

# ПЕРЕДПАТОЛОГІЧНІ СТАНИ У СПОРТСМЕНІВ: ПРОФІЛАКТИКА, ДІАГНОСТИКА

## Хроническое физическое перенапряжение системы иммунитета в состоянии перетренированности спортсмена

УДК 796.015.628:612.017

Л. Я.-Г. Шахлина, С. М. Футорный, С. В. Калитка

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

**Резюме.** Представлен обзор научной литературы по вопросу хронического физического перенапряжения системы иммунитета в состоянии перетренированности спортсмена. Дана краткая характеристика процессов утомления, переутомления и перетренированности организма спортсмена. Рассмотрены вопросы взаимосвязи центральной нервной, эндокринной и иммунной систем, их роли в поддержании иммунореактивности организма спортсмена во время высокоинтенсивных или длительных физических и психоэмоциональных нагрузок в современном спорте высших достижений. *Цель.* Охарактеризовать иммунореактивность организма спортсменов высокой квалификации под влиянием больших физических и психоэмоциональных нагрузок. *Методы исследования.* Анализ и обобщение научной литературы. *Выводы.* Приведен механизм действия гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и, в частности, представителя глюкокортикоидов – стресс-гормона кортизола, который является мощным ингибитором клеточного и гуморального звеньев иммунитета, что, несмотря на наличие невыясненных вопросов, может объяснить увеличение количества случаев острых или обострения хронических заболеваний спортсменов на пике их спортивной формы.

**Ключевые слова:** перенапряжение системы иммунитета, иммунодефицитные состояния спортсменов.

**Резюме.** Представлено огляд наукової літератури щодо хронічного фізичного перенапруження системи імунітету в стані перетренованості спортсмена. Наведено коротку характеристику процесів стомлення, перевтоми і перетренованості організму спортсмена. Розглянуто питання взаємозв'язку центральної нервової, ендокринної та імунної систем, їхню роль у підтриманні імунореактивності організму спортсмена під час високоінтенсивних або тривалих фізичних і психоемоційних навантажень у сучасному спорті вищих досягнень. *Мета.* Охарактеризувати імунореактивність організму спортсменів високої кваліфікації під впливом великих фізичних і психоемоційних навантажень. *Методи дослідження.* Аналіз і узагальнення наукової літератури. *Висновки.* Висвітлено механізм впливу гіпоталамо-гіпофізарно-наднирничкової системи і, зокрема, представника глюкокортикоїдів – стрес-гормону кортизолу, який є потужним інгібітором клітинного і гуморального ланок імунітету, що, попри наявність нез'ясованих питань, може пояснити збільшення кількості випадків гострих або загострення хронічних захворювань спортсменів на піку їхньої спортивної форми.

**Ключові слова:** перенапруження системи імунітету, імунідефіцитні стани спортсменів.

**Abstract.** The review of scientific literature dealing with chronic physical overstrain of immunity system under condition of athlete overtraining has been presented in the paper. The processes of fatigue, over-fatigue and overtraining of athlete body have been briefly characterized. The issues of relationships between central nervous, endocrine and immune systems, their significance for

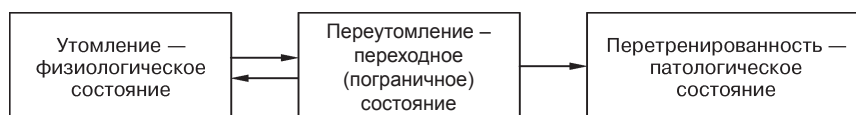
maintaining athlete body immunoreactivity under highly intensive or prolonged physical and psychoemotional loads of modern elite sport have been addressed. *Objective.* To characterize immunoreactivity of elite athlete body under the influence of high physical and psychoemotional loads. *Methods of studies.* Analysis and generalization of scientific literature. *Conclusions.* The mechanism of the hypothalamic-pituitary-adrenal system influence and, in particular, the representative of glucocorticoids, the stress hormone cortisol, being a potent inhibitor of the cellular and humoral chains of immunity, which, in spite of a number of still not cleared up issues, can explain the increase in the incidence of acute or exacerbated chronic diseases of athletes at the peak of their athletic form, has been presented.

**Keywords:** overstrain of immunity system, immunodeficiency states of athletes.

**Постановка проблеми.** По мнению выдающегося специалиста в области спортивной медицины А. Г. Дембо, спорт и здоровье — это в какой-то степени синонимы. Однако занятия физической культурой и спортом положительно влияют только в том случае, если нагрузки соответствуют индивидуальным функциональным возможностям организма спортсмена, соблюдаются режимы труда и отдыха, питания. В современном спорте высокие тренировочные и соревновательные нагрузки, несоблюдение вышеназванных условий могут стать причиной тяжелых нарушений здоровья спортсмена [5].

