

# Иммунный статус спортсменов при физической нагрузке

Павел Назар, Елена Шевченко, Оксана Осадчая, Мария Левон

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Изучение особенностей изменений параметров иммунного статуса квалифицированных спортсменов до и после тренировочных занятий с большими нагрузками, направленными на развитие специальной выносливости (на примере легкоатлетов).

**Методы.** Анализ данных научной литературы и результатов собственных исследований.

**Результаты.** Установлено, что иммунный статус квалифицированных спортсменов до выполнения тренировочных занятий не отличается от аналогичных показателей лиц референтной группы, что свидетельствует об адаптации иммунной системы к объему нагрузок. После выполнения тренировочных занятий с большими нагрузками, направленными на развитие специальной выносливости, иммунный статус спортсменов видоизменяется.

**Заключение.** Иммунологические сдвиги, возникающие после больших нагрузок, следует считать временными, и их немедикаментозная коррекция целесообразна лишь в случаях развития пограничных состояний со стороны иммунной системы.

**Ключевые слова:** иммунитет, большие нагрузки, квалифицированный спортсмен.

## ABSTRACT

**Objective.** To study peculiarities of the changes in characteristics of immune status in qualified athletes before and after training sessions with large loads aimed to develop the special stamina (as exemplified by track and field athletes).

**Methods.** Analysis of research literature data and results of own investigations.

**Results.** It was found that the immune status of qualified athletes before training session does not differ from those of people from the reference group. This suggests adaptation of the immune system to amount of training loads. After the training sessions with large loads aimed to development of special endurance athletes' immune status changes.

**Conclusion.** Immunological changes arising after large training loads should be considered as temporary, and their non-pharmacological correction is appropriate only in borderline states of immune system.

**Key words:** immunity, large loads, qualified athlete.

**Постановка проблемы.** Постоянный рост спортивных достижений требует выполнения тренировочных нагрузок все большего объема и интенсивности, что делает более сложной индивидуализацию тренировочного процесса, который может стать чрезмерным и способствовать возникновению различных заболеваний при достижении максимальных спортивных результатов.

Учитывая важную роль иммунной системы в поддержании механизмов гомеостаза, актуальным является изучение иммунного статуса спортсменов. При длительных и интенсивных физических нагрузках у них могут возникать серьезные колебания параметров иммунитета со стороны фагоцитарного, Т- и В-клеточного звеньев [2, 10, 23, 24], что в определенных случаях ведет к развитию вторичных иммунодефицитных состояний, которые лимитируют физическую работоспособность [3].

В современной научной литературе мало работ, посвященных изучению состояния иммунной системы у спортсменов различной специализации. Есть данные о состоянии иммунитета борцов, пловцов, лыжников в течение годового цикла тренировочного процесса [6, 17], и практически отсутствуют сведения об иммунном статусе легкоатлетов.

Нарушения функций центральной нервной и иммунной систем являются одним из важных факторов дисбаланса нейрогуморальной регуляции гомеостаза в целом [3]. Между двигательной активностью и функцией иммунной системы существует взаимосвязь, которая контролируется нейроэндокринной системой [46]. Известны данные о клеточных и молекулярных механизмах влияния двигательной активности на иммунную систему [38, 41, 45].

Однако данные специальной литературы о взаимосвязи иммунного статуса и физической работоспособности спортсменов противоречивы. Так, Р. С. Суздальническим и соавт., N. P. West и соавт. показано, что физическая нагрузка умеренной интенсивности не вызывает патологических сдвигов в иммунной системе и даже может стимулировать иммунный ответ [23, 47]. Результаты исследования В. А. Че-

решнева и соавт. продемонстрировали положительный эффект модулирующего влияния физической нагрузки средней интенсивности на иммунную систему [26]. Некоторые исследователи категорически отрицают взаимосвязь двигательной активности и функций иммунной системы [36]. В. А. Колупаев связывает изменения иммунного статуса спортсменов с характером энергообеспечения мышечной деятельности [8].

Влияние физической нагрузки на функцию иммунной системы наиболее демонстративно показано на примере воздействия стрессового фактора [1, 35, 37, 40]. До недавнего времени считалось, что все формы стресса вызывают в основном иммуносупрессивное действие. Однако установлено, что тип и характер стрессового влияния может определить характер изменений функции иммунной системы. Например, если стрессовый фактор воспринимается организмом как негативный (дистресс), тогда и степень нейроэндокринной активации может привести к угнетению функций иммунной системы. А если он воспринимается как положительный (эустресс), тогда влияние, обусловленное нейроэндокринной системой, может стимулировать усиление деятельности иммунной системы [28]. Таким образом, выясняя взаимосвязи между физической нагрузкой и функцией иммунной системы, необходимо учитывать не только наличие стрессового влияния, но и его характер, то есть приводит стресс к усилению или угнетению иммунной системы. Р. С. Суздальническим и соавт. установлены основные фазы реакции иммунной системы, которые возникают в результате стрессов: активации, компенсации (стабилизации), декомпенсации и восстановления [23]. В фазе декомпенсации регистрируется значительное угнетение большинства исследованных гуморальных, секреторных и клеточных показателей иммунитета, что свидетельствует о срыве адаптации, истощении резервов иммунитета, получивших название «стрессовых иммунодефицитов», которые относятся ко вторичным иммунодефицитам. Было установлено, что титры иммуноглобулинов

и «нормальных антител» снижаются до нуля, то есть возникает функциональный паралич иммунной системы. Это явление получило название «феномен исчезающих антител и иммуноглобулинов».

От состояния Т-системы зависит способность организма к адаптации. Дефициты Т-системы лежат в основе ряда заболеваний [9]. Выявление количества и функциональной активности Т-лимфоцитов и их субпопуляций входит в систему иммунологического мониторинга.

Нарушения иммунного статуса при больших тренировочных нагрузках могут привести к перенапряжению организма, что повлечет за собой снижение его резистентности к действию факторов внешней и внутренней среды [41]. Было доказано, что на ранних этапах тренировочного процесса увеличивается количество натуральных клеток-киллеров (НК-клеток) и наблюдается снижение нейтрофилов в сыворотке крови [43] и sIgA [29].

