

**Методические рекомендации по выявлению степени адаптации
эндокринной и иммунной систем к выполнению тяжелых физических
упражнений у спортсменов города Москвы в летних и зимних Олимпийских
видах спорта**

Москва 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Методические рекомендации по выявлению степени адаптации эндокринной системы к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов.....	6
1.1. Выявление степени гормональной адаптации при тренировке на выносливость.....	6
1.2. Выявление степени гормональной адаптации к спринтерской и силовой тренировке.....	9
2. Методические рекомендации по выявлению степени адаптации иммунной системы к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов.....	14
2.1. Выявление степени адаптации иммунной системы к физическим нагрузкам.....	14
2.2. Выявление иммунодефицитов, связанных с физической нагрузкой.....	23
Заключение.....	34

ВВЕДЕНИЕ

Двигательная деятельность, сопряженная с повышенными физическими нагрузками, приводит к существенным адаптивным изменениям всех систем и органов спортсмена. Адаптация связана с морфологическими изменениями в тканях и органах, возникающими в ответ на двигательную деятельность в тренировочных и соревновательных условиях.

Развитие долговременной адаптации в процессе физической тренировки связывают с действием стрессов, при этом выделяют три стадии реакции адаптации эндокринной системы: стадия тревоги (повышение секреции адреналина, кортикотропина, кортикоидов), стадия резистентности (возникает после многократного или продолжительного действия стрессора, характеризуется повышением сопротивляемости организма к стрессору, сопровождается существенным изменением гормонального профиля), стадия истощения (развивается при чрезмерной интенсивности физической нагрузки). Все эти процессы также связаны с изменением иммунного (клеточного и гуморального) ответа на физические нагрузки.

Если оптимальные физические нагрузки способствуют укреплению иммунной системы, то длительные и чрезмерные приводят к подавлению иммунитета и развитию различных патологий. Иммунная система организма представляет собой своего рода «линию защиты» от проникающих бактерий, вирусов, паразитов и опухолевых клеток. Эта система зависит от действия специализированных клеток (лимфоцитов, гранулоцитов и макрофагов) и антител. Главная их задача - устранение или нейтрализация вторгающихся организмов, которые могут вызвать заболевание (патогенных микроорганизмов). Одним из наиболее серьезных последствий перетренированности является ее отрицательное влияние на иммунную систему.

Определенная динамика изменений иммунологического статуса спортсменов в зависимости от физических нагрузок явилась основанием для выделения по крайней мере четырех фаз адаптации.

1. Фаза мобилизации наблюдается, когда тренировочные нагрузки имеют интенсивность по пульсовому режиму не более 160 уд/мин и преобладает так называемая аэробная производительность. Иммунологические резервы организма мобилизуются в этот период. Количество острых респираторных заболеваний уменьшается до минимума, значительно улучшаются общее самочувствие и работоспособность.

2. Фаза компенсации отмечается в период увеличения интенсивности нагрузок с пульсом выше 160 уд/мин (до 170) при недельном объеме такой работы до 12 ч. Основные эффекты заключаются в компенсаторном повышении одних иммунологических показателей при нарушении других. Физиологическая защита организма остается практически на том же уровне, что и в предыдущей фазе, по-видимому, из-за мобилизации резервов иммунологических механизмов. Заболеваемость достоверно не отличается от таковой в предыдущей фазе.

3. Фаза декомпенсации наблюдается в период высоких нагрузок - 80-90% от максимума с большими объемами (8-10 ч в неделю) в соревновательном периоде, при которых пульс бывает выше 170 уд/мин. Ее основные отличия - в резком снижении всех показателей иммунитета. Физиологические резервы иммунной системы находятся на грани истощения. Заболеваемость в этой фазе достигает своего пика. Организм находится в состоянии иммунологического риска, т.е. возникает вторичный иммунодефицит .

4. Фаза восстановления наблюдается в послесоревновательный период, после значительного снижения физических нагрузок, а также в начальные периоды последующих тренировочных циклов. Показатели иммунологического и гормонального статуса постепенно возвращаются (или почти возвращаются) к исходным уровням предыдущего цикла.

Таким образом, влияние длительности и интенсивности физических нагрузок на иммунологическую реактивность спортсменов свидетельствует о фазных изменениях в состоянии защитных реакций. Анализ взаимосвязи иммунологических показателей на разных фазах адаптации к мышечным нагрузкам позволяет предположить существование авторегуляции защитных свойств организма, причем компенсаторное увеличение одних показателей при падении других до определенного момента оказывается достаточно эффективным. Резервные возможности иммунной системы в первые две фазы еще дают эффективную защиту организма от инфекций - в фазах «мобилизации» и «компенсации». Переход в третью фазу – «декомпенсации» - обусловлен нарастанием мышечно-эмоционального стресса, характерного для современной системы спортивной тренировки. Регистрируемое при этом угнетение иммунологических показателей коррелирует с ростом заболеваемости.

