінки вмісту загального тестостерону після тестового навантаження. Другий аналіз крові проводили через одну годину після навантаження. Усі обстежені не вживали їжу за 2 години до початку та впродовж дослідження. Тест на визначення МСК передбачав виконання навантаження зростаючої потужності на веслувальному ергометрі Concept II (США) − веслування академічне або на біговій доріжці LE 500 (Vyaire Medical GmbH, Німеччина) – біатлон, бокс, сучасне п'ятиборство. Ознакою досягнення МСК слугувала відсутність зростання споживання кисню при збільшенні потужності або його коливання в межах 100 мл·хв$^{-1}$. Реєстрацію показників респіраторної системи проводили з використанням газоаналізатора Oxycon Mobile (Care Fusion, США; Jeager, Німеччина). Перед виконанням тестового навантаження проводили 6-хвилинну розминку, після завершення тестування 3-хвилинну заминку. Початкове навантаження на веслувальному ергометрі Concept становила 1,5 Вт·кг$^{-1}$, на кожній наступній сходинці воно збільшувалось на 30 Вт; початкове навантаження на біговому ергометрі − 2,0 Вт·кг$^{-1}$ (швидкість бігу − 10 км·год$^{-1}$). Тривалість кожної сходинки тестового навантаження дорівнювала 2 хв (тестування на біговій доріжці) або 3 хв (тестування на веслувальному ергометрі).

Дослідження проводили відповідно до основних біоетичних норм. Всі учасники дослідження ознайомлені з протоколами, умовами та можливими ризиками дослідження та надали письмову згоду на свою участь.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали з використанням програмного пакета «STATISTICA 6».

Результати дослідження та їх обговорення. Антропометричні характеристики спортсменів (n=37, M ± m) наступні: зріст 181,4 ± 1,3 см, маса тіла 75,2 ± 1,9 кг, відсоток жиру в організмі 9,8 ± 0,5 %. Вік спортсменів – 24,4 ± 0,9 р. Результати тестів спортсменів: потужність 5,3 ± 0,2 Вт·кг$^{-1}$, максимальне споживання кисню 59,2 ± 1,3 мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$, лактат 11,0 ± 0,5 ммоль·л$^{-1}$.

Нами встановлено, що вміст базального тестостерону в сироватці крові у спортсменів знаходився у межах референтних значень для чоловіків. Основну увагу у нашому дослідженні було присвячено вивченню впливу тестового навантаження на вміст загального тестостерону в плазмі крові. Виявлено, що після фізичного навантаження вміст загального тестостерону виражено знижувався. До навантаження загальний тестостерон складав 26,3 ± 2,1 нмоль·л$^{-1}$, після – 18,7 ± 2,0 нмоль·л$^{-1}$ навантаження, тобто спостерігалось його вірогідне зниження в середньому на 24,4 %. Водночас, слід зазначити достатню варіативність його змін через годину після навантаження порівняно зі значеннями, зареєстрованими у стані спокою. Так, зниження вмісту загального тестостерону зареєстровано у 73 % випадків (27 чоловік), у тому числі незначне (на 5 – 20 %) − у 24 % (9 чоловік), значне (більше ніж на 50 %) – у 30 % випадків (11 чоловік) та у 19 % (7 чоловік) випадків вміст загального тестостерону знижувався на 20–50 %.

Важливо, відмітити також наявність кореляційних взаємозв'язків між вмістом базального тестостерону та МСК ($r = 0,58$, $P \leq 0,05$), що узгоджується з даними Muscella та співавторів [8, р. 6] і свідчить про взаємозв'язок між вмістом тестостерону та рівнем функціональної підготовленості. Найвищий рівень МСК досягали спортсмени з високим вмістом базального тестостерону в крові. Таким чином, виконання фізичних вправ впливає на рівень тестостерону.

Висновки:

1. Встановлено вірогідне зниження вмісту загального тестостерону в середньому на 24,4 % у відповідь на вплив тестового навантаження з досягненням МСК.

2. Виявлено, що вміст загального тестостерону може бути використаний як маркер ефекту тренувального навантаження, оскільки встановлено взаємозв'язок базального вмісту тестостерону та МСК у спортсменів. Найвищий рівень МСК досягали спортсмени з високим вмістом базального тестостерону в крові.

Література:

1. Testosterone responses to standardized short-term sub-maximal and maximal endurance exercises: issues on the dynamic adaptive role of the hypothalamic-pituitary-testicular axis / P. Sgrò et al. *Journal*

of endocrinological investigation. 2014. Vol. 37, no. 1. P. 13–24. URL: https://doi.org/10.1007/s40618-013-0006-0 (date of access: 22.02.2024).

2. Maydanyuk E. V., Vdovenko N. V. Efect of intensive physical loads on testosterone, cortisol and insulin blood concentrations in elite athletes. *Problems of endocrine pathology*. 2021. Vol. 76, no. 2. P. 49–55. URL: https://doi.org/10.21856/j-pep.2021.2.07

3. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels / S. Hansen et al. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2001. Vol. 11, no. 6. P. 347–354. URL: https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2001.110606.x

4. Acute response to endurance exercise stress: focus on catabolic anabolic interplay between cortisol, testosterone, and sex hormone binding globulin in professional athletes / B. Popovic et al. *Journal of medical biochemistry*. 2019. Vol. 38, no. 1. P. 6–12. URL: https://doi.org/10.2478/jomb-2018-0016.

5. Cadegiani F. A., Kater C. E. Basal hormones and biochemical markers as predictors of overtraining syndrome in male athletes: the EROS-BASAL study. *Journal of athletic training*. 2019. Vol. 54, no. 8. P. 906–914. URL: https://doi.org/10.4085/1062-6050-148-18

6. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin / F. Suay et al. *Psychoneuroendocrinology*. 1999. Vol. 24, no. 5. P. 551–566. URL: https://doi.org/10.1016/s0306-4530(99)00011-6

7. Cadegiani F. A., Kater C. E. Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2017. Vol. 9, no. 1. URL: https://doi.org/10.1186/s13102-017-0079-8.

8. Muscella A., Stefàno E., Marsigliante S. The effects of training on hormonal concentrations and physical performance of football referees. *Physiological reports*. 2021. Vol. 9, no. 8. URL: https://doi.org/10.14814/phy2.14740