

Особливості формування муконазального імунітету у спортсменів-легкоатлетів під впливом фізичного навантаження у тренувальному періоді

УДК 612.017:796

О. І. Осадча, О. О. Шматова, Г. М. Боярська

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. У роботі узагальнено результати обстеження 22 спортсменів (легкоатлети) 18–19 років у передзмагальному та післязмагальному періодах. *Мета.* Вивчити особливості формування муконазального імунітету у спортсменів-легкоатлетів під впливом фізичного навантаження у тренувальному періоді. *Методи.* Усім спортсменам проводили дослідження вмісту в слині IgA, M, лактоферину та CR-реактивного протеїну як показників активності імунітету слизових оболонок у передзмагальному та післязмагальному періодах. *Результати.* Фактором розвитку захворювання практично завжди є зниження імунітету, в тому числі і місцевого, основним показником якого є рівень IgA, M, лактоферину та CR-реактивного протеїну в слині. У спортсменів-легкоатлетів під впливом фізичного навантаження у тренувальному періоді визначено зменшення вмісту основних протиінфекційних ефекторних молекул слизових оболонок у післязмагальному періоді. Найбільш виражені зміни демонстрували показники вмісту sIgA та IgM, що є потенційним фактором розвитку інфекційних захворювань як гострого, так і рецидивуючого характеру дихальних шляхів та слизових оболонок у цілому. Визначення статусу муконазального імунітету має істотне значення для діагностики і контролю лікування ряду захворювань кишечника, верхніх дихальних шляхів, ротової порожнини, уrogenітальної ділянки та ін. Це має значення для спостереження за станом спортсмена. Введення таких досліджень у практику спортивного лікаря дозволить розвинути персоналізовану діагностику, лікарський моніторинг, оцінювання стану здоров'я конкретного спортсмена.

Ключові слова: фізичне навантаження, муконазальний імунітет, імуноглобуліни, лактоферин, CR-реактивний протеїн.

Features of formation of muconasal immunity in track and field athletes under the influence of physical load in the training period

O. I. Osadcha, O. O. Shmatova, G. M. Boyarska

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. The paper summarizes the results of a survey of 22 track and field athletes 18–19 years in the pre-competitive and post-competitive period. *Objective.* To study the peculiarities of the formation of muconasal immunity in athletes under the influence of physical load during the training period. *Methods.* All athletes were examined for the content of IgA, M, lactoferrin and CR-reactive protein in saliva as indices of mucosal immune activity in the pre-competitive and post-competitive period. The factor in the development of the disease is almost always a decrease in immunity, including local, the main index of which is the level of IgA M, lactoferrin and CR-reactive protein in saliva. In athletes under the influence of physical loads in the training period,

a decrease in the content of the main anti-infective effector molecules of the mucous membranes in the post-competitive period was determined. The most pronounced changes were shown by the indicators of sIgA and IgM content, which is a potential factor in the development of infectious diseases of both acute and recurrent nature of the respiratory tract and mucous membranes in general. Determining the status of mucosal immunity is essential for the diagnosis and control of treatment of a number of diseases of the intestine, upper respiratory tract, oral cavity, urogenital region, etc. This is important for monitoring the condition of the athlete. Introduction of such researches in practice of the sports physician will allow to develop the personalized diagnostics, medical monitoring, an assessment of a state of health of the specific athlete.

Keywords: exercise mucosal immunity, immunoglobulins, lactoferrin, CR-reactive protein.

Постановка проблеми. Збільшення фізичного навантаження у спортсменів все частіше супроводжується розладами імунної системи, вираженість яких залежить від інтенсивності і тривалості фізичних вправ.

Місцевий імунітет відіграє важливу роль у захисті слизових оболонок респіраторного, кишкового й уrogenітального трактів, кон'юнктиви очей, ротової порожнини. Захисні властивості слизових оболонок (запобігання проникненню антигенів до внутрішнього середовища організму) обумовлені комплексом факторів (перистальтичні рухи, рух війок епітелію, виділення слизу, ферментів), а також виробленням імуноглобулінів і продукцією лізоциму, лактоферину, інтерферону тощо [1].