Приведенные выше данные свидетельствуют о необходимости выявления степени адаптации эндокринной и иммунной систем на физические нагрузки спортсменов для оценки эффективности тренировочного процесса, а также для своевременной профилактики заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью спортсменов.

В данных методических рекомендациях проанализированы и описаны основные методы выявления степени адаптации эндокринной и иммунной систем к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов в летних и зимних Олимпийских видах спорта.

1. Методические рекомендации по выявлению степени адаптации эндокринной системы к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов

1.1. Выявление степени гормональной адаптации при тренировке на выносливость

Повышение окислительной способности мышц не является единственным способом, благодаря которому происходит модификация субстратного метаболизма под влиянием тренировки. Нейроэндокринные ответы играют важную роль в регуляции мобилизации и утилизации энергетических субстратов во время мышечной работы, в частности в тех случаях, когда выполняется она, по крайней мере, в течение нескольких минут (Morris and Wark 2001; Minetto et al., 2006; Karkoulas et al., 2008; Hill et al., 2008; 2012; Шарапов, 1997; Солодков, 2008; Соколов и др. 1990; Синяков, 1991; Пышняк и др. 1985). В основном, гормональные ответы на физическую нагрузку под влиянием тренировки значительно ослабевают.

Так, например, во время выполнения физических упражнений с одинаковой абсолютной и относительной интенсивностью в состоянии тренированности отмечается меньшее увеличение в плазме концентрации адреналина, чем до начала реализации тренировочной программы. Активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, о которой можно судить по концентрации норадреналина в плазме, при выполнении одинаковой мышечной работы абсолютной мощности под влиянием тренировки снижается, оставаясь, однако, неизменной при работе одинаковой относительной мощности.

Уровни адренокортикотропного гормона, кортизола, глюкагона и гормона роста во время выполнения физических упражнений у тренированных лиц повышаются в меньшей степени. Концентрация инсулина при напряженной мышечной работе обычно падает. Однако в состоянии тренированности это

снижение менее выражено, в связи с чем концентрация инсулина у тренированных лиц во время мышечной активности проявляет тенденцию к более высоким показателям по сравнению с нетренированными. Возможно, этот эффект тренировки отражает, в частности, менее выраженную степень угнетения инсулиновой секреции под влиянием меньшей концентрации адреналина в плазме тренированных лиц во время выполнения физических упражнений.

Происходящие под влиянием тренировки указанные изменения частично могут быть обусловлены увеличением V_{O2max} , однако это не является единственной причиной, поскольку ослабление большинства гормональных ответов доказано также и для тех случаев, когда тренированные испытуемые выполняли физические упражнения с одинаковой относительной мощностью до возобновления тренировок (или же в сравнении с контрольной группой испытуемых, ведущих малоподвижный образ жизни). Кроме того, эффекты тренировки проявлялись только тогда, когда в исследованиях использовались такие же физические упражнения, что и в тренировочной программе, даже несмотря на то, что VO_{2max} могло быть одинаковым при различных условиях. У спортсменов высокой квалификации в течение периода детренировки, продолжавшегося много недель и приведшего к снижению V_{O2max} , катехоламиновый ответ при выполнении физических упражнений субмаксимальной аэробной мощности не изменялся. Следовательно, эти адаптационные изменения в гормональном ответе на физические нагрузки представляют собой специфическую реакцию на тренировку и не являются только отражением влияния сопутствующего изменения V_{O2max} .

Физиологическая роль некоторых из этих нейроэндокринных адаптационных изменений достаточно изучена. Так, например, более низкие уровни кортизола и катехоламинов должны указывать на снижение чрезмерного стресса, снижение ЧСС. Однако интерпретация метаболических последствий гормональных изменений, происходящих под влиянием тренировки, более затруднительна.

Проявляющееся под влиянием тренировки замедление скорости мышечного гликогенолиза отчасти может быть обусловлено снижением концентрации в плазме адреналина. Последнее наряду с ослаблением снижения в плазме инсулина, по-видимому, также вносит свой вклад в снижение скорости продукции глюкозы в печени и в менее выраженный липолиз в адипозной ткани, которые происходят под влиянием тренировки. Изложенные выводы предполагают в основном отсутствие изменений в чувствительности тканей к гормональным воздействиям, однако это не всегда соответствует действительности. Например, липолитическая активность адипозной ткани крыс под влиянием тренировки становится более чувствительной к влияниям адреналина.

