УДК 796.012.1:612.017.1:612.66
DOI https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2025-10-28

Дичко Данило Владиславович,
ORCID ID: 0000-0003-0905-8228
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії і методики фізичної культури
та здоров'я збереження
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Дичко Владислав Вікторович,
ORCID ID: 0000-0003-3350-0602
доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри фізичної терапії, фізичного виховання,
спорту та біології
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Чернозуб Андій Анатолійович,
ORCID ID: 0000-0001-6293-8422
доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри спорту та фізичної культури
Волинський національний університет імені Лесі Українки

Сивохоп Едуард Миколайович,
ORCID ID: 0000-0001-8939-8446
кандидат педагогічних,
декан факультету здоров'я та фізичного виховання
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ІМУНОЛОГІЧНУ РЕАКТИВНІСТЬ, КЛІТИННУ РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ТА АДАПТАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У ДІТЕЙ СПОРТСМЕНІВ-ФУТЗАЛІСТІВ ВІКОМ 13–14 РОКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СТАТІ

INFLUENCE OF PHYSICAL ON IMMUNOLOGICAL REACTIVITY, CELLULAR RESISTANCE AND ADAPTATION PUOCTSSTS IN YOUNG FUTSAL PLAYERS AGED 13–14 YEARS DEPENDING ON SEX

У статті досліджено вплив фізичних навантажень на імунологічну реактивність, клітинну резистентність та адаптаційні процеси у дітей-спортсменів-футзалістів віком 13–14 років залежно від статі. Актуальність теми зумовлена потребою визначення особливостей функціонування імунної системи у пубертатному періоді, коли організм підлітків зазнає інтенсивних гормональних і метаболічних змін, що впливають на формування імунної відповіді. У дослідженні взяли участь 30 юних спортсменів (15 хлопців і 15 дівчат), які систематично займаються футзалом. Використовувалися загальноклінічні методи аналізу крові з розрахунком аналітичних індексів, що характеризують адаптаційне напруження, клітинну резистентність, імунологічну реактивність та неспецифічну резистентність організму. Проведений порівняльний аналіз показав наявність статевих відмінностей у формуванні адаптаційних механізмів: у дівчат виявлено перевагу в рівні адаптаційних процесів, неспецифічної резистентності та реактивній відповіді нейтрофілів, що свідчить про ефективніший перебіг механізмів неспецифічного імунного захисту. У хлопців спостерігається вищий рівень клітинної резистентності, стабільність афекторної та ефекторної ланок імунної відповіді та кращий баланс між гуморальною й клітинною системами імунітету. Отримані результати підтверджують наявність статевих особливостей імунологічних реакцій у період пубертату при впливі однакових фізичних навантажень. Практичне значення дослідження полягає у використанні результатів для оптимізації тренувальних програм, профілактики імунних дисфункцій і підтримання здоров'я юних спортсменів. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням динаміки гормональних та імунних змін у підлітків різної статі під впливом різних видів спорту.

Ключові слова: імунологічна реактивність, клітинна резистентність, адаптаційні процеси, фізичні навантаження, пубертатний період, діти-спортсмени, футзал.

The article examines the effect of physical exercise on immunological reactivity, cellular resistance, and adaptive processes in 13–14-year-old futsal players depending on sex. The relevance of the study lies in identifying the peculiarities of immune system functioning during puberty, a critical period of hormonal and metabolic changes that affect immune response formation. The study involved 30 young athletes (15 boys and 15 girls) who regularly train in futsal. General clinical blood analysis methods were applied with the calculation of analytical indices characterizing adaptive tension, cellular resistance, immunological reactivity, and nonspecific resistance of the body. A comparative analysis revealed distinct sex differences in the development of adaptive mechanisms: girls demonstrated higher levels of adaptive processes, nonspecific resistance, and neutrophil reactivity, indicating more effective nonspecific immune protection. Boys showed higher cellular resistance, stability of afferent and effector immune response components, and a better balance between humoral and cellular immunity. The obtained results confirm the sex dependence of immunological mechanisms during puberty under identical physical loads. The practical value of the study consists in the possibility of using its results to optimize training programs, prevent immune dysfunctions, and preserve the health of young athletes. Future research should focus on the dynamics of hormonal and immune changes in adolescents of both sexes engaged in different types of sports.