Известно, что во время таких изменений повышается риск возникновения инфекций. В период интенсивных тренировок происходит значительное снижение иммунитета, увеличивается опасность проникновения патогенных микроорганизмов и реактивации дремлющих (латентных) инфекций [38].

В предыдущих исследованиях [12, 13] у спортсменов-легкоатлетов было установлено, что большие физические нагрузки значительно влияют на функциональную способность иммунной системы спортсменов, снижают способность фагоцитирующих клеток формировать адекватный иммунный ответ на микробные антигены.

Считается, что существенный вклад в снижение популяции иммунокомпетентных клеток может вносить высокий уровень стресс-гормонов, особенно кортизола, что является характерным для синдрома перетренированности [3]. Одним из последствий угнетения Т-клеточного иммунитета может быть активация В-системы с развитием аутоиммунизации [24]. Спортивный стресс опосредованно (через увеличение уровня катехоламинов и глюкокортикоидов) приводит к существенным сдвигам в цитокиновом каскаде в виде первичной супрессии интерлейкинов (ИЛ) 1,6 и фактора некроза опухолей – альфа (α-ФНП), а потом резкого увеличения их содержания.

Установлено, что в период соревнований у спортсменов регистрируются

значительные изменения иммунологической реактивности [7, 17, 19, 21, 22]. Эти нарушения связывают с негативной динамикой содержания в периферической крови иммуноглобулинов основных классов, снижением функциональной активности клеток неспецифической резистентности [15, 24, 25]. Однако существует мнение, что однократные и многократные физические нагрузки не приводят к изменениям общего уровня иммуноглобулинов, в частности IgG [34].

Много вопросов, касающихся иммунного статуса спортсменов, до сих пор еще не изучены. Остается невыясненной взаимосвязь между величиной физических нагрузок и развитием нарушений в системе иммунного ответа у спортсменов в зависимости от видов спортивной деятельности. Особенно важными являются вопрос об индивидуальной переносимости физических нагрузок (не изучен), феномен дисбаланса иммуноглобулинов (особенно класса А и Е) у спортсменов, который развивается под влиянием физических нагрузок и, возможно, индуцированным их влиянием на развитие воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей и аллергических реакций. Остаются малоизученными влияние спортивных нагрузок различной интенсивности на показатели клеточного иммунитета, а именно их роль в развитии вторичных иммунодефицитов у профессиональных спортсменов, роль про- и противовоспалительных цитокинов в развитии нарушений иммунологической реактивности и их влияние на формирование воспалительных реакций.

**Связь с научными темами, программами.** Исследование является фрагментом плановой научной работы кафедры анатомии и физиологии НУФВСУ 2.30 «Комплексна оцінка імунного статусу та функціонального стану серцево-судинної системи легкоатлетів на етапах багаторічної підготовки» (№ госрегистрации 0113U004012).

**Цель исследования:** изучить особенности изменений параметров иммунного статуса у квалифицированных спортсменов до и после тренировочных занятий с большими нагрузками, направленными на развитие специальной выносливости (на примере легкоатлетов).

**Методы и организация исследования.** В работе обобщены результаты иммунологического обследования 15 спортсменов мужского пола (легкоатлеты I разряда и кандидаты в мастера спорта) 18–19 лет.

Забор крови проводили утром натощак за 15–30 мин до выполнения задания и в течение 1 ч после проведения тренировочных занятий с большими нагрузками (100 %), направленными на развитие специальной выносливости – пробегание дистанции 1500 м с максимальной интенсивностью с относительно постоянной скоростью передвижения на дистанции от старта до финиша. Спортсмены на момент исследования были практически здоровы. Исследования проводили в конце специального подготовительного этапа осенне-зимнего подготовительного периода. Референтную группу (сравнения) составили 10 здоровых лиц мужского пола 18–19 лет, которые не занимались спортом и на момент исследования были практически здоровы.

Для выполнения поставленных в работе задач использовали гематологические методы: определение содержания лимфоцитов в периферической крови, их количественная и качественная характеристики (микрелимфотоксический метод с моноклональными антителами НПО «Мед-БиоСпект», Москва).

Собственно иммунологические методы включали:

- бласттрансформацию лимфоцитов на стимуляцию фитогемаглютинином (ФГА) и липополисахаридом (ЛПС) [16];
- содержание иммуноглобулинов основных классов [16];
- содержание субпопуляций лимфоцитов [16];
- активность лимфоцитов в реакции бласттрансформации в присутствии тканевых антигенов (аутоагрессивные реакции) [16];
- цитолитическая активность аутологичной сыворотки и ее различных фракций [11];
- содержание про- и противовоспалительных интерлейкинов [16].

Полученный цифровой материал был обработан общепринятыми методами математической статистики.

**Результаты исследования и их обобщение.** В результате проведенных исследований установлено, что у обследованных спортсменов уровень лимфоцитов до выполнения физических нагрузок составил  $21,07 \pm 0,45$  %. При исследовании содержания лимфоцитов периферической крови после выполнения больших нагрузок выявлено повышение этого показателя до  $25,07 \pm 0,22$  %, что соответствует