Инсулин, хотя и является потенциальным ингибитором липолиза, тем не менее его высокие уровни во время мышечной работы в состоянии тренированности могут ослаблять освобождение СЖК из адипозной ткани. Возможно также, что столь высокая концентрация инсулина при физической нагрузке будет способствовать дополнительному поступлению глюкозы в скелетные мышцы. Однако известно, что под влиянием тренировки использование глюкозы плазмы во время мышечной работы снижается. Кроме того, уровень инсулина в плазме, даже после выполнения тренировочной программы, при физической нагрузке достаточно низкий и, как показано выше, у человека около 85 % возрастающего потребления глюкозы во время мышечной работы обусловлено не инсулинопосредованными механизмами. Таким образом, отмечаемая под влиянием тренировки относительно более высокая концентрация инсулина во время выполнения физического упражнения, возможно, имеет большее значение для угнетения липолиза и продукции глюкозы в печени, чем для его предполагаемого влияния на утилизацию глюкозы мышцами.

Следует отметить, что ни одно из указанных эндокринных изменений не может удовлетворительно объяснить повышение внутримышечного липолиза под влиянием тренировки. Теоретически он может возрастать, если чувствительность скелетных мышц к адреналину увеличивается. Однако, как свидетельствуют

результаты определения плотности бета-2-адренорецепторов в мышцах человека, этот показатель под влиянием тренировки на выносливость не изменяется. Тот факт, что внутримышечный гликогенолиз, который стимулируется через бета-2-адренорецепторы, в тренированных мышцах при выполнении физических упражнений протекает менее активно, также является аргументом против общего увеличения в скелетных мышцах чувствительности к действию адреналина.

1.2. Выявление степени гормональной адаптации к спринтерской и силовой тренировке

Тренировочные занятия, направленные на развитие силы, мощности или скорости, оказывает незначительное влияние (или не оказывает вообще) на аэробные возможности и вызывает относительно небольшие адаптационные изменения в сердечно-сосудистой системе. Это находится в соответствии с принципом специфичности спортивной тренировки. Относительно кратковременные физические нагрузки с отягощениями либо спринт, которые требуют проявления высокого уровня анаэробного метаболизма, вызывают специфические изменения в немедленной (АТФ и КФ) и короткоотставленной (гликолиз) системах энергообеспечения, улучшают спринтерские способности. К последнему относится увеличение максимальной мощности мышечных сокращений, количества производимой за короткий промежуток времени интенсивной работы, а также увеличение продолжительности выполнения (выносливости) высокоинтенсивных физических упражнений.

Анаэробные возможности можно оценить непрямым способом путем определения величины кислородного долга после бега в течение 2-3 мин бега на тредмиле до отказа. Результаты таких исследований показали, что спринтерская тренировка (три занятия в неделю на протяжении 6 недель) способствовала увеличению анаэробных возможностей испытуемых на 10%.

Кратковременная высокоинтенсивная тренировка оказывала незначительное влияние (или совсем не оказывала влияния) на композиционный состав

мышечных волокон. Только в одной из работ сообщалось о значительном увеличении количества волокон типа II (с 32 до 38 %) и снижении количества волокон типа I (с 57 до 48 %) после 6 недель спринтерской тренировки в езде на велосипеде. Изучению эффектов спринтерской тренировки посвящено относительно небольшое число работ, однако приведенные в них данные свидетельствуют о том, что под ее влиянием заметной гипертрофии мышц не происходит. Возможно, это связано с коротким периодом проведения таких исследований (обычно 6-8 недель). Известно, что гипертрофия волокон (в частности, типа II) происходит при реализации более продолжительной тяжелоатлетической тренировочной программы. Диаметр волокон в мышцах тяжелоатлетов и представителей бодибилдинга больший по сравнению с лицами, ведущими малоподвижный образ жизни. Результаты лонгитудинальных исследований свидетельствуют о том, что площадь поперечного сечения волокон типа II после нескольких месяцев тяжелоатлетической тренировки может увеличиться на 50 %. В экспериментах, проведенных на животных, у которых мышечную гипертрофию вызывали путем хирургического удаления мышц-синергистов, подтвердилась гипертрофия отдельных волокон, однако общее их количество в адаптированной мышце не изменилось. Посмертные исследования мышц спортсменов, занимавшихся силовыми видами спорта, также указывают на то, что мышечных волокон у них было не больше, чем у нетренированных лиц.

