

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ТЕСТОСТЕРОНУ, КОРТИЗОЛУ ТА ІНСУЛІНУ В КРОВІ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ*

Майданюк О. В., Вдовенко Н. В.

*Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту,
м. Київ, Україна
darinam7@gmail.com*

Сучасний спорт вищих досягнень висуває до організму спортсменів надзвичайно високі вимоги. Досягнення максимальних спортивних результатів і збереження здоров'я спортсмена можливе лише за наявності достовірної інформації про його функціональний стан для створення оптимальних умов ефективної адаптації організму до надвисоких фізичних і психічних навантажень.

Для оцінки функціонального стану спортсмена інформативними показниками є рівень гормонів [2, 8, 19, 20]. За зміною вмісту гормонів можна судити про адаптацію організму до фізичних навантажень, інтенсивність регульованих ними метаболічних процесів, розвиток процесів стомлення, що дозволить визначити основні параметри навантажень при плануванні програм підготовки [10, 11, 18, 21, 24].

Відомо, що вміст гормонів у крові залежить від багатьох факторів, у тому числі: статі, циркадних ритмів, харчування, навколишнього середовища (температура, вологість), емоційного стану, потужності й тривалості виконуваних навантажень, а також від рівня тренуваності спортсмена [12, 22, 23].

Незважаючи на широкий спектр експериментальних досліджень, слід констатувати той факт, що переважна більшість опублікованих наукових робіт містить суперечливі та фрагментарні дані, що ускладнює, а в деяких випадках унеможливує їх аналіз та систематизацію. Можливо, такі розбіжності експериментальних досліджень пов'язані з факторами, що впливають на зміни гормонів в організмі людини [12, 23].

Також актуальною є проблема визначення граничних меж базального рівня

* Роботу виконано в межах наукових тематик ДУ «Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту»: «Удосконалення системи оцінки функціональних можливостей кваліфікованих спортсменів» (державний реєстраційний № 0120U102907); «Контроль та корекція метаболізму кваліфікованих спортсменів за умов інтенсивних фізичних навантажень» (державний реєстраційний № 0120U103004).

Установою, що фінансує дослідження, є Міністерство молоді та спорту України.

Автори гарантують повну відповідальність за все, що опубліковано в статті, а також відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при виконанні роботи та написанні статті.

Рукопис надійшов до редакції 12.11.2020.

окремих гормонів, а саме, тестостерону, в сироватці крові. У дослідженнях Воусе М. J. et al. [4] зазначено, що ранкові рівні тестостерону для чоловіків віком до 40 років становлять від 10,07 до 38,76 нмоль \cdot л⁻¹ та ввечері — 6,69–31,51 нмоль \cdot л⁻¹. Водночас, у роботі Travison T. G. et al. [14] встановлено референтний діапазон загального тестостерону у чоловіків віком 19–39 років на рівні 264–916 нг \cdot дл⁻¹ (9,2–31,8 нмоль \cdot л⁻¹). В оглядовій роботі Handelsman D. J. et al. [13] референтний діапазон тестостерону в сироватці крові для здорових молодих чоловіків від 18 до 40 років становить 7,7–29,4 нмоль \cdot л⁻¹. При цьому наведені референтні значення визначені на основі 95 % довірчого інтервалу. Одним із факторів, що не були враховані при аналізі даних, є фізична активність, оскільки, за уявленнями авторів, вона майже не впливає на циркуляцію тестостерону.

Ряд досліджень, присвячених визначенню діапазону тестостерону для елітних спортсменів, також містить протиріччя. Так, у роботі Clark R.V. et al. [16] референтний діапазон тестостерону для чоловіків знаходиться у межах 8,8–30,9 нмоль \cdot л⁻¹. Згідно з дослідженнями Vermon S. and Garnier P. [5], які були проведені за участю елітних легкоатлетів, референтні значення тестостерону для чоловіків знаходяться у межах 12,1–19,8 нмоль \cdot л⁻¹. Проте слід враховувати, що висновок щодо зазначених меж тестостерону був зроблений з ураху-

ванням даних медіани вибірки (25–75 перцентилів загальної вибірки).

У спортивній практиці інформативним показником анаболічно-катаболічного балансу вважається співвідношення концентрації тестостерону до кортизолу, який називають індексом анаболізму [1, 3, 6, 15, 17], зниження величини якого деякі автори характеризують як стан перетренованості [1, 3, 6, 17]. Але існує також інша точка зору, що співвідношення тестостерон/кортизол не є потенційним біомаркером для діагностики втоми [7, 9].

