3.Первачук О. І., Одеров А. М., Мітова О. О. Рекомендації щодо вдосконалення організації процесу навчання прийомам рукопашного бою курсантів військових навчальних закладів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15.* 2022. Вип. 12(158). С. 105–109. DOI: https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).23

4.Романчук С. В. Фізична підготовка курсантів військових навчальних закладів Сухопутних військ ЗС України : [монографія]. Львів : АСВ, 2012. 367 с.

5.Ягодзінський В. П., Балдецький А. А., Барковський Д. О. та ін. Вплив інтенсивного функціонального тренування на показники фізичного стану курсантів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15.* 2022. Вип. 12(158). С. 156–160. DOI: https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).34

6.Higaonna M. Traditional Karate-do: Okinawa Goju-ryu. Vol. 1: Fundamental Techniques. Tokyo : Minato Research, 1985. 240 p.

Reference

1.Krutsevych, T. Yu., Panhelova, N. S., & Kryvchykova, O. D. (2017). *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia* [Theory and methodology of physical education]. Kyiv: Olimpiiska literatura [in Ukrainian].

2.Ministerstvo oborony Ukrainy (2021) Nakaz Ministra oborony Ukrainy vid 05 serpnia 2021 roku № 225 Pro zatverdzhennia Instruktsii z fizychnoi pidhotovky v systemi Ministerstva oborony Ukrainy [Order of the Ministry of Defense of Ukraine No. 225 "On approval of the Instruction on physical training in the system of the Ministry of Defense of Ukraine"]. Kyiv, 340 p. https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/mou_2021/225_nm.pdf [in Ukrainian].

3.Pervachuk, O. I., Oderov, A. M., & Mitova, O. O. (2022). Rekomendatsii shchodo vdoskonalennia orhanizatsii protsesu navchannia pryiomam rukopashnoho boiu kursantiv viiskovykh navchalnykh zakladiv [Recommendations for improving the organization of the process of teaching hand-to-hand combat techniques to cadets of military educational institutions]. *Scientific Journal of National Pedagogical Dragomanov University. Series 15*, 12(158), 105–109. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).23 [in Ukrainian].

4.Romanchuk, S. V. (2012). *Fizychna pidhotovka kursantiv viiskovykh navchalnykh zakladiv Sukhoputnykh viisk ZS Ukrainy* [Physical training of cadets of military educational institutions of the Land Forces of the AFU]. Lviv: ASV [in Ukrainian].

5.Yahodzinskyi, V. P., Baldetskyi, A. A., Barkovskyi, D. O., et al. (2022). Vplyv intensyvnoho funktsionalnoho trenuvannia na pokaznyky fizychnoho stanu kursantiv [Influence of intensive functional training on the physical state indicators of cadets]. *Scientific Journal of National Pedagogical Dragomanov University. Series 15*, 12(158), 156–160. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.12(158).34 [in Ukrainian].

6.Higaonna, M. (1985). *Traditional Karate-do: Okinawa Goju-ryu. Vol. 1: Fundamental Techniques*. Tokyo: Minato Research [in English].

Стаття надійшла до редакції / Received 02.06.2026
Прийнята до друку / Accepted 26.07.2026
Опубліковано / Published 04.08.2026

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.07(207).26

Россоха Г. В.
молодший науковий співробітник лабораторії ергогенних чинників у спорті
Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту
http://orcid.org/0000-0003-2173-5068
Вдовенко Н. В.
кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,
завідувачка лабораторії ергогенних чинників у спорті
Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту
http://orcid.org/0000-0002-3097-5920
Гусарова А. М.
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, старший дослідник,
старший науковий співробітник лабораторії ергогенних чинників у спорті
Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту
http://orcid.org/0000-0002-9950-3980

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ГОРМОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СПОРТСМЕНІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РІЗНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ

Постановка проблеми. Інтенсивні фізичні навантаження, які виконують спортсмени у спорті вищих досягнень суттєво впливають на ендокринну систему, запускаючи каскад гормональних реакцій, які забезпечують адаптацію організму до стресу, викликаного навантаженням. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю систематизації сучасних даних щодо гормональної реакції залежно від домінуючого у виді спорту типу енергозабезпечення, що дозволило би розробити більш точні рекомендації для моніторингу функціонального стану спортсменів та корекції тренувального процесу. Мета дослідження. Аналіз та систематизація сучасних наукових даних щодо особливостей базальної та постнавантажувальної концентрацій кортизолу, тестостерону та вітаміну 25(OH)D спортсменів різної спеціалізації з урахуванням переважаючого типу енергозабезпечення. Методи. Теоретичний аналіз та узагальнення даних сучасної наукової літератури та наукових публікацій у базах даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar. Результати дослідження. Наведені дані підтверджують, що

гормональна адаптація у спортсменів є специфічною залежно від типу навантаження та домінуючого типу енергозабезпечення.

Ключові слова: кваліфіковані спортсмени, гормональна реакція, тип енергозабезпечення.

Rossokha Halyna, Vdovenko Nataliia, Husarova Anna. Peculiarities of adaptation of the endocrine system of athletes to various types of physical exercises. *Statement of the Problem. The intense physical exertion experienced by athletes in elite sports significantly affects the endocrine system, triggering a cascade of hormonal responses that enable the body to adapt to exercise-induced stress. The relevance of this study stems from the need to systematize current data on hormonal responses depending on the predominant energy supply type in a given sport, which would enable the development of more precise recommendations for monitoring athletes' functional status and adjusting the training process. Research Objective. To analyze and systematize current scientific data on the characteristics of basal and post-exercise concentrations of cortisol, testosterone, and vitamin 25(OH)D in athletes of various specializations, taking into account the predominant energy supply type. Methods. Theoretical analysis and synthesis of data from current scientific literature and scientific publications in the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. Research results. Current data on hormonal responses to various types of physical exercise were analyzed. The presented data confirm that hormonal adaptation in athletes is specific depending on the type of exercise and the dominant energy supply type. The data obtained are important for developing standardized protocols for hormone monitoring and refining training programs for athletes, taking into account the specific characteristics of the endocrine system's adaptive changes. The results of the analysis indicate the need for further research and consideration of a number of factors that may influence hormone levels: the specifics of the sport and energy supply type, as well as the athlete's individual characteristics.*

Keywords: *elite athletes, hormonal response, energy supply type.*

Постановка проблеми. Сучасний спорт вимагає від спортсменів виконання значних обсягів інтенсивних фізичних навантажень, що може призводити до дисбалансу анаболічних і катаболічних процесів та розвитку синдрому перетренованості [9; 20]. Інтенсивні фізичні навантаження, які виконують спортсмени у спорті вищих досягнень суттєво впливають на ендокринну систему, запускаючи каскад гормональних реакцій, які забезпечують адаптацію організму до стресу, викликаного навантаженням. [1; 20; 29]. Розуміння цих механізмів є критично важливим для оптимізації тренувального процесу, профілактики перетренованості та підвищення спортивної результативності [29; 34].