Key words: immunological reactivity, cellular resistance, adaptive processes, physical exercise, puberty, young athletes, futsal.

Вступ. У сучасному світі спорт є одним із ключових чинників формування здоров'я молодого покоління. Заняття фізичною культурою та спортом у підлітковому віці сприяють гармонійному розвитку організму, однак водночас створюють додаткове функціональне навантаження на всі системи, зокрема імунну. Саме тому дослідження адаптаційних механізмів імунної системи дітей-спортсменів у критичні вікові періоди має велике значення як для теорії, так і для практики спортивної медицини [2; 3; 5].

Відомо, що у розвитку дитини виділяють п'ять критичних періодів становлення імунної системи, які супроводжуються підвищеною вразливістю організму. П'ятий критичний період (13–14 років) збігається з фазою пубертату, що характеризується активацією статевих залоз, гормональними перебудовами, змінами в імунокомпетентних органах і тканинах. У цей час спостерігається зменшення маси лімфоїдних органів, підвищення секреції андрогенів і естрогенів, що призводить до дисбалансу між клітинною та гуморальною ланками імунітету. У хлопців більш виражене пригнічення клітинного імунітету, у дівчат – порушення регуляторних механізмів Т-лімфоцитів на фоні дисбалансу естрогенів і прогестерону. Усе це сприяє зростанню ризику інфекційних, алергічних і автоімунних станів [2; 3; 5].

Фізичні навантаження можуть виступати як фактор, що посилює адаптаційні резерви організму, так і як стресор, здатний викликати перетренованість і зниження імунної реактивності. Наукові дослідження останніх десятиліть доводять, що ефективність і безпечність тренувального процесу залежать від індивідуальної реакції імунної системи спортсмена на фізичне навантаження [6; 7; 8].

Огляд літератури. Особливий інтерес становить вивчення статевих відмінностей у формуванні імунної відповіді в підлітків-спортсменів. Попередні дослідження показали, що дівчата та хлопці по-різному реагують на фізичні навантаження: у дівчат більше виражені процеси неспецифічної резистентності та протизапальні механізми, тоді як у хлопців – підвищена клітинна резистентність і кращий баланс між гуморальною та клітинною ланками імунітету [1; 2; 4; 5].

Разом із тим, кількість досліджень, присвячених аналізу імуногематологічних показників у дітей-спортсменів саме у пубертатному періоді, залишається обмеженою. Залучення показників адаптаційного напруження, клітинної резистентності та загальної імунологічної реактивності дозволяє отримати комплексну характеристику стану імунної системи, що є необхідним для оптимізації тренувального процесу у футзалі та інших видах спорту.

Таким чином, актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю виявлення статевих особливостей адаптаційних та імунологічних реакцій у спортсменів-підлітків, що дозволить підвищити ефективність тренувального процесу, знизити ризик імунних дисфункцій та забезпечити збереження здоров'я спортсменів у довгостроковій перспективі.

Метою дослідження стало проведення порівняльного аналізу рівня основних показників адаптаційного напруження, клітинної резистентності та загальної імунологічної реактивності організму дітей-спортсменів (футзалістівґґ0 віком 13–14 років у залежності від їхньої статі.

Методи і матеріал дослідження. Обстежено 30 дітей юних-спортсменів (15 хлопців і 15 дівчат) віком 13–14 років, які займаються футзалом. Були створенні групи 15 хлопців-футзалістів та 15

дівчат-футзалісток. Усі учасники дослідження займалися футзалом професійно та тренувалися за ідентичною програмою.