Протягом останніх років постійно збільшується кількість наукових досліджень щодо вивчення гормонів та їх змін у спортсменів за умов м'язової діяльності різної спрямованості та інтенсивності. Проте часто вони протиріччя один одному, тому актуальним на теперішній час залишається питання щодо визначення гормональних маркерів у діагностиці адаптації спортсменів до фізичних навантажень, а також їх ролі у розвитку втоми, перетренованості та відновлення. Отже, пошук інформативних біомаркерів, їх комбінацій та визначення їх граничних змін для розробки критеріїв оцінки функціонального стану спортсменів на всіх етапах підготовки залишається важливим напрямом спортивної науки.

Мета — дослідження впливу інтенсивних фізичних навантажень на концентрацію тестостерону, кортизолу та інсуліну в крові кваліфікованих спортсменів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження концентрації гормонів здійснювали за участю 26-ти кваліфікованих спортсменів (чоловіки), середній

вік — $27,0 \pm 3,8$ років (від 21 до 37 років), серед яких 8 спортсменів спеціалізуються у біатлоні (3 заслужених майстра спор-

Таблиця 1

Вік та антропометричні параметри кваліфікованих спортсменів (n = 26)

Параметр	$X \pm \sigma$	- 95 %	95 %
Вік, років	$27,0 \pm 3,8$	25,5	28,6
Зріст, см	$182,0 \pm 9,1$	178,3	185,6
Маса тіла, кг	$77,4 \pm 12,7$	72,2	82,6
Відсоток жиру, %	$10,3 \pm 3,0$	9,1	11,5
Жирова маса тіла, кг	$8,2 \pm 3,6$	6,8	9,7
Знежирена маса тіла, кг	$69,3 \pm 9,8$	65,2	73,3

ту, 5 майстрів спорту); 10 спортсменів спеціалізуються у веслуванні академічному (4 заслужених майстра спорту, 6 майстрів спорту міжнародного класу), 8 спортсменів спеціалізуються у боксі (1 заслужений майстер спорту, 5 майстрів спорту міжнародного класу, 2 майстра спорту). Інформацію про спортсменів, які брали участь у дослідженнях, наведено у таблиці 1.

Концентрацію тестостерону, кортизолу та інсуліну визначали у сироватці крові на імуноферментному аналізаторі ChemWell (Awareness Technology, США) з використанням тест-систем AccuBind ELISA (Monobind Inc., США). Забір крові та наступна її обробка проводилися відповідно до інструкції виробника. Загальна кількість досліджень концентрації гормонів у крові спортсменів — 52. Дослідження передбачало визначення концентрації гормонів до та через 40 хвилин після виконання фізичного навантаження. Перший забір крові до фізичного навантаження здійснювали натще о сьомій годині ранку, а другий — через 40 хвилин після тестового фізичного навантаження. Час забору знаходився в діапазоні з 11:00 до 11:30 год. За дві години перед виконанням тестового навантаження та 1 годину після навантаження до другого забору крові учасники дослідження не приймали їжу.

Характеристика навантаження. В межах даного дослідження вивчали вплив інтенсивних фізичних навантажень швидко-силової спрямованості за участю 13-ти спортсменів та виконання тестового навантаження зростаючої потужності до досягнення спортсменом його максимального споживання кисню. Загальний час виконання навантаження швидко-силової спрямованості становив 35 хвилин, тривалість окремої вправи — від 20 секунд до 1 хвилини (2–3 серії), темп — субмаксимальний, частота серцевих скорочень — 80–95% від максимальної.

Тест на визначення максимального споживання кисню (МСК, мл·хв·кг⁻¹) передбачав виконання навантаження зростаю-

чої потужності на веслувальному ергометрі Concept II (США) — веслування академічне — або на біговій доріжці LE 500, (Viasys Healthcare, Німеччина) — біатлон та тривало до досягнення спортсменами МСК. Ознакою досягнення МСК слугувала відсутність зростання споживання кисню при збільшенні потужності або його коливання в межах 100 мл·хв⁻¹. Реєстрація параметрів респіраторної системи проводилася з використанням газоаналізатора Oxycon Mobile (Care fusion, США; Jaeger, Німеччина). Перед виконанням тестового навантаження проводили 6-хвилинну розминку, після завершення тестування впродовж трьох хвилин оцінювали швидкість відновних процесів за показниками ЧСС, концентрації лактату в крові, споживання кисню, виведення вуглекислого газу тощо.