Аналіз літературних джерел. На даний час в літературі широко представлено інформацію стосовно реакції окремих гормонів на різні фізичні навантаження [6; 7; 8; 15; 19; 21; 24; 27; 28], водночас недостатньо наукових праць, в яких систематизовано кількісні дані щодо адаптаційних змін в реакції кортизолу, тестостерону та вітаміну Д в видах спорту з різним видом енергозабезпечення. Крім того, порівняльний аналіз результатів різних досліджень може бути складним, оскільки експериментальні умови, час та період забору крові мають розбіжності в різних публікаціях, проте загальні закономірності гормональної реакції все ж простежуються.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю систематизації сучасних даних щодо гормональної реакції залежно від домінуючого у виді спорту типу енергозабезпечення, що дозволило би розробити більш точні рекомендації для моніторингу функціонального стану спортсменів та корекції тренувального процесу.

Наукова новизна роботи полягає у систематизації кількісних показників кортизолу, тестостерону та вітаміну 25(OH)D у спортсменів різних спеціалізацій із приведенням отриманих даних до уніфікованих одиниць вимірювання.

Мета дослідження. Аналіз та систематизація сучасних наукових даних щодо особливостей базальної та постнавантажувальної концентрацій кортизолу, тестостерону та вітаміну 25(OH)D спортсменів різної спеціалізації з урахуванням переважаючого типу енергозабезпечення.

Дослідження проведено в межах наукової теми «Дослідження метаболічних зрушень та їх корекція за умов інтенсивних фізичних навантажень у кваліфікованих спортсменів пріоритетних видів спорту» (державний реєстраційний номер 0125U001057).

Матеріали і методи дослідження. Проведено аналіз наукових публікацій у базах PubMed, Scopus та Web of Science за період з 2018 по 2026 рік.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гормони відіграють важливу роль в регуляції багатьох фізіологічних процесів, зокрема енергетичного обміну, гідратації, синтезі та розпаду м'язового білка тощо. Для розуміння впливу фізичного навантаження на ендокринну систему дуже важливо розрізняти гостру гормональну відповідь на окреме тренування та тривалий вплив регулярних навантажень на гормональний профіль спортсмена [19; 29]. Гострий вплив разового фізичного навантаження викликає зміни в концентрації гормонів у крові та залежить від інтенсивності, тривалості тренувань, інтервалів відпочинку, швидкості повторення вправ [19; 29]. Цілеспрямоване керування цими параметрами тренувального процесу тренування надає змогу оптимізувати ендокринну відповідь і таким чином підвищити ефективність вправ для досягнення потрібного результату [29]. Зміни в режимі фізичних вправ можуть спричиняти коливання величини гормональних реакцій, проте при оцінці довготривалих адаптаційних ефектів слід аналізувати рівні гормонів у стані спокою (базальні рівні) та їхню реакцію на наступні періоди фізичних вправ і відновного періоду [14; 29]. Базальні рівні гормонів після тривалих тренувань зазвичай демонструють специфічні зміни – незначне збільшення або незначне зменшення, а ендокринна відповідь на навантаження послаблюється порівняно з тим рівнем, що був на початку тренувального періоду. Така відповідь ендокринної системи пояснюється зниженою стресовою реакцією на тренування та підвищенням чутливості тканин-мішеней [19; 29].

Серед численних гормонів, які беруть участь у відповіді на фізичне навантаження ключову роль відіграють кортизол – основний катаболічний гормон, що відображає активність гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової вісі [20] та

тестостерон – анаболічний гормон, що забезпечує синтез білка та ріст м'язової тканини [7; 20; 21]. Останнім часом увагу вчених також зосереджено на дослідженні вітаміну Д, який крім своєї класичної ролі в кальцієво-фосфорному обміні розглядається як важливий модулятор гормональної відповіді організму [3; 10; 11; 15; 16].

Ендокринна відповідь на фізичне навантаження відбувається у вигляді послідовних фаз та структуровано описана в роботах вчених [1; 2; 17]. В видах спорту на витривалість, де переважає аеробний компонент енергозабезпечення та окислювальний метаболізм відбувається тривала активація кортизолу та хронічне пригнічення гіпоталамо-гіпофізарно-гонадної осі [20; 37]. У видах спорту де переважає анаеробний або змішаний вид енергозабезпечення завдяки періодичним високоінтенсивним скороченням м'язів стимулюється викид тестостерону, що забезпечує підтримання анаболічних процесів [18; 37].

Таким чином, особливості різних видів тренувального навантаження викликають специфічну для різних видів спорту гормональну адаптацію. Підтвердженням цього є результати сучасних досліджень, в яких проаналізовано особливості гормональної відповіді організму залежно від характеру та тривалості фізичних навантажень[18; 23; 37]. Зокрема, результати досліджень Kabir M.S. та ін [24] демонструють різницю впливу аеробних та анаеробних вправ на гормональну адаптацію у спортсменів. В даній роботі було показано, що анаеробні вправи впродовж 12-ти тижневого тренувального циклу призвели до зростання рівня тестостерону на 14,7 %, в той час як спортсмени, які виконували аеробне навантаження впродовж того ж самого періоду часу продемонстрували збільшення рівня цього гормону лише на 7,2%. Динаміка рівня кортизолу в цьому дослідженні демонструвала збільшення його рівня впродовж 6 тижнів тренувань як при аеробних так і при анаеробних навантаженнях, однак до 12 тижня показники майже повернулися до вихідних значень.

Кортизол вважається основним глюкокортикоїдом організму, який виробляється у наднирниках та є одним із ключових гормонів, які беруть участь у реакції організму на фізичне навантаження [20], відомий своїми катаболічними та протизапальними функціями, проте тривале підвищення його рівня може негативно впливати на фізичну результативність [29]. Виділення цього гормону модулюється циркадними ритмами, проте на його виділення суттєво впливають такі фактори як харчування, психологічний стрес та зневоднення. Збільшення рівня кортизолу, що спостерігається під час фізичних навантажень, має вирішальне значення для контролю та регуляції енергетичного обміну, а отже, і продуктивності при фізичних навантаженнях [2]. За умов виконання навантажень на витривалість його рівень в крові підвищується, забезпечуючи підтримку енергетичного балансу шляхом деградації білків, гідролізу тригліцеридів та глюконеогенезом в печінці [20]. Після закінчення виконання фізичного навантаження концентрація кортизолу починає знижуватись та повертається до базальних рівнів, причому після навантажень максимальної інтенсивності процес відновлення може займати до 48 годин [19].