На Всемирном конгрессе по спортивной медицине (Москва, 1956) Людвиг Прокоп (Австрия) предложил термин «спортивная болезнь». В современной спортивной медицине данная патология обозначается термином «перетренированность» [8].

Возможные состояния организма спортсмена в процессе спортивной деятельности можно представить в виде схемы:



Перетренированность — патологическое состояние организма спортсмена, вызванное прогрессирующим развитием переутомления вследствие чрезмерных физических и психических нагрузок при недостаточном пострегуляционном отдыхе, что приводит к перенапряжению функций систем организма [9–11].

Хроническое физическое перенапряжение проявляется в нарушении функции органов и систем организма вследствие воздействия нагрузок, не адекватных функциональным возможностям организма спортсмена.

Состояние перетренированности характеризуется ухудшением самочувствия, стойкими нарушениями двигательных и вегетативных функций, снижением работоспособности, неустойчивостью психоэмоционального состояния либо явлениями

депрессии, что сопровождается снижением интереса к тренировочным занятиям [4, 18].

По мнению Н. Д. Граевской [4], состояние перетренированности у спортсменов может развиваться в период наибольших напряжений, нередко на пике спортивной формы, под влиянием частых (особенно неудачных) соревнований и очень жесткого режима тренировочных занятий. Состояние перетренированности проявляется в перенапряжении функций (их нарушении) систем организма и, прежде всего, центральной нервной и эндокринной систем. Как следствие, нарушается нейрогуморальная регуляция функций систем организма, в том числе системы иммунитета.

**Цель исследования** — охарактеризовать иммунореактивность организма спортсменов высокой квалификации под влиянием больших физических и психоэмоциональных нагрузок.

**Методы исследования** — анализ и обобщение научной литературы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Иммунология спорта, как и современная

иммунология, — относительно молодая наука среди других медико-биологических дисциплин. Эта прикладная наука развивалась как новый терапевтический подход к предупреждению инфекционных заболеваний лиц, занимающихся спортом [2, 14]. Занятия физической культурой и спортом стимулируют иммунологическую реактивность, способствуют снижению общей и инфекционной заболеваемости, увеличению продолжительности жизни. Однако современный спорт высших достижений, характеризующийся большими физическими и психоэмоциональными напряжениями, может оказывать неблагоприятное влияние и на иммунитет. В таких условиях неправильная организация тренировочного процесса, недостаточная его индивидуализация, сочетание спортивных тренировочных занятий с интенсивной учебной или рабочей деятельностью при наличии даже компенсированных нарушений здоровья могут привести к возникновению патологических состояний [1, 10, 17, 18].

Организм человека борется с болезнетворными агентами с помощью неспецифических и специфических защитных механизмов — клеточных и гуморальных. При этом важна характеристика реактивности и резистентности его организма.

**Реактивность** — это способность организма адекватно реагировать изменениями процессов жизнедеятельности на нарушение условий внешней или внутренней среды. Она включает весь набор доступных организму адаптационных ответов. Реактивность организма человека определяется его наследственностью, конституцией, полом, возрастом, состоянием иммунной, нейроэндокринной систем, а также условиями окружающей среды.

Различают специфическую и неспецифическую реактивность.

**Специфическая реактивность** — способность организма отвечать на действие антигена (генетически чужеродного фактора) выработкой антител или комплексом клеточных реакций, специфичных к данному антигену.

**Неспецифическая реактивность** — комплекс изменений в организме, которые возникают в ответ на действие внешних факторов и не связаны с иммунным ответом. Особенность реагирования организма на широкий круг разнообразных раздражителей обусловлена изменениями жизнедеятельности за счет нейроэндокринных механизмов биологической регуляции, координирующей и интегрирующей функции систем организма [7, 12].

При попадании болезнетворных агентов организм выбирает различные способы защиты. **Неспецифическим механизмом защиты** является неспецифическая реактивность организма, которая, в отличие от специфической иммунной реактивности, направлена на уничтожение *любого* чужеродного агента. Неспецифическая реактивность объединяет неспецифические клеточные (фагоцитоз, пиноцитоз, барьерные функции кожи, слизистых оболочек) и неспецифические гуморальные (действие интерферонов, лизоцима, лизина, соляной кислоты) механизмы [10, 11, 17].

