

## ЗМІНИ СТАНУ ІМУНІТЕТУ І ГУМОРАЛЬНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЯЦІЇ У СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОГО КЛАСУ НА РІЗНІ ПЕРІОДИ ТРЕНУВАЛЬНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Корж В. П.

*Харківський національний медичний університет*

Наукову інформацію щодо проблем патології в сучасному спорті можна віднести до двох основних напрямків: оздоровлюючої дії спортивного тренування або патогенної дії спортивного тренування. Вважають, що надані напрямки не суперечать одне одному, а є похідними різних проявів процесу адаптації до спортивних навантажень [9, 10]. На даний час розроблено загальну теорію спортивної патології, експериментальну основу якої склали численні дослідження особливостей адаптаційного процесу, гормональної і біохімічної регуляції, стану гуморального і секреторного імунітету, визначення педагогічних, медичних і інших параметрів в динаміці річного тренувального циклу. Запропоновано наступне формулювання основної тези наданої теорії: при спортивному тренуванні в організмі спортсмена не виникає постійного оздоровлюючого або патогенного ефекту, він залежить, з одного боку, від об'єму, інтенсивності та специфічності тренувальних і позатренувальних чинників, а з іншого — від функціонального стану і загальних резервів організму [10]. Було виділено декілька фаз перебігу адаптації організму спортсмена до тренувальних і змаганням навантажень, а саме: активації, стабілізації, компенсації, декомпенсації, відновлення [10].

Доведено, що тривалість кожної з цих фаз досить індивідуальна і залежить, передусім, від характеру гормональної регуляції організму конкретного спортсмена

[2, 3, 5, 6]. Було встановлено, що перший період характеризується активацією гормональних та медіаторних ланок симпатoadrenalової системи, після чого із деякою затримкою активується гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковий апарат. Трофотрофні механізми при цьому декілька загальмовані, що підтверджено зниженням рівня в крові ацетилхоліну, зниженням утворенням і екскрецією гістаміну, серотоніну, 5-оксиіндолацетової кислоти та інсуліну [4, 10]. При тривалому стресогенному впливі, якщо резерви організму є недостатніми, настає фаза дистресу, що характеризується повним виснаженням симпатoadrenalової і послідовним зниженням активності гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової систем [8, 9].

Відомо, що ендокринна система має суттєвий вплив на імунний гомеостаз [1, 7, 13]. Групою експертів ВООЗ в 1970 р. було представлено доповідь, де вказувалося, що гормональна рівновага має першорядне значення щодо контролю популяції лімфоїдних клітин, та від неї залежать стабільність або мінливість наданих клітин. Тривалі та/або інтенсивні фізичні навантаження у спортсменів високого класу поряд із модифікацією нейрогуморальних систем, що мають регулюючий вплив на стан метаболізму, активацію та функціонування енергетичних і пластичних процесів, можуть призводити до певної модифікації імунного статусу, особливо при ушкодженнях адаптаційних механізмів [13, 14, 15, 17]. Стан імунної системи

не має прямого впливу на характер енергозабезпечення м'язової діяльності, але зниження реактивності із повторними захворюванням, неадекватна реакція імунної системи на метаболічні порушення можуть, з одного боку, погіршувати адаптацію до фізичних навантажень, а з іншого боку,

є критеріями стану адаптаційних механізмів [11, 16].

Метою даної роботи була оцінка стану імунітету і нейрогормональної регуляції адаптації до великих фізичних навантажень у спортсменів високого класу.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 21 спортсмена вищої спортивної кваліфікації, що тренуються у видах спорту на витривалість, віком від 21 до 32 років. Обстеження проводили наприкінці базового підготовчого, змагального і відновлювального періодів річного циклу спортивної підготовки. Контрольну групу склали 10 практично здорових чоловік, які не займалися активно спортом.