Гуморальний імунітет слизових оболонок передбачає вироблення IgA, IgM, IgG, а також секреторного IgA (sIgA). Імуноглобуліни потрапляють у ротову порожнину з током крові, але їх можуть виробляти і плазмоцити. Потім імуноглобуліни проникають у місце імунного конфлікту — підслизовий або слизовий шар. IgM швидше з'являються на місці імунного конфлікту. Вони менш ефективні, ніж IgG, але мають імуностимулюючу дію на місцеву лімфатичну систему.

До основних маркерів мукозального імунітету відносять sIgA. Слина — основний матеріал для дослідження мукозального імунітету ротової порожнини і верхніх дихальних шляхів. Плазматичні клітини синтезують sIgA, який у свою чергу відіграє першорядну роль у захисті слизових оболонок від бактерій, грибів і вірусів. Він перешкоджає взаємодії мікробів зі слизовою оболонкою, а також гальмує адгезію мікроорганізмів, їх токсинів і алергенів на поверхні епітелію слизових оболонок, цим самим запобігає їх проникненню у внутрішнє середовище організму [1, 2]. Антиадгезивні властивості sIgA лежать в основі його антибактеріальних, антивірусних ефектів.

Вироблення sIgA — основна ефекторна функція імунної системи слизових оболонок, що забезпечує першу лінію захисту від патогенів. Ді-

ючи спільно з іншими факторами захисту, такими як бета-лізін, дефензини, комплемент, лізоцим та лактоферин, він забезпечує бактерицидність слини. Показано, що тривале та інтенсивне тренування сприяє зниженню концентрації sIgA в слині. Зменшення секреції sIgA в слині під час інтенсивних тренувань і хронічного стресу, ймовірно, пов'язано зі зміною активності гіпоталамо-гіпофізарно-адреналової осі при інгібіторних впливах на синтез sIgA і транцитозу [3–5].

Мета дослідження — вивчити особливості формування мукозального імунітету у спортсменів-легкоатлетів під впливом фізичного навантаження у тренувальному періоді.

Методи дослідження. Узагальнено результати обстеження 22 спортсменів (легкоатлети) 18–19 років у передзмагальний та післязмагальний періоди.

Збір слини проводили натщесерце в ранковій годині шляхом спльовування в стерильну скляну колбу. Біомасу центрифугували, зберігали за температури –30 °С.

Присутність СРБ у ротовій рідині визначали реакцією преципітації, рівні IgA, IgM і sIgA в слині — методом радіальної імунодифузії в гелі Манчіні [6, 7].

Кількісний вміст лактоферину оцінювали методом твердофазного імуноферментного аналізу [8].

Результати та їх обговорення. Імуноглобуліни підтипів IgA і IgM зустрічаються у значних кількостях у тканинах слизових оболонок, наприклад у слизовій оболонці, що вистилає ротову порожнину і порожнину шлунково-кишкового тракту. Ці імуноглобуліни виконують важливу роль у захисті від патогенів, що проникають в організм з повітрям і їжею. Визначено тенденцію до зниження концентрації IgA в слині у спортсменів після фізичного навантаження відносно референтних значень у другому терміні дослідження в 1,21 раза. При цьому встановлено, що продукція IgM більш чутлива до фізичного навантаження. Концентрація даного імуноглобулі-

ТАБЛИЦЯ 1 – Показники вмісту імуноглобулінів у слині спортсменів під впливом фізичного навантаження, $M \pm m, n = 22$

Досліджувані показники, МЕ/мл	Строки дослідження		Референтні значення
	перший термін	другий термін	
IgA	1,44 ± 0,19	1,24 ± 0,17	1,51 ± 0,05
IgM	1,82 ± 0,14	1,16 ± 0,14 (p < 0,001)*	2,33 ± 0,10
slgA	2,22 ± 0,13	1,34 ± 0,47 (p < 0,05)* (p < 0,05)**	2,98 ± 0,35

* вірогідно порівняно з референтними значеннями;

** вірогідно порівняно з вихідними значеннями

ну в другому терміні досліджень була знижена відносно референтних значень в 2,01 раза (p < 0,001).

