

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Hvozdiuk Ya. V.: <https://orcid.org/0000-0001-9377-4678>^{BC}

Seliuta A. A.: <https://orcid.org/0000-0002-5633-7038>^{BC}

Poliakova H. L.: <https://orcid.org/0000-0002-8692-3820>^{BCD}

Gurina T. M.: <https://orcid.org/0000-0001-8204-7985>^{AEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The Authors declare no conflict of interest. / Автори статті заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Poliakova Hanna Leonidivna / Полякова Ганна Леонідівна

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine / Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України

Ukraine, 61016, Kharkiv, 23 Pereyaslavska str. / Україна, 61016, м. Харків, вул. Переяславська 23

Tel.: +380686079167 / Тел.: +380686079167

E-mail: poliakova79ann@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

This article is distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution (CC-BY) License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited © All authors, 2026 / Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Received 11.10.2025 / Стаття надійшла 11.10.2025 року

Accepted 27.02.2026 / Стаття прийнята до друку 27.02.2026 року

Published 27.03.2026 / Опубліковано 27.03.2026 року

DOI 10.29254/2077-4214-2026-1-180-181-190

UDC 612.017:612.111:796.332.6-053.6

Dychko D. V., Dychko O. A., Kurylchenko I. Yu., Kushakova I. V., Klimenko Yu. S., Dychko V. V.

PHYSIOLOGICAL FEATURES OF ADAPTIVE STRESS IN YOUNG FEMALE FUTSAL PLAYERS

State higher educational institution «Donbas State Pedagogical University»

(Sloviansk - Dnipro, Ukraine)

v.v.dichko@ukr.net

Physical exertion in sports triggers a systemic reorganization of the body's regulatory mechanisms, which occurs through neuroendocrine and immune interactions and leads to the development of long-term functional adaptation. During adolescence, when growth and maturation are not yet complete, homeostatic stability is relatively fragile, increasing the risk of overexertion and the development of adaptive stress. This is particularly relevant for team sports, specifically futsal, which is characterized by high-intensity interval training, frequent changes in pace, and significant psycho-emotional stress.

The aim of the study was to assess the level of adaptive stress in 15- to 16-year-old female futsal players based on immunohaematological parameters of peripheral blood.

A group of athletes who train regularly and a control group of otherwise healthy peers without regular athletic training were examined. We determined the total white blood cell count and the white blood cell differential using the Romanovsky-Giemsa method, and calculated the integral adaptation index. Statistical significance was assessed using Student's t-test.

No statistically significant differences were found in total white blood cell count or red blood cell parameters between the groups. Female athletes showed an increase in the proportion of band neutrophils without the development of leukocytosis, indicating mobilization of the bone marrow reserve and training-induced activation of the immune system. The values of the adaptation index corresponded to control indicators, with a state of calm activation - characteristic of physiological adaptation - predominating.

Regular futsal training during adolescence contributes to the formation of an adequate adaptive response in the body without signs of chronic adaptive stress, confirming the safety of rationally dosed physical activity.

Key words: futsal, adolescents, adaptation, adaptive stress, immunohematological parameters.

Connection of the publication with planned research work.

This study was conducted as part of the research project "Investigation of the body's adaptive responses formed under the influence of various natural and social factors" (state registration number O115U003314).

Introduction.

Physical exercise in sports is regarded as a factor that triggers systemic reorganization of the body's regulatory mechanisms. The response to it is shaped by the interaction of neuroendocrine, immune, and metabolic processes, the balance of which determines an athlete's functional stability [1-12]. Under conditions of adequate training load, the efficiency of regulation increases, whereas excessive or prolonged stimulation leads to regulatory overload and the development of chronic adaptive stress [1-12].

In sports medicine practice, functional status is usually assessed using cardiovascular indicators and morphometric characteristics [1-12]. However, such parameters reflect only the body's activity and do not provide insight into the level of strain on regulatory mechanisms. For intermittent forms of physical activity, such as futsal, integral indicators of homeostatic changes are more informative [1-12].

The blood system, which is functionally linked to immune mechanisms, plays a particularly important role in the development of adaptive responses. The cellular composition of peripheral blood reflects interactions among the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, innate and adaptive immunity, and can serve as an indicator of adaptive stress [1-12].

The relevance of this issue increases during adolescence, when immune reactivity is fully developed and hormonal restructuring of regulatory systems occurs [1-12]. In female athletes aged 15-16, training loads are combined with age-related characteristics of immune homeostasis development, which increases the risk of inadequate adaptive responses [1-12].

Thus, determining the boundary between physiological adaptation and overexertion of regulatory mechanisms in young female athletes in team sports remains an important task of modern sports physiology.

Current concepts of the physiology of physical exercise interpret muscle activity as a factor in the systemic regulatory restructuring of the body [1-12]. It is accompanied by changes in the hormonal profile and the cellular composition of the blood, manifested by a redistribution of leukocyte populations and modifications in indicators of nonspecific resistance [1-12]. The nature of these changes depends on the intensity and duration of the stimulus and reflects the stage of the adaptation process [1-12].

It has been shown that moderate physical activity helps optimize immune regulation, whereas excessive or frequently repeated stimuli can cause transient suppression of immune reactivity and an accumulation of allostatic load [1-12]. In adolescents, response variability is higher due to the incomplete coordination of regulatory systems [1-12].

Team sports are characterized by a combination of metabolic and psychoemotional influences. In futsal, the alternation of accelerations and short-term recovery phases causes significant fluctuations in homeostasis [1-12]. However, most studies have been conducted with

adult athletes, while the physiological responses of adolescent female athletes remain understudied.

Recent studies demonstrate the potential use of comprehensive hematological parameters as markers of adaptive status in young athletes [1-12]. At the same time, their interpretation regarding the boundary between effective adaptation and overstrain of regulatory systems in female futsal players requires further clarification.

The aim of the study.

To identify the characteristics of adaptive stress in the organisms of 15- to 16-year-old female futsal players based on immunological and hematological parameters of peripheral blood, and to determine differences in adaptive responses compared to their peers who do not engage in regular sports activities.

Object and research methods.

The study involved girls aged 15-16. The participants were divided into two groups: the experimental group consisted of female athletes who regularly played futsal, while the control group included peers who did not engage in regular training.

The body's adaptive state was assessed based on integrated immunohaematological characteristics determined by the absolute and relative content of major peripheral blood cell populations.

Blood samples were obtained via capillary puncture in the morning (7:00-9:00 a.m.) on an empty stomach, on days without training sessions, and in the absence of signs of acute illness. The total white blood cell count was determined using a Goryaev chamber, and a differential white blood cell count was performed on blood smears stained with Romanovsky-Giemsa. Based on the obtained indicators, integral indices of the body's adaptive stress were calculated.