Для дослідження зранку, натще, відбирали венозну кров. У сироватці крові імуноферментним методом визначали рівень серотоніну і кортизолу методом імуноаналізу. Вивчали показники імунного статусу організму. Визначення кількості Т-клітин зрілих (CD3+ CD19-), Т-клітин незрілих (CD4+ CD8+), В-лімфоцитів (CD3- CD19+), NK-клітин (CD16+ CD3-), Т-хелперів / Т-індукторів (CD3+ CD4+) та Т-супресорів (CD3+ CD8+) проводили методом проточної цитофлуориметрії на приборі CyAn (Dako Cytomation), розрахунковим методом визначали індекс Т-хелпери

/ Т-супресори (CD4+ / CD8+). У сироватці крові визначали вміст циркулюючих імунокомплексів (ЦІК) і імуноглобуліну (Ig E) методом імуноферментного аналізу на приборі Microlab Star ELISA та концентрації Ig A, M та G методом імунотурбідиметрії. Визначення прозапального інтерлейкіну-2 (ІЛ-2), фактору некрозу пухлини- $\alpha$  (ФНП- $\alpha$ ) та протизапального інтерлейкіну-10 (ІЛ-10) проводили у супернатантах моноцитів імуноферментним методом на приборі Microlab Star ELISA. Неспецифічну клітинну систему імунітету визначали за фагоцитарним індексом (ФІ), фагоцитарним числом (ФЧ), індексом завершеності фагоцитозу (ІЗФ) [12].

Математичну та статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютера із використанням програмних пакетів Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США) та Excel 2003 (Microsoft Corp., США). Дані наведено як  $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ . Відмінності вважали вірогідними при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У спортсменів високого класу за ходом тренувально-змагальної діяльності спостерігалася модифікація нейрогуморальних систем, що впливають на активацію енергетичних і пластичних процесів. Наприкінці відновлювального періоду у спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту на витривалість, реєстрували нормальний рівень кортизолу в крові, який практично не відрізнявся від показників контрольної групи (табл. 1). При цьому відзначали підвищений по відношенню до контрольної групи фон серотоніну. У більшості спортсменів показники вмісту серотоніну перебували на

верхній границі рекомендованих контрольних значень і ще більше зростали у базовому підготовчому та змагальному періодах (табл. 2). Наприкінці базового підготовчого і змагального періодів концентрації кортизолу в крові спортсменів збільшувались. У 19% випадків серед спортсменів наприкінці підготовчого і в 23,8% наприкінці змагального періодів показники перебували на верхній межі норми. У контрольній групі подібний стан спостерігали лише у однієї людини. Даний факт, ймовірно, обумовлений підвищенням у атлетів на дані терміни спортивної діяльності напруги процесів

адаптації. Як показали отримані результати у 9,5 % випадків наприкінці базового підготовчого періоду і у 4,8 % наприкінці змагального періоду вміст кортизолу був навіть вищим за рекомендовані межі норми ( $> 650$  нМоль/л), чого взагалі не спостерігалось серед осіб контрольної групи.

Відомо, що кортикостероїди мають вплив на клітинний імунітет та утворення антитіл, вони викликають лімфопенію, пригнічують функції лімфоїдної тканини і тимусу [7]. Призначення фармакологічних препаратів цих гормонів має аналогічну дію. Проте доводять, що ці сполуки можуть викликати і протилежну дію. Мабуть, дія кортикостероїдів відрізняється фазовим характером, і за певних умов, при стресових ситуаціях, вони не лише не пригнічують імунний гомеостаз, але й сприяють його підтримці. Так, на першій фазі напруженої фізичної діяльності підвищується рівень антитіл, що дослідники пояснюють високою активністю симпатoadреналової системи та накопиченням в крові катехоламінів (в першу чергу адреналіну) та їх попередників. Зростання рівню кортикостероїдів вірогідно не викликає на початковій стадії пригнічення імунітету. Як підтвердження, доводять, що при короткочасних та високоемоційних навантаженнях, наприклад спринт (біг на короткі дистанції), коли суттєво підвищується вміст катехоламінів у внутрішньому середовищі організму, не спостерігається «феномену зникнення антитіл», оскільки не має розвитку другий період стрес-реакції [10]. Тривалі тренування, часті змагання, що призводять до зниження активності симпатoadреналової системи, надходження до внутрішнього середовища трофотропних метаболітів (серотонін, інсулін, тощо), обумовлюють розвиток порушень імунного гомеостазу, викликають пригнічення захисних сил організму [8]. Кортикостероїди на цей період сприяють пригніченню імунітету. Встановлено, що біологічно активні речовини трофотропного ряду інгібують як клітинний, так і гуморальний імунітет. Під впливом серотонінергічної системи відбувається зниження рівня імунних антитіл.