На відміну від динаміки рівня імуноглобулінів IgA та IgM, у професійних спортсменів виявлено тенденцію до зниження рівня slgA в слині вже в першому терміні досліджень відносно референтних значень в 1,34 раза. При цьому після значного фізичного навантаження було визначено значне зниження концентрації slgA відносно показників референтної групи в 2,22 раза (p < 0,05), також відносно вихідних даних в 1,65 раза (p < 0,05) (табл. 1).

Зміни вмісту IgA в слині відображали загальні зміни вироблення цього імуноглобуліну і викликали особливий інтерес у зв'язку з підвищеною частотою захворювань верхніх дихальних шляхів у спортсменів у період інтенсивних фізичних тренувань [9].

Також відзначено, що значні фізичні навантаження зумовлюють зниження продукції IgM у другому терміні досліджень відносно референтних значень в 2,01 раза (p < 0,001). Антитіла класу IgM, які в нормі першими секретуються при гуморальній відповіді імунної системи у відповідь на первинний контакт організму з антигеном, і є показниками гострого інфекційного процесу. IgM переважно циркулюють у кровотоці і становлять 5–10 % усіх імуноглобулінів крові. Імуноглобуліни класу M синтезуються під час первинної імунної відповіді. Це найбільш ранні антитіла, які першими реагують з чужорідним агентом. Комплекс «IgM-антиген» активує класичний шлях системи комплементу. Антитіла є показниками гострої фази запалення. Зниження вмісту IgM у слизових під час значних фізичних навантажень, на нашу думку, свідчить про дезадаптацію місцевого протиінфекційного імунітету у спортсменів.

Ми визначили вміст лактоферину та CR-реактивного протеїну в слині у спортсменів під впливом фізичного навантаження впродовж тренувального процесу.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що значні фізичні навантаження зумовлюють тенденцію до зниження концентрації лактоферину відносно вихідних та референтних значень в 1,19 та 1,33 раза відповідно (табл. 2).

Стабільне та постійне надходження слини, яка здійснює інтеграцію м'яких і твердих тканин у порожнині рота, забезпечує не тільки підтримання гомеостазу ротової порожнини й ефективне видалення ендо- та екзогенних мікроорганізмів і їх метаболітів, а й постійну присутність у порожнині рота різних захисних факторів. Лактоферин є глікопротеїном із сімейства трансферинів і належить до ендогенних антимікробних пептидів, які відповідають за вроджений імунітет. Лактоферин є важливою складовою системи неспецифічного антимікробного захисту слизових, володіє бактеріостатичними властивостями завдяки зв'язуванню грамположитивних та грампегативних бактерій [9].

Ушкоджуючи зовнішню мембрану бактерій, лактоферин дає можливість лізоциму впливати на пептидоглікан бактерій. Лактоферин також має фунгіцидні властивості та активний відносно багатьох вірусів. Зниження вмісту лактоферину в слині може свідчити про наявність вторинної імунної недостатності неспецифічної гуморальної ланки протимікробного захисту, яка формується під впливом значних фізичних навантажень у спортсменів.

У процесі дослідження було встановлено тенденцію до підвищення вмісту CR-реактивного протеїну відносно вихідних показників в 1,10 раза та референтних значень в 1,04 раза.

CR-реактивний протеїн належить до так званих білків гострої фази ушкодження тканин при некрозі, запаленні, травмі. С-реактивний білок, пов'язаний у комплекс із молекулами фосфатидилхоліну на поверхні багатьох бактерій, є потужним опсоніном для моноцитів, стимулюючи перетравлення залучених організмів, бере участь у взаємодії Т- і В-лімфоцитів, активує класичний шлях комплементу [10, 11].

ТАБЛИЦЯ 2 – Показники вмісту лактоферину та CR-реактивного протеїну в слині спортсменів під впливом фізичного навантаження, $M \pm m, n = 22$

Досліджувані показники, МЕ/мл	Строки дослідження		Референтні значення
	перший термін	другий термін	
Лактоферин	1,87 ± 0,17	1,65 ± 0,14	1,97 ± 0,12
CR-реактивний протеїн	1,84 ± 0,11	2,01 ± 0,19	1,93 ± 0,15

Підвищення рівня досліджених показників свідчить про високу вірогідність розвитку запальних реакцій у слизових оболонках та, як наслідок, зниження їх протиінфекційної резистентності.