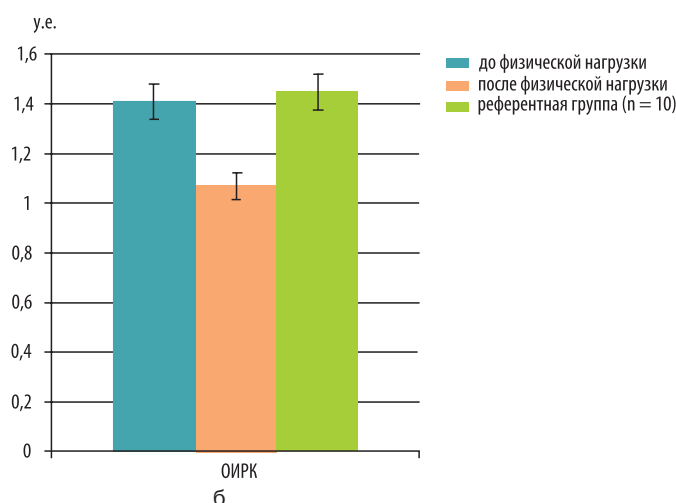
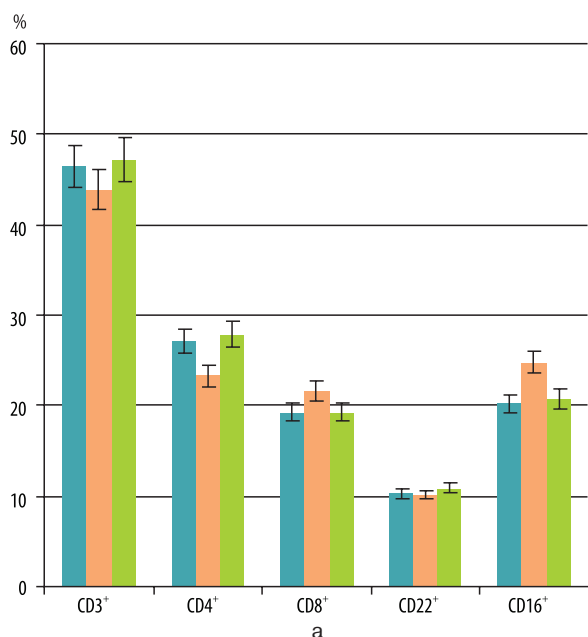


РИСУНОК 1 – Изменение показателей клеточного иммунитета у обследованных спортсменов в динамике однократной физической нагрузки (n = 15)

критериям адаптационной реакции тренировок.

При определении содержания лимфоцитов основных субпопуляций у обследованных спортсменов после выполнения больших физических нагрузок наблюдалась тенденция к снижению CD3<sup>+</sup> по отношению к показателям референтной группы ( $p < 0,05$ ) (рис. 1). При этом наиболее существенное снижение касалось показателей содержания CD4<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ) при одновременном повышении содержания CD8<sup>+</sup>.

Установлено также повышение содержания CD16<sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ) по отношению к показателям у лиц референтной группы и исходных значений ( $p < 0,05$ ). Показатели содержания CD22<sup>+</sup> оставались без изменений на протяжении всего периода исследования. Повышение количества CD16<sup>+</sup> и сохранение содержания CD22<sup>+</sup>, возможно, дает основание рассматривать эти тенденции как адаптационные реакции иммунной системы на физическую нагрузку (рис. 1, а). Основным иммунорегуляторным коэффициентом (ОИРК) составил 1,07 (у лиц референтной группы – 1,45) (рис. 1, б).

В результате проведенных исследований функциональной активности лимфоцитов в реакции бласттрансформации у обследованных спортсменов после выполнения тренировочных нагрузок выявлена тенденция к повышению функциональной активности лимфоцитов в ответ на стимуляцию ФГА (рис. 2). В то же время показатели функциональной активности лимфоцитов

в ответ на стимуляцию ЛПС оставались неизменными на протяжении всего периода исследования. Определение показателей гуморального иммунитета показало снижение содержания Ig G, A, M относительно исходных данных после выполнения больших нагрузок (рис. 3). Уменьшение этих показателей относительно значений группы сравнения составило 26,0 % ( $p < 0,05$ ), 21,0 % ( $p < 0,05$ ) и 11,0 % ( $p < 0,05$ ) соответственно. Засвидетельствовано повышение концентрации IgE относительно показателей референтной группы на 21,1 %.

В ходе изучения содержания цитокинов в крови спортсменов после выполнения больших нагрузок наблюдалось повышение ИЛ-1, ИЛ-2 и ИЛ-8 относительно значений референтной группы и исходных показателей ( $p < 0,05$ ) (рис. 4), а также концентрации фак-

тора некроза опухолей альфа ( $\alpha$ -ТНФ) в сыворотке крови у обследованных спортсменов относительно исходных значений ( $p < 0,05$ ) и показателей группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

При определении уровня аутосенсбилизации лимфоцитов у обследованных спортсменов установлена тенденция к повышению функциональной их активности относительно антигенов кожи, печени и миокарда (рис. 5). Однако они в незначительной мере превышали исходные показатели и значения группы сравнения.

В наших исследованиях было зафиксировано, что показатели иммунной системы не изменяются у спортсменов до выполнения больших нагрузок и это согласуется с данными некоторых авторов [38], указывающих, что в большинстве случаев состояние иммунной системы у спортсменов не изменяется.

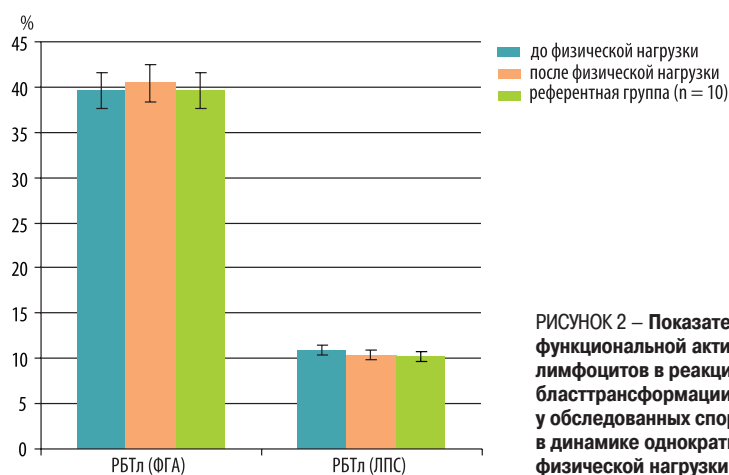


РИСУНОК 2 – Показатели функциональной активности лимфоцитов в реакции бласттрансформации у обследованных спортсменов в динамике однократной физической нагрузки (n = 15)