Наприкінці відновлювального періоду практично не спостерігалось різниці між

показниками окремих ланок клітинного та гуморального імунітету у спортсменів та відповідними показниками осіб контрольної групи. По закінченню змагального періоду у спортсменів визначалися неоднозначні зміни рівня окремих імунокомпетентних клітин. Так у 11 досліджених спортсменів (що складало 52 %) кількість Т-лімфоцитів зрілих (CD3+ CD19-) була збільшеною, і показники виходили за рамки референтних значень, кількість Т-лімфоцитів незрілих (CD3+ CD8+) була підвищеною у 5 чоловік (23 %). Падіння показників за нижню границю референтних значень не спостерігалось у жодного спортсмена. Абсолютні цифри вмісту Т-лімфоцитів ( $1,2 \pm 0,29 \cdot 10^9$ /л) також не виходили за рамки референтних значень.

Протилежна картина спостерігалася у спортсменів при визначенні вмісту В-лімфоцитів (CD3- CD19+). Кількість цих клітин була на рівні нижніх цифр референтного інтервалу, а у 7 чоловік (33 %) навіть нижчими за рекомендовану норму. Середній показник вмісту В-лімфоцитів складав  $4,92 \pm 1,8$  (границі референтних значень 5,00–15,00). Абсолютний вміст складав  $0,09 \pm 0,04 \cdot 10^9$ /л (рекомендовані референтні значення 0,09–0,50).

Відповідно вмісту НК-клітин (CD16+ CD3-) спортсмени розподілилися на три групи. Так до I групи увійшло 4 чоловіка (19 %) у яких кількість НК-клітин виходила за нижню границю референтних значень, у 7 чоловік (33 %) їх кількість була вище рекомендованих значень, у 10 чоловік (48 %) визначені параметри були на межі норми. При цьому підвищення рівня НК-клітин у 7 спортсменів було на тлі зниження Т-клітин до нижнього рівня референтних значень.

У спортсменів спостерігалися значні коливання як Т-хелперів / індукторів (CD3+ CD4+) так і Т-супресорів (CD3+ CD8+). Так у 7 чоловік (33 %) спостерігалось підвищення Т-хелперів / індукторів вище рівня референтних значень, у 6 чоловік (28 %) їх рівень був нижчим за контрольні показники. У 10 досліджених спортсменів (48 %) рівень Т-супресорів був вищим за верхні границі референтних інтервалів. Співвідно-

Таблиця 1

Частота різних рівнів кортизолу в крові у спортсменів на різні періоди  
тренувально-змагальної діяльності, %

Рівень кортизолу, нмоль/л	Група обстежених			
	Контроль (n = 10)	Спортсмени наприкінці періодів		
		базового (n = 21)	змагального (n = 21)	відновлювального (n = 21)
> 650		9,5	4,8	
500–650	10	19	23,8	9,5
350–500	20	28,6	38,1	23,8
< 350	70	42,9	33,3	66,7

Таблиця 2

Частота різних рівнів серотоніну в крові у спортсменів на різні періоди  
тренувально-змагальної діяльності, %

Рівень серотоніну, мкмоль/л	Група обстежених			
	Контроль (n = 10)	Спортсмени наприкінці періодів		
		базового (n = 21)	змагального (n = 21)	відновлювального (n = 21)
> 2,05		4,7		
1,00–2,05	40	81,0	85,7	71,4
0,22–1,00	60	14,3	14,3	28,6

шення Тх/Тс було зниженим у 16 чоловік (76%). При цьому у 12 чоловік (57%) співвідношення Тх/Тс було нижчим ніж 1. У двох чоловік при наявності низького вмісту Т-супресорів констатувалося підвищення співвідношення Тх/Тс (вище ніж 2,4). Зниження співвідношення Тх/Тс корелювало із показниками вмісту в крові кортизолу.

Серед спортсменів у 9 випадках (43%) реєструвалось підвищення Ig G, у 3 випадках (10%) підвищення Ig A і в 2 випадках (9%) зниження Ig M. У окремих спортсменів реєстрували підвищення вмісту ЦІК за рахунок середніх і дрібних комплексів. У

2 випадках (9%) спостерігалось підвищення рівня Ig E. У спортсменів із підвищеним вмістом кортизолу спостерігалось зростання рівня прозапального, регуляторного ІЛ-2 (більше ніж у 2 рази), а також ФНП-α. При цьому також спостерігалось підвищення вмісту Іл-10. Вірогідно підвищення ІЛ-2 та ФНП-α інгібувалось підвищенням проти-запальних інтерлейкінів.