Використовувався загальнокліничний аналіз крові з визначенням лейкоцитарної формули. На основі гематологічних показників розраховувалися аналітичні індекси (Адаптаційний індекс, індекс клітинної резистентності, ЛІІ за Каліф-Каліфа, індекс неспецифічної резистентності), що комплексно характеризують адаптаційні процеси та імунний захист.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за загальновідомими методами: визначалися середні значення (M) та стандартна помилка (m), значущість відмінностей між групами визначали за допомогою t-критерію Studenta. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. У теперішній час відомо, що в житті дітей виділяють п'ять критичних періодів, які характеризуються найбільшою вразливістю організму дітей. П'ятий критичний період становлення імунної системи у дітей 13–14 років характеризується активацією функцій статевих залоз. Пубертатний стрибок росту поєднується із зменшенням маси лімфоїдних органів, підвищенням секреції гормонів (перш за все андрогенів), що призводить до інгибування клітинної ланки імунітету і стимуляції гуморальних механізмів імунної відповіді. Це призводить до підвищення чутливості хлопчиків до збудників інфекційних хвороб і полегшується перебіг алергічних та автоімунних процесів, У дівчаток внаслідок недосконалого взаємовідношення естрогенів і прогестерону знижується супресивна функція клітинної ланки імунітету. Перераховане вище підштовхнуло нас провести порівняльну характеристику рівня основних показників адаптаційного процесу, клітинної резистентності та загальної імунологічної реактивності організму дітей спортсменів-футзалістів у залежності від статі дитини (таблиця 1).

Таблиця 1

Вплив комплексної програми фізичних навантажень на основі аналітичних показників рівня адаптивного напруження, клітинної резистентності, неспецифічного та загального імунного захисту організму спортсменів-футзалістів віком 13-14 років залежно від статі дитини

Аналітичні імунологематологічні показники	Хлопці-футзалісти (n=15)	Дівчата-футзалістки (n=15)	Ступінь порушень	P
Адаптаційний індекс	0,50±0.10	0,51±0,10	-I	>0,05
Індекс клітинної резистентності	41,29±0,53	37,46±0,47	+ I	<0,01
ЛІІ за Я.Я. Каліф-Каліфа	1,09±0,11	1,04±0,11	+ I	>0,05
Ядерний індекс ступеня ендотоксикозу	0,03±0,01	0,04±0,01	- I	>0,05
Гематологічний показник інтоксикації за Васильєвим	37,64±1,41	44,56±1,45	- I	<0,05
Індекс неспецифічної резистентності організму	0,10±0,01	0,37±0,04	- III	>0,01
Індекс неспецифічної реактивності	49,28±4,87	50,23±3,51	- I	>0,05
Індекс імунологічної резистентності	2,03±0,19	2,13±0,21	- I	>0,05
Індекс імунологічної реактивності	6,56±1,07	6,17±0,59	+ I	>0,05
Реактивна відповідь нейтрофільних гранулоцитів	1,45±0,11	1,65±0,16	- I	>0,05
Лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс	0,61±0,04	0,62±0,07	- I	>0,05
Лейкоцитарний індекс	0,10±0,01	0,08±0,01	+ I	<0,05
Нейтрофільно-лімфоцитарний коефіцієнт	2,10±0,09	2,07±0,18	+ I	>0,05
Індекс зсуву нейтрофілів	0,03±0,01	0,04±0,01	- I	>0,05
Індекс зсуву лейкоцитів	1,89±0,17	1,84±0,18	+ I	>0,05
Індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів	6,07±0,30	5,69±0,20	+ I	>0,05
Індекс співвідношення лейкоцитів та еозинофілів	12,47±1,32	11,80±1,07	+ I	>0,05
Індекс алергізації	2,57±0,12	4,97±0.51	- II	<0,05
Індекс співвідношення абсолютної кількості лейкоцитів і ШЗЕ	1,07±0,10	0,65±0,07	+II	<0,05

Примітка: ШЗЕ – швидкість зсідання еритроцитів. (+): перевищення показників у хлопців; (-): перевищення показників у дівчат. I, II, III – ступінь порушень.