Величина початкового навантаження на веслувальному ергометрі Concept становила 1,5 Вт·кг⁻¹ маси тіла, на кожній наступній сходинці навантаження збільшувалось на 30 Вт; початкове навантаження на біговому ергометрі — 2,0 Вт·кг⁻¹ маси тіла (швидкість бігу — 10 км·год⁻¹). Тривалість кожної сходинки тестового навантаження становила дві хвилини (тестування на біговій доріжці) або три хвилини (тестування на веслувальному ергометрі).

Дослідження проведено відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень із поправками (2000, з поправками 2008), Універсальної декларації з біоетики та прав людини (1997), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997). Всі учасники дослідження ознайомлені з протоколами та умовами дослідження і надали письмову згоду на свою участь.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали з використанням програмного забезпечення «Statistica 12», визначали середнє, стандартне відхилення, 95% довірчий інтервал, коефіцієнт кореляції.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті дослідження встановлено, що концентрація загального тестостерону

в сироватці крові у спортсменів, яку визначали зранку до фізичного навантаження,

знаходилась у межах верхньої межі референтних значень для чоловіків: у середньому $28,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$, 95 % довірчого інтервалу знаходились у діапазоні від 23,8 до $32,5 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$. У 65,4 % випадків значення загального тестостерону становило від 20 до $40 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Через 40 хвилин після фізичного навантаження концентрація загального тестостерону знижувалась у середньому на 27,6 % та знаходилась у 80,8 % випадків у діапазоні від 10 до $25 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$, у середньому — $19,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Встановлено факт вірогідного ($p = 0,002$) зниження концентрації загального тестостерону у відповідь на фізичне навантаження у 77 % спортсменів (20 чоловік із 26-ти), у 23 % спортсменів (6 чоловік) рівень загального тестостерону або не змінювався (знаходився в межах 95–105 % від вихідного рівня), або зростав (табл. 2).

Концентрація кортизолу вранці до виконання фізичного навантаження в середньому становила $506,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ (95 % довірчого інтервалу від 409,3 до $603,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$). Значна кількість випадків — 46,2 % значення не перевищувала $400 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$, у 30,8 % випадків концентрація кортизолу перевищувала референтні значення (від $700 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$). Після виконання інтенсивних фізичних навантажень кортизол зростав у середньому на 12 %. У результаті аналізу встановлено, що в 50 % випадків під впливом фізичного навантаження збільшується концентрація кортизолу таким чином: незначно — в межах 20 %

у 34,6 % випадків, на 40–80 % у 19,2 % випадків, у одного спортсмена зареєстровано збільшення в 2,2 рази. У чотирьох спортсменів (15,4 %) виконання фізичного навантаження не супроводжувалось зміною концентрації кортизолу, а у 34,6 % спостережень — знижувалась від 20-ти до 60 %.

Середні значення концентрації інсуліну, визначеного вранці натще та після навантаження, вірогідно не відрізнялись: 6,6 (95 % довірчий інтервал — 4,8–8,4) та 5,6 (4,3–7,0) $\text{мкМЕ} \cdot \text{л}^{-1}$ відповідно (табл. 2). Водночас, індивідуальні зміни концентрації інсуліну у відповідь на вплив інтенсивних фізичних навантажень суттєво відрізнялись. Так, у більшості спортсменів (62 %) зареєстровано зниження інсуліну від незначного — до 20 % — до зниження більш ніж у 2,5 рази, водночас у 38 % спортсменів спостерігалось його зростання на 50–300 %.

Таким чином, у даному дослідженні виявлено вірогідне ($p = 0,001$) зниження концентрації загального тестостерону в крові кваліфікованих спортсменів через 40 хвилин після завершення фізичного навантаження, вірогідних змін концентрації кортизолу та інсуліну не виявлено.

Порівняння результатів при різних тестових навантаженнях — виконання зростаючого навантаження до досягнення максимального споживання кисню та швидко-силової спрямованості — дозволило виявити суттєві відмінності ендокринних зрушень у відповідь на вплив зазначених навантажень (табл. 3).