Г. Селье в 1936 г. писал: «Если организм поврежден острым неспецифическим вредоносным агентом (холод, хирургическая операция, мышечное напряжение, интоксикация), возникает типичный синдром, симптомы которого независимы от природы повреждающего агента». Совокупность неспецифических изменений, возникающих в организме при действии *любого* интенсивного раздражителя-стрессора, Селье назвал адаптационным синдромом [13].

**Адаптационный синдром** — клиническое проявление стресс-реакции, возникающей при любых неблагоприятных для организма условиях [13].

Реактивность организма повышает резистентность к чужеродным факторам. **Резистентность** — это устойчивость организма к действию того или иного конкретного патогенного фактора. Факторы окружающей среды, постоянно воздействуя на организм, влияют на его реактивность, которая может изменяться в зависимости от характера питания, температуры внешней среды, воздействия лучевой энергии, характера физических нагрузок, занятий спортом. Реактивность и резистентность организма нередко снижаются у спортсменов, находящихся на высшем уровне спортивной формы [2, 9].

Специфические механизмы защиты организма проявляются в виде иммунореактивных реакций.

**Иммунитет** — биологическое свойство организма, направленное на распознавание генетически чужеродных факторов (*антигенов*) в его внутренней среде с последующим разрушением и выведением из организма продуктов распада (отживших разрушенных клеток, микроорганизмов, гельминтов) [6].

**Антиген** как генетически чужеродная организму структура распознается и связывается с помощью рецепторов лимфоцитов, что обуславливает иммунный ответ, т. е. реакцию организма на внедрение антигена, осуществляемую иммунными клетками — лимфоцитами, которые являются структурно-функциональной единицей системы иммунитета.

В процессе эволюции в организме сформировалась особая иммунная система, способная создавать и сохранять защитные программы, индивидуально подобранные по отношению к антигенам, а при необходимости — вызывать эти программы из «архива» и использовать их в усиленном режиме [6].

Иммунная система организма представлена *центральными органами* иммуногенеза, где развиваются и проходят дифференцировку незрелые лимфоциты, — *костный мозг и вилочковая железа* (тимус). *Периферическими органами* данной системы, куда мигрируют зрелые лимфоциты и где осуществляется иммунный ответ, являются *селезенка, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидная ткань желудочно-кишечного тракта, бронхов*. Периферическая кровь также служит составной частью иммунной системы [6, 7].

В организме взрослого человека лимфоциты составляют 25–40 % всех лейкоцитов.

Продолжительность жизни 20 % лимфоцитов равна около 3–7 сут., 80 % лимфоцитов — долгоживущие (100–120 сут. и более) [16].

Клетки—предшественники лимфоцитов, выйдя из костного мозга, поступают с циркулирующей кровью в вилочковую железу, где дифференцируются и превращаются в Т-лимфоциты. Последние *циркулирующей кровью переносятся в периферические лимфоидные ткани — селезенку, миндалины, лимфатические узлы, ткань кишечника.*

Другие клетки—предшественники лимфоцитов проходят дифференцировку в костном мозге и превращаются в В-лимфоциты. *Зрелые В-лимфоциты также мигрируют в лимфатические узлы, селезенку, миндалины.*

В циркулирующей периферической крови находятся 60 % Т-лимфоцитов и 25–30 % В-лимфоцитов. Каждый лимфоцит имеет на своей поверхности *антигенраспознающие рецепторы.*

В-лимфоциты (чаще короткоживущие) вызывают реакции гуморального иммунитета при контакте с различными антигенами и вырабатывают специфические антитела-иммуноглобулины, которые связывают и нейтрализуют эти антигены — иммунные комплексы, подготавливая их к фагоцитозу и выведению из организма.

Т-лимфоциты ответственны за распознавание *антигенов* с помощью рецепторов на их поверхности и вызывают *реакции клеточного иммунитета.*

*Т-лимфоциты-киллеры* осуществляют лизис клеток-мишеней (антигенов), к которым относятся возбудители инфекционных заболеваний, микробактерии, опухолевые клетки.

*Т-лимфоциты-хелперы* принимают участие в дифференцировке В-лимфоцитов, обуславливают силу иммунного ответа, стимулируют антигензависимый процесс развития В-лимфоцитов в лимфоидных органах.

К *Т-лимфоцитам-супрессорам* относятся клетки, тормозящие иммунный ответ.

