

---

# ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ІМУННОГО ДИСТРЕСУ У СПОРТСМЕНІВ У ДИНАМІЦІ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

---

*Сергій Футорний, Оксана Осадча, Олена Шматова,  
Олена Маслова*

---

**Аннотация.** Раскрыты актуальные вопросы развития иммунного дистресса у спортсменов с учетом специфики спортивной подготовки. Обобщены результаты обследования 30 спортсменов в динамике тренировочного процесса. Выявлено, что иммунодистресс приводит к увеличению заболеваемости спортсменов, что свидетельствует о необходимости использования в системе их подготовки постоянного диагностического мониторинга.

**Ключевые слова:** иммунодистресс, иммунная система, спортсмены, физические нагрузки, иммунокомпетентные клетки

**Abstract.** Topical issues of immune distress development in athletes with account for the specificity of sports training have been revealed. The results of a survey of 30 athletes in the dynamics of the training process have been generalized. It was revealed that immunodistress leads to increased incidence of diseases in athletes, indicating the need for their continuous training system diagnostic monitoring.

**Keywords:** immunodistress, immune system, athletes, physical loads, immune competent cells.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зростання інтенсивності навантажень, зумовлене збільшенням обсягів тренувальних занять, кількістю змагань, все частіше поєднується зі значною активацією центральної нервової системи та імунітету, що є однією з важливих причин змін нейрогуморальної регуляції організму і його гомеостазу в цілому [2, 8].

Імуносупресія і дисфункція нервової та ендокринної систем сьогодні розглядаються як основний патологічний чинник у порушенні гомеостазу, в тому числі й у спортсменів. Наслідки їх залишаються значними, зазначимо, що вони мало вивчені. Значні за обсягом і інтенсивністю фізичні навантаження у спортсменів призводять до різноманітних змін показників периферичної крові. При цьому встановлено, що при максимальних фізичних навантаженнях у спортсменів знижується загальна кількість лейкоцитів та лімфоцитів периферичної крові, особливо відразу після тренувального заняття, визначається тенденція до змін активності клітин-ефекторів адаптаційного та гуморального імунітету [4, 9].

У сучасній науково-методичній літературі ряд авторів вказує на значні порушення імунологічної реактивності у спортсменів під час змагань в умовах значних фізичних навантажень [8]. Вони пов'язані з негативною динамікою вмісту в периферичній крові імуноглобулінів основних класів, зниженням функціональної активності клітин неспецифічної резистентності [4, 7–11].

Однак поза увагою залишається взаємозв'язок між рівнями фізичних навантажень та розвитком

порушень системи імунної відповіді у спортсменів залежно від видів спортивної діяльності. Залишається також мало вивченим вплив спортивних навантажень на показники клітинного імунітету, а саме їх роль у розвитку вторинних імунодефіцитів у висококваліфікованих спортсменів.

Заняття сучасним спортом все частіше пов'язані з виникненням імунодефіцитів – зниженням функціональної активності основних компонентів системи імунітету. Це призводить до порушень у системі антибактеріальної резистентності організму та проявляється в підвищенні ризику виникнення та загострення інфекційних захворювань [7].

Представлені положення обґрунтовують актуальність і необхідність вивчення особливостей змін окремих показників периферичної крові та імунологічної реактивності для визначення рівнів адаптаційних реакцій і корекції порушень у системі імунологічної реактивності організму спортсменів у цілому.

**Мета дослідження** – вивчення особливостей розвитку імунного дистресу у спортсменів залежно від періоду їхнього річного циклу підготовки.

**Методи дослідження:** аналіз і узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури, моніторинг інформаційних ресурсів мережі Інтернет, контент-аналіз теоретичних і методичних робіт (монографій, навчальних посібників, методичних матеріалів), системний підхід. Окремо нами проводились дослідження з використанням клініко-лабораторних (гематологічних, імунологічних) методів і методів математичної статистики.