Показано, що адаптаційні процеси у дівчаток мають перевагу на 2,0% над таким показником у хлопчиків. Клітинна резистентність у хлопців-футзалістів суттєво (на 10,22%; P < 0,01) переважає над клітинною резистентністю дівчаток, що проявляється зниженою ендогенною інтоксикацією за гематологічним показником інтоксикації за Васильєвим на 18,38% (P<0,05). Неспецифічна резистентність організму дівчаток переважає такий показник у хлопчиків у 3,7 рази (P < 0,01), а неспецифічна реактивність переважає лише на 1,93% (P > 0,05). Реактивна відповідь нейтрофільних гранулоцитів краще формується (на 13,79%) у дівчаток. Взаємовідношення гуморальної і клітинної відповіді проявляються більш потужними у хлопчиків (на 25,0%).

Не дивлячись на обмежену кількість індивідуумів (дітей), обстежених нами, можемо простежити тенденції, які показують, що рівень аналітичних та імуногематологічних показників залежить від статі спортсменів-футзалістів. У дівчаток спортсменок-футзалісток має місце покращення адаптаційних процесів, неспецифічної (вродженої) резистентності (у 3,7 разів) і реактивності (на 1,93%); імунологічної резистентності (на 4,93%), реактивної відповіді нейтрофільних гранулоцитів (на 13,79%) та пониження (на 93,39%) можливості формування гіперчутливості (алергічних реакцій) уповільненого типу. У хлопчиків спортсменів-футзалістів має місце тенденція до підвищення рівня клітинної резистентності (на 10,22%), тенденція до підвищення імунологічної реактивності (на 6,32%), покращення (на 6,68%) взаємовідношень афекторної та ефекторної ланок імунологічного процесу, а також нормалізації співвідношень процесів гіперчутливості негайного та уповільненого типів.

Висновки. Таким чином, у дівчат-футзалісток віком 13–14 років відзначено перевагу у формуванні адаптаційних процесів та неспецифічної резистентності організму, підвищену реактивність нейтрофілів та зниження ризику алергічних реакцій уповільненого типу, у хлопців-футзалістів спостерігається вища клітинна резистентність, стабільність афекторної та ефекторної ланок імунної відповіді та кращий баланс між гуморальною та клітинною імунною відповіддю. Отримані результати залежність імунологічних механізмів від статі у період пубертату при однакових фізичних навантаженнях.

Перспективи подальших досліджень. Основні наукові положення, наведені в цій статті, є основою для проведення тривалих спостережень за спортсменами обох статей у пубертатному періоді з урахуванням динаміки гормональних змін, вивчення впливу різних видів фізичного навантаження та інтенсивності тренувань на адаптаційні імунні процеси. Це дозволить створити оптимізовані програми тренувань з урахуванням статевих відмінностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гончаренко М. С. Імунологічна реактивність у спортсменів різного віку. Київ: Наукова думка, 2020. 168 с.

2. Дичко В. В., Дичко Д. В. Психофізіологічні та імунологічні аспекти адаптації дітей-спортсменів. Слов'янськ: ДДПУ, 2021. 20–25

3. Дичко В. В., Дичко О. А. Загальна імунологічна резистентність організму юних футзалістів, які знаходяться у v критичному періоді становлення імунної системи. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15, n. 4(190), p. 33–36.

4. Кулинич Л. М. Фізіологія розвитку дітей: критичні періоди становлення. Харків: Основа, 2019. 140 с.

5. Чернозуб А. А. Адаптаційні зміни в організмі жінок середнього віку в умовах занять силовим фітнесом / А. А. Чернозуб, Г. В. Тітова, О. В. Дубачинський, О. С. Славітяк. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. 2017. Вип. 147(1). С. 233–238.

6. Nieman D.C. Exercise, infection, and immunity. *Int J Sports Med.* 2021;42(3):195–205.

7. Walsh N.P. Recommendations to maintain immune health in athletes. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(6):820–831.

8. Walsh N.P., Oliver S.J. Exercise, immune function and respiratory infection: An update on the influence of training and environmental stress. *Immunol Cell Biol.* 2016. 94(2):1, 32–139.

© Дичко Д. В., Дичко В. В., Чернозуб А. А., Сивохоп Е. М.
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Стаття надійшла до редакції 10.10.2025
Стаття прийнята 01.11.2025
Стаття опублікована 01.12.2025