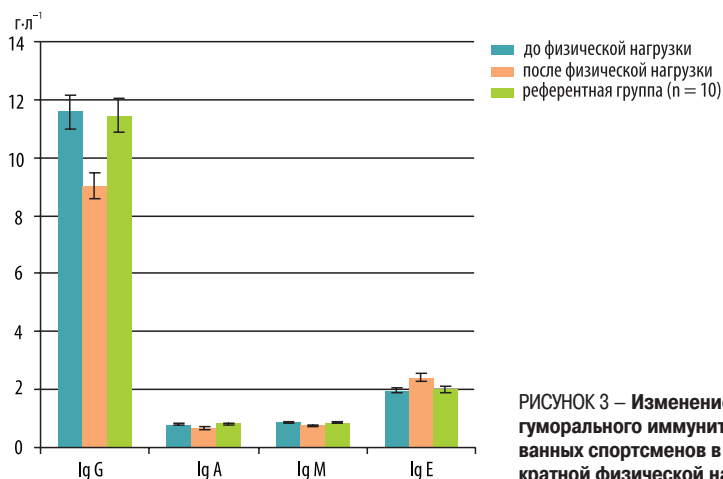


РИСУНОК 3 – Изменение показателей гуморального иммунитета у обследованных спортсменов в динамике однократной физической нагрузки (n = 15)

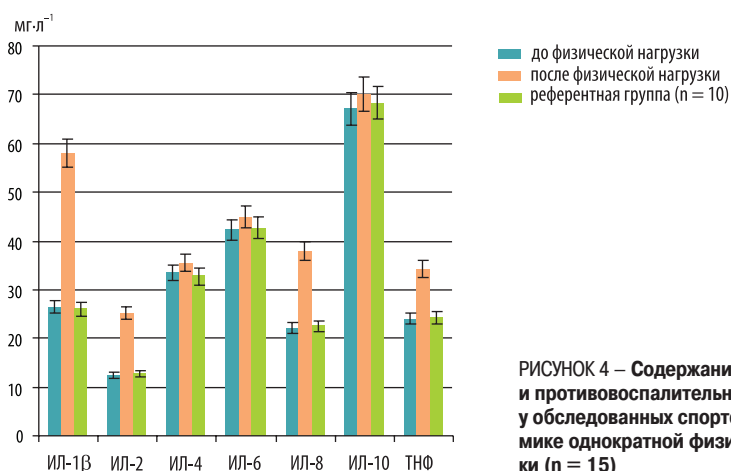


РИСУНОК 4 – Содержание про- и противовоспалительных цитокинов у обследованных спортсменов в динамике однократной физической нагрузки (n = 15)

Несмотря на то что большие нагрузки могут вызвать кратковременные изменения уровня иммунокомпетентных клеток в крови даже у тренированных спортсменов, не существует убедительных доказательств того, что они могут сохраняться в течение длительного времени или каким-то образом влияют на деятельность иммунной системы. Потому некоторые авторы считают, что иммунология спорта – это иммунология здорового человека в условиях значительных спортивных нагрузок [1, 24, 33].

Подводя итоги исследования, можно констатировать, что большие нагрузки способствовали снижению содержания в периферической крови Т-киллеров с одновременным повышением содержания клеток с супрессивной и цитотоксической функциями. Однако в научной литературе существуют противоречивые данные о содержании в крови спортсменов различной квалификации и специализации Т-клеток и их реакции на Т-митогены [5] – от отсут-

ствия каких-либо изменений со стороны клеточного звена иммунитета [31, 32] до повышения количества Т-лимфоцитов в крови [14]. В случае большой физической нагрузки Т-клеточный иммунитет реагирует повышением количества Т-хелперов (Th, CD4<sup>+</sup>) и Т-цитотоксических клеток (Тс, CD8<sup>+</sup>) с после-

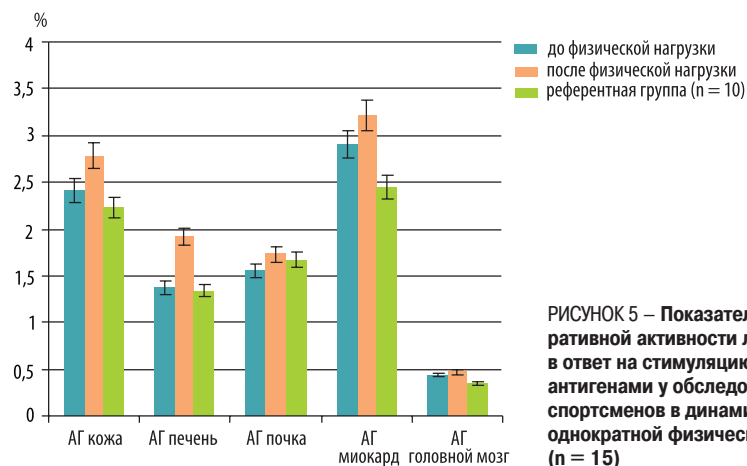


РИСУНОК 5 – Показатели пролиферативной активности лимфоцитов в ответ на стимуляцию тканевыми антигенами у обследованных спортсменов в динамике однократной физической нагрузки (n = 15)

ствующим их уменьшением [44]. Существует также мнение о возрастании цитотоксической активности клеток-киллеров, которое происходит параллельно с увеличением их количества [34]. Однако, как свидетельствуют результаты большинства исследований, их активность остается неизменной [34].

Итак, изложенное позволяет утверждать, что вопросы о состоянии Т-системы иммунитета у спортсменов остаются дискуссионными и требуют дальнейшего углубленного изучения с обязательным учетом возраста, пола, спортивной специализации, интенсивности и длительности физической нагрузки спортсменов, а также индивидуализации ее переносимости.

Установленное нами существенное снижение концентрации основных классов иммуноглобулинов под влиянием больших нагрузок согласуется с данными специальной литературы о снижении уровня иммуноглобулинов IgG и IgM у спортсменов высокого класса в период усиленных тренировок и ответственных соревнований [49]. Одним из основных признаков синдрома перетренированности является депрессия клеточного и гуморального иммунитета, сопровождающаяся снижением уровня иммуноглобулинов, особенно секреторного IgA [30]. Снижение концентрации иммуноглобулинов может быть обусловлено их сорбцией на форменных элементах крови и других клетках организма. Фиксация их на клетках мышечной ткани, очевидно, может быть одной из причин развития воспалительных процессов [24]. В сыворотке крови профессиональных спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, после разовой физической нагрузки выявлено снижение уровня IgA [41]. При выполнении фи-

зической нагрузки умеренной интенсивности подобные изменения не определялись. Тенденцию к снижению содержания IgA, особенно в слюне, связывают с повышением риска заболеваемости верхних дыхательных путей, хотя, как выясняется, эту связь доказать нелегко [39, 42].