В каждом из видов Т-лимфоцитов обнаружены «клетки памяти», которые при повторном контакте с *тем же антигеном* реагируют быстрее и интенсивнее, чем при первом контакте. В иммунных реакциях важную роль играют лимфатические узлы — своеобразные *фильтры лимфы*, которые задерживают и нейтрализуют антигены, микроорганизмы. Селезенка составляет почти четверть лимфоидной ткани всего организма, занимает важное место в антителообразовании, особенно при попадании антигенов в кровь. Селезенка работает как лимфоидный фильтр в

системе кровообращения, извлекает из крови антигены, утратившие активность, поврежденные эритроциты. Выражаясь образно, селезенка является «кладбищем эритроцитов» [6, 7, 17].

**Влияние физических нагрузок на иммунореактивность организма спортсменов.** На протяжении многих лет специалисты считали, что занятие спортом влияет на здоровье человека [2]. Однако научные исследования последних десятилетий свидетельствуют, что в современном спорте физические нагрузки возросли во много раз и приближаются к предельным относительно функциональных возможностей человека. Состояние перетренированности является следствием несоответствия возможностей организма тренировочным и соревновательным нагрузкам, проявляется в перенапряжении функций (их нарушении) систем организма и прежде всего ЦНС и эндокринной. Как следствие, нарушается нейрогуморальная регуляция функций систем организма, в том числе системы иммунитета [4, 14].

Взаимосвязь между физическими нагрузками при спортивной деятельности и системой иммунитета координируется за счет нейроэндокринной системы.

Физические тренировочная и соревновательная нагрузки для организма являются в какой-то мере стрессовыми и вовлекают в адапционные процессы систему иммунитета. Реакция системы иммунитета зависит от интенсивности и продолжительности нагрузки, интервала отдыха между нагрузками, скорости постнагрузочного восстановления, т. е. формируется кумулятивный ответ на повторяющуюся систему спортивных физических и психоэмоциональных нагрузок. Физические тренировочные нагрузки средней интенсивности могут стимулировать иммунную защиту за счет увеличения функционального потенциала системы иммунитета, тогда как интенсивные продолжительные физические нагрузки могут вызывать угнетение функций иммунной системы. Реакции иммунной системы в ответ на тренировочные и соревновательные нагрузки рассматриваются как компонент системного ответа организма спортсмена на стресс при участии нейроэндокринной системы, координирующей функции систем организма при адаптации к спортивной деятельности [1, 22].

Таким образом, соотношение «стресс — восстановление» может служить важным фактором, определяющим характер влияния на организм физических нагрузок (благоприятный либо неблагоприятный).

Вопросы о взаимосвязи двигательной активности и состояния здоровья возникают на



протяженні столетий, однако глибоке изучение механизмов, связывающих двигательную активность и иммунитет, проводится на протяжении последних тридцати лет [1].

Биологическая регуляция функций систем организма представлена двумя взаимосвязанными механизмами — нервным и гуморальным.

Гуморальные механизмы обеспечиваются БАВ, преимущественно гормонами эндокринной системы (нейроэндокринная система).

Согласно данным П. К. Анохина, в организме нет главной функциональной системы, но существует понятие «условно главной» системы. При физических нагрузках такой системой является ОДА, а все вегетативные системы — «обслуживающими». На протяжении последних десятилетий установлено функциональное единство ЦНС, эндокринной и иммунной систем; эта область исследований получила название «нейроиммунология» [15].

Установлен двусторонний характер взаимосвязи ЦНС, эндокринной и иммунной систем, который определяется как «нейроэндокринно-иммунная система» (рис. 1).

Нейроэндокринная система обеспечивает физиологические реакции адаптации организма к изменениям окружающей среды, в том числе к тренировочной и соревновательной нагрузкам. Одной из первых составляющих физиологического ответа на внешние стрессовые воздействия любого вида (психологический, физический либо их сочетание) является включение активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы [19].

Для поддержания гомеостаза в условиях стресса большое значение имеет координация функций, осуществляемых гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системой. Возбуждение лимбической системы головного мозга стимулирует секрецию клетками паравентрикулярного ядра гипоталамуса кортиколиберина (кортикотропин-рилизинг-гормона), который индуцирует выделение АКТГ аденогипофизом. АКТГ кровью доставляется к клеткам коры надпочечников, что вызывает образование кортизола. Установлено, что если стрессорный фактор (психоземональное, физическое напряжение) воспринимается организмом как негативный, то тип и степень нейроэндокринной активации могут привести к подавлению функций иммунной системы. При восприятии стрессорного фактора как положительного нейроэндокринная система может стимулировать функции иммунной системы [19].