Анализ мышечных биоптатов, полученных до и после тренировки с отягощениями, которая способствовала увеличению мышечной силы на 28 %, показал увеличение внутримышечной концентрации АТФ, КФ и гликогена соответственно на 5, 10 и 10-30 %. Однако эти величины являются средними показателями концентраций в образцах мышечных гомогенатов и могут просто отражать относительное их увеличение в волокнах типа II, хотя, согласно имеющимся данным, эти волокна в состоянии покоя имеют более высокие концентрации фосфагена и гликогена по сравнению с волокнами типа I. В ряде исследований не удалось обнаружить в состоянии покоя изменений

внутримышечных концентраций АТФ и КФ после 4-8 недель спринтерской тренировки, а также происходящей под ее влиянием существенной мышечной гипертрофии. После такого типа тренировки запасы мышечного гликогена также повышались, что не удивительно, поскольку гликоген служит важным энергетическим источником, используемым при повторных выполнениях спринтерских упражнений.

В случае, когда в результате спринтерской тренировки беговые спринтерские возможности улучшались, то это сопровождалось увеличением обращаемости АТФ благодаря повышению вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение. Количество и активность ферментов, задействованных в гликолитическом пути (например, фосфофруктокиназа), постоянно проявляют тенденцию к возрастанию под влиянием как спринтерской, так и силовой тренировки с наиболее выраженными изменениями в волокнах типа II. Однако степень этих изменений не настолько велика, как она проявляется в отношении окислительных ферментов при аэробной тренировке, направленной на развитие выносливости. Так, например, в одной из работ сообщалось, что активность ЛДГ в *m. vastus lateralis* у тяжелоатлетов высокой квалификации в волокнах типа II была на 62 % выше по сравнению с мужчинами, ведущими малоподвижный образ жизни; активность этого фермента в волокнах типа I также оказалась на 50 % более высокой по сравнению с контролем.

Различий в миокиназной активности в волокнах типа I между тяжелоатлетами и испытуемыми контрольной группы отмечено не было, тогда как в волокнах типа II у первых она оказалась на 40 % выше. В отношении изменений, касающихся аэробных (митохондриальных) ферментов, то, как правило, отмечается значительная гипертрофия волокон, в которых происходит снижение активности окислительных энзимов и цитохромов. связанное, вероятно, с увеличением площади поперечного сечения мышечных клеток (преимущественно волокон типа II) без адаптивного повышения количества митохондрий. У тренирующихся в видах спорта, требующих проявления силовых возможностей,

количество капилляров может оставаться неизменным, однако большая их поверхность между крупными мышечными волокнами обуславливает снижение капиллярной плотности, приходящейся на единицу площади сечения.

Под влиянием тренировочных занятий анаэробной направленности при выполнении физических упражнений максимальной интенсивности концентрация лактата в крови может достигать более высоких значений, что связано, очевидно, с более высоким содержанием внутримышечного гликогена и ферментов гликолиза. Напряженная тренировка требует значительной мотивации и толерантности к болевым ощущениям, возникающим в результате метаболического ацидоза из-за повышения уровня лактата в крови.

Повышение способности мышц к буферированию протонов, накапливающихся в связи с накоплением лактата, также может иметь немаловажное значение. Волокна типа II характеризуются высокими буферными возможностями, поэтому их увеличение по сравнению с волокнами типа I должно указывать на повышение этой способности. Несмотря на недостаточное количество доказательств значительного увеличения в мышцах физико-химического буферирования, которое оценивали титрованием после выполнения тренировочных программ, все же можно полагать, что если буферная способность рассчитывается на основании показателей рН и содержания лактата, определяемых после физической нагрузки, то ее показатель под влиянием спринтерской тренировки возрастает. Два компонента буферной способности, которые относятся к бикарбонатной системе, не определяются методом титрования: это прежде всего буфер во внутриклеточной жидкости и трансмембранный поток водородных ионов. Последнее может служить объяснением для обнаруженного Невил с соавторами того факта, что после окончания мышечной работы физико-химический компонент буферирования и рН были одинаковыми как до, так и после реализации спринтерской тренировочной программы, вопреки тому, что послерабочая концентрация лактата в мышцах под влиянием тренировки повышалась примерно на 20 %.

Повышение мышечной силы, по крайней мере в течение первых нескольких недель тренировочных занятий, направленных на развитие силовых возможностей, способствовало нейральному облегчению (расторжению), приводящему, в свою очередь, к полной активации двигательных единиц и мышечных групп. Первоначальный быстрый прирост силы, отмечаемый на первых этапах тренировочного процесса, оказывается не связанным с увеличением размеров мышц и площади их физиологического поперечника.