Таким чином, імунологічна активність та бар'єрна функція слизової оболонки включають дві лінії захисту:

- механізм імунного виключення, що забезпечується мукоциліарним кліренсом;
- механізм імунної елімінації, або імунне усунення, що забезпечується імунною відповіддю слизового і підслизового шарів.

Специфічні захисні механізми слизових оболонок забезпечують захист макроорганізму від впливу зовнішньої інфекції і внутрішньої агресії за рахунок активації імунокомпетентних і допоміжних клітин, а також вироблення імуноглобулінів різних класів (M, A), у тому числі секреторних (sIgA).

Багато патологічних процесів, у тому числі інфекційних, тривають на тлі зниженого місцевого імунітету та призводять до вторинної імунної недостатності. При хронічній запальній реакції будь-якої етіології (інфекція, алергія та ін.) створюються умови для порушення функціонування муконазального імунітету, що підтверджено результатами даного дослідження.

IgA блокує неінфекційні алергени, перешкоджаючи розвитку токсичних і алергічних реакцій. Якщо в організмі виробляється достатня кількість IgA, він запобігає розвитку IgE-залежних алергічних реакцій. При цьому IgM є первинною ланкою гуморального протиінфекційного захисту.

Значення IgA для імунної відповіді проти вірусів і бактерій незаперечно, оскільки у деяких мікроорганізмів виявлені системи блокування IgA. Це спеціалізовані IgA-протеази, ферменти, здатні розщеплювати IgA1 людини. Ці ферменти синтезують такі бактерії: *Neisseria gonorrhoeae* (збудник гонореї), *Neisseria meningitidis* (викликає менінгіт), *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus sanguis*, *Haemophilus influenzae*, *Bacteroides*.

Зменшення вмісту IgA в слині обстежених спортсменів свідчить про зниження бар'єрної функції слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. Як наслідок — підвищення ризику захворюваності інфекційної та вірусної природи.

У той час показники рівня sIgA свідчать про розвиток адаптивної імунної відповіді, спрямованої на формування механізмів адаптації до стресу та зміни зовнішніх умов. Секреція sIgA дозволяє вважати даний клас імуноглобулінів важливим у захисті слизових покривів відкритих

біотопів. Рівень sIgA значною мірою відображає активність секреторних механізмів системи імунітету слизових оболонок. SIgA є біологічним маркером, який виявляє зміни системи регуляції організму у відповідь на агресивні фактори зовнішнього середовища (екологічне неблагополуччя, зростання стресових впливів, неповноцінне харчування, інфекція, масове безконтрольне застосування антибіотиків, хіміотерапевтичних препаратів і т.д.). Величина змін рівнів sIgA в секретах залежить від тривалості несприятливих впливів на організм, генетичних особливостей і резервів. SIgA — маркер адаптації організму людини до зовнішніх впливів [12].

Зниження вмісту IgM у слизових оболонках під час значних фізичних навантажень, на нашу думку, свідчить про дезадаптацію місцевого протиінфекційного імунітету у спортсменів [13, 14].

Виявлене нами зменшення активності лактоферину в слині може призводити до зниження фагоцитозу і літичної активності комплексу sIgA із C3-компонентом комплементу щодо грамнегативних бактерій, що зменшує резистентність слизових оболонок до проникнення патогенів різної природи. Такі тенденції сприяють підвищенню захворюваності спортсменів на гострі та рецидивуючі інфекції дихальних шляхів і слизових оболонок у цілому.

Таким чином, у спортсменів-легкоатлетів під впливом фізичного навантаження у тренувальному періоді визначено зменшення вмісту основних протиінфекційних ефекторних молекул слизових оболонок, що є потенційним фактором розвитку інфекційних захворювань як гострого, так і рецидивуючого характеру.