Существует мнение, что при напряженных кратковременных физических нагрузках



Рисунок 1 — Двигательная активность и взаимодействие нервной, эндокринной и иммунной систем [1]

повреждения (микротравмы) мышечной ткани активизируют функции иммунной системы, однако этот вопрос остается открытым, и повреждение мышечной ткани не является обязательным фактором для усиления функций системы иммунитета [22].

Реакция иммунной системы на «острую» (напряженную, кратковременную) физическую нагрузку сопоставима с реакцией на острую травму или оперативное вмешательство, т. е. мобилизует систему иммунитета. Продолжительные физические нагрузки высокой интенсивности подавляют функции системы иммунитета.

Напряженные кратковременные нагрузки высокой интенсивности приводят к повышению количества Т-лимфоцитов с последующим их уменьшением. Т-клетки (хелперы) вырабатывают цитокины, которые выполняют важную роль в регуляции иммунного ответа. Существует мнение, что параллельно с увеличением количества Т-лимфоцитов-киллеров увеличивается их цитолитическая активность [20].

**Иммунодефицитное состояние спортсменов.** В иммунологии принято различать иммунодефицитные состояния и иммунодефицитные заболевания.

Иммунодефицитные состояния — это состояния, обусловленные дефектом иммунной системы без выраженных патологических изменений, которые при определенных условиях могут перейти в заболевание.

Иммунодефицитные состояния сопровождаются иммунологической недостаточностью. Врожденный или приобретенный дефект иммунной системы проявляется в снижении способности организма к осуществлению реакций клеточного и гуморального иммунитета [6, 14, 17].

В 1960–1970-е годы было установлено, что в развитии иммунной системы изредка

встречаются врожденные (первичные) отклонения. Приобретенные (вторичные) иммунодефициты, или иммунодефицитные состояния, случаются намного чаще. Естественное снижение иммунологической резистентности характерно для детского, старческого возраста и периода беременности. Основными причинами патологической вторичной иммунологической недостаточности являются постнатальные (после рождения) патогенные влияния на систему иммунитета [3, 17].

Вторичные иммунодефициты развиваются:

- на фоне инфекций и инвазий (паразитарные инвазии — глисты, простейшие; бактериальная инфекция — туберкулез, сифилис, бруцеллез, пневмококки, менингококки и др.; вирусные инфекции — корь, краснуха, гепатит, вирус иммунодефицита человека);
- после сложных хирургических операций под наркозом;
- после удаления селезенки;
- при ожогах;
- при опухолях;
- при нарушениях обмена веществ и истощении;
- после повторных стрессовых психоэмоциональных и физических нагрузок;
- на фоне приема некоторых лекарственных веществ [10, 17].

Существует мнение, что иммунная система не имеет существенных отличий в организме спортсмена и неспортсмена. Однако в состоянии перетренированности в результате физического и психоэмоционального стресса у спортсменов может наблюдаться подавление функций системы иммунитета — иммуносупрессивное воздействие в результате активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, для которой органом-мишенью является кора надпочечников. АКТГ стимулирует выработку глюкокортикоидов и, в частности, кортизола — мощного ингибитора клеточного иммунитета, а также наблюдается торможение функции В-лимфоцитов, состоящее в подавлении выработки ими антител [21, 24].

Изменения состояния клеточного и гуморального звеньев иммунитета при физических нагрузках разной интенсивности и направленности у лиц, занимающихся физической культурой и спортом, имеют дозозависимый эффект: максимальные физические нагрузки угнетают функции иммунной системы, оптимальные — нормализуют и стимулируют их. Существует также обратная зависимость: нарушение деятельности иммунной системы может оказаться одним из ведущих факторов, которые лимитируют трудоспособность спортсмена.

Физические нагрузки высокой интенсивности угнетают преимущественно Т-систему иммунитета путем торможения образования лимфоцитов. Это проявляется в уменьшении относительного и абсолютного количества Т-лимфоцитов, снижении их метаболической и функциональной активности. В меньшей степени изменяются показатели В-системы иммунитета. На фоне уменьшения содержания и снижения функциональной активности Т-клеток В-лимфоциты, сохраняясь количественно, могут даже повысить на определенное время свою функциональную активность [3, 14, 23].

Состояние иммунной системы, развивающееся при физических нагрузках, превышающих функциональные возможности организма спортсмена, и нарушение процессов адаптации к ним характеризуются как выраженный и стойкий вторичный иммунодефицит. При иммунодефиците, возникающем вследствие физической перетренированности, наряду с общим угнетением Т-системы иммунитета нарушаются взаимоотношения между разными субпопуляциями иммунокомпетентных клеток. Об этом, в частности, свидетельствует определенное увеличение активности В-клеточного звена на начальной стадии развития иммунодефицита, сменяющегося в дальнейшем его угнетением. Это проявляется в виде увеличения количества острых заболеваний — ангины, острой респираторной вирусной инфекции (ОРВИ), фурункулеза, а также в обострении хронических состояний. В связи с этим возникает потребность в специальных профилактических мерах во время тренировочных занятий и соревнований, когда к физическим нагрузкам присоединяется выраженный психоэмоциональный компонент [3, 9, 10, 14].