Результати досліджень свідчать про залежність між вмістом кортизолу та окремими показниками неспецифічного клітинного імунітету (табл. 3). Середні показники фагоцитарного індексу у спортсменів є нижчими

Активність фагоцитозу в залежності від рівня кортизолу в крові у спортсменів  
( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

Група спортсменів	Вміст кортизолу, нмоль/л	ФІ (%)	ФЧ	ІЗФ
1	> 650	65,2 ± 2,6	4,6 ± 0,2*	0,86 ± 0,07*
2	500–650	66,4 ± 1,8	5,3 ± 0,3	0,88 ± 0,05*
3	350–500	64,9 ± 2,4	5,2 ± 0,2*	0,86 ± 0,06*
4	< 350	65,1 ± 2,7	5,9 ± 0,3	1,0 ± 0,04

Примітка. ФІ — фагоцитарний індекс; ФЧ — фагоцитарне число; ІЗФ — індекс завершеності фагоцитозу. \* — вірогідні відмінності показників 1, 2 та 3 груп від групи 4 ( $P \leq 0,05$ ).

за показники контрольної групи, при цьому вони практично не залежать від вмісту кортизолу. Чітко пов'язане із рівнем кортизолу в крові фагоцитарне число, коли підвищен-

ня вмісту кортизолу призводить до його суттєвого зниження. Ще більш значною є залежність від вмісту кортизолу індексу завершеності фагоцитозу.

## ВИСНОВКИ

1. За процесом адаптації до інтенсивних тривалих фізичних навантажень у спортсменів спостерігається модифікація регуляторних нейрогуморальних систем, що має вплив на активацію енергетичних та пластичних процесів у тканинах. Наприкінці відновлювального періоду у спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту на витривалість, реєструється нормальний рівень кортизолу в крові. Наприкінці базового підготовчого і змагального періодів вміст кортизолу в крові спортсменів зростає. Визначено підвищений фон серотоніну на всі строки обстеження.

2. Тривалі та / або інтенсивні фізичні навантаження у спортсменів високого класу, поряд із модифікацією нейрогуморальних систем, призводять до певних змін імунного статусу, особливо при ушкодженнях адапта-

ційних механізмів. Підвищений вміст кортизолу і серотоніну викликає імносупресорний ефект.

3. При використанні в тренуванні максимальних спортивних навантажень та недостатньому енергетичному забезпеченні рухової діяльності вірогідність патогенного ефекту різко зростає, що потребує введення до медико-біологічного забезпечення спорту вищих досягнень дієвих критеріїв щодо об'єктивізації функціонального стану, ранньої діагностики розвитку перед- та патологічних станів. Доцільним є визначення рівня кортизолу та серотоніну на різні періоди тренувально-змагальної діяльності як критерію, що дозволяє прогнозувати розвиток імунної недостатності та дизадаптаційних порушень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьєва И. А. Уровень кортизола и фагоцитарная активность лейкоцитов у спортсменов при высоких физических нагрузках [Текст] / И. А. Афанасьєва // Ученые записки. — 2009. — № 1 (47). — С. 6–10.

2. Баранов Н. Н. Симпатоадреналовая и гипофизарно-адреналокортикотропная системы как показатели тренированности организма / Н. Н. Баранов // Стресс. — 1990. — С. 11–25.

3. Виру А. А. Гормоны и спортивная работоспособность [Текст] // А. А. Виру, П. К. Кырге — М.: ФиС, 1983. — 159 с.
4. Индивидуальность и вариативность эндокринного ответа на физические нагрузки [Текст] / А. А. Виру, К. М. Карелсон, Т. А. Смирнова [и др.]. // Биохимия спорта: материалы международного симпозиума. — Ленинград, 1990. — С. 29–48.
5. Исаев А. П. Стратегия адаптации человека: учебное пособие [Текст] // А. П. Исаев, С. Г. Пичигина, Т. В. Потапов. — Тюмень: [б. и.], 2003. — 248 с.
6. Кассиль Г. Н. Адаптация спортивной деятельности в свете нейро-(вегетативно)-гуморально-гормональной регуляции функций [Текст] / Г. Н. Кассиль // Тез. докл. XVIII Всесоюз. конф. «Физиология спорта». — М., 1986. — 93 с.
7. Корнева Е. А. Гормоны и иммунная система [Текст] / Е. А. Корнева, Э. К. Шхинек. — Л.: Наука, 1988. — 251 с.
8. Левандо В. А. Современный спорт и неспецифическая сопротивляемость организма спортсменов высокого класса [Текст] / В. А. Левандо, И. Д. Суркина, Р. С. Суздальницкий [и др.] // Теория и практика физ. культуры. — 1983. — № 11. — С. 38–39.
9. Левандо В. А. Современные аспекты диагностики, профилактики и лечения патологий у спортсменов [Текст] / В. А. Левандо, Р. С. Суздальницкий, Т. Р. Суздальницкий // Научные труды 1997 года / Под ред. С. Д. Неверковича и др.; ВНИИФК. — М., 1998. — С. 163–167.
10. Левандо В. А. Материалы к обоснованию общей теории спортивной патологии [Текст] / В. А. Левандо, Л. В. Сафонов, Б. Б. Першин // Вестник спортивной науки. — 2008. — № 4. — С. 83–86.
11. Опарина О. Н. Антиэндотоксинальный иммунитет в реакции срочной адаптации к физическим нагрузкам [Текст] // Теория и практика физ. культуры. — 2003. — № 6. — С. 26, 39–40.
12. Петров Р. В. Оценка иммунного статуса человека при массовых обследованиях. Методические рекомендации для научных работников и врачей практического здравоохранения [Текст] / Р. В. Петров, Р. М. Хаитов, Б. В. Пинегин и др. // Иммунология. — 1992. — № 6. — С. 51–62.
13. Суздальницкий Р. С. Временный иммунодефицит, вызванный чрезмерно большими физическими и эмоциональными нагрузками [Текст] / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо, Б. Б. Першин, С. Н. Кузьмин // Всероссийскому научно-исследовательскому институту физической культуры и спорта 60 лет: Сб. науч. тр. — М., 1993. — С. 356–364.
14. Суздальницкий Р. С., Левандо В. А. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека. [Текст] // Теория и практика физической культуры. — 1998. — № 10. — С. 43–46.
15. Футорний С. М. Профілактика і корекція імунodefіцитних станів при заняттях спортом [Текст] / С. М. Футорний // Спортивна медицина. — № 1. — 2007. — С. 49–54.
16. Baj Z. Immunological status of competitive cyclists before and after the training season [Text] / Z. Baj, J. Kantorski, E. Maewska, et al. // Int. J. Sports Med. — 1994. — 15. — P. 319–324.
17. Pedersen B. K. Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation [Text] / B. K. Pedersen, L. Hoffman-Goetz // Physiol. Rev. — 2000. — № 3. — P. 1055–1081.

## ЗМІНИ СТАНУ ІМУНІТЕТУ І ГУМОРАЛЬНИХ СИСТЕМ РЕГУЛЯЦІЇ У СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОГО КЛАСУ НА РІЗНІ ПЕРІОДИ ТРЕНУВАЛЬНО-ЗМАГАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Корж В. П.

*Харківський національний медичний університет*

У статті представлено результати досліджень, якими встановлено, що організм спортсменів реагує на фізичні перевантаження значним підвищенням рівня кортизолу і серотоніну в крові, що супроводжується істотними змінами імунного статусу організму. Показано, що зміна параметрів імунітету та гуморальних систем регуляції є інформативними діагностичними критеріями об'єктивізації функціонального стану організму спортсменів.

**К л ю ч о в і с л о в а:** адаптація, кортизол, серотонін, імунітет, спортсмени вищої кваліфікації.

**ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИММУНИТЕТА И ГУМОРАЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛЯЦИИ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ТРЕНИРОВОЧНО-СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Корж В. П.**

*Харьковский национальный медицинский университет*

В статье представлены результаты исследований, которыми установлено, что организм спортсменов реагирует на физические перегрузки существенным повышением уровня кортизола и серотонина, что сопровождается выраженными изменениями иммунного статуса организма. Показано, что изменение параметров иммунитета и гуморальных систем регуляции являются информативными диагностическими критериями функционального состояния организма спортсменов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** адаптация, кортизол, серотонин, иммунитет, спортсмены высшей квалификации.

**CHANGES OF THE STATE OF IMMUNITY AND HORMONAL SYSTEMS OF REGULATORY FOR THE SPORTSMEN OF HIGH CLASS ON DIFFERENT PERIODS TO THE TRAINING-COMPETITION ACTIVITY**

**V. P. Korzh**

*Kharkiv National Medical University*

The results of investigations represented at the article prove that the organism of an athlete reacts to physical overloads and due to this fact there is essentials increase of cortizol and serotonin levels. These changes are accompanied the expressed changes of immune status of organism of sportsmen. A change of parameters of immunity and hormonal systems of regulatory is the informing diagnostic criterion of the functional state of organism of sportsmen.

**К e y w o r d s:** adaptation, cortizol, serotonin, immunity, top class athletes.