Более продолжительная и напряженная тренировочная программа, направленная на развитие силовых возможностей, приводит к гипертрофии мышц и дальнейшему приросту их силы. Последний эффект весьма важен, поскольку в работающих мышцах он способствует снижению доли проявления их максимальной сократительной активности при физической нагрузке. Увеличение мышечной массы означает, что большее количество мышечной ткани задействовано в выполнении работы, в результате чего повышаются предельная мощность последней и общая энергопродукция анаэробных систем. Физиологические и биохимические изменения, происходящие в мышцах при проявлении этих эффектов, к настоящему времени еще недостаточно изучены. Хотя метаболические изменения, происходящие в организме под влиянием аэробной тренировки, направленной на развитие выносливости, достаточно широко изучены в лабораторных условиях, тем не менее относительно мало работ посвящено исследованиям биохимических изменений при анаэробной тренировке.

2. Методические рекомендации по выявлению степени адаптации иммунной системы к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов

2.1. Выявление степени адаптации иммунной системы к физическим нагрузкам

Результаты последних исследований подтверждают, что чрезмерные тренировочные нагрузки подавляют нормальную функцию иммунной системы, повышая восприимчивость организма перетренированного спортсмена к инфекционным заболеваниям. Результаты многочисленных исследований показывают, что кратковременные периоды интенсивных нагрузок на некоторое время нарушают реактивность иммунной системы, а проведение изнурительной тренировки в последующие дни ведет к ее подавлению. Некоторые ученые приводили случаи возникновения заболеваний после одноразовых изнурительных нагрузок.

Подобное подавление функции иммунной системы характеризуется аномально низкими уровнями как лимфоцитов, так и антител. Именно при таких низких уровнях микроорганизмы, попадая в организм спортсмена, не подавляются и вызывают возникновение заболеваний. Таким образом, выполнение интенсивной физической нагрузки при заболевании еще больше снижает способность организма сопротивляться, что повышает риск возникновения серьезных осложнений.

Современное общество характеризуется наличием профессиональных коллективов, работающих в экстремальных условиях (освоение космоса и мирового океана, стройки в труднодоступных климатических зонах и др.). Результаты исследований, проведенных среди космонавтов, строителей БАМа, лиц, занимающихся освоением Арктики и Антарктиды, свидетельствуют о снижении естественной резистентности организма при экстремальных условиях

труда. Эта проблема имеет несколько важных аспектов теоретического и практического характера.

Центральный вопрос может быть сформулирован следующим образом: почему в период повышенных требований к организму развивается вторичный иммунодефицит, в чем биологическое значение "поломки" иммунитета? В этот период следовало бы ожидать повышения иммунологической реактивности. Многие трудовые и спортивные коллективы испытывают продолжительные физические и стрессорные воздействия. Однако между трудовыми и спортивными нагрузками имеется ряд существенных различий. В отличие от трудовой деятельности даже в экстремальных ситуациях нагрузки в спорте за последние 20 лет возросли в 4-5 раз при ярко выраженном омоложении практически всех видов спорта. Второе отличие - выраженный психоэмоциональный компонент, как правило, значительно превосходящий таковой в профессиональной деятельности.

По вопросу о влиянии спортивных нагрузок на иммунитет не было единой точки зрения. Результаты ранних исследований свидетельствовали, что занятия физкультурой и спортом оказывали благоприятное воздействие, способствовали снижению заболеваемости, увеличению продолжительности жизни, улучшению показателей естественного иммунитета. Однако в работах, проведенных в 70-80-х годах, было показано, что современный спорт высших достижений может оказывать угнетающее действие на систему иммунитета.

Проведенные исследования в целом свидетельствуют о зависимости показателей иммунологической реактивности организма от объема и интенсивности нагрузок.

При умеренном объеме физических нагрузок показатели иммунитета повышаются. Чем больше интенсивность физических упражнений, тем ниже может быть иммунологическая реактивность организма. Вместе с тем минимальные по энерготратам физические нагрузки оставляют стабильными показатели иммунитета и способствуют стимулирующему влиянию на иммунную систему.

В работах, выполненных ранее, было выявлено, что уже при однократной мышечной нагрузке наблюдались определенные изменения ряда иммунологических показателей. Было установлено, что тренировочные нагрузки подготовительного периода вызывали незначительные колебания иммунологических показателей, причем в случае некоторого их снижения последние возвращались к исходным значениям сразу после дня отдыха или уменьшения нагрузки.