Секреція тестостерону, що регулюється через гіпоталамо-гіпофізарно-гонадну вісь, зазвичай зростає після високоінтенсивних вправ через стимуляцію тестикулярного стероїдогенезу, опосередковану лютеїнізуючим гормоном [18], величина його зростання може змінюватися залежно від загального обсягу вправ та задіяної м'язової маси. На противагу цьому, рівень кортизолу, який секретується корою надниркових залоз і регулюється гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової віссю, збільшується після фізичних вправ, головним чином через метаболічний стрес, збільшені витрати енергії та психологічне напруження [31].

В дослідженнях вчених Sivaprakasam & Subramanian [22]. було показано що спортсмени, які спеціалізувались в видах спорту з різним видом енергозабезпечення мали різні показники кортизолу та тестостерону, хоча ці відмінності не були достовірними. Дослідження інших вчених не показали суттєвих відмінностей кортизолу між різними видами спорту [38].

З огляду на вищевикладене актуальним є систематизація сучасних даних щодо кількісних показників зазначених гормональних маркерів. Аналіз ключових публікацій останніх років (2018-2026 рр.) дозволив систематизувати референтні та постнавантажувальні значення кортизолу, тестостерону та вітаміну Д у спортсменів різної спеціалізації (таблиця 1).

Оскільки в проаналізованих публікаціях було наведено різні одиниці виміру, для коректного порівняння виконано перерахунок в уніфіковані одиниці за такими формулами:

- кортизол: 1нг/мл = 2,759 нмоль/л;
- тестостерон: 1нг/мл = 3,467 нмоль/л;
- вітамін Д (25(OH)D: 1нг/мл = 2,496 нмоль/л.

Аналіз сучасних публікацій (2018–2026 рр.) показав, що базальний рівень кортизолу у висококваліфікованих спортсменів варіює у широкому діапазоні – від 246,2 нмоль/л до 487,4 нмоль/л (таблиця 1). Серед досліджень, в яких велось спостереження в окремому виді спорту найнижчі базальні значення зафіксовано у бігунів на довгі та середні дистанції (від 246,2 нмоль/л до 264 нмоль/л) [4; 5]. Проміжний рівень кортизолу спостерігається в дослідженнях на футболістах – 357,6-374,5 нмоль/л [30; 35].

Найбільш високий базальний рівень кортизолу було зафіксовано у борців змішаних видів спорту - від 408,3 до 465,5 нмоль/л [32; 39]. Деякі автори пояснюють такий рівень кортизолу в єдиноборствах окрім впливом специфічних для цього виду спорту фізичних навантажень, ще і додатковою емоційною складовою таких видовищних видів спорту [32]. Менший рівень кортизолу в аеробних та змішаних (аеробно-анаеробних) видах спорту може бути обумовлений зниженою стресовою реакцією на тренування та підвищенням чутливості тканин-мішеней до глюкокортикоїдів [35].

Таблиця 1.

Референтні значення гормонів у спортсменів в наукових публікаціях (2018-2025 рр.)

Гормон	вид спорту	умови вимірювання	одиниці виміру		Автор, посилання
			в оригінальному дослідженні	уніфіковані нмоль/л	
Кортизол	ММА	Вихідний рівень	168,71±41,66 нг/мл	465,5±114,9	Tota L, Wiecha S, 2022 [39]
		12 тижнів тренувань	250,86±45,98 нг/мл	692,1±126,9	
		Базальний через 2 тижні відновлення	179,77±40,17 нг/мл	496,0±110,8	
		Через 1 год після спарингу	278,49±34,42 нг/мл	768,3±95,0	
		Через 24 години після поєдинку	208,43±47,12 нг/мл	575,2±130,0	
	ММА	Вихідний рівень	~ 148±30 нг/мл	~ 408,3±82,8	Ostapiuk-Karolczuk et al., 2025 [32]
		Після 1 тижня тренувань	~ 185±25 нг/мл	~ 510,4±69,0	
		Після 3 тижнів тренувань	~ 170±17 нг/мл	~ 469,0±46,9	
	ватерполісти та борці	Вихідний рівень	~ 270±130 нмоль/л	~ 270±130	Popovic et al., 2019 [33]
		Максимальне навантаження	~ 400±300 нмоль/л	~ 400±300	
	бігуни (дистанція 1500, 5000 м)	Вихідний рівень	89,26±21,85 нг/мл	246,2±60,3	Alves et al., 2020 [5]
		Через 3 місяці	91,41±27,32 нг/мл	252,2±75,4	
		Через 9 місяців (пік)	103,9±38,04 нг/мл	286,7±105,0	
	бігуни (довгі та середні дистанції)	Вихідний рівень	95,81±33,85 нг/мл	264±93,4	Alves et al., 2020 [4]
	футболісти	Вихідний рівень	135,75±15,19 нг/мл	374,5±41,9	Saidi et al., 2020 [35]
		Період ігор без перевантаження (6 тижнів)	134,56±14,31 нг/мл	371,2±39,5	
		Після насиченого періоду (12 тижнів від вихідного рівня)	135,75±10,58 нг/мл	374,5±29,2	
	футболісти	Вихідний рівень (початок січня)	357,6±133,0 нмоль/л	357,61±133,0	Michalczyk, M., 2020 [30]
		Зимовий період (кінець січня)	469,5±142,4 нмоль/л	469,47±142,4	
		Влітку	739,5±180,1 нмоль/л	739,53±180,1	
		Після добавок віт Д	517,38±127,8	517,38±127,8	
	біатлон, весляри, боксери, сучасне пятиборство	Вихідний рівень	487,4±48,2 нмоль/л	487,4±48,2	Maidaniuk et al., 2022 [27]
		Через 1 год після VO_2max тесту	578,1±44,3 нмоль/л	578,1±44,3	
Тестостерон	ММА	Вихідний рівень	4,97±0,60 нг/мл	17,2±2,1	Tota & Wiecha, 2022 [39]
		12 тижнів тренувань	5,50±0,70 нг/мл	19,06±2,4	
		Базальний через 2 тижні відновлення	5,74±0,65 нг/мл	19,9±2,3	
		Через 1 год після спарингу	5,23±0,46 нг/мл	18,1±1,6	
		Через 24 години після поєдинку	5,83±0,81 нг/мл	20,2±2,8	
	ММА	Вихідний рівень	~ 9,6±1,9 нг/мл	~ 33,2±6,6	Ostapiuk-Karolczuk et al., 2025 [32]
		Після 1 тижня тренувань	~ 8,9±0,6 нг/мл	~ 30,9±2,1	
		Після 3 тижнів тренувань	~ 9,5±1,0 нг/мл	~ 32,9±3,5	
	ватерполісти та борці	Вихідний рівень	~ 18±7,0 нмоль/л	~18±7,0	Popovic et al., 2019 [33]
		Максимальне навантаження	~23±6,0 нмоль/л	~23±6,0	
	бігуни	Вихідний рівень	6,59±0,92 нг/мл	22,8±3,2	Alves et al.,