**Таблиця 1** – Зміна показників клітинного імунітету у обстежених першої групи,  $\bar{x} \pm m$ ,  $n = 16$ 

Показник	Одиниця виміру	Етап			Показники референтної групи ( $n = 20$ )
		I	II	III	
CD3 <sup>+</sup>	%	46,50 ± 1,10	44,00 ± 0,87*	45,00 ± 0,97*	47,20 ± 0,95
CD4 <sup>+</sup>	%	27,20 ± 1,09	23,30 ± 1,00*	26,37 ± 1,30	27,90 ± 1,22
CD8 <sup>+</sup>	%	19,30 ± 0,70	21,70 ± 0,97	18,63 ± 1,19	19,30 ± 0,76
ЗІРК	у.о.	1,41	1,07	1,41	1,45
CD22 <sup>+</sup>	%	10,31 ± 1,17	10,12 ± 0,91	10,20 ± 0,71	10,90 ± 1,10
CD16 <sup>+</sup>	%	20,23 ± 0,89	24,78 ± 0,97*	22,45 ± 0,82	20,71 ± 0,97

\* – статистично достовірні розбіжності порівняно з показниками здорових осіб ( $p < 0,05$ ).

### Результати дослідження та їх обговорення.

Матеріалом для гематологічних досліджень служила периферична кров, забір якої для підрахунку еритроцитів і лейкоцитів здійснювали за загальноприйнятим методом. Для цитологічних досліджень використовували мазки периферичної крові, яку брали для підрахунку лейкограми за загальноприйнятим методом. Забарвлення мазків проводили за Паппенгеймом. Підрахунок лейкограми проводили на 200 клітин за В. В. Меншиковим (1987) [7]. Проліферативну активність лімфоцитів периферичної крові обстежених оцінювали в реакції бласттрансформації (РБТЛ). З кожного зразка крові готували сім культур лімфоцитів: з фітогемаглютиніном (ФГА-М фірми Діфко), з ліпополісахаридом (ЛПС) і монокультуру без мітогену. Для культивування лімфоцитів використовували середовище 199. Оцінку реакції проводили морфологічним методом – шляхом підрахунку кількості проліферуючих лімфоцитів на 200 клітин в мазках, пофарбованих за Романовським-Гімза з подальшим визначенням індексу стимуляції (ІС) [3, 6]. Визначення кількості лімфоцитів різних субпопуляцій (CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>, CD22<sup>+</sup>, CD16<sup>+</sup>) проводили з використанням моноклональних антитіл виробництва GVG методом імуноферментного аналізу.

Контингент обстежених становили 30 висококваліфікованих спортсменів (спеціалізація – легка атлетика, вік 18–19 років), яких було розподілено на дві групи: перша – 16 спортсменів, які спеціалізуються в бігу на довгі дистанції; друга – 14 спортсменів, які спеціалізуються в бігу на короткі дистанції. Дослідження проводили до початку (I етап), після (II етап) та на третю добу після тренувального заняття (III етап).

Референтну групу становили студенти військових навчальних закладів аналогічного віку, які мали оздоровчі фізичні навантаження.

Оцінку результатів та достовірність проведених досліджень вивчали шляхом використання програми STATISTICA 6,0.

Дослідження виконано відповідно до Зведеного плану НДР у сфері фізичної культури і спорту на

2016–2020 рр. Міністерства освіти і науки України, розробленого і затвердженого в Національному університеті фізичного виховання і спорту України.

Після визначення показників вмісту лімфоцитів у лейкоцитарній формулі периферичної крові нами встановлено, що в обстежених першої групи їхній рівень на I етапі дослідження становив  $21,07 \pm 0,45$  %. На II етапі дослідження встановлено підвищення цього показника

до  $25,07 \pm 0,22$  %, що відповідає критеріям адаптаційної реакції до тренувальних навантажень. Встановлені тенденції зміни показників периферичної крові спостерігались нами і на третю добу (III етап) після тренувального заняття.

У обстежених другої групи нами встановлено, що на I етапі дослідження (до початку тренувального заняття) кількість лімфоцитів в лейкоцитарній формулі периферичної крові становила  $22,25 \pm 0,35$  %. На II етапі було встановлено, що вміст лімфоцитів у лейкоцитарній формулі становив  $20,25 \pm 0,62$  %. Саме тому визначену тенденцію характеризували як субкомпенсований тренувальний рівень адаптаційної реакції організму. На III етапі було встановлено тенденцію до деякого підвищення вмісту лімфоцитів відносно вихідних значень до  $21,34 \pm 0,29$  %.

У ході визначення вмісту лімфоцитів основних субпопуляцій у обстежених першої групи було встановлено тенденцію до зниження CD3<sup>+</sup> клітин відносно показників референтної групи на II етапі досліджень ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Найбільш значне зниження було відмічено відносно показників вмісту CD4<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ) при підвищенні CD8<sup>+</sup> порівняно з референтними значеннями.

У ході дослідження нами також було підраховано значення загального імунорегуляторного коефіцієнта (ЗІРК) спортсменів першої групи, що становив 1,07 у.о. (референтні показники – 1,45 у.о.). Слід зазначити, що нами виявлено підвищення вмісту CD16<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ) відносно показників референтної групи та вихідних значень на початку тренувального заняття ( $p < 0,05$ ).

На третю добу після тренувального заняття спостерігалось підвищення вмісту CD3<sup>+</sup> відносно значень даного показника наприкінці тренувального заняття у 1,02 раза, CD4<sup>+</sup> – у 1,13 раза та зниження CD8<sup>+</sup> у 1,16 раза. Показники вмісту CD22<sup>+</sup> залишалися без змін на всіх етапах дослідження. Також виявлено підвищення рівня CD16<sup>+</sup> наприкінці тренувального заняття порівняно з вихідними даними ( $p < 0,05$ ) і його зниження до рівня рефе-

рентних показників на III етапі дослідження (після тренувального заняття).

При визначенні вмісту лімфоцитів основних субпопуляцій у обстежених другої групи встановлено тенденцію до значного зниження CD3<sup>+</sup> відносно показників здорових осіб саме наприкінці тренувального заняття ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

В цей період визначено значне зниження показників вмісту CD4<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ) при підвищенні вмісту CD8<sup>+</sup> порівняно зі значеннями здорових осіб у 1,10 раза, ЗІРК мав значення 0,87. При цьому встановлено значне підвищення вмісту CD16<sup>+</sup> в 1,27 раза ( $p < 0,05$ ) відносно показників референтної групи та вихідних значень у 1,31 раза ( $p < 0,05$ ). Також встановлено тенденцію до підвищення вмісту CD22<sup>+</sup> відносно вихідних значень – у 1,08 раза.

Аналіз отриманих даних свідчить, що на третю добу (III етап) після тренувального заняття спостерігалось підвищення вмісту CD3<sup>+</sup> відносно показників одразу після тренувального заняття у 1,05 раза, CD4<sup>+</sup> – у 1,14 раза та зниження CD8<sup>+</sup> в 1,03 раза. Окремо виявлено підвищення CD16<sup>+</sup> відносно вихідних показників ( $p < 0,05$ ), при цьому вказані показники перевищували значення здорових осіб ( $p < 0,05$ ).

Нами було проведено визначення функціональної активності лімфоцитів у реакції бласттрансформації у відповідь на стимуляцію фітогемаглютиніном (ФГА) та ліпополісахаридом (ЛПС).

У результаті проведених досліджень у обстежених першої групи одразу після закінчення тренувального заняття (II етап) виявлено тенденцію до підвищення функціональної активності лімфоцитів у відповідь на стимуляцію ФГА, яка перевищувала вихідні показники та значення референтної групи у 1,02 раза (табл. 3).

На третю добу після тренувального заняття встановлено зниження показників функціональної активності лімфоцитів у відповідь на стимуляцію ФГА до значень референтної групи.

Показники функціональної активності лімфоцитів у відповідь на стимуляцію ЛПС залишались незмінними протягом усього дослідження.

У ході дослідження функціональної активності лімфоцитів у реакції бласттрансформації у обстежених спортсменів другої групи нами встановлено, що значні фізичні навантаження сприяють зниженню функціональної активності Т-лімфоцитів у відповідь на мітогенну стимуляцію одразу після тренувального заняття у 1,12 раза ( $p < 0,05$ ) відносно вихідних значень і референтної групи (табл. 4).

При цьому функціональна активність В-лімфоцитів була підвищена, як до вихідних показників у 1,09 раза, так і до значень референтної групи.

