DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.03(202).14

Дичко Д. В.,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії і методики фізичної культури та здоров'язбереження,
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»,м. Слов'янськ / Дніпро, Україна
http://orcid.org/0000-0003-0905-8228
Дичко О. А.
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри фізичної терапії, фізичного виховання,
спорту та біології
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»,м. Слов'янськ / Дніпро, Україна
https://orcid.org/0000-0002-5300-6591

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ ОРГАНІЗМУ ДІВЧАТ-ФУТЗАЛІСТОК ПІД ВПЛИВОМ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПЕРІОД СТАНОВЛЕННЯ ІМУННОЇ СИСТЕМИ

У статті висвітлено особливості адаптаційного напруження організму дівчат-футзалісток 13–14 років у V критичному періоді становлення імунної системи за умов систематичних фізичних навантажень. Обґрунтовано доцільність комплексного підходу до оцінювання функціонального стану юних спортсменок із урахуванням вікових, психофізіологічних та імунологічних характеристик підліткового віку. Узагальнено теоретико-методичні підходи до аналізу адаптаційних реакцій у тренувальній і змагальній діяльності у футзалі як високодинамічному ігровому виді спорту. Описано методику визначення адаптаційного напруження на основі показників периферичної крові та розрахунку адаптаційного індексу як інтегрального маркера мобілізації регуляторних систем. Подано результати порівняльного аналізу гематологічних показників дівчат-футзалісток і ровесниць, які не займаються спортом, з акцентом на змінах клітинної ланки імунітету та розподілі спортсменок за зонами адаптаційно-компенсаторного напруження. Показано, що регулярні заняття футзалом асоціюються з формуванням адекватного рівня адаптаційного напруження без ознак дезадаптації чи перевантаження імунної системи.

Ключові слова: *футзал; дівчата 13–14 років; адаптаційне напруження; адаптаційний індекс; периферична кров; лімфоцити; імунна система; фізичні навантаження.*

Dychko D. V. Dychko O. A., Peculiarities of Adaptive Stress of the Body in Female Futsal Players under Physical Loads during the Period of Immune System Formation. *The article presents the characteristics of adaptive stress in 13–14-year-old female futsal players during the V critical period of immune system maturation under systematic physical loads. The need for a comprehensive assessment of young athletes' functional state is substantiated, considering age-related, psychophysiological, and immunological features of adolescence. Theoretical and methodological approaches to studying adaptive responses in futsal as a highly dynamic team sport under training and competitive conditions are summarized. The methodology for assessing adaptive stress based on peripheral blood parameters and calculating the adaptive index as an integral marker of regulatory system mobilization is described. The results of a comparative analysis of hematological indicators in female futsal players and their non-athlete peers are reported, focusing on changes in the cellular component of immunity and the distribution of athletes across adaptive–compensatory stress zones. The findings indicate that regular futsal training is associated with an adequate level of adaptive stress without signs of maladaptation or immune system overload.*

Keywords: *futsal; girls aged 13–14; adaptive stress; adaptive index; peripheral blood; lymphocytes; immune system; physical loads.*

Постановка проблеми. Інтенсифікація тренувальної та змагальної діяльності в сучасному спорті підвищує значущість контролю адаптаційного напруження як узагальненого показника реакції організму на повторювані навантаження. У підготовці спортсменів цей стан доцільно трактувати як міру залучення регуляторних механізмів, систем енергозабезпечення та імунної відповіді на стресорні впливи тренувань і змагань [3; 4; 10]. Вираженість адаптаційних реакцій залежить від віку, рівня підготовленості та статевих особливостей, а також пов'язана з критичними етапами дозрівання імунної системи [1; 3; 7; 9].

Традиційні підходи до оцінювання стану здоров'я, що ґрунтуються переважно на антропометричних показниках і загальній працездатності, не завжди відображають реальну функціональну "вартість" навантажень у високодинамічних ігрових видах спорту [3; 10]. Футзал характеризується серіями високоінтенсивних дій, частими змінами напрямку руху та значним психоемоційним компонентом, що потенційно модифікує імунну реактивність через нейроендокринні механізми [2; 10]. Якщо напруження тривало переважає над відновленням, зростає ймовірність зниження функціональних резервів і неспецифічної резистентності, що може асоціюватися зі збільшенням частоти інфекційних епізодів та уповільненням відновних процесів [2; 6; 7;10].

Імунна система є важливою ланкою адаптації до фізичних навантажень, оскільки бере участь у підтриманні гомеостазу та протидії патогенним чинникам; її функціональний стан тісно пов'язаний із системою кровотворення, де формуються імунокомпетентні клітини [2; 4; 10]. У віці 13–14 років (V критичний період онтогенезу) імунна реактивність змінюється на тлі гормональної перебудови, тому планування тренувального процесу потребує врахування адаптаційних можливостей організму [2; 8; 10]. Отже, дослідження адаптаційного напруження у дівчат-футзалісток

цього віку є важливим з позицій безпеки спортивної підготовки та уточнення критеріїв функціонального моніторингу в період завершення становлення імунної системи.

Мета роботи. Дослідити особливості впливу фізичних навантажень на рівень адаптаційного напруження організму дівчат-футзалісток 13–14 років у V критичному періоді становлення імунної системи порівняно з однолітками, які не займаються футзалом.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженні брали участь дві групи дівчат 13–14 років із різним рівнем рухової активності: спортсменки, які систематично тренуються з футзалу та беруть участь у змаганнях (середній вік 13,53±0,08 року), і їхні однолітки без регулярних занять футзалом (13,43±0,08 року). Рівень адаптаційного напруження оцінювали за показниками периферичної крові з подальшим розрахунком адаптаційного індексу на основі співвідношення лімфоцитів і сегментоядерних нейтрофілів як інтегрального маркера мобілізації регуляторних систем.

Капілярну кров відбирали у ранковий час натще за стандартних умов для мінімізації впливу добових коливань і харчових чинників; напередодні учасницям рекомендували уникати інтенсивних фізичних навантажень та емоційного перенапруження. Мазки периферичної крові готували та фарбували за Романовським–Гімзою, після чого під світловою мікроскопією визначали відсотковий склад формених елементів, необхідний для розрахунків.

Статистичну обробку здійснювали методами варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента; рівень значущості приймали $p<0,05$. Дослідження виконано з дотриманням етичних вимог щодо роботи з неповнолітніми; отримано письмову інформовану згоду батьків/опікунів та учасниць на участь у дослідженні й використання даних у наукових публікаціях.

Дослідження проводили з дотриманням етичних норм роботи з неповнолітніми. Перед його початком усі учасниці та їхні батьки були поінформовані про мету, завдання, процедуру та можливі особливості дослідження. Було отримано письмову інформовану згоду на участь у дослідженні, обробку та використання отриманих даних у наукових публікаціях.

Виклад основного матеріалу. Отримані результати проаналізовано у двох взаємопов'язаних блоках: (1) оцінювання клітинного складу периферичної крові як маркерів відповіді організму на систематичні фізичні навантаження; (2) розрахунок адаптаційного індексу та визначення зон адаптаційно-компенсаторного напруження.

Абсолютні та відносні показники основних популяцій імунокомпетентних клітин периферичної крові дівчат-футзалісток і їхніх однолітків, які не займаються спортом, узагальнено на рис. 1.

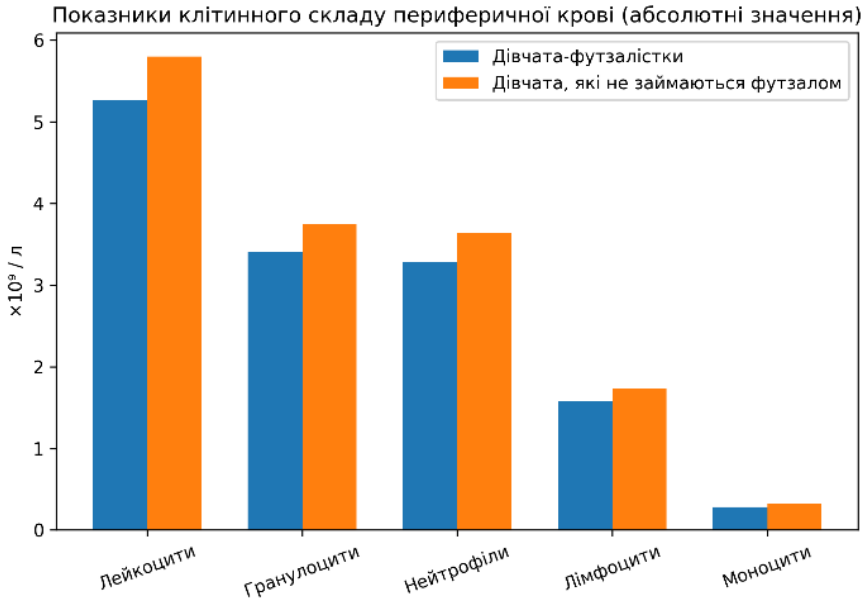


Рис. 1. *Порівняльні абсолютні показники основних імунокомпетентних клітин периферичної крові у дівчат 13–14 років*

Порівняльний аналіз гематологічних показників вказує на наявність функціональних перебудов імунної системи у спортсменок, які можуть відображати процеси адаптації до регулярних фізичних навантажень. Зокрема, встановлено тенденцію до зниження абсолютної кількості лейкоцитів у периферичній крові дівчат-футзалісток на 10,06% порівняно з контрольною групою ($p>0,05$). Попри відсутність статистичної значущості, така динаміка може свідчити про певну оптимізацію неспецифічної імунної відповіді в умовах систематичної рухової активності.

Зменшення загальної кількості лейкоцитів відбувалося переважно за рахунок зниження абсолютної кількості гранулоцитарних лейкоцитів на 9,97%, нейтрофільних гранулоцитів - на 10,95%, у тому числі сегментоядерних нейтрофілів - на 12,7%, а також еозинофільних гранулоцитів - на 18,8% ($p>0,05$). Такі зміни можуть характеризувати зниження рівня базової неспецифічної запальної реактивності, що типово для осіб, адаптованих до регулярних навантажень.

Паралельно відзначено тенденцію до зменшення абсолютної кількості агранулоцитів на 10,22%, зокрема лімфоцитів - на 9,49% та моноцитів - на 14,29% ($p>0,05$). Водночас відносне співвідношення гранулоцитарної та

агранулоцитарної ланок істотно не відрізнялося між групами, що вказує на збереження структурного балансу основних популяцій імунокомпетентних клітин навіть за умов підвищеної тренувальної активності. Це дає підстави вважати, що систематичні заняття футзалом у віці 13–14 років не супроводжуються дезорганізацією клітинної ланки імунітету.

Важливою знахідкою є достовірне підвищення абсолютної та відносної кількості паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів - на 44,44% та 43,33% відповідно ($p<0,05$). Зростання частки паличкоядерних нейтрофілів можна розглядати як прояв мобілізації неспецифічної ланки імунітету у відповідь на регулярні фізичні навантаження, що відображає підвищену функціональну готовність організму до фізіологічних викликів.

Крім того, спостерігалася тенденція до зростання еозинофільних гранулоцитів - на 18,18% (абсолютні значення) та 31,09% (відносні значення), однак без статистичної значущості ($p>0,05$). Окремо зафіксовано тенденцію до підвищення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) у дівчат-футзалісток на 15,32% ($p>0,05$), що може відображати функціональні перебудови реактивності організму в умовах систематичних навантажень.

Загалом наведені дані свідчать, що у дівчат-футзалісток у V критичному періоді становлення імунної системи зберігається відносна стабільність абсолютних і відносних показників основних популяцій імунокомпетентних клітин периферичної крові. Разом із цим окремі показники (паличкоядерні нейтрофіли, еозинофіли, ШОЕ) демонструють індивідуальну варіативність, яка може відображати різні траєкторії адаптаційної відповіді.

Для інтегральної оцінки адаптаційних процесів визначено адаптаційний індекс у дівчат обох груп рис. 2.

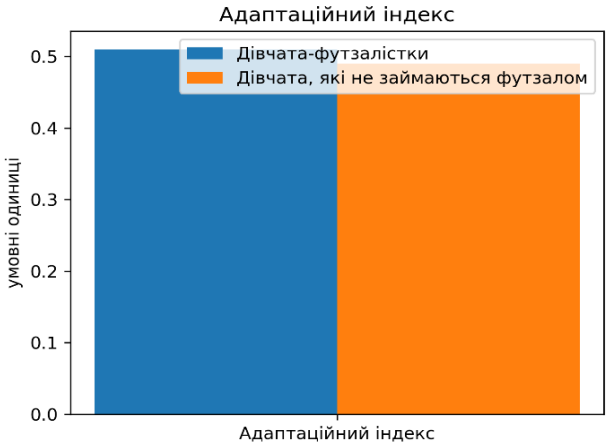


Рис. 2. *Адаптаційний індекс у дівчат 13–14 років (умовні одиниці)*

Середнє значення адаптаційного індексу у дівчат-футзалісток становило 0,51±0,11 умовних одиниць, тоді як у групі порівняння — 0,49±0,08 у.о. Різниця між групами не досягла статистичної значущості ($p>0,05$), проте виявлено тенденцію до кращих показників у спортсменок (на 4,08%). Отримані значення вказують, що адаптаційні реакції у більшості дівчат-футзалісток реалізуються переважно в межах зони спокійної активації, що відповідає оптимальному рівню функціональної мобілізації регуляторних систем.

Розподіл учасниць за зонами індивідуального адаптаційно-компенсаторного напруження наведено на рис. 3.

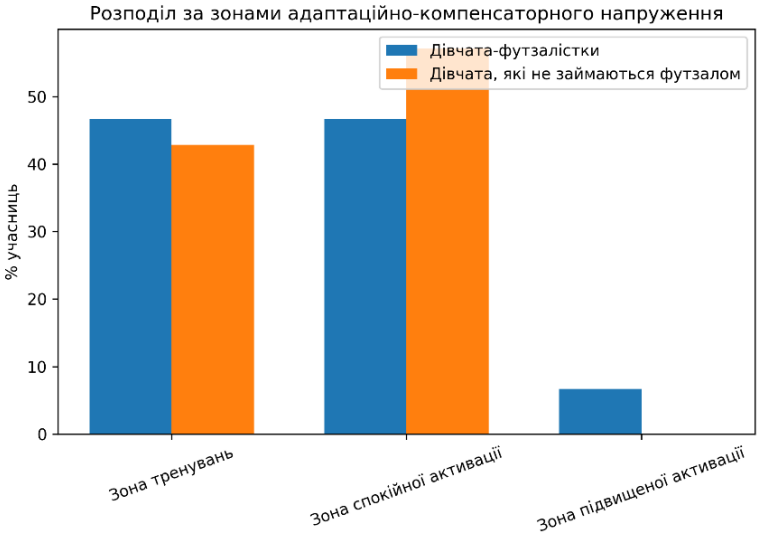


Рис. 3. *Розподіл дівчат 13–14 років за зонами адаптаційно-компенсаторного напруження (%)*

У групі дівчат, які не займаються футзалом, більшість (57,14±19,13%) перебували в зоні спокійної активації, інші - у зоні тренувань. У дівчат-футзалісток розподіл був подібним: 46,67±12,47% перебували в зоні спокійної активації та 46,67±12,47% - у зоні тренувань, що характеризує адекватний рівень адаптаційного напруження за умов систематичних тренувань. Водночас у 6,67±3,17% спортсменок адаптаційні процеси змістилися в зону підвищеної

активації, що може відображати індивідуальну особливість реагування, пов'язану з вищим рівнем мобілізації регуляторних систем.

Отже, результати в цілому підтверджують, що регулярні фізичні навантаження у футзалі сприяють формуванню адекватного рівня адаптаційного напруження у дівчат 13–14 років у V критичному періоді становлення імунної системи. Виявлені зміни показників периферичної крові та значення адаптаційного індексу відображають тенденцію до оптимізації функціональних можливостей організму без ознак надмірного перевантаження чи дезадаптації.

Висновки. Встановлено, що систематичні заняття футзалом у дівчат 13–14 років у V критичному періоді становлення імунної системи сприяють формуванню адекватного рівня адаптаційного напруження: зберігається відносна стабільність абсолютних і відносних показників основних популяцій імунокомпетентних клітин периферичної крові без ознак дезадаптації чи перевантаження імунної системи, водночас відзначається достовірне підвищення паличкоядерних нейтрофілів ($p<0,05$) та тенденційні зміни окремих показників (еозинофіли, ШОЕ), що відображає мобілізацію неспецифічних механізмів захисту; значення адаптаційного індексу у спортсменок демонструє тенденцію до кращих показників порівняно з однолітками, які не займаються спортом ($p>0,05$), а розподіл за зонами адаптаційно-компенсаторного напруження переважно відповідає зоні спокійної активації та зоні тренувань, з поодинокими випадками зони підвищеної активації як проявом індивідуальної варіативності адаптаційної відповіді.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення впливу систематичних фізичних вправ на показники клітинної резистентності та імунологічної реактивності організму футзалісток у різні періоди спортивної підготовки..

Література

1.Бутов Р.С. Характеристика функціонального стану слабозорих дітей шкільного віку в умовах спеціалізованого навчального закладу. Молода спортивна наука України. 2013 рік; 3: 40-5.

2.Дичко В.В., Дичко Д.В., Василевський В.С. Рівень адаптаційного напруження і клітінна реактивність організму дітей віком 7-10 років із патологією. Вісник проблем біології і медицини. 2017; 1 (135): 391-398.

3.Дичко О.А. Імунологічна реактивність організму дітей зі сколіозом у віці 11-14 років. Український журнал медицини, біології та спорту. 2018;5(14):284-287.

4.Каспрюк Н.А., Сидорчук Л.І., Михалко А.Ю., Сидорчук А.С., Довбуш Н.М., Іфтодій О.А. Клітинна реактивність, рівна адаптивна напруга, реактивна реакція нейтрофілів периферичної крові та імунологічна реактивність організму хворих на позалікарняну пневмонію. Загальна патологія і патологічна фізіологія. 2012; 7 (4): 129-137.

5.Сидорчук А.Р., Сидорчук Л.П., Гутницька А.Ф., Джуряк В.С., Кривецька І.І., Сидорчук Р.І., Урсуляк Ю.В., Іфтода О.М. Маркери регуляції функції ендотелію та товщина інтими-медіа сонної артерії при артеріальній гіпертензії залежно від поліморфізму генів NOS3 (rs2070744) та GNB3 (rs5443): проспективне дослідження випадок-контроль. Ендокринні правила 2022; 56(2):104-114. DOI: https://doi.org/10.2478/enr-2022-0012.

6.Dychko D, Dychko E, Nekhanevych O, Dychko V, Klimenko Y, Shaida N., al. Reactive response of peripheral blood neutrophils of school-age adolescents with scoliosis. 2024, Retos, 51, 102-108. Copyright: Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF) ISSN: Edición impresa: 1579-1726. Edición Web: 1988-2041. https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index.

7.Davis JM, Kohut ML, Colbert LH, Jackson DA, Ghaffar A, Mayer EP. Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(5):1461–1466. https://journals.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1997.83.5.1461

8.Radziejowska M, Radziejowski P, Knotowicz J, Dereka T, Vasylyuk D, Kalabuchova A, et al. Lifestyle and physical condition parameters of primary school. Zdravotnicke Listy. 2021;9(3):19-26.

9.Semianiv M, Sydorchuk L, Semianiv I, Sydorchuk R. Dyslipidemia as a predictor of essential arterial hypertension depending on AGTR1 (RS5186) and VDR (RS2228570) genes polymorphism. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*. 2022; 29(2):253-260. https://doi.org/10.46389/rjd-2022-1100.

10. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exercise Immunology Review*. 2020;26:8–22. https://www.isei.dk/wp-content/uploads/2020/03/Simpson-2020-EIR.pdf

Reference

1.Butov R.S.(2013) Harakteristika funkcional'nogo stanu slabozorih ditej shkil'nogo viku v umovah specializovanogo navchal'nogo zakladu [Characteristics of the functional state of visually impaired school-age children in a specialized educational institution.]. *Moloda sportivna nauka Ukraine*. 2013; 3: 40-5. [in Ukrainian].

2.Dichko, V.V, Dichko, D.V, Vasilevskij V.S. (2017) Riven adaptacijnogo napruzhennya i klitinna reaktivnist organizmu ditej vikom 7-10 rokiv iz patologiyeyu.[The level of adaptive stress and cellular reactivity of the organism of children aged 7-10 years with pathology.] Visnik problem biologiyi i medicini. 2017;1(135):391-398. [in Ukrainian].

3.Dichko O.A.(2018) Imunologichna reaktivnist organizmu ditej zi skoliozom u vici 11-14 rokiv [Immunological reactivity of the body of children with scoliosis aged 11-14 years]. Ukrayinskij zhurnal medicini, biologiyi ta sportu.;5(14):284-287. [in Ukrainian].

4.Kaspryuk N.A, Sidorchyuk L.I, Mihalko A.Yu, Sidorchyuk A.S, Dovbush N.M, Iphtodij O.A. Klitinna reaktivnist, riven adaptivnoyi naprugi, reaktivna reakciya nejtrofiliv periferichnoyi krovi ta imunologichna reaktivnist organizmu hvorih na pozalikarnyanu pnevmoniyu.[Cellular reactivity, equal adaptive stress, reactive response of peripheral blood neutrophils and immunological reactivity of the body of patients with community-acquired pneumonia.] Zagalna patologiya i patologichna fiziologiya. 2012;7(4):129-137. [in Ukrainian].

5.Sydorchuk A.R, Sydorchuk L.P, Gutnitska A.F, Dzhuryak V.S, Kryvetska I.I, Sydorchuk R.I, Ursuliak Yu.V, Iftoda O.M. Endothelium function regulation markers and carotid intima-media thickness in arterial hypertension depending on NOS3 (rs2070744) and GNB3 (rs5443) genes polymorphism: a prospective case-control study [Markers of endothelial function regulation and carotid artery intima-media thickness in arterial hypertension depending on the polymorphism of the NOS3 (rs2070744) and GNB3 (rs5443) genes: a prospective case-control study.]. *Endocrine Regulations* 2022; 56(2):104-114. DOI: https://doi.org/10.2478/enr-2022-0012. [in Ukrainian].

6.Dychko D, Dychko E, Nekhanevych O, Dychko V, Klimenko Y, Shaida N., al.Reactive response of peripheral blood neutrophils of school-age adolescents with scoliosis. 2024, Retos, 51, 102-108. Copyright: Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF) ISSN: Edición impresa: 1579-1726. Edición Web: 1988-2041. https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index.

7.Davis J.M, Kohut M.L, Colbert L.H, Jackson D.A, Ghaffar A, Mayer E.P.(1997) Exercise, alveolar macrophage function, and susceptibility to respiratory infection. *Journal of Applied Physiology*. 83(5):1461–1466. https://journals.physiology.org/doi/10.1152/jappl.83.5.1461

8.Radziejowska M, Radziejowski P, Knotowicz J, Dereka T, Vasylyuk D, Kalabuchova A, et al. Lifestyle and physical condition parameters of primary school. Zdravotnicke Listy. 2021;9(3):19-26.

9.Semianiv M, Sydorchuk L, Semianiv I, Sydorchuk R. Dyslipidemia as a predictor of essential arterial hypertension depending on AGTR1 (RS5186) and VDR (RS2228570) genes polymorphism. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*. 2022; 29(2):253-260. https://doi.org/10.46389/rjd-2022-1100

10. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exercise Immunology Review*. 2020;26:8–22. https://www.isei.dk/wp-content/uploads/2020/03/Simpson-2020-EIR.pdf

Стаття надішла до редакції / Received 01.03.2026
Прийнята до друку / Accepted 16.03.2026
Опубліковано / Published 24.03.2026

DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.03(202).15

Єфременко В.М.,
Старший викладач кафедри технологій оздоровлення і спорту, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» м. Київ
https:// orcid: 0000-0002-7723-5161
Напалкова Т. В.
Старший викладач кафедри Фізичної культури, олімпійських та неолімпійських видів спорту Національний університет «Запорізька політехніка»
вул. Жуковського, 64, Запоріжжя, Україна
https:// orcid.org/0000-0002-5928-6117

ОПТИМІЗАЦІЯ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ ЗАСОБАМИ КОРОТКИХ МОДУЛЬНИХ ТРЕНУВАНЬ З БАСКЕТБОЛУ

У статті обґрунтовано доцільність застосування коротких модульних тренувань з баскетболу в системі фізичного виховання студентів закладів вищої освіти. Метою дослідження було обґрунтування доцільності застосування коротких модульних тренувань з баскетболу та визначення їх впливу на ефективність фізичного виховання студентів. Педагогічний експеримент проведено протягом одного семестру за участю 48 студентів, які були розподілені на контрольну та експериментальну групи. Використано педагогічне тестування, анкетування та методи математичної статистики. Результати засвідчили статистично значуще покращення показників підготовленості та мотивації студентів експериментальної групи, що підтверджує ефективність коротких модульних тренувань навіть за умови занять один раз на тиждень.

***Ключові слова**: баскетбол, студенти, фізичне виховання, модуль, тренування.*

***Yefremenko Viktoriia., Napalkova Tetiana., Optimization of Physical Education of Students through Short Modular Basketball Training Sessions.** The article substantiates the effectiveness of short modular basketball training sessions in the system of physical education of university students under conditions of limited academic time. The purpose of the study was to justify the feasibility of implementing a modular training approach and to determine its impact on students' physical, technical-tactical, coordination preparedness, and motivation for physical activity.*

The pedagogical experiment was conducted over one academic semester and involved 48 first- and second-year students specializing in basketball at the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute." The participants were divided into a control group and an experimental group, each consisting of 24 students. Both groups attended physical education classes once per week; however, the experimental group trained according to a specially designed short modular basketball training program, while the control group followed a traditional instructional approach.

The research methodology included analysis of scientific and methodological literature, pedagogical observation, pedagogical testing, questionnaires to assess students' motivation, and methods of mathematical statistics. The modular