Повышение содержания IgE, вероятно, является свидетельством развития аллергических реакций немедленного типа у спортсменов в ответ на физические нагрузки. Выявленная нами депрессия гуморального звена иммунитета с дисиммуноглобулинемией (в связи с повышением уровня IgE) может быть обусловлена также наличием латентной хронической инфекции в носоглотке, что не так уж редко встречается у спортсменов [4].

В случае повышения интенсивности тренировок и достижения максимально высоких объемов физических нагрузок в сочетании с недостаточным восстановлением у спортсменов наблюдается возрастание склонности к заболеваниям верхних дыхательных путей [34]. Очевидно, что их возникновение является многовекторной функцией, которая зависит от временного накопления срочных эффектов угнетения иммунной системы через многократное участие в тренировочных занятиях, уровня восстановления между тренировками, особенностей питания, дополнительных стрессов, влияния вирусной инфекции и /или реакции латентной инфекции.

Выявленный нами дисбаланс в цитокиновом каскаде согласуется с данными многих исследователей. Спортивный стресс опосредованно (через увеличение уровня катехоламинов и глюкокортикоидов) приводит к существенным нарушениям в цитокиновом статусе в виде начальной супрессии интерлейкинов ИЛ-1, ИЛ-6 и фактора некроза опухоли – альфа ( $\alpha$ -ТНФ), а потом резкого увеличения их содержания. Одним из возможных механизмов повышения уровня цитокинов, в частности ИЛ-6, при физических нагрузках являются микротравмы опорно-двигательного аппарата [24]. По данным научной литературы, сдвиги в цитокиновом каскаде под влиянием физических нагрузок аналогичны воспалительным и септическим изменениям [20, 24]. В обзорной статье Suzuki и соавт. подытожена серия исследований анализа уровня цитокинов в крови после тренировочных занятий [45]. Уровень противовоспалительных цитокинов в ответ на физическую нагрузку изменялся более значительно, например, концентрация ИЛ-1 $\alpha$  (цитокин антагониста рецептора интерлейкина-1) в крови увеличивалась. Аналогичные изменения наблюдались и в отношении концентрации ИЛ-4. В эксперименте было доказано, что большие физические нагрузки могут инициировать реакцию организма, которая напоминает воспалительную. Подобную реакцию вызывает ИЛ-6 [41]. Доказано, что повышение его уровня связано с повреждением мышечной ткани [27].

### Выводы и перспективы дальнейших исследований.

1. Иммунный статус квалифицированных спортсменов до выполнения тренировочных нагрузок не отличается от аналогичных показателей лиц референтной группы, что свидетельствует об адаптации иммунной системы к объему нагрузок, предусмотренных для данного контингента спортсменов.

2. Показатели клеточного и гуморального иммунитета у спортсменов после выполнения тренировочных занятий с большими нагрузками характеризовались снижением в периферической крови содержания Т-клеток CD4<sup>+</sup> (хелперов), сохранением содержания CD22<sup>+</sup> (супрессоров) и повышением CD8<sup>+</sup> (супрессоров) и CD16<sup>+</sup> (киллеров), а также снижением содержания иммуноглобулинов основных классов и повышением про- и противовоспалительных цитокинов – ИЛ-1, ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-8, ТНФ, что отображает динамику функциональных сдвигов иммунного статуса, которые имеют временный характер и не требуют проведения иммунокоррекции.

В дальнейшем планируется продолжать исследования функционального состояния иммунной системы на разных этапах многолетней подготовки [18], что даст возможность провести сравнительную оценку параметров указанной системы в зависимости от интенсивности и продолжительности физических нагрузок и разработать рациональные программы иммунопрофилактики и иммунореабилитации спортсменов.

### ■ Литература

1. Батцов С. С. Основы клинической иммунологии / С. С. Батцов. – СПб.: Олимп СПб., 2003. – 121 с.
2. Высочин Ю. В. Современные представления о физиологических механизмах срочной адаптации организма спортсменов к воздействиям физических нагрузок / Ю. В. Высочин, Ю. П. Денисенко // Теория и практика физ. культуры. – 2002. – № 7. С. 2–6.
3. Гаврилова Е. А. Стрессорный иммунодефицит у спортсменов / Е. А. Гаврилова. – М.: Сов. спорт, 2009. – 192 с.
4. Дорофеева Е. Е. Влияние значительных физических нагрузок на состояние иммунной системы спортсменов с очагами хронической инфекции / Е. Е. Дорофеева // Укр. мед. альманах. – 2008. – Т. 11, № 1. – С. 174–176.
5. Житписбаева Х. С. Особенности влияния стрессовых факторов на клеточное звено иммунной системы / Х. С. Житписбаева // Теория и эксперимент. медицина. – 2010. – № 3. – С. 8–12.
6. Зурочка А. В. Динамика изменения состояния иммунной системы спортсменов различных специализаций в течение годового цикла тренировочного процесса / А. В. Зурочка, О. В. Журило, С. Л. Сашенков // Мед. иммунол. – 2005. – Т. 2/3, № 7. – С. 223.
7. 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.