Підвищення показників функціональної активності Т-лімфоцитів було встановлено на III етапі дослідження. Однак вони були дещо знижені відносно значень референтної групи ( $p < 0,05$ ). Показники функціональної активності В-лімфоцитів визначались у межах референтних значень.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень нами встановлено, що значне максимальне фізичне навантаження зумовлює розвиток імунного дистре-

**Таблиця 2** – Зміна показників клітинного імунітету в обстежених другої групи,  $\bar{x} \pm m$ ,  $n = 14$

Показник	Одиниці виміру	Етап			Показники референтної групи ( $n = 20$ )
		I	II	III	
CD3 <sup>+</sup>	%	46,22 ± 1,12	40,00 ± 0,91*	42,00 ± 0,99*	47,20 ± 0,95
CD4 <sup>+</sup>	%	26,92 ± 0,97	18,67 ± 0,79*	21,37 ± 1,02*	27,90 ± 1,22
CD8 <sup>+</sup>	%	19,30 ± 0,84	21,33 ± 0,95	20,63 ± 0,82	19,30 ± 0,76
ЗІРК	у.о.	1,39	0,87	1,04	1,45
CD22 <sup>+</sup>	%	10,22 ± 0,97	11,07 ± 0,75	10,67 ± 0,82	10,90 ± 1,10
CD16 <sup>+</sup>	%	20,17 ± 0,78	26,44 ± 0,82*	24,23 ± 0,78*	20,71 ± 0,97

\* – статистично достовірні розбіжності порівняно з показником референтної групи ( $p < 0,05$ ).

**Таблиця 3** – Показники функціональної активності лімфоцитів у реакції бласттрансформації у обстежених першої групи,  $M \pm m$ ,  $n = 16$ .

Показник	Одиниці виміру	Етап			Показники референтної групи ( $n = 20$ )
		I	II	III	
РБТЛ (ФГА)	%	39,56 ± 0,52	40,45 ± 0,43	39,23 ± 0,47	39,56 ± 0,76
РБТЛ (ЛПС)	%	10,89 ± 0,12*	10,34 ± 0,22	10,56 ± 0,43	10,22 ± 0,56

\* – статистично достовірні розбіжності порівняно з показниками референтної групи ( $p < 0,05$ ).

**Таблиця 4** – Показники функціональної активності лімфоцитів в реакції бласттрансформації у обстежених другої групи,  $M \pm m$ ,  $n = 14$ .

Показник	Одиниці виміру	Етап			Показники референтної групи ( $n = 20$ )
		I	II	III	
РБТЛ (ФГА)	%	39,56 ± 0,52	35,11 ± 0,67*	38,61 ± 0,56	39,56 ± 0,76
РБТЛ (ЛПС)	%	11,02 ± 0,12	12,01 ± 0,23	10,97 ± 0,23	10,22 ± 0,56

\* – статистично достовірні розбіжності порівняно з показниками референтної групи ( $p < 0,05$ ).

су, що характеризується значною дисрегуляцією співвідношення імунорегуляторних клітин периферичної крові.

Було визначено зниження кількості лімфоцитів, особливо CD4<sup>+</sup> Т-клітин із хелперною функцією на тлі підвищення природних кілерів CD16<sup>+</sup> та CD8<sup>+</sup>. Ці тенденції більш виражені у обстежених спортсменів другої групи, а саме бігунів на довгі дистанції. Встановлено, що В-лімфоцити мають відносно високу стійкість до фізичних навантажень. Відновлення кількості лімфоїдних клітин у субпопуляціях у першій групі відмічалось уже на третю добу після тренувального навантаження. У обстежених другої групи було відмічено відмінності між показниками вмісту клітин у субпопуляціях та їх значеннями.

Підвищення кількості CD16<sup>+</sup> та збереження вмісту CD22<sup>+</sup>, можливо, дає підстави розглядати ці тенденції як адаптивні реакції імунної системи на різні типи фізичного навантаження, котрі ма-

ють значний вплив на функціональну активність Т-лімфоцитів у відповідь на специфічні стимулятори. Дані тенденції пов'язані зі зниженням функції досліджених клітин пропорційно обсягу навантаження. При цьому показники функціональної активності В-лімфоцитів практично не змінювались.

Отримані результати свідчать про значну вірогідність розвитку імунної відповіді за Т-незалежним типом при високій вірогідності розвитку автоагресивних реакцій у обстежених другої групи.

Визначення змін показників вмісту лімфоцитів периферичної крові у спортсменів у відповідь на максимальне фізичне навантаження має значне інформаційне значення для визначення типу відповіді організму на вплив стресових факторів. Використання розрахункових методів, на нашу думку, дає можливість оцінювати стан спортсменів без використання додаткових складних методів дослідження.

## Література

1. *Андрейчин М. А.* Методи дослідження ендогенної інтоксикації організму: метод. рек. / М. А. Андрейчин, М. Д. Бех, В. В. Дем'яненко та ін. // МОЗ України. – 1998. – С. 1–31.
2. *Дранник Г. Н.* Клиническая иммунология и алергология / Г. Н. Дранник. [3-е изд., доп.]. – М.: Мед. информ. агенство, 2006. – С. 324.
3. *Иммунология: практикум* / [под ред. Е. У. Пастер]. – К.: Вища шк., – 1989. – 304 с.
4. *Коган О. С.* Особенности иммунорезистентности организма представителей циклических видов спорта в различные периоды тренировочного процесса / О. С. Коган, В. В. Савельева // Теория и практика физ. культуры. – 2009. – № 1. – С. 31–36.
5. *Лабораторные методы исследования в клинике.* Справочник / [под ред. В. В. Меньшикова]. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
6. *Лімфоцити.* Методи / [за ред. Дж. Клауса]. – М.: Мир, 1990. – С. 310–326.
7. *Макарова Г. А.* Лабораторные показатели в практике спортивного врача: [справ. рук.] / Г. А. Макарова, Ю. А. Холявко. – М.: Сов. спорт, 2006. – 200 с.
8. *Таймазов В. А.* Спорт и иммунитет / В. А. Таймазов, В. Н. Цыган, Е. Г. Мокеева. – СПб.: Олимп, 2003. – 200 с.
9. *Щепина Г. М.* Оценка адаптационных возможностей спортсменов / Г. М. Щепина [и др.] // Теория и практика физ. культуры. – 2009. – № 1. – С. 27–30.
10. *Khansari D.* Effects of stress on the immune system / D. Khansari, A. Murgo // Immunology today. – 2000. – 11(5). – P. 170–175.
11. *MacKinnon L. T.* Special feature for the Olympics (effect of exercise on the immune system) / L. T. MacKinnon // Immunol Cell Biol. – 2000. – № 78 (5). – P. 444–451, 500–509.

## Literature

1. *Andreychyn M. A.* Methods of studying body endogeneous intoxication: methodical recommendations / M. A. Andreychyn, M. D. Bekh, V. V. Demianenko et al. // MPH of Ukraine. – 1998. – P. 1–31.
2. *Drannyk G. N.* Clinical immunology and alergology / G. N. Drannyk. – [3rd revised ed.]. – Moscow: Med. inform. agenstvo, 2006. – P. 324.
3. *Immunology* / [ed. by E. U. Paster]. – Kyiv: Vyshcha shkola, – 1989. – 304 p.
4. *Kogan O. S.* Peculiarities of immune resistance in athletes of cyclic sports events in different training process periods / O. S. Kogan, V. V. Savelyeva // Teoriya i praktika fiz. kultury. – 2009. – N 1. – P. 31–36.
5. *Laboratory methods of clinical studies.* Guide / [ed. by V. V. Menshikov]. – Moscow: Meditsina, 1987. – 368 p.
6. *Lymphocytes.* Methods / [ed. by J. Claus]. – Moscow: Mir, 1990. – P. 310–326.

7. *Makarova G. A.* Laboratory indices in sports physician practice: [guide] / G. A. Makarova, Y. A. Kholiyavko. – Moscow: Sov. sport, 2006. – 200 p.

8. *Taymazov V. A.* Sport and immunity / V. A. Taymazov, V. N. Tsygan, E. G. Mokeyeva. – Saint Petersburg: Olimp, 2003. – 200 p.

9. *Shchepina G. M.* Assessment of athlete adaptation capacities / G. M. Shchepina [ et al.] // *Teoriya i praktika fiz. kultury.* – 2009. – N 1. – P. 27–30.

10. *Khansari D.* Effects of stress on the immune system / D. Khansari, A. Murgu // *Immunology today.* – 2000. – 11(5). – P. 170–175.

11. *MacKinnon L. T.* Special feature for the Olympics (effect of exercise on the immune system) / L. T. MacKinnon // *Immunol Cell Biol.* – 2000. – N 78 (5). – P. 444–451, 500–509.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

Надійшла 22.09.2016