The study was conducted in accordance with the principles of bioethics and international guidelines for research involving human subjects. All participants and their legal representatives provided written informed consent to participate and to the use of their results for scientific purposes.

Statistical analysis of the results was performed using methods of variational statistics. The mean (M) and standard error of the mean ($\pm m$) were calculated. The significance of differences between independent samples was assessed using Student's t-test. A difference was considered statistically significant at $p < 0.05$.

Research results and their discussion.

The hematological examination conducted made it possible to assess the state of the blood system as an integrative mechanism for the body's adaptation to regular physical exercise.

The total white blood cell count in the female athletes and the control group showed virtually no difference ($6.16 \pm 0.74 \times 10^9/L$ and $6.14 \pm 0.73 \times 10^9/L$, respectively; $p > 0.05$). The absence of leukocytosis indicates that training loads do not cause acute stress reactions and correspond to the body's functional capabilities.

The leukocyte differential count also remained balanced (**fig. 1**). The ratio of key cells of innate and adaptive immunity showed no intergroup differences, indicating the stability of immune homeostasis.

At the same time, analysis of the neutrophil pool revealed a characteristic feature: female athletes showed

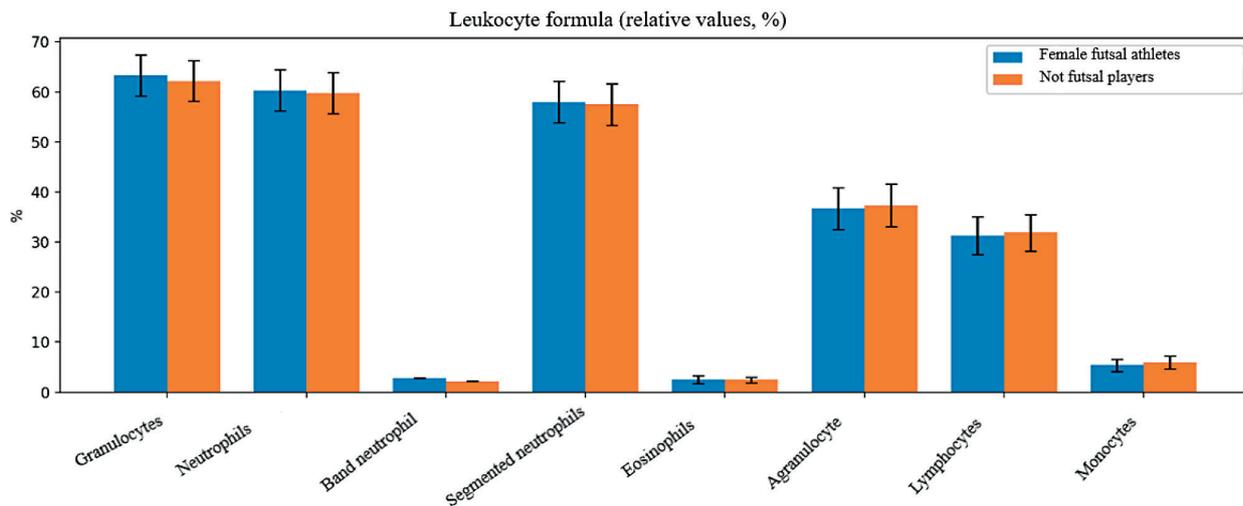


Figure 1 – Relative content of the main populations of peripheral blood leukocytes in female futsal athletes and girls of the control group, %.

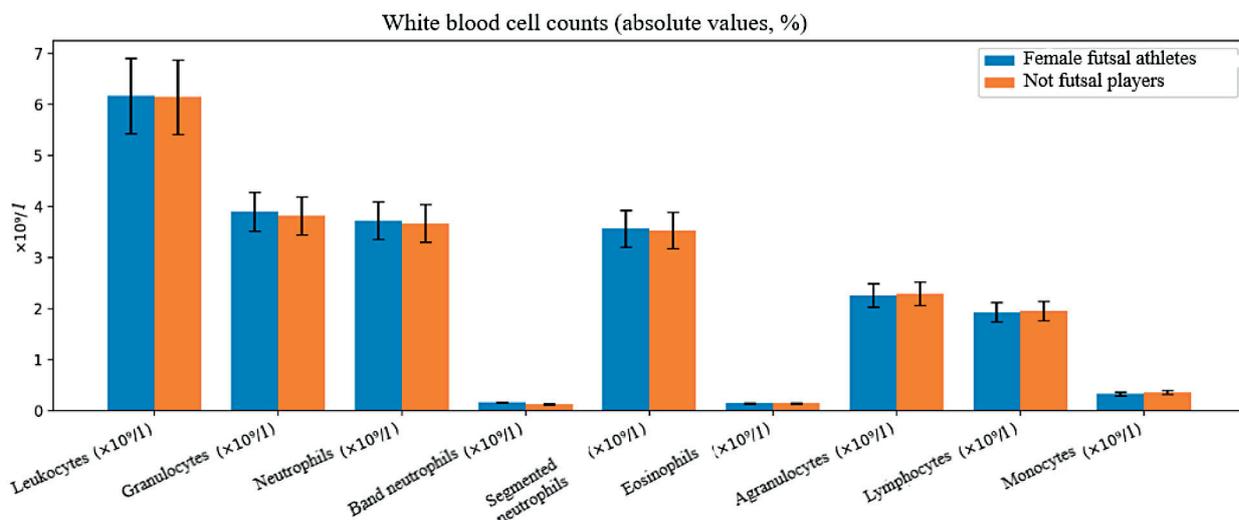


Figure 2 – Absolute number of main populations of peripheral blood leukocytes in female futsal athletes and girls of the control group.

a significant increase in the proportion of band neutrophils - by 28.31% relative and 30.77% absolute ($p < 0.05$). This was not accompanied by an increase in the total white blood cell count or a decrease in segmented neutrophils (fig. 2).

Lymphocytic and monocytic immunity remained stable. The relative content of lymphocytes was

$31.31 \pm 3.79\%$ in athletes and $31.88 \pm 3.61\%$ in controls ($p > 0.05$), monocytes – $5.38 \pm 1.22\%$ and $5.94 \pm 1.31\%$, respectively ($p > 0.05$). This indicates the absence of an immunosuppressive effect of training.

The eosinophil concentration and the erythrocyte sedimentation rate remained within normal limits, excluding the presence of an inflammatory process. Red

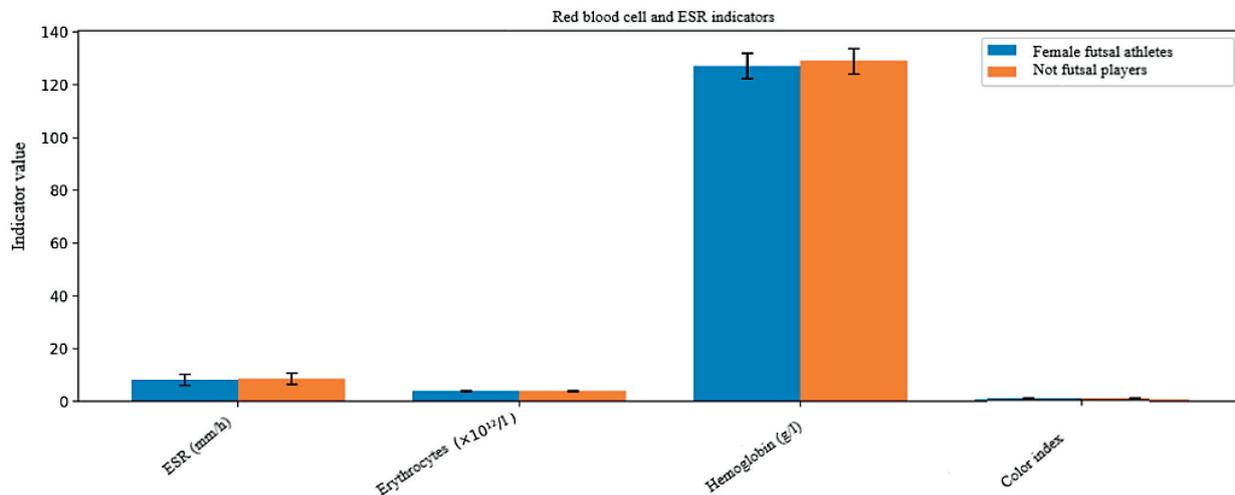


Figure 3 – Red blood cell parameters and erythrocyte sedimentation rate in female futsal athletes and girls in the control group.

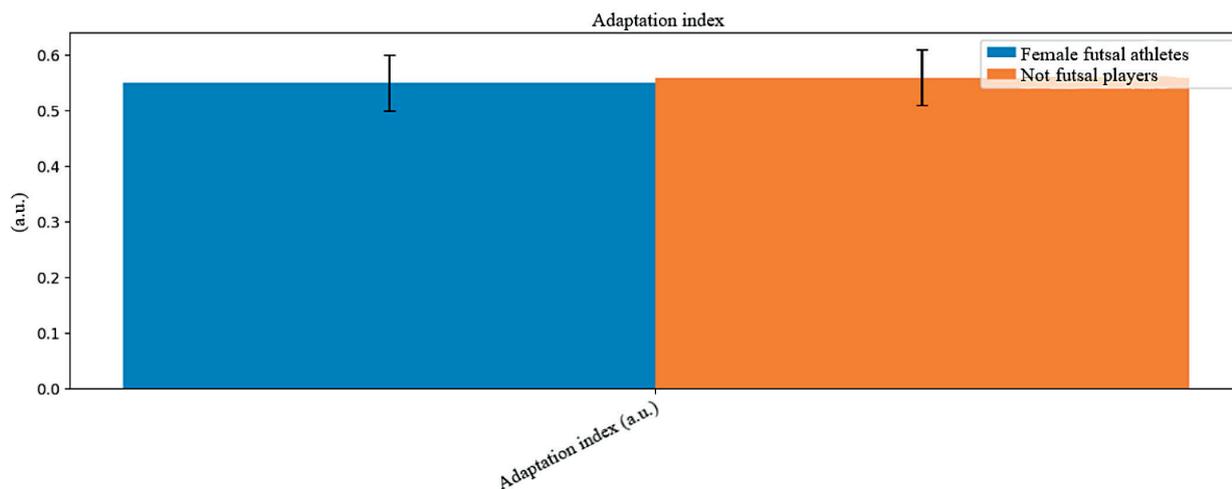


Figure 4 – Body adaptation index in female futsal athletes and girls in the control group.

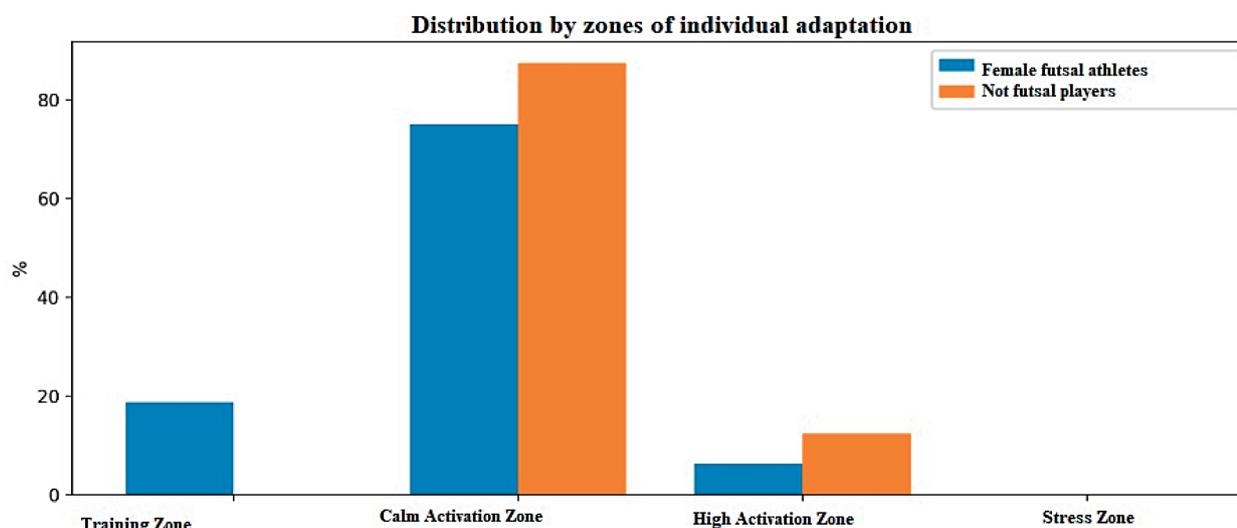


Figure 5 – Distribution of the examined adaptive and compensatory reactions of the body by zones in female futsal athletes and girls of the control group.

blood cell parameters (erythrocytes, hemoglobin, color index) also did not differ between groups (fig. 3). Thus, regular training is not accompanied by the development of anemic or hypoxic component of the load.

The obtained data characterize the hematological profile of female athletes as stable, with moderate activation of the neutrophil component, which reflects the formation of nonspecific resistance. The next stage was determining the integral indicator of adaptive stress. The adaptation index in female athletes was 0.55 ± 0.05 a.u., in the control group – 0.56 ± 0.05 a.u. ($p > 0.05$) (fig. 4). The absence of significant differences confirms the adequacy of training loads.

A slight tendency to decrease the index in female athletes may reflect the economization of functional reactions - a characteristic feature of a trained organism, when adaptation is provided by lower energy costs. Analysis of individual adaptive reactions showed that 75% of female athletes had a state of calm activation, 6.25% - increased activation, and 18.75% - a training reaction (fig. 5). No stress zone was detected.

In the control group, calm activation (87.5%) predominated, while the training response was not registered. This indicates that athletes form specific adaptive

mechanisms in response to regular physical activity, and not signs of functional overstrain.

Thus, in young futsal players, the formation of physiologically adequate adaptation to systematic training is observed, which is characterized by the stability of hematological indicators, moderate mobilization of the neutrophil reserve, economization of regulatory processes and the absence of manifestations of chronic adaptive stress.

The identified changes are compensatory-adaptive and consistent with the body's age-related functional capabilities.

Conclusions.

In futsal athletes aged 15-16, systematic physical activity forms a physiological type of adaptation without signs of maladaptation. The stability of hematological indicators in combination with an increase in the proportion of rod-shaped neutrophils reflects the activation of nonspecific immune defense without the development of an inflammatory reaction. The invariance of the adaptation index and the predominance of a state of calm activation indicate the economization of regulatory mechanisms and effective long-term adaptation of the body to futsal loads.

Prospects for further research.

Further work should be directed towards a comprehensive assessment of adaptive reactions by combining immunohematological, neuroendocrine, and met-

abolic indicators, and by dynamically monitoring them throughout the training cycle to early detect overstrain of adaptive mechanisms.

DOI 10.29254/2077-4214-2026-1-180-181-190

УДК 612.017:612.111:796.332.6-053.6

Дичко Д. В., Дичко О. А., Курильченко І. Ю., Кушакова І. В., Клименко Ю. С., Дичко В. В.

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОГО СТРЕСУ У ЮНИХ СПОРТСМЕНОК ФУТЗАЛІСТОК

**Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет»
(м. Слов'янськ - м. Дніпро, Україна)**

v.v.dichko@ukr.net

Фізичне навантаження у спорті спричиняє системну перебудову регуляторних механізмів організму, що реалізується через нейроендокринні та імунні взаємодії та забезпечує формування довготривалої функціональної адаптації. У підлітковому віці, коли процеси росту та дозрівання ще не завершені, стабільність гомеостазу є відносно вразливою, тому ризик перенапруження та розвитку адапційного стресу підвищується. Особливо це актуально для ігрових видів спорту, зокрема футболу, який характеризується інтервальним навантаженням високої інтенсивності, частими змінами темпу та значною психоемоційною напругою.

Мета дослідження – оцінити рівень адапційного напруження у спортсменок-футзалісток 15-16 років за імуногематологічними показниками периферичної крові.

Обстежено групу спортсменок, що систематично тренуються, та контрольну групу практично здорових одноліток без регулярних спортивних навантажень. Визначали загальну кількість лейкоцитів, лейкоцитарну формулу за методом Романовського-Гімзи, а також розраховували інтегральний адаптаційний індекс. Статистичну достовірність оцінювали за t-критерієм Стьюдента.

Достовірних відмінностей у загальній кількості лейкоцитів і показниках червоної крові між групами не встановлено. У спортсменок виявлено підвищення частки паличкоядерних нейтрофілів без розвитку лейкоцитозу, що свідчить про мобілізацію кістково-мозкового резерву та тренувальну активацію імунної системи. Значення адаптаційного індексу відповідали контрольним показникам, при цьому переважав стан спокійної активації, характерний для фізіологічної адаптації.

Регулярні тренування з футболу у підлітковому віці сприяють формуванню адекватної адаптаційної відповіді організму без ознак хронічного адаптаційного стресу, що підтверджує безпечність раціонально дозованого фізичного навантаження.

Ключові слова: футбол, підлітки, адаптація, адаптаційний стрес, імуногематологічні показники.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи «Дослідження адаптаційних реакцій організму, сформованих під впливом різноманітних природних і соціальних чинників» (номер державної реєстрації 0115U003314).

Вступ.

Фізичне навантаження у спорті розглядається як фактор, що викликає системну перебудову регуляторних механізмів організму. Реакція на нього формується через взаємодію нейроендокринних, імунних і метаболічних процесів, від збалансованості яких залежить функціональна стійкість спортсмена [1-12]. За умов адекватного тренувального впливу відбувається підвищення ефективності регуляції, тоді як надмірна або тривала стимуляція призводить до формування регуляторного перенапруження та розвитку хронічного адаптаційного стресу [1-12].

У практиці спортивної медицини оцінювання функціонального стану зазвичай базується на показниках серцево-судинної системи та морфометричних характеристиках [1-12]. Однак такі параметри відображають лише результат діяльності організму і не дають уявлення про рівень напруження механізмів

регуляції. Для інтермітуючих видів рухової активності, до яких належить футбол, більш інформативними є інтегральні показники гомеостатичних змін [1-12].

Особливе значення у формуванні пристосувальних реакцій має система крові, що функціонально пов'язана з імунними механізмами. Клітинний склад периферичної крові відображає взаємодію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи з факторами природженого і набутого імунітету та може використовуватися як індикатор адаптаційної напруженості [1-12].

Актуальність проблеми зростає у підлітковому віці, коли відбувається завершення становлення імунної реактивності та гормональна перебудова регуляторних систем [1-12]. У спортсменок 15-16 років тренувальні навантаження поєднуються з віковими особливостями формування імунного гомеостазу, що підвищує ризик неадекватних адаптаційних реакцій [1-12].

Таким чином, визначення межі між фізіологічною адаптацією і перенапруженням регуляторних механізмів у юних спортсменок ігрових видів спорту залишається важливим завданням сучасної спортивної фізіології.

Сучасні уявлення про фізіологію фізичного навантаження трактують м'язову діяльність як фактор системної регуляторної перебудови організму [1-12]. Вона супроводжується змінами гормонального профілю та клітинного складу крові, що проявляється перерозподілом лейкоцитарних популяцій і модифікацією показників неспецифічної резистентності [1-12]. Характер цих змін залежить від інтенсивності та тривалості впливу і відображає стадію адаптаційного процесу [1-12].

Показано, що помірні фізичні навантаження сприяють оптимізації імунного контролю, тоді як надмірні або часто повторювані стимули можуть викликати транзиторне пригнічення імунної реактивності та накопичення алоstaticного навантаження [1-12]. У підлітків варіабельність відповіді вища через незвершеність координації регуляторних систем [1-12].

Ігрові види спорту характеризуються поєднанням метаболічного та психоемоційного впливу. У футзалі чергування прискорень і короткочасних відновних фаз зумовлює значні коливання гомеостазу [1-12]. Проте більшість досліджень виконана за участю дорослих спортсменів, тоді як реакції організму спортсменок підліткового віку залишаються недостатньо вивченими.

Останні роботи демонструють можливість використання інтегральних гематологічних показників як маркерів адаптаційного стану у юних спортсменів [1-12]. Разом з тим їх інтерпретація щодо межі між ефективною адаптацією та перенапруженням регуляторних систем у спортсменок-футзалісток потребує подальшого уточнення.

Мета дослідження.

Визначити особливості адаптаційного напруження організму спортсменок-футзалісток 15-16 років на основі імуногематологічних показників периферичної крові та встановити відмінності адаптаційних реакцій порівняно з однолітками, які не займаються систематичною спортивною діяльністю.

Об'єкт і методи дослідження.

У дослідженні брали участь дівчата віком 15-16 років. Обстежені були розподілені на дві групи: основну становили спортсменки, які регулярно займаються футзалом, до контрольної групи увійшли однолітки, що не залучені до систематичних тренувань.

Оцінювання адаптаційного стану організму проводили за інтегральними імуногематологічними характеристиками, визначеними на підставі абсолютного та відносного вмісту основних популяцій клітин периферичної крові.

Зразки крові отримували методом капілярної пункції у ранковий час (07:00-09:00) натще, у дні без тренувальних занять та за відсутності ознак гострих захворювань. Загальну кількість лейкоцитів визначали у камері Горяєва, диференційований підрахунок лейкоцитарної формули проводили у мазках крові, забарвлених за Романовським-Гімзою. На основі отриманих показників розраховували інтегральні індекси адаптаційного напруження організму.

Дослідження виконано з дотриманням принципів біоетики відповідно до міжнародних рекомендацій щодо досліджень за участю людини. Усі учасниці та їх законні представники надали письмову інформовану згоду на участь та використання результатів у наукових цілях.

Статистичну обробку результатів здійснювали методами варіаційної статистики. Визначали середнє значення (M) та стандартну похибку середнього ($\pm m$). Достовірність відмінностей між незалежними вибірками оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Різницю вважали статистично значущою при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення.

Проведене гематологічне обстеження дозволило оцінити стан системи крові як інтегративного механізму пристосування організму до регулярних фізичних навантажень.

Загальна кількість лейкоцитів у спортсменок і контрольної групи практично не відрізнялася ($6,16 \pm 0,74 \times 10^9/\text{л}$ та $6,14 \pm 0,73 \times 10^9/\text{л}$ відповідно; $p > 0,05$). Відсутність лейкоцитозу свідчить, що тренувальні навантаження не викликають реакції гострого стресу та відповідають функціональним можливостям організму.

Структура лейкоцитарної формули також залишалася збалансованою (рис. 1). Співвідношення основних клітин вродженого та адаптивного імунітету не демонструвало міжгрупових відмінностей, що вказує на стабільність імунного гомеостазу.

Водночас аналіз нейтрофільного пулу виявив характерну особливість: у спортсменок спостерігалось достовірне збільшення частки паличкоядерних нейтрофілів – на 28,31% за відносним та на 30,77% за абсолютним показником ($p < 0,05$). Це не супроводжувалося підвищенням загальної кількості лейкоцитів або зменшенням сегментоядерних форм (рис. 2).

Таке поєднання ознак свідчить не про запальний «зсув вліво», а про мобілізацію кістково-мозкового резерву. Отже, виявлені зміни слід розглядати як фізіологічну адаптаційну реакцію неспецифічного захисту на систематичне навантаження.

Лімфоцитарна та моноцитарна ланки імунітету залишалися стабільними. Відносний вміст лімфоцитів становив $31,31 \pm 3,79\%$ у спортсменок та $31,88 \pm 3,61\%$ у контролі ($p > 0,05$), моноцитів – $5,38 \pm 1,22\%$ та $5,94 \pm 1,31\%$ відповідно ($p > 0,05$). Це свідчить про відсутність імунодепресивного ефекту тренувань.

Концентрація еозинофілів та швидкість осідання еритроцитів залишалися у межах норми, що виключає наявність запального процесу. Показники червоної крові (еритроцити, гемоглобін, кольоровий показник) також не відрізнялися між групами (рис. 3). Таким чином, регулярні тренування не супроводжуються розвитком анемічного або гіпоксичного компонента навантаження.

Отримані дані характеризують гематологічний профіль спортсменок як стабільний, із помірною активністю нейтрофільної ланки, що відображає формування неспецифічної резистентності.

Наступним етапом було визначення інтегрального показника адаптаційного напруження. Адаптаційний індекс у спортсменок становив $0,55 \pm 0,05$ у.о., у контрольної групи – $0,56 \pm 0,05$ у.о. ($p > 0,05$) (рис. 4). Відсутність достовірних відмінностей підтверджує адекватність тренувальних навантажень.

Незначна тенденція до зниження індексу у спортсменок може відображати економізацію функціональних реакцій – характерну ознаку тренуваного організму, коли адаптація забезпечується меншими енергетичними витратами.

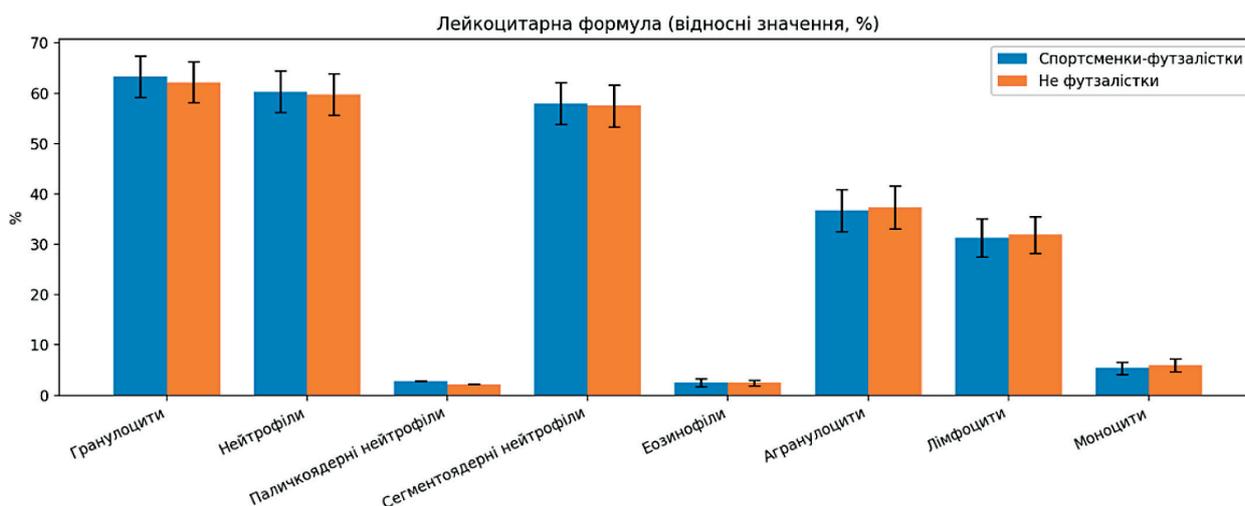


Рисунок 1 – Відносний вміст основних популяцій лейкоцитів периферичної крові у спортсменок-футзалісток та дівчат контрольної групи, %.

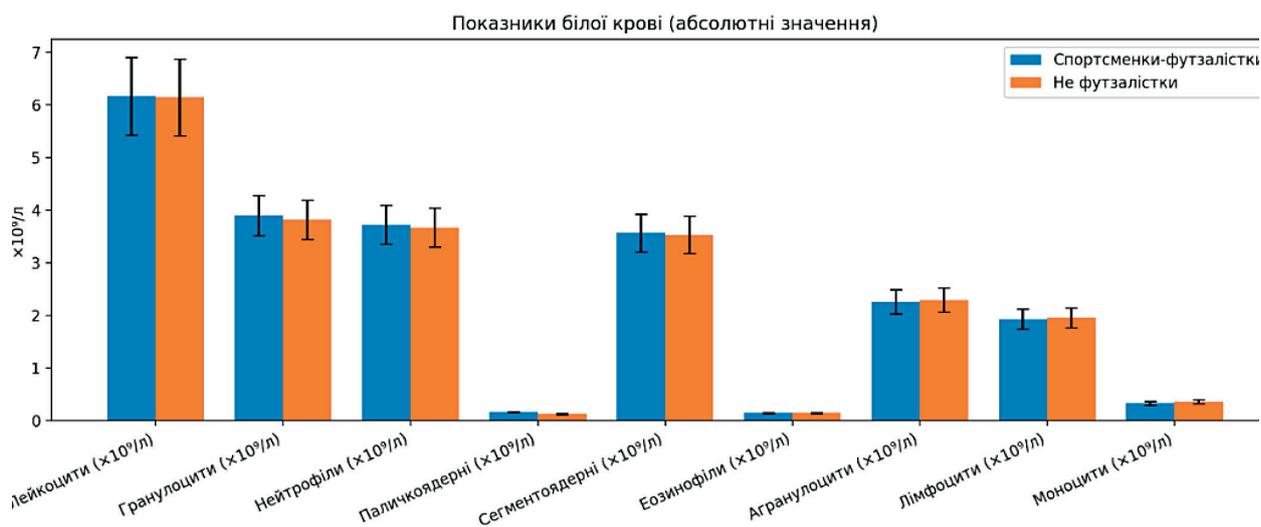


Рисунок 2 – Абсолютна кількість основних популяцій лейкоцитів периферичної крові у спортсменок-футзалісток та дівчат контрольної групи.

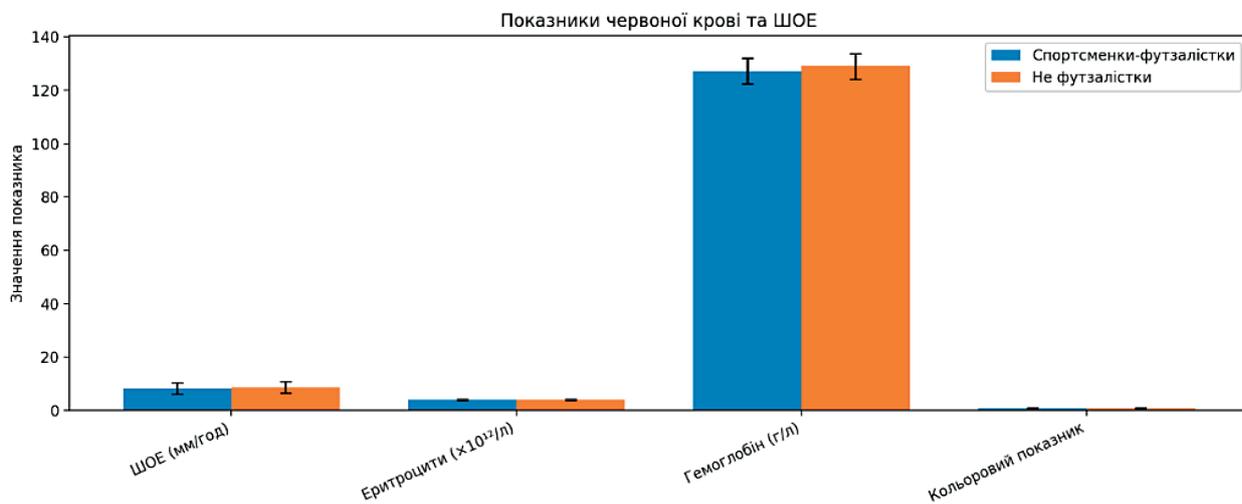


Рисунок 3 – Показники червоної крові та швидкість осідання еритроцитів у спортсменок-футзалісток та дівчат контрольної групи.

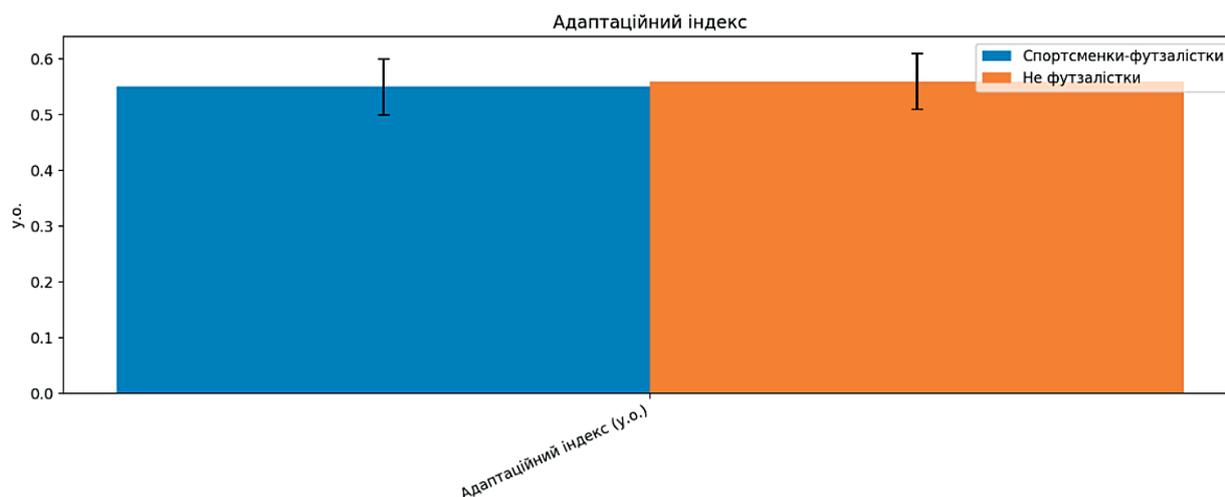


Рисунок 4 – Адаптаційний індекс організму у спортсменок-футзалісток та дівчат контрольної групи.

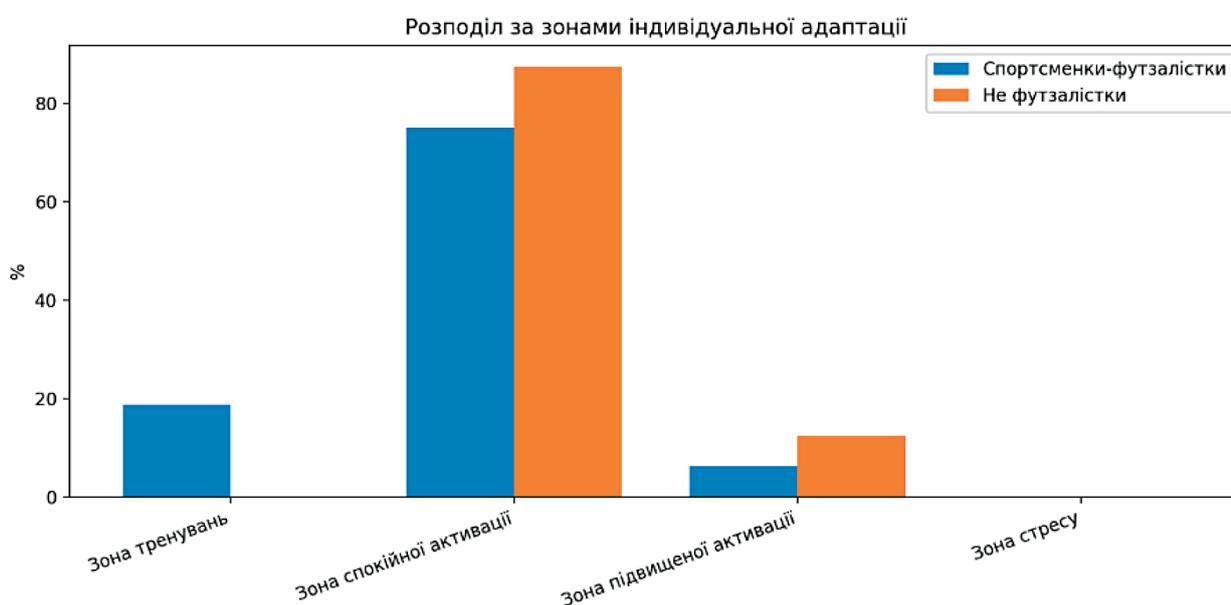


Рисунок 5 – Розподіл обстежених за зонами адаптаційно-компенсаторних реакцій організму у спортсменок-футзалісток та дівчат контрольної групи.

Аналіз індивідуальних адаптаційних реакцій показав, що у 75% спортсменок спостерігався стан спокійної активації, у 6,25% – підвищеної активації, у 18,75% – тренувальної реакції (рис. 5). Зона стресу не виявлена.

У контрольній групі домінував стан спокійної активації (87,5%), тоді як тренувальна реакція не реєструвалася. Це вказує, що у спортсменок формуються специфічні пристосувальні механізми у відповідь на регулярне фізичне навантаження, а не ознаки функціонального перенапруження.

Отже, у юних футзалісток спостерігається становлення фізіологічно адекватної адаптації до систематичних тренувань, що характеризується стабільністю гематологічних показників, помірною мобілізацією нейтрофільного резерву, економізацією регуляторних процесів та відсутністю проявів хронічного адаптаційного стресу.

Виявлені зміни мають компенсаторно-присосувальну спрямованість і узгоджуються з віковими функціональними можливостями організму.

Висновки.

У спортсменок-футзалісток 15-16 років систематичні фізичні навантаження формують фізіологічний тип адаптації без ознак дизадаптації. Стабільність гематологічних показників у поєднанні з підвищенням частки паличкоядерних нейтрофілів відображає активацію неспецифічного імунного захисту без розвитку запальної реакції. Незмінність адаптаційного індексу та переважання стану спокійної активації свідчать про економізацію регуляторних механізмів і ефективну довготривалу адаптацію організму до навантажень футзалу.

Перспективи подальших досліджень.

Подальші роботи доцільно спрямувати на комплексну оцінку адаптаційних реакцій шляхом поєднання імуногематологічних, нейроендокринних і метаболічних показників та їх динамічного моніторингу впродовж тренувального циклу з метою раннього виявлення перенапруження адаптаційних механізмів.

1. Armstrong N, McManus A. Physiology of elite young athletes. *Med Sport Sci.* 2011;56:1-22.
2. Barbero-Álvarez JC, Soto VM, Barbero-Álvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci.* 2008;26(1):63-73.
3. Dychko D, Dychko O, Dychko V, Kushakova N, Kholodnyi O, Mukhina V. The impact of physical activity on adaptation processes in adolescent futsal athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences.* 2025;13(2):397-403.
4. Dychko DV. Vplyv kompleksu fizychnykh navantazhen na riven klitynoi rezystentnosti orhanizmu v protsesi pidhotovky sportsmeniv-futalistiv. *Naukovyi chasopys Ukrainskoho derzhavnogo universytetu imeni Mykhaila Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport).* 2025;3(189): 84-87. [in Ukrainian].
5. Dychko DV, Dychko VV, Chernozub AA, Syvokhop EM. Riven adaptatsiinoho napruzhennia orhanizmu sportsmeniv-futalistiv pid vplyvom fizychnoho navantazhennia. *Pedahohichna innovatyka: suchasnist ta perspektyvy.* 2024;6(78):62-65. [in Ukrainian].
6. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005;35(4):339-361.
7. Malina R. M., Bouchard C., Bar-Or O. Growth, Maturation, and Physical Activity. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004. 673 p.
8. McEwen BS, Stellar E. Stress and the individual: mechanisms leading to disease. *Arch Intern Med.* 1993;153(18):2093-2101.
9. Nieman DC. Exercise immunology: practical applications. *Int J Sports Med.* 1997;18(S1):S91-S100.
10. Rook GAW. Regulation of the immune system by puberty and sex hormones. *Nat Rev Immunol.* 2012;12(3):215-226.
11. Selye H. The stress of life. New York: McGraw-Hill; 1956. 324 p.
12. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Woods JA, Bishop NC, Fleshner M, et al. Position statement part one: immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:6-63.

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОГО СТРЕСУ У ЮНИХ СПОРТСМЕНОК ФУТЗАЛІСТОК

Дичко Д. В., Дичко О. А., Курільченко І. Ю., Кушакова І. В., Клименко Ю. С., Дичко В. В.

Резюме. Фізичні навантаження у спорті викликають системну перебудову нейроендокринних, імунних і метаболічних механізмів регуляції. У підлітковому віці, коли ще триває становлення гормонального контролю та імунної реактивності, тренувальний вплив може сприяти як формуванню фізіологічної адаптації, так і розвитку регуляторного перенапруження. Для інтермітуючих видів рухової діяльності, зокрема футзалу, інформативними є інтегральні імуногематологічні показники, що відображають рівень адаптаційного напруження організму.

Мета дослідження – визначити особливості адаптаційного стресу у спортсменок-футзалісток 15-16 років за імуногематологічними показниками периферичної крові та порівняти їх з однолітками, які не займаються систематичною спортивною діяльністю.

Обстежено дівчат 15-16 років: основну групу становили спортсменки, що регулярно займаються футзалом, контрольну – однолітки без систематичних тренувань. Капілярну кров відбирали у ранкові години натще у дні без тренувань. Визначали загальну кількість лейкоцитів, лейкоцитарну формулу, показники червоної крові та розраховували інтегральні індекси адаптаційного напруження. Статистичну обробку проводили методами варіаційної статистики із застосуванням t-критерію Стьюдента ($p < 0,05$).

Загальна кількість лейкоцитів у групах не відрізнялася, що свідчить про відсутність реакції гострого стресу. У спортсменок виявлено достовірне підвищення частки паличкоядерних нейтрофілів без лейкоцитозу і без зменшення сегментоядерних форм, що відображає мобілізацію кістково-мозкового резерву та активацію неспецифічної резистентності, а не запальний процес. Показники лімфоцитів, моноцитів, еозинофілів, швидкість осідання еритроцитів і параметри червоної крові перебували у межах норми. Адаптаційний індекс істотно не відрізнявся; у більшості спортсменок реєструвалися стани спокійної або тренувальної активації, зона стресу не виявлена.

Систематичні заняття футзалом у дівчат 15-16 років формують фізіологічно адекватну адаптацію без ознак хронічного адаптаційного стресу. Стабільність гематологічних показників у поєднанні з помірною активацією нейтрофільної ланки свідчить про економізацію регуляторних механізмів та ефективну довготривалу адаптацію до інтермітуючих фізичних навантажень.

Ключові слова: футзал, підлітки, адаптація, адаптаційний стрес, імуногематологічні показники.

PHYSIOLOGICAL FEATURES OF ADAPTIVE STRESS IN YOUNG FEMALE FUTSAL PLAYERS

Dychko D. V., Dychko O. A., Kurylchenko I. Yu., Kushakova I. V., Klimenko Yu. S., Dychko V. V.

Abstract. Physical exercise is considered a factor that induces systemic reorganization of neuroendocrine, immune and metabolic regulation. During adolescence, the maturation of hormonal control and immune reactivity is still ongoing; therefore, training loads may either promote physiological adaptation or cause regulatory overstrain. In intermittent sports such as futsal, characterized by repeated accelerations and recovery phases, integral immunohematological parameters provide informative markers of adaptive stress and organism stability.

Aim of the study is to identify the features of adaptive stress in 15-16-year-old female futsal players based on peripheral blood immunohematological indices and to compare them with age-matched non-athlete girls.

The study involved girls aged 15-16 years. The main group consisted of athletes regularly engaged in futsal training, and the control group included peers without systematic physical activity. Capillary blood samples were obtained in the morning under fasting conditions and outside training days. Total leukocyte count, leukocyte differential, erythrocyte parameters and integral indices of adaptive tension were evaluated. Statistical analysis was performed using variation statistics and Student's t-test ($p < 0.05$).

Total leukocyte counts did not differ between groups, indicating absence of acute stress reactions. Athletes demonstrated a significant increase in band neutrophils without leukocytosis or reduction of segmented forms, which reflects mobilization of bone marrow reserve and activation of nonspecific immune defense rather than inflammation. Lymphocyte, monocyte and eosinophil levels, erythrocyte sedimentation rate and red blood

parameters remained within physiological limits. The adaptive index showed no significant intergroup differences; most athletes were in calm or training activation states and no stress zone was detected.

Regular futsal training in girls aged 15-16 leads to a physiologically adequate adaptation without signs of chronic adaptive stress. Stable hematological parameters combined with moderate neutrophil activation indicate economization of regulatory mechanisms and effective long-term adaptation to intermittent physical loads..

Key words: futsal, adolescents, adaptation, adaptive stress, immunohematological parameters.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Dychko D. V.: <https://orcid.org/0000-0003-0905-8228>^{ABDF}

Dychko O. A.: <https://orcid.org/0000-0002-5300-6591>^{ACDE}

Kurilchenko I. Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-9602-5365>^{AB}

Kushakova I. V.: <https://orcid.org/0000-0002-5361-5186>^{AB}

Klimenko Yu. S.: <https://orcid.org/0000-0002-3165-888X>^{AB}

Dychko V. V.: <https://orcid.org/0000-0003-3350-0602>^{ACEF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors of the article confirm the absence of a conflict of interest. / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Dychko Vladyslav Viktorovych / Дичко Владислав Вікторович

State higher educational institution «Donbas State Pedagogical University» / ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Ukraine, 84100, Slov'yansk, 48a Vchytelska str. / Україна, 84100, м. Слов'янськ, вул. Вчительська 48а

Tel.: +380506104220 / Тел.: +380506104220

E-mail: v.v.dichko@ukr.net

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

This article is distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution (CC-BY) License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited © All authors, 2026 / Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Received 07.10.2025 / Стаття надійшла 07.10.2025 року
Accepted 20.02.2026 / Стаття прийнята до друку 20.02.2026 року
Published 27.03.2026 / Опубліковано 27.03.2026 року