	(дистанція 1500, 5000 м)	Через 3 місяці (мінімум)	5,83±1,10 нг/мл	20,2±3,8	2020 [5]
		Через 9 місяців	7,01±1,5 нг/мл	24,3±5,2	
	бігуни (довгі та середні дистанції)	Вихідний рівень	6,52±1,14 нг/мл	22,6±4,0	Alves et al., 2020 [4]
	легкоатлети	грудень-серпень (підготовчо-змагальний період	539,8±21,7 нг/дл	18,7±0,8	Krzywański, J., 2020 [25]
		вересень-листопад (перехідний період)	618,1±31,2 нг/дл	21,4±1,1	
	футболісти	Вихідний рівень	6,14±2,30 нг/мл	21,3±8,0	Saidi et al., 2020 [35]
		Період ігор без перевантаження (6 тижнів)	6,14±2,30 нг/мл	21,3±8,0	
		Після інтенсивного періоду	5,08±1,83 нг/мл	17,6±6,3	
	футболісти	Вихідний рівень (початок січня)	19,22±4,8 нмоль/л	19,22 ± 4,8	Michalczyk, M. (2020). [30]
		Зимовий період (кінець січня)	23,86±6,5 нмоль/л	23,86 ± 6,5	
		Влітку	20,42±5,3 нмоль/л	20,42±5,3	
		Після добавок вітаміну Д	28,25±3,2 нмоль/л	28,25±3,2	
	весляри	Вихідний рівень	7,12±0,40 нг/мл	24,7±1,4	Wiciński, M., 2023. [40]
		після 6 місяців тренувального сезону	6,59±0,35 нг/мл	22,8±1,2	
	біатлон, весляри, боксери, сучасне пятиборство	Вихідний рівень	25,4±1,94 нмоль/л	25,4±1,9	Maidaniuk et al., 2022 [27]
		Через 1 год після VO_2max тесту	17,23±1,3 нмоль/л	17,2±1,3	
Вітамін D	легкоатлети	грудень-серпень (підготовчо-змагальний період	40,1±1,6 нг/мл	100,3±4,0	Krzywański, J., 2020 [25]
		вересень-листопад (перехідний період)	32,8±0,9 нг/мл	82,0±2,3	
	гімнасти	Вихідний рівень	21,20±4,16± нг/мл	52,9±10,4	Mieszkowski et al., 2025 [31]
	хокеїсти	Вихідний рівень	30,3±14,9 нг/мл	75,8±37,2	Fitzgerald et al., 2018 [15]
	регбі	Вихідний рівень	93±19 нмоль/л	93±19	Fairbairn, 2018 [13]
	футболісти	Вихідний рівень (початок січня)	~ 24±5 нг/мл	~ 60,0±12,5	Michalczyk, M., 2020 [30]
		Зимовий період (кінець січня)	~ 32±7 нг/мл	~ 80,0±17,5	
		Влітку	~ 35±8 нг/мл	~ 87,5±20,0	

Аналіз динаміки кортизолу впродовж тренувальних циклів в різних наукових роботах показав також деякі відмінності. Так, у дослідженнях на футболістах [35] не відмічалось його збільшення впродовж 12 тижневого циклу тренувань, що на думку авторів є показовими для розуміння довготривалої гормональної адаптації в змішаних (аеробно-анаеробних) видах спорту та може відображати високу адаптаційну здатність елітних футболістів до тренувальних і змагальних навантажень, а також ефективні механізми відновлення між матчами. В дослідженні на бігунах [5] відмічалось зростання рівня кортизолу через 9 місяців тренувань порівняно із вихідним рівнем (таб 1). В інших роботах представлених в таблиці вище, термін досліджень адаптації гормональної системи був більш короткотривалим.

На думку деяких авторів базальний рівень кортизолу не завжди відображає ступінь навантаження [35]. Наприклад, у футболістів, незважаючи на насичений графік матчів (1,67 матчі на тиждень), базальний кортизол залишався стабільним, тоді як тестостерон значно знизився [35], що може вказувати на те, що тестостерон може бути більш чутливим маркером накопиченої втоми, ніж кортизол.

Наступним важливим гормоном, який бере участь в адаптації до фізичних навантажень, є тестостерон. Він є основним анаболічним гормоном, який відіграє ключову роль у розвитку м'язової тканини [29]. Крім того, як показують останні дослідження він сприяє покращенню кровотоку у тканинах, покращує енергозабезпечення м'язів, збільшуючи кількість еритроцитів та доступність кисню, а також масу та якість мітохондрій, що у свою чергу, може сприяти підвищенню кисневої ємності крові та максимальної аеробної здатності (VO2max) [7]. Референтний діапазон значень тестостерону у здорових дорослих чоловіків складає 223–849 нг/дл (7,7–29,4 нмоль/л) [21]. Вважається, що високоінтенсивні, але короткочасні фізичні навантаження збільшують секрецію тестостерону та підвищують його рівень в стані спокою. Багато факторів можуть прямо чи опосередковано впливати на вміст тестостерону. Згідно наведеної таблиці рівень тестостерону в дослідженнях коливався у спортсменів від 17,2 до 33,2 нмоль/л. Отримані дані показали деякі суперечливі відмінності в дослідженні на борцях, так в одній роботі рівень цього гормону складав 17,2 нмоль/л [39], а в іншому дослідженні на борцях цей показник досягав 33,2 нмоль/л [32]. У бігунів та легкоатлетів рівень тестостерону мав проміжні значення: від 18,7 до 22,8 нмоль/л [4; 5; 25]. В роботі Krzywański J. та ін. [25] було показано що рівень тестостерону знижувався у підготовчо-змагальному періоді, та збільшувався у перехідному періоді підготовки.