### ■ References

1. Batskov S. S. Principles of clinical immunology / S. S. Batskov. – St. Petersburg: Olimp SpB, 2003. – 121 p.
2. Vysochin Yu. V. Modern conceptions of physiological mechanisms of athlete's body short-term adaptation to physical loads impact / Yu. V. Vysochin, Yu. P. Denisenko // Theory and practice of physical culture. – 2002. – № 7. – P. 2–6.
3. GavriloVA Ye. A. Stress-induced immunodeficiency in athletes / Ye. A. GavriloVA. – Moscow: Soviet Sport, 2009. – 192 p.
4. Dorofeieva Ye. Ye. Influence of significant physical loads on immune system of athletes with sites of chronic infection / Ye. Ye. Dorofeieva // Ukrainskyi medychnyi almanakh. – 2008. – Vol. 11, N 1. – P. 174–176.
5. Zhetpisbaieva Kh. S. Peculiarities of coupled stress factors impact on the cell link of immune system / Kh. S. Zhetpisbaieva // University proceedings. Volga region. Medical sciences – 2010. – N 3. – P. 8–12.
6. Zurochka A. V. Dynamics of changes in the immune system of athletes of different specializations during the annual cycle of training process / A. V. Zurochka, O. V. Zhurilo, S. L. Sashenkov // Medizinskaia Immunologia. – 2005. – Vol. 2/3, N 7. – P. 223.
7. Kogan O. S. Peculiarities of immune resistance of athletes organism in cyclic sports in different periods of training process / O. S. Kogan, V. V. Savelieva // Theory and practice of physical culture. – 2009. – N 1. – P. 31–36.
8. Kolupaiev V. A. Seasonal dynamics of oxygen transport system and immunity in athletes with a predominantly anaerobic or aerobic energy support of muscular activity:

8. Колупаев В. А. Сезонная динамика состояния систем транспорта кислорода и иммунитета у спортсменов с преимущественно анаэробным или аэробным энергообеспечением мышечной деятельности: автореф. дис. на соискание учен. степени доктора биол. наук. / В. А. Колупаев. — Челябинск, 2009. — 49 с.
9. Лебедев К. А. Иммунная недостаточность. Выявление и лечение / К. А. Лебедев, И. Д. Поникина. — М.: Мед. книга, 2003. — 443 с.
10. Ляпин В. Влияние сезонности года на состояние иммунитета у спортсменов-борцов / В. Ляпин, В. Андреева, Н. Николайчук и др. // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я в сучасному суспільстві: зб. наук. праць. — № 3. — 2009. — С. 106–109.
11. Меньшиков В. В. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник / В. В. Меньшиков. — М.: Медицина, 1987. — 368 с.
12. Назар П. С. Динаміка про- і протизапальних цитокінів у спортсменів-стаєрів при різних фізичних навантаженнях / П. С. Назар, О. О. Шевченко, О. І. Осадча, М. М. Левон // Олимпийский спорт, физическая культура, здоровье нации в современных условиях. — Луганск, 2013. — С. 58–62.
13. Назар П. С. Особливості імунологічної реактивності у спортсменів як критерій оцінки їх здоров'я / П. С. Назар, М. М. Левон, Д. М. Котко, М. А. Барчук // Наук. часопис нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. — 2011. — Вип. 11. — С. 71–75.
14. Насолодин В. В. Обеспеченность железом и состояние иммунологической реактивности у студентов-спортсменов в разное время года / В. В. Насолодин, О. Н. Зайцев, И. П. Ладких // Гигиена и санитария. — 2005. — № 2. — С. 45–49.
15. Опарин О. Н. Эндотоксиновый иммунитет в реакциях срочной адаптации к физическим нагрузкам / О. Н. Опарин // Теория и практика физ. культуры. — 2000. — № 5. — С. 12–17.
16. Пастер Е. У. Иммунология практикум / Е. У. Пастер. — К.: Вища шк., — 1989. — 304 с.
17. Першин Б. Б. Длительное изучение сывороточных иммуноглобулинов у профессиональных лыжниц в тренировочном периоде / Б. Б. Першин, А. Б. Гелиев, Г. Г. Чуракова и др. // Иммунология. — 2003. — Т. 24, № 5. — С. 298–304.
18. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 2013. — 624 с.
19. Сашенков С. Л. Взаимосвязь показателей фагоцитоза у спортсменов с анаэробным и аэробным энергообеспечением мышечной деятельности / С. Л. Сашенков, В. А. Колупаев, И. И. Долгушин // Рос. иммунол. журн. — 2008. — Т. 2 (11), № 2–3. — С. 184.
20. Сорокіна О. Ю. Нутритивна підтримка пацієнтів у критичному стані: науково-метод. посіб. / О. Ю. Сорокіна, Г. П. Козинець. — К.: Бізнес-інтелект, 2009. — 163 с.
21. Стерлинг Ю. И. Особенности регуляции иммунной системы при высокой физической активности / Ю. И. Стерлинг, Г. Ю. Кнорранг, Л. П. Сизякина // Цитотоксины и воспаления. — 2013. — № 2. — С. 29–41.
22. Стернин Ю. А. Изучение особенностей состояния иммунной системы при высокой физической активности / Ю. А. Стернин, Л. П. Сизякина // Акт. вопр. терапии. — 2007. — № 4. — С. 31–34.
23. Суздальницкий Р. С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физ. культуры. — 2003. — № 1. — С. 18–22.
24. Таймазов В. А. Спорт и иммунитет / В. А. Таймазов, В. Н. Цыган, Е. Г. Мокеева. — СПб.: Олимп. СПб., 2003. — 200 с.
25. Цыган В. П. Спорт. Иммунитет. Питание. / В. П. Цыган, А. В. Спальный, Е. Г. Мокеева. — СПб., 2012. — 240 с.
26. Черешнев В. А. Иммунофизиология / В. А. Черешнев, Б. Г. Юшков, В. Г. Клишкин, Е. Г. Лебедева. — Екатеринбург: УрО РАН, 2002. — 260 с.
27. Bruunsgaard H. Exercise-induced increases in serum interleukin 6 in humans is related to muscle damage / H. Bruunsgaard, H. Galbo, et al. // J. of Physiology. — 1997. — N 499. — P. 833–841.
28. Dhabhar F. S. Bidirectional effects of stress and glucocorticoid hormones on immune function / F. S. Dhabhar, B. S. McEwen // Psychoneuroimmunology. — 2001. — N 3. — P. 301–338.
29. Dimitriou L. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers / L. Dimitriou, N. C. Sharp, M. Dougherty // British J. of Sports Medicine. — 2002. — N 36. — P. 260–264.
30. Gleeson M. Exercise, stress and mucosal immunity in elite swimmers / M. Gleeson, W. A. McDonald, A. W. Cripps et al. // Advances in Experimental Medical Biology. — 2002. — N 371(A). — P. 571–574.
31. Green K. J. Exercise and T-lymphocyte function comparison of proliferation in PBMC and NK cell-depleted PBMC culture / K. J. Green, D. G. Rowbottom, L. T. Mackinnon // J. Appl. Physiol. — 2002. — Vol. 92, N 6. — P. 2390–2396.
- author. of the diss. of Dr. of Sci. in biology: / V. A. Kolupaev. — Chelyabinsk, 2009. — 49 p.
9. Lebedev K. A. Immune deficiency. Diagnosis and treatment / K. A. Lebedev, I. D. Poniagina. — Moscow: Meditsinskaia kniga, 2003. — 443 p.
10. Liapin V. The influence of seasonality on immune status in wrestlers / V. Liapin, V. Andreeva, N. Nikolaichuk et al. // Fiz. vyhovannia, sport i kultura zdorovia u suchasnomu suspilstvi: Collected scientific works. — N 3. — 2009. — P. 106–109.
11. Menshikov V. V. Laboratory methods of research in a clinic. Reference guide / V. V. Menshikov. — Moscow: Medicine, 1987. — 368 p.
12. Nazar P. S. Dynamics of pro- and antiinflammatory cytokines in long-distance athletes under various physical loads / P. S. Nazar, O. O. Shevchenko, O. I. Osadcha, M. M. Levon // Olympic sport, physical culture, health of the nation in modern conditions. — Lugansk, 2013. — P. 58–62.
13. Nazar P. S. Peculiarities of immunoreactivity in athletes as a criterion for health assessment / P. S. Nazar, M. M. Levon, D. M. Kotko, M. A. Barchuk // Naukovyi chasopys NPU im. M. P. Dragomanova — 2011. — Issue 11. — P. 71–75.
14. Nasolodin V. V. Availability of iron and state of the immunoreactivity in student-athletes at different times of the year / V. V. Nasolodin, O. N. Zaitsev, I. P. Ladkikh // Gigiena i sanitariia. — 2005. — N 2. — P. 45–49.
15. Oparin O. N. Endotoxin immunity in the reactions of short-term adaptation to the physical loads / O. N. Oparin // Teoriia i praktika fizicheskoi kultury. — 2000. — N 5. — P. 12–17.
16. Paster Ye. U. Immunology laboratory course / Ye. U. Paster. — Kiev: Vyshcha shkola, 1989. — 304 p.
17. Pershin B. B. Long-term study of serum immunoglobulins in professional female skiers in a training period / B. B. Pershin, A. B. Heliev, G. G. Churakova et al. // Immunologiya. — 2003. — Vol. 24, N 5. — P. 298–304.
18. Platonov V. N. Periodization of sports training / V. N. Platonov. — Kiev: Olympic literature, 2013. — 624 p.
19. Sashenkov S. L. Correlation of phagocytosis indices in athletes with anaerobic and aerobic energy support of muscular activity / S. L. Sashenkov, V. A. Kolupaev, I. I. Dolgushin // Russian journal of immunology. — 2008. — Vol. 2 (11), N 2–3. — P. 184.
20. Sorokina O. Yu. Nutritional support for patients in critical condition: scientific methodical textbook / O. Yu. Sorokina, G. P. Kozinets. — Kiev: Biznes-intelekt, 2009. — 163 p.
21. Sternin Yu. I. Peculiarities of immune regulation in case of intensive physical activity / Yu. I. Sternin, G. Yu. Knorrang, L. P. Siziakina // Cytokines & inflammation. — 2007. — N 2. — P. 63–67.
22. Sternin Yu. I. Study on the features of the immune system regulation during intensive physical activity / Yu. I. Sternin, L. P. Siziakina // Aktualnye voprosy terapii. — 2007. — N 4. — P. 31–34.
23. Suzdalnitskii R. S. New approaches to understanding of sports stress-induced immunodeficiencies / R. S. Suzdalnitskii, V. A. Levando // Theory and practice of physical culture. — 2003, N 1. — P. 18–22.
24. Taimazov V. A. Sport and immunity / V. A. Taimazov, V. N. Tsygan, Ye. G. Mokeieva. — St. Petersburg: Olimp SpB, 2003. — 200 p.
25. Tsygan V. P. Sport. Immunity. Nutrition. / V. P. Tsygan, A. V. Spalnyi, Ye. G. Makeieva. — St. Petersburg, 2012. — 240 p.
26. Chereshev V. A. Immunophysiology / V. A. Chereshev, B. G. Yushkov, V. G. Klimkin, Ye. G. Lebedeva. — Ekaterinburg: Ural division of RAS, 2002. — 260 p.
27. Bruunsgaard H. Exercise-induced increases in serum interleukin 6 in humans is related to muscle damage / H. Bruunsgaard, H. Galbo, et al. // J. Physiol. — 1997. — N 499. — P. 833–841.
28. Dhabhar F. S. Bidirectional effects of stress and glucocorticoid hormones on immune function / F. S. Dhabhar, B. S. McEwen // Psychoneuroimmunology. — 2001. — N 3. — P. 301–338.
29. Dimitriou L. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers / L. Dimitriou, N. C. Sharp, M. Dougherty // Br. J. Sports. Med. — 2002. — N 36. — P. 260–264.
30. Gleeson M. Exercise, stress and mucosal immunity in elite swimmers / M. Gleeson, W. A. McDonald, A. W. Cripps et al. // Advances in Experimental Medical Biology. — 2002. — N 371(A). — P. 571–574.
31. Green K. J. Exercise and T-lymphocyte function comparison of proliferation in PBMC and NK cell-depleted PBMC culture / K. J. Green, D. G. Rowbottom, L. T. Mackinnon // J. Appl. Physiol. — 2002. — Vol. 92, N 6. — P. 2390–2396.