Таблиця 2

Зміни концентрації гормонів у кваліфікованих спортсменів під впливом інтенсивних фізичних навантажень (n = 26)

Гормон		1*	2	% **
Тестостерон, $\text{нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$	X	28,2	19,2	72,4
	95 %	23,9–32,5	15,9–22,4	60,6–84,2
Кортизол, $\text{нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$	X	506,2	518,1	112,0
	95 %	409,3–603,2	437,1–599,2	96,4–127,7
Інсулін, $\text{мкМЕ} \cdot \text{л}^{-1}$	X	6,6	5,6	106,5
	95 %	4,8–8,4	4,3–7,0	74,7–138,0

Умовні позначення:

* 1 — до фізичного навантаження; 2 — через 40 хвилин після фізичного навантаження;

** — значення концентрації гормонів через 40 хвилин після фізичного навантаження, виражене у відсотках відносно вихідних даних.

**Зміни концентрації гормонів
у кваліфікованих спортсменів під впливом інтенсивних
фізичних навантажень різної спрямованості (n = 26)**

Гормон		Тест МСК (n = 13)		Швидкісно-силове навантаження (n = 13)	
		1	2	1	2
Тестостерон, нмоль · л ⁻¹	X	22,9	20,8	33,4	17,6
	95%	17,1–28,8	15,4–26,2	27,9–38,9	13,2–22,0
	%	90,6 (75,4–105,8)		54,3 (42,5–65,0)	
Кортизол, нмоль · л ⁻¹	X	325,5	366,0	670,3	670,3
	95%	269,2–381,7	306,7–425,4	576,5–764,4	576,5–764,0
	%	115,8 (99,7–131,8)		108,3 (78,8–137,8)	
Інсулін, мкМЕ · л ⁻¹	X	6,3	6,6	6,9	4,6
	95%	3,9–8,6	4,5–11,0	3,7–10,1	3,2–6,0
	%	127,2 (69,1–185,2)		85,8 (53,6–117,9)	

Умовні позначення:

* 1 — до фізичного навантаження; 2 — через 40 хвилин після фізичного навантаження.

Середнє значення потужності навантаження при досягненні МСК у даному дослідженні становило 419,0 Вт (95% довірчий інтервал — 398,1–440,3 Вт); 5,7 Вт · кг⁻¹ (5,3–6,1), значення МСК — 61,7 мл · хв⁻¹ · кг⁻¹ (58,8–64,6), VCO₂ — 71,0 мл · хв⁻¹ · кг⁻¹ (66,5–75,2). В середньому 71% тривалості тесту спортсмени виконували навантаження за рахунок аеробного ресинтезу АТФ та 29% — з додатковим використанням анаеробного гліколізу. Концентрація лактату в змішаній капілярній крові спортсменів під час виконання тесту з досягненням МСК становила 11,8 ммоль · л⁻¹ (10,3–12,9), виконання тесту швидкісно-силової спрямованості — 6,6 ммоль · л⁻¹ (4,6–8,6).

Як видно з даних, наведених у таблиці 3, середні значення загального тестостерону під час виконання тесту, спрямованого на досягнення МСК, вірогідно не змінились: 22,9 та 20,8 нмоль · л⁻¹ відповідно до та після навантаження. При цьому, у 46% спортсменів концентрація тестостерону після тесту, спрямованого на досягнення МСК, зростає або не змінилась (95–105% від вихідних даних), у 31% спортсменів — зменшилась у межах 15–20%. У 23% вона зменшилась на 40–50%. Таким чином, зазначене фізичне навантаження не супроводжувалось суттєвим впливом на концентрацію тестостерону в крові спортсменів.

Водночас, після навантаження швидкісно-силової спрямованості концентрація тестостерону в крові спортсменів зменшилась у середньому вдвічі: 33,4 та 17,6 нмоль · л⁻¹ відповідно. У 77% спортсменів концентрація тестостерону зменшилась більше ніж на 40%, в тому числі у більшості (62%) — перевищувало 50%. Отже, навантаження швидкісно-силової спрямованості супроводжувались вірогідним (p ≤ 0,001) зниженням тестостерону у найближчому відновному періоді. Вірогідних відмінностей зміни концентрації кортизолу та інсуліну залежно від тесту в цьому дослідженні не виявлено.

У результаті аналізу даних дослідження можна зробити висновок, що виконання фізичних навантажень супроводжується зміною концентрації тестостерону, кортизолу та інсуліну. Вираженість та спрямованість змін зазначених гормонів залежать від спрямованості навантаження, стану та індивідуальних особливостей спортсменів.

Аналіз кореляційних взаємозв'язків виявив вірогідний зв'язок (p ≤ 0,05) між аеробними можливостями спортсменів (МСК, мл · хв · кг⁻¹), з однієї сторони, та концентрацією тестостерону (0,76 — до виконання навантаження, 0,87 — через 40 хвилин після фізичного навантаження) та концентрацією кортизолу та інсуліну після навантаження (r = -0,69, -0,51 відповідно).