В роботі вчених Sönksen P. та ін. [38] було проведено оцінку гормонального профілю спортсменів 15 видів олімпійського спорту. Результати досліджень показали, що концентрація тестостерону була низькою у пауерліфтерів, але не у важкоатлетів. Найвищі показники були визначені у баскетболістів та гірськолижників [38].

Слід зазначити, що зниження концентрації тестостерону може бути зумовлено не лише навантаженнями на витривалість, але і низьким рівнем доступності енергії [17; 12]. Крім того, зниження базальних значень тестостерону може спостерігатись в зимові періоди [3; 6; 26; 36]. Окрім того, було встановлено взаємозв’язок концентрації вітаміну D та тестостерону [3; 10; 36].

Важливу роль у фізичній активності відіграє вітамін D, який може моделювати потреби в енергії, впливати на стан запалення та механізми енергозабезпечення [26; 30; 31]. Було встановлено, що добавки вітаміну D можуть підвищувати рівень тестостерону та відмічено взаємозв’язок статусу вітаміну D з рівнем тестостерону в сироватці крові у чоловіків [26]. Проте, результати, що демонструють потенційний зв'язок між цими параметрами у спорті є суперечливими, оскільки деякі автори вказують на те, що немає зв'язку між змінами вітаміну D та тестостерону [25]. В дослідженні італійських вчених за участю футболістів було виявлено позитивний кореляційний зв'язок між рівнем вітаміну Д та концентрацією тестостерону влітку, коли рівень андрогену був вищим (сезон між змаганнями), але не виявили такого зв’язку взимку (сезон чемпіонату). Водночас, взимку було встановлено позитивний кореляційний зв'язок вітаміну Д з рівнем кортизолу, в той час як влітку такого зв’язку не спостерігалось і рівень кортизолу був меншим порівняно із зимовим періодом [3]. В іншому дослідженні на футболістах, де вивчався вплив добавок вітаміну Д, сезонне коливання вказаних гормонів було протилежне попередньо вказаному дослідженню [30]

Вітамін D здатний модулювати стресову реакцію, пригнічуючи активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової вісі. Так, деякі дослідження показують, що достатній рівень вітаміну D пов'язаний з менш вираженою кортизоловою відповіддю в умовах стресу [31].

Поряд із цим виявлено, що концентрація 25-гідроксивітаміну D (25[OH]D) у сироватці крові пов'язана з кращою аеробною [24] та анаеробною [16] результативністю у спортсменів, однак це потребує подальших досліджень [15]. Відсутні також дані стосовно рівнів вітаміну D у спортсменів із різними типами енергозабезпечення.

Дослідження останніх років показали (таб 1), що рівень вітаміну Д у спортсменів різної спеціалізації коливається у межах 52,9 - 100,3 нмоль/л [13; 15; 25; 30; 31].

Висновки.

Наведені дані підтверджують, що гормональна адаптація у спортсменів є специфічною залежно від типу навантаження та домінуючого типу енергозабезпечення. Цей висновок узгоджується з результатами інших вчених [29; 37], які наголосили, що ендокринну відповідь не можна інтерпретувати без урахування спортивної спеціалізації.

Найвищі значення кортизолу частіше спостерігалися в анаеробних видах спорту та змішаних єдиноборствах, які характеризуються високою інтенсивністю навантажень та значним психоемоційним компонентом. Водночас, у спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості підвищення вмісту кортизолу є більш помірним, а довготривалі тренування призводять до адаптаційного зниження реактивності кортизолу, що пояснюється зниженою стресовою реакцією на тренування та підвищенням чутливості тканин-мішеней до глюкокортикоїдів.

Загальний тестостерон є чутливим показником адаптації спортсменів до характеру тренувальних навантажень та ефективності відновних процесів. У спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості частіше реєстрували нижчі значення тестостерону, тоді як у представників швидкісно- силових видів спорту та єдиноборств визначалися вищі його концентрації.

Отримані дані є важливими для розробки уніфікованих протоколів гормонального моніторингу та вдосконалення тренувальних програм спортсменів з урахуванням особливостей адаптаційної перебудови ендокринної системи.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведеного аналізу вказують на необхідність подальших досліджень та врахування ряду факторів, які можуть впливати на рівень гормонів: специфіки спортивної дисципліни та типу енергозабезпечення, індивідуальних характеристик спортсмена (вік, рівень тренованості,етап підготовки, харчування тощо).

Практичне значення отриманих даних полягає в можливості використання систематизованих кількісних референтних значень, які наведені в таблиці 1 для оцінки гормонального статусу спортсменів різної спеціалізації, що

дозволить своєчасно виявляти ознаки порушення адаптації та оптимізувати стратегії тренувального процесу та відновлення.

Література

1. Осипенко Г. А., Вдовенко Н. В., Хмельницька Ю. К., Гусарова А. М., Россоха Г. В. Роль гормонів у метаболічній адаптації до фізичних навантажень. *Olympicus*. 2025. № 3. С. 131–142. URL: http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/23891

2. Россоха Г. В., Вдовенко Н. В., Гусарова А. М., Пшеничнова А. В. Гормональна реакція на різні види навантажень. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2026. Вип. 1(200). С. 197–202. DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.01(200).36

3. Abate M., DI Carlo L., Cocco G., Cocco A., Salini V. Testosterone, cortisol, vitamin D and oxidative stress and their relationships in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2022. Vol. 62, No. 3. P. 382–388. DOI: https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12094-8

4. Alves J., et al. Correlation between basal microminerals and hormones in middle- and long-distance high-level male runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, No. 24. P. 9473. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17249473

5. Alves J., Toro V., et al. Hormonal changes in high-level aerobic male athletes during a sports season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, No. 16. P. 5833. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17165833

6. Bellastella G., Pane E., Iorio S., De Bellis A., Sinisi A. A. Seasonal variations of plasma gonadotropin, prolactin, and testosterone levels in primary and secondary hypogonadism: Evidence for an independent testicular role. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2013. Vol. 36, No. 5. P. 339–342. DOI: https://doi.org/10.3275/8620

7. Bhasin S., Wang C., Chandra M. S., Gagliano-Jucá T., Jasuja R. Mechanisms of testosterone's anabolic effects on muscle and function: Controversies and new insights. *Endocrine Reviews*. 2026. Vol. 47, No. 2. P. 280–300. DOI: https://doi.org/10.1210/endrev/bnaf041

8. Budde H., Wegner M., Ahrens C., et al. Effects of acute coordinative vs. endurance exercise on cortisol concentration in healthy women and men. *Sports Medicine – Open*. 2025. Vol. 11, No. 1. P. 72. DOI: https://doi.org/10.1186/s40798-025-00884-z