При систематическом физическом переутомлении, суммации стрессовых влияний, недостаточных для восстановления интервалов отдыха, описанные выше нарушения в лимфоидных органах и клетках, сначала носящие компенсаторный характер, сменяются стойким уменьшением количества лимфоцитов, снижением их функциональной активности. На этой стадии начинается «клеточное опустошение» костного мозга [10, 17], нарастают гипопластические процессы, сопровождающиеся переориентацией иммунологической реактивности в направлении развития аутоиммунных реакций, снижается резистентность организма. Описанный период характеризуется уменьшением количества Т-лимфоцитов, снижением их функциональной активности, появлением лимфоцитов, сенсibilизированных к тканевым

аутоантигенам, циркуляцией противоорганных аутоантител и иммунных комплексов [4, 17].

Н. Д. Граевская и соавт. [4] считают, что для спортсменов высокой квалификации существует «мобилизационный порог» резерва работоспособности, являющийся механизмом предотвращения перенапряжения, способствующий поддержанию гомеостаза. Используемые в спорте стимуляторы работоспособности, приводящие к истощению физиологического резерва организма, являются важной причиной срыва его адаптации, одно из проявлений которого — иммунодефицитное состояние организма спортсменов.

По мнению Г. А. Макаровой [11], повышение заболеваемости спортсменов на пике их спортивной формы вероятно является не причиной развития физического перенапряжения, а его признаком.

#### Литература

1. *Андреа М. Масто*. Влияние двигательной активности на иммунитет: роль нейроэндокринно-иммунных взаимодействий / Андреа М. Масто, Роберт Х. Боне // Эндокринная система, спорт и двигательная активность : пер. с англ. / под ред. У. Дж. Кремера и А. Д. Рогола. — К. : Олимп. лит., 2008. — С. 361–379.
2. *Волков В. Н.* Иммунология спорта / В. Н. Волков, А. П. Исаев, Х. М. Юсупов. — Челябинск: Урал. госакад., 1996. — 388 с.
3. *Гаврилова Е. А.* Стрессорный иммунодефицит у спортсменов / Е. А. Гаврилова. — М. : Сов. спорт, 2009. — 192 с.
4. *Граевская Н. Д.* Спортивная медицина : [курс лекций и практ. занятия] / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. — М. : Сов. спорт, 2005. — Ч. 2. — С. 173–184.
5. *Дембо А. Г.* Актуальные проблемы современной спортивной медицины / А. Г. Дембо. — М. : Сов. спорт, 1980. — С. 116–134.
6. *Зайчик А. Ш.* Общая патофизиология (с основами иммунологии) : учеб. для мед. вузов / А. Ш. Зайчик, Л. П. Чурилов. — СПб. : ЭЛБИ, 2008. — Т. 1. — С. 15–49.
7. *Бажора Ю. І.* Клінічна імунологія / Ю. І. Бажора, В. М. Запорожан, В. Й. Кресюн, І. М. Годзієва. — Одеса : Одес. держ. мед. ун-т, 2000. — 384 с.
8. *Курашвили В. А.* Перетренированность: причины и проявления / В. А. Курашвили // Вестн. спорт. инноваций. — 2014. — № 47.
9. *Макарова Г. А.* Медицинский справочник тренера / Г. А. Макарова, С. А. Локтев. — М. : Сов. спорт, 2005. — 586 с.
10. *Макарова Г. А.* Переутомление и хроническое физическое перенапряжение ведущих органов и систем организма спортсменов / Г. А. Макарова, Б. А. Поляев // Спортивная медицина : нац. рук. / под ред. С. П. Миронова, Б. А. Поляева, Г. А. Макаровой. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — С. 872–899.
11. *Макарова Г. А.* Практическое руководство для спортивных врачей / Г. А. Макарова. — Ростов н/Д. : Баро-Пресс, 2002. — С. 301–324.
12. *Першин Б. Б.* Стресс, вторичные иммунодефициты и заболеваемость / Б. Б. Першин. — М. : НИВС им. И. И. Мечникова, 1994. — 190 с.