Фактором розвитку захворювання практично завжди є зниження імунітету, в тому числі і місцевого, основним показником якого є рівень IgA, M, лактоферину та CR-реактивного протеїну в слині. Визначення статусу муконазального імунітету має істотне значення для діагностики і контролю лікування ряду захворювань кишечника, верхніх дихальних шляхів, ротової порожнини, уrogenітальної ділянки та ін. При цьому слід врахувати, що стан здоров'я окремого індивіда складається з його генетичних особливостей і фенотипічних проявів організму під впливом факторів зовнішнього середовища. Тому особливу цінність мають не абсолютні значення показників місцевого імунітету, а їх зміни в часі. Це має значення для спостереження за станом здоров'я спортсмена. Введення таких досліджень у практику спортивного лікаря дозволить розвинути персоналізовану діагностику, лікарський моніторинг, оцінювання стану здоров'я конкретного спортсмена [13, 14].

Література

1. Цыпкина АА, Лусс ЛВ, Царев СВ и др. Мукозальный иммунитет и его особенности при хроническом полипозном риносинусите [Mukozal'nyy immunitet i yego osobennosti pri khronicheskom polipoznom rinosinusite]. Физиология и патология иммунной системы. 2010;14(8):12-5.
2. Аршинова СС, Будихина АС, Симонова АВ и др. Оценка мукозального иммунитета [Otsenka mukozal'nogo immuniteta]. Российский аллергологический журнал. 2007;3.(1):329-30.
3. Libicz S, Mercier B, Bigou N. et al. Salivary IgA response of triathletes participating in the French Iron Tour. Int. J. Sports Med. 2006;27,(5):389-94.
4. Хаитов РМ. Физиология иммунной системы [Fiziologiya immunnoy sistemy]. Москва: ВИНТИ РАН, 2005. 428 с.
5. Вальшев АВ. Роль лактоферрина в противоифекционной защите [Rol' laktoferrina v protivoinfektsionnoy zashchite]. Успехи современной биологии. 2011;2:135-44.
6. Долгов ВВ, Меньшикова ВВ. Клиническая лабораторная диагностика [Klinicheskaya laboratornaya diagnostika]. Национальное руководство в 2 т. Том 1. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 928 с.
7. Turin CG, Zea-Vera A, Rueda MS, Mercado E, Carcamo CP, Zegarra J. et al. Lactoferrin concentration in breast milk of mothers of low-birth-weight newborns. J Perinatol. 2017;37(5):507-12.
8. Воробьев АА, Быков АС, Караулов АВ. Иммунология и аллергология [Immunologiya i allergologiya]. Москва: Практическая медицина, 2006.
9. Шартанова НВ. Особенности мукозального иммунитета у спортсменов высших достижений [Osobennosti mukozal'nogo immuniteta u sportsmenov vysshikh dostizheniy]. Эффективная фармакотерапия, аллергология и иммунология. 2015;2-3(48):56-690.
10. Кишкун АА. Руководство по лабораторным методам диагностики [Rukovodstvo po laboratornym metodam diagnostiki]. Москва, 2010. 234 с.
11. Михайлов ИБ. Настольная книга врача по клинической фармакологии: Руководство для врачей [Nastol'naya kniga vracha po klinicheskoy farmakologii: Rukovodstvo dlya vrachey]. СПб., 2010. 157 с.
12. Виха ГВ, Папазов ИП, Воложин АИ и др. Секреторный иммуноглобулин А (sIgA) в доказательной лабораторной диагностике [Sekretornyy immunoglobulin A (sIgA) v dokazatel'noy laboratornoy diagnostike]. Сб. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. 2005; 13:89-102.
13. Футорний СМ, Осадча ОI, Маслова ОВ, Шматова ОО. Особливості розвитку імунного дистресу у спортсменів у динаміці тренувального процесу [Osoblyvosti rozvytku imunnoho dystresu u sport-smeniv u dynamitsi trenuval'nogo protsesu]. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2016;4:61-5.
14. Осадча ОI, Футорний СМ, Імас ЄВ, Шматова ОО, Маслова ОВ. Особливості імунологічної адаптації під впливом значних фізичних навантажень [Osoblyvosti imunologichnoyi adaptatsiyi pid vplyvom znachnykh fizychnykh navantazhen']. Науковий часопис Національного педуніверситету ім. МП. Драгоманова. Серія № 15 «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури. Фізична культура і спорт». 2018;10(104)18:93-8.

osadchay1965@gmail.com
R_Shmatov@ukr.net
bojarska@rambler.ru

Надійшла 21.10.2021