В соревновательном периоде подготовки иммунный статус спортсменов изменялся значительно. Наиболее существенные изменения иммунологических показателей были получены при исследовании местного и общего иммунитета у спортсменов на протяжении месячного тренировочного цикла, включавшего соревнования, т.е. периода непосредственной подготовки к ответственным стартам сезона. Было установлено, что предельно переносимые по интенсивности и объему тренировочные нагрузки приводили к резкому снижению уровней нормальных антител, иммуноглобулинов А, М, G классов, секреторного иммуноглобулина А, лизоцима и общего белка, т.е. весьма важных элементов иммунной системы, обеспечивающих защиту от заболеваний. Снижение этих показателей было еще более выраженным после участия в ответственных соревнованиях. При анализе индивидуальных иммунологических показателей впервые было установлено неизвестное ранее в мировой литературе явление полного, наступающего в течение 1-2 часов с момента воздействия на человека предельно переносимых физических и психоэмоциональных нагрузок, исчезновения из крови и биологических секретов нормальных антител и иммуноглобулинов, то есть фактически наступал функциональный паралич иммунной системы и она резко снижала свои функции по защите организма от заболеваний.

У 13,5% обследованных лиц не удавалось тестировать нормальные антитела в период ответственных соревнований, в то время как в переходном периоде подготовки они определялись в довольно высоких титрах (1/128 - 1/256). В

соревновательном периоде у определенной части спортсменов исчезали и иммуноглобулины различных классов (А - у 7,9%, секреторный А - у 5,1%, G - у 6,5%).

Приведенные данные позволили выявить общую тенденцию адаптации иммунной системы человека к физическим нагрузкам. Определенная динамика изменений иммунологического статуса спортсменов в зависимости от физических нагрузок явилась основанием для выделения по крайней мере четырех фаз адаптации.

1. Фаза мобилизации наблюдается, когда тренировочные нагрузки имеют интенсивность по пульсовому режиму не более 160 уд/мин и преобладает так называемая аэробная производительность. Иммунологические резервы организма мобилируются в этот период. Количество острых респираторных заболеваний уменьшается до минимума, значительно улучшаются общее самочувствие и работоспособность.

2. Фаза компенсации отмечается в период увеличения интенсивности нагрузок с пульсом выше 160 уд/мин (до 170) при недельном объеме такой работы до 12 ч. Основные эффекты заключаются в компенсаторном повышении одних иммунологических показателей при нарушении других. Физиологическая защита организма остается практически на том же уровне, что и в предыдущей фазе, по-видимому, из-за мобилизации резервов иммунологических механизмов. Заболеваемость достоверно не отличается от таковой в предыдущей фазе.

3. Фаза декомпенсации наблюдается в период высоких нагрузок - 80-90% от максимума с большими объемами (8-10 ч в неделю) в соревновательном периоде, при которых пульс бывает выше 170 уд/мин. Ее основные отличия - в резком снижении всех показателей иммунитета. Физиологические резервы иммунной системы находятся на грани истощения. Заболеваемость в этой фазе достигает своего пика. Организм находится в состоянии иммунологического риска, т.е. возникает вторичный иммунодефицит .

4. Фаза восстановления наблюдается в послесоревновательный период, после значительного снижения физических нагрузок, а также в начальные периоды последующих тренировочных циклов. Показатели иммунологического и гормонального статуса постепенно возвращаются (или почти возвращаются) к исходным уровням предыдущего цикла.

Таким образом, влияние длительности и интенсивности физических нагрузок на иммунологическую реактивность спортсменов свидетельствует о фазных изменениях в состоянии защитных реакций. Анализ взаимосвязи иммунологических показателей на разных фазах адаптации к мышечным нагрузкам позволяет предположить существование авторегуляции защитных свойств организма, причем компенсаторное увеличение одних показателей при падении других до определенного момента оказывается достаточно эффективным. Резервные возможности иммунной системы в первые две фазы еще дают эффективную защиту организма от инфекций - в фазах "мобилизации" и "компенсации". Переход в третью фазу - "декомпенсации" - обусловлен нарастанием мышечно-эмоционального стресса, характерного для современной системы спортивной тренировки. Регистрируемое при этом угнетение иммунологических показателей коррелирует с ростом заболеваемости.

Анализ показал, что режимы нагрузок, при которых наступает фаза истощения резервных возможностей иммунной системы, индивидуальны для каждого спортсмена, зависят от многих факторов, в том числе и его генотипа. Это обстоятельство делает бесспорной необходимость иммунологического контроля за спортсменами высоких квалификаций.

Полученные данные сделали вопросом первостепенной важности необходимость изучения механизмов снижения иммунитета у человека при стрессорных физических нагрузках.

Возникновение иммунодефицитных состояний у спортсменов в периоды экстремальных физических и психоэмоциональных нагрузок позволили нам

впервые установить следующие механизмы срыва адаптации и истощения резервов иммунитета:

1. Нарушение гормональных взаимоотношений и сбалансированной активности различных гормонов, последовательного, адекватного, физиологически обусловленного чередования анаболической и катаболической фаз обмена веществ со стойким преобладанием катаболических процессов. Указанные изменения приводят к нарушению экстраиммунных механизмов регуляции иммунного гомеостаза.

2. Глубокие метаболические изменения внутренней среды (сдвиги рН, накопление мочевины, лактата и др.), приводящие в конечном итоге к распаду иммуноглобулинов .

3. Абсолютная или относительная пищевая (включая витамины и микроэлементы) недостаточность и связанное с этим нарушение энергетического, пластического, субстратного обеспечения иммунной системы.

4. Вялотекущая, перманентная интоксикация от очагов хронической инфекции, резко снижающая резервные возможности системы иммунитета.

Снижение показателей иммунитета при одной и той же нагрузке, как оказалось, строго индивидуально и зависит от исходного состояния этой системы, нередко генетически обусловленного.

В связи со сказанным стало очевидным, что на каждого спортсмена следует иметь иммунологический паспорт, принципы составления которого подразумевают решение следующих основных задач:

1) определение индивидуального уровня здоровья у спортсменов, т.е. индивидуальных особенностей реакции иммунной системы на тренировочные нагрузки разной интенсивности;

2) выявление индивидуального уровня нагрузок, под влиянием которых возможен срыв адаптации иммунной системы, а вероятность заболеваний и травм резко возрастает;

3) исходя из полученных данных, прогнозирование в перспективном плане учебно-тренировочных сборов, периодов иммунологического риска и риска заболеваний задолго до их возникновения;

4) применение индивидуальных мер для профилактики и коррекции иммунодефицитных состояний.

В полном объеме иммунологический паспорт должен быть составлен с учетом исследования клеточного, гуморального и секреторного иммунитета.

При иммунологических исследованиях необходимо опираться на такие методические аспекты:

1. Изучение показателей гуморального иммунитета и факторов неспецифической резистентности можно проводить в образцах крови, полученных как из вены, так и из пальца и мочки уха.

2. Количественную оценку Т- и В-лимфоцитов производить только в образцах крови, взятой из вены.

3. Забор исходных показателей иммунной системы наиболее целесообразно осуществлять с 7 до 8 ч утра, а после нагрузки - не позднее чем через 2 ч по ее окончании.

При параллельном повышении некоторых показателей связь с заболеванием непосредственно уменьшается. При снижении преимущественно показателей секреторного иммунитета, и особенно иммуноглобулина А, возрастает вероятность возникновения острых респираторных заболеваний.

При создании иммунологического паспорта целесообразно выделить три группы спортсменов, исходя из их реакции на нагрузки разной интенсивности, допуская, что разделение на группы соответствует применяемому комплексу иммунологических показателей и методу их определения.

Характеристика групп:

1-я группа:

1) высокий исходный уровень показателей иммунной системы (границы иммунологического гомеостаза выше, чем у здоровых не занимающихся спортом лиц);

2) умеренное (не более 30%) снижение одних иммунологических показателей под влиянием нагрузок при компенсаторном увеличении других;

3) восстановление после нагрузок быстрое (1-3 дня);

4) вероятность заболевания минимальная;

5) объем и интенсивность нагрузок могут быть увеличены без дополнительных мер прикрытия для иммунной системы.

2-я группа:

1) исходный уровень показателей иммунной системы хороший или средний (незначительно превышает нормативы для здоровых лиц, не занимавшихся спортом, или соответствует им);

2) значительное (до 50% от исходного) снижение иммунных показателей под влиянием нагрузки без компенсаторного повышения других показателей иммунитета, однако фаза декомпенсации по состоянию здоровья и работоспособности отсутствует;

3) восстановление после нагрузок удовлетворительное (4-7 дней);

4) дальнейшее увеличение нагрузки необходимо проводить с параллельным контролем реакции иммунной системы во избежание резкого ее угнетения.

3-я группа:

1) исходный уровень показателей иммунной системы средний или низкий (на уровне нижней границы нормы для здоровых не занимающихся спортом лиц или ниже);

2) резкое снижение иммунологических показателей после нагрузки (более 50% от исходного) и вплоть до полного исчезновения титров нормальных антител и иммуноглобулинов - фаза декомпенсации;

3) восстановление после нагрузок замедленное (8-24 дня);

4) вероятность заболеваний после нагрузок значительно повышена - фаза высокого иммунологического риска;

5) при тренировках в этих режимах, а тем более при увеличении объема или интенсивности нагрузки спортсмен нуждается в стимуляции иммунной системы в 100% случаев.

Отсутствие конкретной иммунологической мишени, множественность регистрируемых нарушений во всех звеньях иммунной системы: клеточном, гуморальном, секреторном; глубокие метаболические сдвиги, сопровождающиеся выраженным нарушением баланса нейроэндокринной системы на фоне недостаточности белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов, характерные отличия спортивных иммунодефицитов от вторичных иммунодефицитных состояний в практике клинической иммунологии.

При воздействии экстремальных нагрузок организму нет необходимости запускать классический механизм иммунного ответа, т.е. внутрииммунные механизмы не испытывают постоянного перенапряжения, а возникающие порой изменения субпопуляции лимфоидных клеток чаще всего носят транзиторный характер. Такое понимание патогенеза изменения иммунитета у спортсменов позволяет сформулировать представление о том, что превалирующее значение должно иметь нарушение центральных и периферических регуляторных механизмов, т.е., по существу, механизмов адаптации. Поэтому в отличие от клиники главные усилия, по нашему мнению, должны быть направлены на нормализацию основных звеньев адаптации и регуляции иммунитета.

Такое представление позволяет по-новому взглянуть на возможные точки приложения иммуностимулирующих препаратов в организме с воздействием не столько на интраиммунные механизмы (как в клинической медицине), сколько на регуляторные механизмы иммунитета. Следовательно, исходя из теоретических соображений, основанием для которых послужили и наши собственные исследования, прямого перенесения принципов, методов, схем и препаратов,

применяемых для лечения больных с иммунодефицитом, в спортивную медицину быть не может.

Известно, что реакция эндокринной и иммунной систем на действие стресса в виде тяжелых физических упражнений зависит от различных факторов, как внешних (характеристики стрессоров, продолжительность, кратность, и др.), так и внутренних. Таким образом, тренировочный процесс спортсменов должен быть построен таким образом, чтобы адаптация эндокринной, иммунной, сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и мышечной систем к физическим нагрузкам осуществлялась по рациональному пути, и приводила к росту спортивных результатов без вреда для здоровья. В связи с этим, разработка научно-обоснованных методических рекомендаций по выявлению степени адаптации эндокринной и иммунной систем к выполнению тяжелых физических упражнений у спортсменов, является актуальной задачей при подготовке спортсменов.

2.2. Выявление иммунодефицитов, связанных с физической нагрузкой

Спортсмены, выполняющие напряженную тренировочную программу, в частности программу, направленную на развитие выносливости, проявляют более высокую предрасположенность к инфекционным заболеваниям. Так, например, ангино- и гриппоподобные симптомы более присущи спортсменам, чем основной популяции, и однажды инфицированный спортсмен более продолжительное время может находиться в простудном состоянии. Имеется несколько убедительных доказательств, что такое повышение предрасположенности к инфекционным заболеваниям обусловлено угнетением функции иммунной системы.

Основным компонентом иммунной системы являются белые кровяные клетки (лейкоциты), число и функциональные способности которых могут снижаться под влиянием повторяющихся интенсивных и пролонгированных физических нагрузок. Причины такого эффекта окончательно не изучены, однако

предполагается, что связаны они с увеличением в крови уровня стресс-гормонов во время выполнения напряженной мышечной работы. Результаты ряда последних исследований дают основание полагать, что падение в крови концентрации глутамина как аминокислоты, необходимой для оптимального функционирования лейкоцитов, может также вовлекаться в проявление иммуносупрессии, вызываемой напряженными физическими нагрузками. Одним из таких факторов может быть и мышечное повреждение.

Выполнение напряженной мышечной работы сопровождается эффектами, которые во многом аналогичны эффектам, вызываемым инфекцией: существенное увеличение в крови количества лейкоцитов (преимущественно лимфоцитов и нейтрофилов) под влиянием как интенсивных кратковременных, так и продолжительных физических нагрузок. Наряду с этим в плазме также возрастает концентрация различных субстанций, влияющих на функции лейкоцитов, включая фактор некроза опухоли, интерлейкины 1, 2 и 6, а также такие белки острой фазы, как С-реактивный белок и комплементактивирующие фрагменты. