DOI 10.29254/2523-4110-2025-4-179/addition-29-31
УДК 796.332:612.017.1/.2

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

ОПТИМІЗАЦІЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ОРГАНІЗМУ ДІВЧАТОК-ФУТЗАЛІСТОК В УМОВАХ V КРИТИЧНОГО ПЕРІОДУ ІМУНОГЕНЕЗУ

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

Анотація. *Мета роботи – оцінити вплив регулярних фізичних навантажень в умовах футзалу на рівень адаптаційного напруження організму дівчаток-спортсменок віком 13-14 років, які перебувають у V критичному періоді становлення імунної системи, порівняно з їхніми однолітками, які не займаються спортом. У дослідженні взяли участь дві групи дівчаток (n=15 футзалісток, n=15 не футзалістки). Рівень адаптаційного напруження оцінювали за Адаптаційним індексом (AI), розрахованим на основі співвідношення відносної кількості лімфоцитів та сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів периферичної крові. Статистичну обробку даних проводили за t-критерієм Стьюдента (p<0,05). Встановлено, що середній показник AI у футзалісток (0,51±0,11) лише на 4,08% вищий за показник контрольної групи (0,49±0,08, P>0,05), що відповідає Зоні спокійної активації. Водночас у групі футзалісток спостерігається достовірне збільшення абсолютної та відносної кількості паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів (на 44,44% та 57,32% відповідно, P<0,05), що розцінюється як мобілізація кістковомозкового резерву. Індивідуальний розподіл адаптації показав, що 6,67% спортсменок перебувають у Зоні підвищеної активації (проти 0% у контролі), що свідчить про ефективну компенсаторно-пристосувальну реакцію. Регулярні фізичні навантаження в умовах футзалу в V критичний період імуногенезу оптимізують адаптаційні процеси, стимулюючи мобілізацію захисних резервів організму юних спортсменок без ознак дезадаптаційного стресу.*

Ключові слова: *футзал, дівчатка 13-14 років, адаптаційний індекс, V критичний період, імунна система, паличкоядерні нейтрофіли, фізичне навантаження.*

Abstract. *The aim of this study was to assess the effect of regular physical activity under futsal conditions on the level of adaptive strain of the body in 13-14-year-old female athletes who are in the V critical period of immune system development, compared with their non-athlete peers. The study involved two groups of girls (n=15 futsal players, n=15 non-futsal players). The level of adaptive strain was assessed using the Adaptation Index (AI), calculated based on the ratio of the relative number of lymphocytes to segmented neutrophilic granulocytes in peripheral blood. Statistical data processing was performed using Student's t-test (p<0.05). It was found that the mean AI value in futsal players (0.51±0.11) was only 4.08% higher than in the control group (0.49±0.08, p>0.05), corresponding to the Zone of Calm Activation. At the same time, the group of futsal players showed a significant increase in the absolute and relative numbers of band neutrophilic granulocytes (by 44.44% and 57.32%, respectively, p<0.05), which is interpreted as mobilization of the bone marrow reserve. Individual adaptation distribution showed that 6.67% of the athletes were in the Zone of Increased Activation (versus 0% in the control group), indicating an effective compensatory-adaptive response. Regular physical activity under futsal conditions during the V critical period of immunogenesis optimizes adaptive processes by stimulating the mobilization of protective reserves in the bodies of young athletes without signs of maladaptive stress.*

Key words: *futsal, girls aged 13-14, adaptation index, V critical period, immune system, band neutrophils, physical activity.*

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР «Вивчення адаптаційних реакцій організму, що формуються під впливом різноманітних факторів природи та суспільства» (номер державної реєстрації 0115U003314).

Вступ.

Формування адаптаційних процесів організму спортсменів є критично важливим для спортивної медицини та фізіології, оскільки ці процеси залежать від вікових особливостей, критичних періодів розвитку імунної системи та статевих відмінностей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Сучасний підхід до оцінки здоров'я спортсменів, що базується лише на фізичному розвитку, є недостатнім, особливо для ігрових видів спорту, таких як футзал, де фізичні та емоційно-стресові навантаження часто є екстремальними.

Значні навантаження можуть призводити до зниження функціональних можливостей захисних систем і формування набутого імунодефіцитного стану, підвищуючи вразливість спортсменів до інфекцій та виснаження [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Імунна система, тісно пов'язана із системою кровотворення, відіграє ключову роль у забезпеченні стійкості організму [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. У розвитку імунної системи дітей виділяють п'ять критичних періодів, причому п'ятий критичний період (13-14 років) є вирішальним для її остаточного формування [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Цей період характеризується активізацією статевих залоз, зменшенням маси лімфоїдних органів і, відповідно, вразливістю імунної системи [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Зважаючи на це, актуальною є проблема оптимізації оцінки адаптаційних можливостей дівчаток-футзалісток віком 13-14 років, які перебувають у цьому критичному періоді. Підвищена інтенсивність фізичних та емоційних навантажень у цей час вима-

гає ретельного контролю їхнього психофізіологічного стану.

Мета дослідження.

Оцінити вплив регулярних фізичних навантажень в умовах футзалу на рівень адаптаційного напруження організму дівчаток-спортсменок віком 13-14 років, порівняно з їхніми однолітками, які не займаються спортом.

Об'єкт і методи дослідження.

У дослідженні взяли участь дві групи дівчаток. Основна група (n=15): юні спортсменки-футзалістки, середній вік 13,53±0,08 років. Друга група (n=15): однолітки, які не займаються футзалом, середній вік 13,43±0,08 років.

Рівень адаптаційного напруження оцінювали за допомогою Адаптаційного індексу (AI). Цей індекс розраховується на основі співвідношення відносної кількості лімфоцитів та сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів периферичної крові, що відображає напруження регуляторних механізмів імунної системи [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Статистична обробка включала розрахунок середніх величин (M) та стандартної помилки середньої арифметичної величини (±m). Достовірність різниць між групами оцінювали за t-критерієм Стьюдента, де порогове значення статистичної значущості становило p<0,05.

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз показників лейкоцитарної формули виявив наступні особливості: у футзалісток відзначається тенденція до зниження абсолютної кількості більшості лейкоцитів (нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів) на 9,49%-14,29% (P>0,05). Це може бути ознакою економізації функціональних систем організму як адаптаційної відповіді на регулярні фізичні навантаження, коли кількість циркулюючих клітин знижується за рахунок їхнього перерозподілу в органи та тканини, що беруть участь у захисних реакціях та відновленні.

Виявлено статистично значуще збільшення (P<0,05) абсолютної та відносної кількості паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів (юних форм): абсолютна кількість зросла на 44,44%, відносна кількість зросла на 57,32% **(табл. 1)**.

Збільшення частки паличкоядерних нейтрофілів, відоме як зсув лейкоцитарної формули вліво, у цьому контексті, ймовірно, відображає активацію кістковомозкового резерву імунної системи. Це є компенсаторною реакцією, спрямованою на посилення фагоцитарної активності та підтримання клітинної резистентності в умовах підвищеного метаболічного стресу та мікротравматизації, спричинених тренуваннями [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Спостерігається підвищення кількості еозинофілів (абсолютна на 18,18%, відносна на 31,09%) та прискорення Швидкості зсідання еритроцитів (ШЗЕ) на 15,32% (P>0,05). Зростання еозинофілів може бути пов'язане з алергічними реакціями або ж реакцією на м'язові мікропошкодження, а прискорення ШЗЕ – із неспецифічними ознаками запалення або підвищеною агрегацією еритроцитів внаслідок фізичного навантаження.

Рівень адаптаційного напруження наведені у **таблиці 2 та 3.**

Таблиця 2 – Рівень адаптаційного напруження організму дівчаток (13-14 років)

Показник	Одиниці виміру	Футзалістки (n=15)	Не-футзалістки (n=14)	P
Адаптаційний індекс	у.о.	0,51±0,11	0,49±0,08$	P>0,05

Адаптаційний індекс (AI). Середній показник AI у футзалісток (0,51±0,11) лише на 4,08% вищий за показник контрольної групи (0,49±0,08, P>0,05). Це свідчить про те, що загальний адаптаційний процес у спортсменок відбувається в межах оптимальних значень.

Таблиця 3 – Рівень індивідуального адаптаційно-компенсаторного напруження

Зона індивідуальної адаптації	Футзалістки (n=15)	Не-футзалістки (n=15)
	Абс.	%
Зона стресу	0	-
Зона тренувань	7	46,67±12,47
Зона спокійної активації	7	46,67±12,47
Зона підвищеної активації	1	6,67±3,17

Індивідуальний розподіл адаптації. У контрольній групі домінує Зона спокійної активації (57,14%) – оптимальний стан для нетренованого організму.

У спортсменок-футзалісток спостерігається майже рівний розподіл між зоною спокійної активації (46,67%) та Зоною тренувань (46,67%).

Наявність 6,67% (одна дівчинка) у Зоні підвищеної активації у групі футзалісток (проти 0% у не футзалісток) є важливим маркером. Ця зона характеризується високим рівнем мобілізації ресурсів без ознак виснаження і часто є бажаною адаптаційною реакцією у відповідь на регулярні інтенсивні тренування, підтверджуючи позитивний стимулюючий вплив фізичного навантаження на адаптаційні резерви організму в критичний період.

Отримані дані свідчать про те, що заняття футзалом у дівчаток 13-14 років не призводять до формування адаптаційного стресу (Зона стресу – 0% в обох групах), а навпаки – оптимізують адаптаційні процеси.

Таблиця 1 – Абсолютна і відносна кількість основних популяцій імунокомпетентних клітин периферичної крові дівчаток-футзалісток (13-14 років)

Популяція клітин	Одиниці виміру	Футзалістки (n=15)	Не-футзалістки (n=15)	P
Лейкоцити	$x10^9$/л	5,27±0,64	5,80±0,97	P>0,05
Нейтрофільні гранулоцити (заг.)	%	62,20±4,35	62,71±3,05	P>0,05
Нейтрофільні гранулоцити (заг.)	$x10^9$/л	3,28±0,34	3,64±0,37	P>0,05
Паличкоядерні нейтрофіли	%	2,47±0,13	1,57±0,16	P<0,05
Паличкоядерні нейтрофіли	$x10^9$/л	0,13±0,01	0,09±0,01	P<0,05
Сегментоядерні нейтрофіли	%	59,73±4,03	61,14±2,96	P>0,05
Лімфоцити	%	30,00±3,76	29,86±2,91	P>0,05
Лімфоцити	$x10^9$/л	1,58±0,15	1,73±0,18	P>0,05
Швидкість зсідання еритроцитів	мм/год	8,13±3,20	7,05±2,03	P>0,05
Гемоглобін	г/л	130,13±5,05	126,29±5,04	P>0,05

Активація нейтрофільного ланки (збільшення паличкоядерних форм) на тлі збереження загального АІ в зоні норми вказує на ефективну компенсаторно-пристосувальну реакцію. Організм юних спортсменок успішно мобілізує ресурси для відновлення та підвищення резистентності, що є особливо важливим в V критичному періоді, коли імунна система зазнає гормональних і морфологічних перебудов. Регулярні тренування, очевидно, виступають як адаптаційний фактор, що тренує механізми імунологічної резистентності, запобігаючи розвитку імунодефіцитних станів [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Висновки.

Таким чином, фізичне навантаження в ігровому виді спорту (футзал) покращує індивідуальні показники адаптаційних процесів, сприяючи зміщенню індивідуальних показників до Зони підвищеної активації (6,67%) у частини юних спортсменок.

На рівні клітинної ланки імунної системи спостерігається достовірне підвищення абсолютної та відносної кількості паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів ($P<0,05$), що розцінюється як адаптаційна мобілізація кістковомозкового резерву імунної системи.

Адаптаційний індекс організму футзалісток знаходиться в межах спокійної активації, що підтверджує оптимальний рівень адаптаційного напруження і відсутність ознак дезадаптації в умовах V критичного періоду імуногенезу.

Перспективи подальших досліджень.

Подальші дослідження будуть зосереджені на детальному вивченні впливу фізичних вправ на рівень клітинної резистентності організму юних футзалісток, включаючи функціональну активність імунокомпетентних клітин та гормональний профіль.

Література

1. Butov RS. Kharakterystyka funktsionalnoho stanu slabozorykh ditei shkilnoho viku v umovakh spetsializovanoho navchalnoho zakladu. Moloda sportyvna nauka Ukrainy. 2013;3:40-5. [in Ukrainian].
2. Dichko VV, Dichko DV, Vasilevskyi VS. Riven adaptatsiinoho napruzhennia i klitynna reaktyvnist orhanizmu ditei vikom 7–10 rokiv iz patolohiieiu. Visnyk problem biolohii i medytsyny. 2017;1(135):391-8. [in Ukrainian].
3. Dichko OA. Imunolohichna reaktyvnist orhanizmu ditei zi skoliozom u vitsi 11–14 rokiv. Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu. 2018;5(14):284-7. [in Ukrainian].
4. Dychko D, Dychko E, Nekhanevych O, Dychko V, Klimenko Y, Shaida N, et al. Reactive response of peripheral blood neutrophils of school-age adolescents with scoliosis. Retos. 2024;51:102-8.
5. Kaspriuk NA, Sydorchuk LI, Mykhalko AYu, Sydorchuk AS, Dovbush NM, Iftodii OA. Klitynna reaktyvnist, riven aktyvnoi napruhy, reaktyvna reaktsiia neitrofiliv peryferychnoi krovi ta imunolohichna reaktyvnist orhanizmu khvorykh na pozalikarnianu pnevmoniiu. Zahalna patolohiia i patolohichna fiziolohiia. 2012;7(4):129-37. [in Ukrainian].
6. 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.
7. 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. Rom J Diabetes Nutr Metab Dis. 2022;29(2):253-60.
8. Sydorchuk AR, Sydorchuk LP, Gutnitska AF, Dzhuryak VS, Kryvetska II, Sydorchuk RI, et al. 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. Endocr Regul. 2022;56(2):104-114.