**Выводы.** Таким образом, нет сомнений в том, что физические нагрузки влияют на функцию нейроэндокринно-иммунной системы. Однако остается много нерешенных вопросов о механизмах влияния физических нагрузок на иммунную систему. Поэтому для определения взаимосвязи характера двигательной активности и реакций иммунной системы необходимы комплексные исследования специалистов в области кинезиологии, иммунологии и нейроэндокринологии.

Задача таких исследований — обоснование назначений врачей спортивной медицины и ЛФК, которые не будут ограничиваться пожеланием пациента «побольше двигаться», а содержать комплекс конкретных индивидуальных рекомендаций с учетом длительности и характера нагрузки с целью усиления функции иммунной системы [1].

#### References

1. *Andrea M. Mastro, Robert H. Bone.* (2008). Vliyanie dvigatel'noy aktivnosti na immunitet: rol' neyroendokrinno-immunnykh vzaimodeystviy [Motor activity impact on immunity: the role of neuroendocrine-immune interactions]. *Endokrinnyaya sistema, sport i dvigatel'naya aktivnost – Endocrine system, sport and motor activity.* U.J. Kremer, A.D. Rogol (Eds.). Kiev: Olimpiyskaya literatura [in Russian].
2. *Volkov, V.N., Isayev, A.P., & Yusupov, H.M.* (1996). *Immunologiya sporta [Sports immunology]*. Chelyabinsk [in Russian].
3. *Gavrilova, E.A.* (2009). *Stressornyy immunodefitsit u sportstvenov [Stress immunodeficiency in athletes]*. Moscow: Sovetskiy sport [in Russian].
4. *Grayevskaya, N.D., & Dolmatova, T.I.* (2005). *Sportivnaya meditsina [Sports medicine]*. Moscow: Sovetskiy sport, part 2, 173-184 [in Russian].
5. *Dembo, A.Sh.* (1980). *Aktualnyie problemyi sovremennoy sportivnoy meditsiny [Pressing issues of modern sports medicine]*. Moscow: Sovetskiy sport [in Russian].
6. *Zaychik, A.S., & Churilov, L.P.* (2008). *Obschaya patofiziologiya (s osnovami immunologii) [General pathophysiology (with bases of immunology)]*. Sankt-Peterburg: ALBI, part 1, 15-49 [in Russian].
7. *Bazhora, I.I., Zaporozhan, V.M., Kresiun, V.I., & Hodziieva, I.M.* (2000). *Klinichna imunohiyya [Clinical immunology]*. Odesa: Odeskiy derzhavnyi medychnyi universytet [in Ukrainian].
8. *Kurashvili, V.A.* (2014). Peretrenirovannost: prichinyi i proyavleniya [Overtraining: causes and manifestations]. *Vestnik sportivnykh innovatsiy*, 47 [in Russian].
9. *Makarova, G.A., & Loktev, S.A.* (2005). *Meditsinskiy spravochnik trenera [Medical handbook of coach]*. Moscow: Sovetskiy sport [in Russian].
10. *Makarova, G.A., & Polyayev, B.A.* (2012). Pereutomlenie i hronicheskoe fizicheskoe perenapryazhenie veduschih organov i sistem organizma sportstvenov [Over-fatigue and chronic physical overstrain of the major organs and systems of athlete body]. *Sportivnaya meditsina – Sports medicine.* S.P. Mironov, B.A. Polyayev, G.A. Makarova (Eds.). Moscow: GEOTAR-Media [in Russian].
11. *Makarova, G.A.* (2002). *Prakticheskoe rukovodstvo dlya sportivnykh vrachey [Practical guide for sports physicians]*. Rostov-on-Don: Baro-Press [in Russian].

13. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М. : Медгиз, 1960. – С. 254.
14. Таймазов В. А. Спорт и иммунитет / В. А. Таймазов, В. Н. Цыган, Е. Г. Мокеева. – СПб. : Олимп СПб, 2003. – 200 с.
15. Уоррик Дж. Индер. Занятия физическими упражнениями и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система // Эндокринная система, спорт и двигательная активность : пер. с англ. / Уоррик Дж. Индер, Гари А. Виттерт ; под ред. У. Дж. Кремера и А. Д. Рогола. – К. : Олимп. лит., 2008. – С. 217–230.
16. Физиология человека : учеб. для мед. вузов / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротко. – М. : Медицина, 2003. – С. 244–256.
17. Спортивная медицина : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Л. Я.-Г. Шахлина, Б. Г. Коган, Т. А. Терещенко, В. П. Тищенко, С. М. Футорный; под ред. Л. Я.-Г. Шахлиной. – К. : Наук. думка, 2016. – С. 51–69.
18. Спортивная медицина : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Л. Я.-Г. Шахлина, Б. Г. Коган, Т. А. Терещенко, В. П. Тищенко, С. М. Футорный; под ред. Л. Я.-Г. Шахлиной. – К. : Наук. думка, 2016. – С. 199–227.
19. Dhabhar F. S., McEwen B. S. Bidirectional effect of stress on glucocorticoid hormones on immune function. In: Psychoneuroimmunology, 3rd edn. (R. Ader, D. L. Felten and N. Cohen, eds). – San Diego, CA: Academic Press, 2001. – P. 301–338.
20. Mackinnon L. T. Exercise immunology: current issues. In: Nutrition and Exercise Immunology (D. C. Nieman and B. K. Pedersen eds). – 2000, CRC. Press, Boca Raton F. L. : 3–24.
21. Nieman D. C. Exercise and immune function / D. C. Nieman, B. K. Pedersen // Sport medicine. – 1999. – 27. – P. 73–80.
22. Pedersen B. K. Exercise and the immune system regulation, integration and adaptation / B. K. Pedersen, L. Hoffman-Goetz // Physiological Reviews. – 2000. – 80. – P. 1055–1081.
23. Smith L. L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity / L. L. Smith // Sport Medicine. – 2003. – 33. – P. 347–364.
24. Stewart P. M. The adrenal cortex. In: Williams Textbook of Endocrinology (P. Larsen, H. Kronenberg, S. Melmed and K. Polonsky, eds). – Saunders, Philadelphia, 2003. – P. 491–551.
12. Pershin, B.B. (1994). *Stress, vtorichnyie immunodefitsityi i zaboлеваemost [Stress, secondary immunodeficiency and diseases]*. Moscow: NIVS im. I.I. Mechnikova [in Russian].
13. Selye, G. (1960). *Ocherki ob adaptatsionnom sindrome [Essays on adaptation syndrome]*. Moscow: Medgiz [in Russian].
14. Taymazov, V.A., Tsygan, V.N., Mokeyeva, E.G. (2003). *Sport i иммунитет [Sport and immunity]*. Sankt-Peterburg [in Russian].
15. Warrick J. Inder, Hary A. Vittert. (2008). *Zanyatiya fizicheskimi uprazhneniyami i gipotalamo-gipofizarno-nadpochechnikovaya sistema [Physical exercise training and hypothalamic-pituitary-adrenal system]. Endokrinnaya sistema, sport i dvigatel'naya aktivnost – Endocrine system, sport and motor activity.* U.J. Kremer, A.D. Rogol (Eds.). Kiev: Olimpiyskaya literatura [in Russian].
16. Pokrovsky, V.M., Korotko, G.F. (2003). *Fiziologiya cheloveka [Human physiology]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
17. Shakhlina, L.Ya.-G., Kogan, B.G., Tereschenko, T.A., Tischenko, V.P., Futorny, S.M. (2016). *Sportivnaya meditsina (Sports medicine)*. L. Ya.-G. Shakhlina (Ed.). Kiev: Nauk. dumka, 51-69 [in Russian].
18. Shakhlina, L.Ya.-G., Kogan, B.G., Tereschenko, T.A., Tischenko, V.P., Futorny, S.M. (2016). *Sportivnaya meditsina (Sports medicine)*. L. Ya.-G. Shakhlina (Ed.). Kiev: Nauk. dumka, 199-227 [in Russian].
19. Dhabhar, F.S., & McEwen, B.S. (2001). Bidirectional effect of stress on glucocorticoid hormones on immune function. In: Psychoneuroimmunology. (3d ed.). San Diego, CA: Academic Press.
20. Mackinnon, L.T. (2000). Exercise immunology: current issues. In: Nutrition and Exercise Immunology. D.C. Nieman, B.K. Pedersen (Eds.). CRC. Press, Boca Raton F. L.
21. Nieman, D.C., & Pedersen, B.K. (1999). Exercise and immune function. *Sport medicine*, 27, 73-80.
22. Pedersen, B.K., & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system regulation, integration and adaptation. *Physiological Reviews*, 80, 1055-1081.
23. Smith, L.L. (2003). Overtraining, excessive exercise, and altered immunity. *Sport Medicine*, 33, 347-364.
24. Stewart, P.M. (2003). The adrenal cortex. In: Williams Textbook of Endocrinology. P. Larsen, H. Kronenberg, S. Melmed, K. Polonsky (Eds.). Saunders, Philadelphia.

Поступила 01.03.2017