ВИСНОВКИ

Встановлено вірогідне ($p \leq 0,001$) зниження концентрації загального тестостерону у кваліфікованих спортсменів після виконання фізичного навантаження швидко-силової спрямованості. Концентрація

кортизолу та інсуліну у відповідь на вплив фізичного навантаження не достовірно збільшується (в середньому на 12,0 та 6,5 %, відповідно).

ЛІТЕРАТУРА
(REFERENCES)

- Hriaznykh AV. *Vestnik JuUrGU. Serija Obrazovanie, zdavoohranenie, fizicheskaja kul'tura* 2011; 20(237): 107-111.
- Schumann M, Eklund D, Taipale RS, et al. *J Strength Cond Res* 2013; 7(2): 421-433. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827f4a10.
- Andrzejewski M, Podgórski T, Kryściak J, et al. *Res Sports Med* 2020; 1-14. doi: 10.1080/15438627.2020.1734930.
- Boyce MJ, Baisley KJ, Clark EV, Warrington SJ. *BJU Int* 2004; 94(6): 881-885. doi: 10.1111/j.1464-410X.2004.05051.
- Bermon S, Garnier PY. *Br J Sports Med* 2017; 51(17): 1309-1314. doi: 10.1136/bjsports-2017-097792.
- Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, et al. *J Strength Cond Res* 2017; 31(10): 2920-2937. doi: 10.1519/JSC.0000000000002122.
- Cadegiani FA, Kater CE. *J Sports Sci* 2018; 36(16): 1902-1910. doi: 10.1080/02640414.2018.1424498.
- Casto KV, Edwards DA. *Horm Behav* 2016; 82: 21-37. doi: 10.1016/j.yhbeh.2016.04.004.
- Crowley MA, Matt KS. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996; 73(1-2): 66-72. doi: 10.1007/BF00262811.
- Hill EE, Zack E, Battaglini C, et al. *J Endocrinol Invest* 2008; 31(7): 587-591. doi: 10.1007/BF03345606.
- Gaviglio CM. The efficacy of salivary testosterone and cortisol as a biomarker of training and competition in elite rugby union athletes. PhD Thesis, *The University of Queensland*, 2017: 126 p.
- Hackney AC, Viru A. *J Athl Train* 2008; 43(6): 631-639. doi: 10.4085/1062-6050-43.6.631.
- Handelsman DJ, Hirschberg AL, Bermon S. *Endocr Rev* 2018; 39(5): 803-829. doi: 10.1210/er.2018-00020.
- Travison TG, Vesper HW, Orwoll E, et al. *J Clin Endocrinol Metab* 2017; 102(4): 1161-1173. doi: 10.1210/je.2016-2935.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. *Sports Med* 2005; 35(4): 339-361. doi: 10.2165/00007256-200535040-00004.
- Clark RV, Wald JA, Swerdloff RS, et al. *Clin Endocrinol* 2019; 90(1): 15-22. doi: 10.1111/cen.13840.
- Michailidis Y. *J Sport Health Sci* 2014; 3(4): 279-283. doi: 10.1016/j.jshs.2014.03.016.
- Bosco C, Colli R, Bonomi R, et al. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(1): 202-208. doi: 10.1097/00005768-200001000-00030.
- Muraleedharan V, Jones TH. *Therap Adv Endocrinol Metab* 2010; 1(5): 207-223. doi: 10.1177/2042018810390258.
- Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, et al. *J Appl Physiol* 1988; 65(6): 2406-2412. doi: 10.1152/jappl.1988.65.6.2406.
- Tostes RC, Carneiro FS, Carvalho MH, Reckelhoff JF. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2016; 310(1): 1-14. doi: 10.1152/ajpregu.00392.2014.
- Schumann M, Walker S, Izquierdo M, et al. *Eur J Appl Physiol* 2014; 14(4): 867-880. doi: 10.1007/s00421-013-2813-6.
- Viru A, Viru M. *Int J Sports Med* 2004; 25(6): 461-464. doi: 10.1055/s-2004-821068.
- Wilkerson JE, Horvath SM, Gutin B. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1980; 49(2): 249-253. doi: 10.1152/jappl.1980.49.2.249.

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ТЕСТОСТЕРОНУ, КОРТИЗОЛУ ТА ІНСУЛІНУ В КРОВІ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ

Майданюк О. В., Вдовенко Н. В.

Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту,
м. Київ, Україна
darinam7@gmail.com

Мета роботи — дослідити вплив інтенсивних фізичних навантажень на концентрацію тестостерону, кортизолу та інсуліну в крові кваліфікованих спортсменів. Дослідження здійснено за участю 26-ти кваліфікованих спортсменів видів спорту, пов'язаних з проявом витривалості. Дослідження передбачало визначення концентрації гормонів до та через 40 хвилин після виконання фізичного навантаження. В межах даного дослідження вивчали вплив інтенсивних фізичних навантажень швидко-силової спрямованості та навантаження зростаючої потужності до досягнення максимального споживання кисню.

Середні значення загального тестостерону в сироватці крові до виконання фізичного навантаження у спортсменів склали $28,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$, через 40 хвилин після виконання фізичного навантаження — $19,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Концентрація кортизолу до виконання фізичного навантаження в середньому становила $506,2 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$, після виконання фізичних навантажень — $518,1$. Середнє значення концентрації інсуліну, визначеного вранці натще становило $6,6 \text{ мкМЕ} \cdot \text{л}^{-1}$, після навантаження — $5,6 \text{ мкМЕ} \cdot \text{л}^{-1}$.

У дослідженні встановлено достовірне ($p = 0,001$) зниження концентрації загального тестостерону через 40 хвилин після завершення фізичного навантаження, зареєстровані зміни концентрації кортизолу та інсуліну статистично не достовірні.

Виявлено достовірний кореляційний взаємозв'язок ($p \leq 0,05$) між максимальним споживанням кисню (МСК, $\text{мл} \cdot \text{хв} \cdot \text{кг}^{-1}$), з однієї сторони та концентрацією тестостерону ($0,76$ — до виконання навантаження, $0,87$ — після фізичного навантаження), а також концентрацією кортизолу ($r = -0,69$) та інсуліну ($r = -0,51$) після фізичного навантаження.

У даному дослідженні виявлені відмінності впливу фізичних навантажень різної спрямованості (швидко-силові та зростаючої потужності до досягнення максимального споживання кисню) на концентрацію тестостерону у найближчому відновному періоді. Вірогідних відмінностей зміни концентрації кортизолу та інсуліну залежно від тесту в цьому дослідженні не виявлено.

Ключові слова: кваліфіковані спортсмени, тестостерон, кортизол, інсулін, фізичне навантаження.

EFFECT OF INTENSIVE PHYSICAL LOADS ON TESTOSTERONE, CORTISOL AND INSULIN BLOOD CONCENTRATIONS IN ELITE ATHLETES

Maydanyuk E.V., Vdovenko N.V.

State Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports, Kyiv, Ukraine
darinam7@gmail.com

The aim of the work was to investigate the effect of intense physical activity on testosterone, cortisol and insulin blood concentration in elite athletes. The study was conducted with the participation of 26 elite athletes of endurance events. This study assessed the resting hormones concentration before exercise and acute response of hormones concentration after intensive physical loads. The influence of intensive physical loads with different direction (strength and speed vs incremental load to VO_2 max achievement) was investigated.

The average values of total testosterone in blood serum, measured at rest before exercise were $28,2 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$, 40 minutes after exercise — $19,2 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$. The mean concentration of cortisol was $506,2 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$, after physical activity — $518,1 \text{ nmol} \cdot \text{l}^{-1}$. The average value morning insulin concentration was $6,6 \text{ } \mu\text{IU} \cdot \text{l}^{-1}$, after loading $5,6 \text{ } \mu\text{IU} \cdot \text{l}^{-1}$. It was established a significant ($p = 0.001$) decrease of the total testosterone concentration after intensive physical loads; the registered changes in the blood cortisol and insulin concentrations were not statistically significant. A significant correlation was established ($p \leq 0.05$) between the maximum oxygen consumption ($\text{VO}_{2\text{max}}$, $\text{ml} \cdot \text{min} \cdot \text{kg}^{-1}$) and testosterone concentration ($r = 0.76$ resting morning concentration, $r = 0.87$ after intensive physical loads), cortisol ($r = 0.69$) and insulin ($r = 0.51$) after exercising.

It was established the differences in testosterone concentration due intensive physical loads with various direction (strength and speed vs incremental load to VO_2 max achievement). The significant difference of cortisol and insulin concentration depending the physical test was not found in this study.

Key words: athletes, testosterone, cortisol, insulin, physical activity.