32. Green K. J. Exercise-induced changes to in vitro T-lymphocyte mitogen responses using CFSE / K. J. Green, D. G. Rowbottom // *J. of Applied Physiology*. – 2003. – N 95. – P. 57–63.
33. Heint H. Grundheit. Stress / H. Heint // *Biol. Med.* – 2007. – 510 p.
34. 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.
35. Marsland A. L. Stress, immune reactivity and susceptibility to infectious disease / A. L. Marsland, E. A. Bachen, S. Cohen et al. // *Physiology and Behavior*. – 2002. – N 77. – P. 711–716.
36. Moseley P. L. Exercise, stress, and the immune conversation // P. L. Moseley // *Exercise and Sports Sciences Reviews*. – 2000. – N 28. – P. 128–132.
37. Moynihan J. A. Mechanisms of stress-induced modulation of immunity / J. A. Moynihan // *Brain, Behavior and Immunity*. – 2003. – N 17 (suppl. 1). – P. 11–16.
38. Nieman D. C. Current perspective on exercise immunology / D. C. Nieman // *Current Sports Medicine Reports*. – 2003. – N 2. – P. 239–242.
39. Novas A. M. Tennis incidence of URTI and salivary IgA / A. M. Novas, D. G. Rowbottom, D. G. Jenkins // *International J. of Sports Medicine*. – 2003. – N 24. – P. 223–229.
40. Padgett D. A. How stress influences the immune response / D. A. Padgett, R. Glaser // *Trends in Immunology*. – 2003. – N 24. – P. 444–448.
41. Pedersen B. K. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines / B. K. Pedersen, A. D. Toft // *British Journal of Sports Medicine*. – 2000. – N 34. – P. 246–251.
42. Pyne D. B. Mucosal immunity, respiratory illness and competitive performance in elite swimmers / D. B. Pyne, W. A. McDonald, M. Gleeson et al. // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2001. – N 33. – P. 348–353.
43. Smith L. L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity / L. L. Smith // *Sports Medicine*. – 2003. – N 33. – P. 347–364.
44. Steensberg A. Prolonged exercise, lymphocyte apoptosis and F2-iso-prostanol / A. Steensberg, J. Morrow, A. D. Toft et al. // *European J. of Applied Physiology*. – 2002. – N 87. – P. 38–42.
45. Suzuki K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. Cytokine kinetics / K. Suzuki, S. Nakaji, M. Yamoda et al. // *Exercise Immunology Review*. – 2002. – N 8. – P. 6–48.
46. Shephard R. J. Does regular physical activity reduce susceptibility to cancer? / R. J. Shephard, P. N. Shek // *Exercise and Immune Function* (Shephard, R. J., ed.). Adis International, Philadelphia, PA. – 2000. – P. 131–154.
47. West N. P. The effect of exercise on innate mucosal immunity / N. P. West, D. B. Pyne, J. M. Kyd // *Br. J. Sports. Med.* – 2008. – N 5. – P. 22–28.
32. Green K. J. Exercise-induced changes to in vitro T-lymphocyte mitogen responses using CFSE / K. J. Green, D. G. Rowbottom // *J. Appl. Physiol.* – 2003. – № 95. – P. 57–63.
33. Heint H. Grundheit. Stress / H. Heint // *Biol. Med.* – 2007. – 510 p.
34. MacKinnon L. T. Special feature for the Olympics (effect of exercise on the immune system) / L. T. MacKinnon // *Immunol. Cell Biol.* – 2000. – Vol. 78, N 5. – P. 444–451.
35. Marsland A. L. Stress, immune reactivity and susceptibility to infectious disease / A. L. Marsland, E. A. Bachen, S. Cohen et al. // *Physiology and Behavior*. – 2002. – № 77. – P. 711–716.
36. Moseley P. L. Exercise, stress, and the immune conversation / P. L. Moseley // *Exercise and Sports Sciences Reviews*. – 2000. – № 28. – P. 128–132.
37. Moynihan J. A. Mechanisms of stress-induced modulation of immunity / J. A. Moynihan // *Brain, Behavior and Immunity*. – 2003. – № 17 (suppl. 1). – P. 11–16.
38. Nieman D. C. Current perspective on exercise immunology / D. C. Nieman // *Current Sports Medicine Reports*. – 2003. – № 2. – P. 239–242.
39. Novas A. M. Tennis incidence of URTI and salivary IgA / A. M. Novas, D. G. Rowbottom, D. G. Jenkins // *Int. J. Sport. Med.* – 2003. – № 24. – P. 223–229.
40. Padgett D. A. How stress influences the immune response / D. A. Padgett, R. Glaser // *Trends in Immunology*. – 2003. – № 24. – P. 444–448.
41. Pedersen B. K. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines / B. K. Pedersen, A. D. Toft // *Br. J. Sports. Med.* – 2000. – № 34. – P. 246–251.
42. Pyne D. B. Mucosal immunity, respiratory illness and competitive performance in elite swimmers / D. B. Pyne, W. A. McDonald, M. Gleeson et al. // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2001. – № 33. – P. 348–353.
43. Smith L. L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity / L. L. Smith // *Sports Medicine*. – 2003. – № 33. – P. 347–364.
44. Steensberg A. Prolonged exercise, lymphocyte apoptosis and F2-iso-prostanol / A. Steensberg, J. Morrow, A. D. Toft et al. // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2002. – № 87. – P. 38–42.
45. Suzuki K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. Cytokine kinetics / K. Suzuki, S. Nakaji, M. Yamoda et al. // *Exercise Immunology Review* – 2002. – № 8. – P. 6–48.
46. Shephard R. J. Does regular physical activity reduce susceptibility to cancer? / R. J. Shephard, P. N. Shek // *Exercise and Immune Function* (Shephard, R. J., ed.). Adis International, Philadelphia, PA, 2000. – P. 131–154.
47. West N. P. The effect of exercise on innate mucosal immunity / N. P. West, D. B. Pyne, J. M. Kyd // *Br. J. Sports. Med.* – 2008. – № 5. – P. 22–28.

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина  
anatifz@mail.ru

Поступила 27.12.2013