9. Cadegiani F. A., Kater C. E. Eating, sleep, and social patterns as independent predictors of clinical, metabolic, and biochemical behaviors among elite male athletes: The EROS-PREDICTORS Study. *Frontiers in Endocrinology*. 2020. Vol. 11. P. 414. DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00414

10. Chen C., Zhai H., Cheng J., et al. Causal link between vitamin D and total testosterone in men: A Mendelian randomization analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2019. Vol. 104, No. 8. P. 3148–3156. DOI: https://doi.org/10.1210/jc.2018-01874

11. de la Puente Yagüe M., Collado Yurrita L., Ciudad Cabañas M. J., Cuadrado Cenzual M. A. Role of vitamin D in athletes and their performance: Current concepts and new trends. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, No. 2. P. 579. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12020579

12. Dipla K., Kraemer R. R., Constantini N. W., Hackney A. C. Relative energy deficiency in sports (RED-S): Elucidation of endocrine changes affecting the health of males and females. *Hormones*. 2021. Vol. 20, No. 1. P. 35–47. DOI: https://doi.org/10.1007/s42000-020-00214-w

13. Fairbairn K. A., Ceelen I. J., Skeaff C. M., Cameron C. M., Perry T. L. Vitamin D3 supplementation does not improve sprint performance in professional rugby players: A randomized, placebo-controlled, double-blind intervention study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018. Vol. 28, No. 1. P. 1–9. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0157.

14. Fink J., Schoenfeld B. J., Nakazato K. The role of hormones in muscle hypertrophy. *The Physician and Sportsmedicine*. 2018. Vol. 46, No. 1. P. 129–134. DOI: https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1406778

15. Fitzgerald J. S., Orysiak J., Wilson P. B., Mazur-Różycka J., Obminski Z. Association between vitamin D status and testosterone and cortisol in ice hockey players. *Biology of Sport*. 2018. Vol. 35, No. 3. P. 207–213. DOI: https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.74631

16. Fitzgerald J. S., Peterson B. J., Warpeha J. M., Johnson S. C., Ingraham S. J. Association between vitamin D status and maximal-intensity exercise performance in junior and collegiate hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015. Vol. 29, No. 9. P. 2513–2521. DOI: https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000887

17. Hackney A. C. Hypogonadism in exercising males: Dysfunction or adaptive-regulatory adjustment? *Frontiers in Endocrinology*. 2020. Vol. 11. P. 11. DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00011

18. Hackney A. C., Hosick K. P., Myer A., Rubin D. A., Battaglini C. L. Testosterone responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2012. Vol. 35, No. 11. P. 947–950. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03346740

19. Hackney A. C., Lane A. R. Exercise and the regulation of endocrine hormones. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 2015. Vol. 135. P. 293–311. DOI: https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.001

20. Hackney A. C., Walz E. A. Hormonal adaptation and the stress of exercise training: the role of glucocorticoids. *Trends in Sport Sciences*. 2013. Vol. 20, No. 4. P. 165–171.

21. Handelsman D. J., Hirschberg A. L., Bermon S. Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocrine Reviews*. 2018. Vol. 39, No. 5. P. 803–829. DOI: https://doi.org/10.1210/er.2018-00020

22. Hill E. E., Zack E., Battaglini C., Viru M., Viru A., Hackney A. C. Exercise and circulating cortisol levels: The intensity threshold effect. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2008. Vol. 31, No. 7. P. 587–591. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03345606

23. Kabir M. S., et al. Aerobic VS anaerobic exercise on body composition and hormonal adaptations in athletes and non-athletes: a randomized controlled trial. *Journal of Coaching and Sports Science*. 2025. Vol. 4, No. 1. P. 52–65.

24. Koundourakis N. E., Androulakis N. E., Malliaraki N., Margioris A. N. Vitamin D and exercise performance in professional soccer players. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9, No. 7. P. e101659. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101659

25. Krzywański J., Pokrywka A., Młyńczak M., Mikulski T. Is vitamin D status reflected by testosterone concentration in elite athletes? *Biology of Sport*. 2020. Vol. 37, No. 3. P. 229–237. DOI: https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.95633

26. Lombardi G., Vitale J. A., Logoluso S., et al. Circannual rhythm of plasmatic vitamin D levels and the association with markers of psychophysical stress in a cohort of Italian professional soccer players. *Chronobiology International*. 2017. Vol. 34, No. 4. P. 471–479. DOI: https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1297820

27. Maidaniuk O., Vdovenko N., Husarova A. Effect of intensive physical loads on plasma testosterone and cortisol concentration in elite athletes. *Physical Education Theory and Methodology*. 2022. Vol. 22, No. 3. P. 379–385. DOI: https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.3.12

28. Maidaniuk O., Vdovenko N., Rossokha H., Husarova A. Dynamics of insulin and glucose changes during early recovery after physical load in elite athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2024. Vol. 24, No. 11. P. 2034–2039. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2024.11301

29. Mennitti C., Farina G., Imperatore A., et al. How does physical activity modulate hormone responses? *Biomolecules*. 2024. Vol. 14, No. 11. P. 1418. DOI: https://doi.org/10.3390/biom14111418

30. Michalczyk M. M., Gołaś A., Maszczyk A., Kaczka P., Zając A. Influence of sunlight and oral D3 supplementation on serum 25(OH)D concentration and exercise performance in elite soccer players. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, No. 5. P. 1311. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12051311

31. Mieszkowski J., Brzezińska P., Kochanowicz M., et al. Circulating growth hormone, cortisol and testosterone in relation to vitamin D status: Influence of lower and upper body wingate anaerobic test in elite artistic gymnasts. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*. 2025. Vol. 17, No. 1. P. 252. DOI: https://doi.org/10.1186/s13102-025-01291-3

32. Ostapiuk-Karolczuk J., Dziewiecka H., Bojsa P., et al. Biochemical and psychological markers of fatigue and recovery in mixed martial arts athletes during strength and conditioning training. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, No. 1. P. 24234. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-09719-z

33. Popovic B., Popovic D., Macut D., et al. Acute response to endurance exercise stress: Focus on catabolic/anabolic interplay between cortisol, testosterone, and sex hormone binding globulin in professional athletes. *Journal of Medical Biochemistry*. 2019. Vol. 38, No. 1. P. 6–12. DOI: https://doi.org/10.2478/jomb-2018-0016

34. Rebelo A., Bishop C., Thorpe R. T., Turner A. N., Gabbett T. J. Monitoring training effects in athletes: A multidimensional framework for decision-making. *Sports Medicine*. 2026. Advance online publication. DOI: https://doi.org/10.1007/s40279-026-02417-4

35. Saidi K., et al. The interplay between plasma hormonal concentrations, physical fitness, workload and mood state changes to periods of congested match play in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*. 2020. Vol. 11. P. 835. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00835

36. Sim M. Y., Kim S. H., Kim K. M. Seasonal variations and correlations between vitamin D and total testosterone levels. *Korean Journal of Family Medicine*. 2017. Vol. 38, No. 5. P. 270–275. DOI: https://doi.org/10.4082/kjfm.2017.38.5.270

37. Sivaprakasam S., Subramanian A. Hormonal adaptation in Indian athletes of different sports with energy system dominance. *Journal of Physical Education and Sport*. 2025. Vol. 7, No. 2. P. 183–192.

38. Sönksen P. H., Holt R. I. G., Böhning W., et al. Why do endocrine profiles in elite athletes differ between sports? *Clinical Diabetes and Endocrinology*. 2018. Vol. 4. P. 3. DOI: https://doi.org/10.1186/s40842-017-0050-3

39. Tota Ł. M., Wiecha S. S. Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*. 2022. Vol. 10. P. e12708. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.12708

40. Wiciński M., Kuźmiński O., Kujawa A., Słomko W., Fajkiel-Madajczyk A., Słupski M., Jóźwik A., Kubiak K., Otto S. W., Malinowski B. Does intense endurance workout have impact on serum levels of sex hormones in males? *Biology*. 2023. Vol. 12, No. 4. P. 531. DOI: https://doi.org/10.3390/biology12040531

References

1. Osypenko, H. A., Vdovenko, N. V., Khmelnytska, Yu. K., Husarova, A. M., & Rossokha, H. V. (2025). Rol hormoniv u metabolichnii adaptatsii do fizychnykh navantazhen [The role of hormones in metabolic adaptation to physical loads]. *Olympicus*, (3), 131–142. DOI: http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/23891 [in Ukrainian].

2. Rossokha, H. V., Vdovenko, N. V., Husarova, A. M., & Pshenychnova, A. V. (2026). Hormonalna reaktsiia na rizni vydy navantazhen [Hormonal response to different types of loads]. *Naukovyi chasopys Ukrainskoho derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. Seriia 15*, 1(200), 197–202. DOI:https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.01(200).36 [in Ukrainian].

3. Abate, M., DI Carlo, L., Cocco, G., Cocco, A., & Salini, V. (2022). Testosterone, cortisol, vitamin D and oxidative stress and their relationships in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(3), 382–388. DOI: https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12094-8

4. Alves, J., et al. (2020). Correlation between basal microminerals and hormones in middle- and long-distance high-level male runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9473. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17249473

5. Alves, J., Toro, V., et al. (2020). Hormonal changes in high-level aerobic male athletes during a sports season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5833. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17165833

6. Bellastella, G., Pane, E., Iorio, S., De Bellis, A., & Sinisi, A. A. (2013). Seasonal variations of plasma gonadotropin, prolactin, and testosterone levels in primary and secondary hypogonadism: Evidence for an independent testicular role. *Journal of Endocrinological Investigation*, 36(5), 339–342. DOI: https://doi.org/10.3275/8620

7. Bhasin, S., Wang, C., Chandra, M. S., Gagliano-Jucá, T., & Jasuja, R. (2026). Mechanisms of testosterone's anabolic effects on muscle and function: Controversies and new insights. *Endocrine Reviews*, 47(2), 280–300. DOI: https://doi.org/10.1210/endrev/bnaf041

8. Budde, H., Wegner, M., Ahrens, C., et al. (2025). Effects of acute coordinative vs. endurance exercise on cortisol concentration in healthy women and men. *Sports Medicine – Open*, 11(1), 72. DOI: https://doi.org/10.1186/s40798-025-00884-z

9. Cadegiani, F. A., & Kater, C. E. (2020). Eating, sleep, and social patterns as independent predictors of clinical, metabolic, and biochemical behaviors among elite male athletes: The EROS-PREDICTORS Study. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 414. DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00414

10. Chen, C., Zhai, H., Cheng, J., et al. (2019). Causal link between vitamin D and total testosterone in men: A Mendelian randomization analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 104(8), 3148–3156. DOI: https://doi.org/10.1210/jc.2018-01874

11. de la Puente Yagüe, M., Collado Yurrita, L., Ciudad Cabañas, M. J., & Cuadrado Cenzual, M. A. (2020). Role of vitamin D in athletes and their performance: Current concepts and new trends. *Nutrients*, 12(2), 579. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12020579

12. Dipla, K., Kraemer, R. R., Constantini, N. W., & Hackney, A. C. (2021). Relative energy deficiency in sports (RED-S): Elucidation of endocrine changes affecting the health of males and females. *Hormones*, 20(1), 35–47. DOI: https://doi.org/10.1007/s42000-020-00214-w

13. Fairbairn, K. A., Ceelen, I. J., Skeaff, C. M., Cameron, C. M., & Perry, T. L. (2018). Vitamin D3 supplementation does not improve sprint performance in professional rugby players: A randomized, placebo-controlled, double-blind intervention study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(1), 1–9. DOI: https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0157

14. Fink, J., Schoenfeld, B. J., & Nakazato, K. (2018). The role of hormones in muscle hypertrophy. *The Physician and Sportsmedicine*, 46(1), 129–134. DOI: https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1406778

15. Fitzgerald, J. S., et al. (2018). Association between vitamin D status and testosterone and cortisol in ice hockey players. *Biology of Sport*, 35(3), 207–213.

16. Fitzgerald, J. S., Peterson, B. J., Warpeha, J. M., Johnson, S. C., & Ingraham, S. J. (2015). Association between vitamin D status and maximal-intensity exercise performance in junior and collegiate hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2513–2521. DOI: https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000887

17. Hackney, A. C. (2020). Hypogonadism in exercising males: Dysfunction or adaptive-regulatory adjustment? *Frontiers in Endocrinology*, 11, 11. DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00011

18. Hackney, A. C., Hosick, K. P., Myer, A., Rubin, D. A., & Battaglini, C. L. (2012). Testosterone responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise. *Journal of Endocrinological Investigation*, 35(11), 947–950. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03346740

19. Hackney, A. C., & Lane, A. R. (2015). Exercise and the regulation of endocrine hormones. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*, 135, 293–311. DOI: https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.001

20. Hackney, A. C., & Walz, E. A. (2013). Hormonal adaptation and the stress of exercise training: The role of glucocorticoids. *Trends in Sport Sciences*, 20(4), 165–171.

21. Handelsman, D. J., Hirschberg, A. L., & Bermon, S. (2018). Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocrine Reviews*, 39(5), 803–829. DOI: https://doi.org/10.1210/er.2018-00020

22. Hill, E. E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A., & Hackney, A. C. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: The intensity threshold effect. *Journal of Endocrinological Investigation*, 31(7), 587–591. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03345606

23. Kabir, M. S., et al. (2025). Aerobic VS anaerobic exercise on body composition and hormonal adaptations in athletes and non-athletes: A randomized controlled trial. *Journal of Coaching and Sports Science*, 4(1), 52–65.

24. Koundourakis, N. E., Androulakis, N. E., Malliaraki, N., & Margioris, A. N. (2014). Vitamin D and exercise performance in professional soccer players. *PLoS ONE*, 9(7), e101659. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101659

25. Krzywański, J., Pokrywka, A., Młyńczak, M., & Mikulski, T. (2020). Is vitamin D status reflected by testosterone concentration in elite athletes? *Biology of Sport*, 37(3), 229–237. DOI: https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.95633

26. Lombardi, G., Vitale, J. A., Logoluso, S., et al. (2017). Circannual rhythm of plasmatic vitamin D levels and the association with markers of psychophysical stress in a cohort of Italian professional soccer players. *Chronobiology International*, 34(4), 471–479. DOI: https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1297820

27. Maidaniuk, O., Vdovenko, N., & Husarova, A. (2022). Effect of intensive physical loads on plasma testosterone and cortisol concentration in elite athletes. *Physical Education Theory and Methodology*, 22(3), 379–385. DOI: https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.3.12

28. Maidaniuk, O., Vdovenko, N., Rossokha, H., & Husarova, A. (2024). Dynamics of insulin and glucose changes during early recovery after physical load in elite athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(11), 2034–2039. DOI: https://doi.org/10.7752/jpes.2024.11301

29. Mennitti, C., Farina, G., Imperatore, A., et al. (2024). How does physical activity modulate hormone responses? *Biomolecules*, 14(11), 1418. DOI: https://doi.org/10.3390/biom14111418

30. Michalczyk, M. M., Gołaś, A., Maszczyk, A., Kaczka, P., & Zając, A. (2020). Influence of sunlight and oral D3 supplementation on serum 25(OH)D concentration and exercise performance in elite soccer players. *Nutrients*, 12(5), 1311. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12051311

31. Mieszkowski, J., Brzezińska, P., Kochanowicz, M., et al. (2025). Circulating growth hormone, cortisol and testosterone in relation to vitamin D status: Influence of lower and upper body wingate anaerobic test in elite artistic gymnasts. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 17(1), 252. DOI: https://doi.org/10.1186/s13102-025-01291-3

32. Ostapiuk-Karolczuk, J., Dziewiecka, H., Bojsa, P., et al. (2025). Biochemical and psychological markers of fatigue and recovery in mixed martial arts athletes during strength and conditioning training. *Scientific Reports*, 15(1), 24234. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-09719-z

33. Popovic, B., Popovic, D., Macut, D., et al. (2019). Acute response to endurance exercise stress: Focus on catabolic/anabolic interplay between cortisol, testosterone, and sex hormone binding globulin in professional athletes. *Journal of Medical Biochemistry*, 38(1), 6–12. DOI: https://doi.org/10.2478/jomb-2018-0016

34. Rebelo, A., Bishop, C., Thorpe, R. T., Turner, A. N., & Gabbett, T. J. (2026). Monitoring training effects in athletes: A multidimensional framework for decision-making. *Sports Medicine*. Advance online publication. DOI: https://doi.org/10.1007/s40279-026-02417-4

35. Saidi, K., et al. (2020). The interplay between plasma hormonal concentrations, physical fitness, workload and mood state changes to periods of congested match play in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 11, 835. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00835

36. Sim, M. Y., Kim, S. H., & Kim, K. M. (2017). Seasonal variations and correlations between vitamin D and total testosterone levels. *Korean Journal of Family Medicine*, 38(5), 270–275. DOI: https://doi.org/10.4082/kjfm.2017.38.5.270

37. Sivaprakasam, S., & Subramanian, A. (2025). Hormonal adaptation in Indian athletes of different sports with energy system dominance. *Journal of Physical Education and Sport*, 7(2), 183–192.

38. Sönksen, P. H., Holt, R. I. G., Böhning, W., et al. (2018). Why do endocrine profiles in elite athletes differ between sports? *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 4, 3. DOI: https://doi.org/10.1186/s40842-017-0050-3

39. Tota, Ł. M., & Wiecha, S. S. (2022). Biochemical profile in mixed martial arts athletes. *PeerJ*, 10, e12708. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.12708

40. Wiciński, M., Kuźmiński, O., Kujawa, A., Słomko, W., Fajkiel-Madajczyk, A., Słupski, M., Jóźwik, A., Kubiak, K., Otto, S. W., & Malinowski, B. (2023). Does intense endurance workout have impact on serum levels of sex hormones in males? *Biology*, 12(4), 531. DOI: https://doi.org/10.3390/biology12040531

Стаття надішла до редакції / Received 06.06.2026
Прийнята до друку / Accepted 29.07.2026
Опубліковано / Published 04.08.2026

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.07(207).27
УДК 613.71:612.172:612.014.4

Седляр Ю.В.
Кандидат педагогічних наук, доцент
https://orcid.org/0000-0003-2763-6562
Кузюра Г.М.
Кандидат педагогічних наук, доцент
Глухівский національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, м. Глухів
https://orcid.org/0000-0001-5451-3782
Редько С.Ю.
Ст. викладач
Глухівский національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, м. Глухів
https://orcid.org/0000-0002-7227-6458
Петрикей О.О.
Ст. викладач
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка
https://orcid.org/0000-0003-0432-7484

ДОБОВА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЕДНІХ ЗНАЧЕНЬ ЧСС В ОЗДОРОВЧИХ КАРДІО-СИЛОВИХ ЗАНЯТТЯХ

Протягом дослідження добової варіабельності середніх значень ЧСС в кардіо-силових оздоровчих навантаженнях аналіз середньостатистичних даних продемонстрував, що ввечері вихідні значення ЧСС вищі ніж вранці як в стані повного спокою, так і безпосередньо перед виконанням навантаження, тобто в кінці відпочинку після розминки. Показано позитивний вплив розминки у вирівнюванні стану організму, що проявляється в зменшенні різниці між ранішнім і вечірнім пульсом безпосередньо перед навантаженням. Протягом навантаження виявлено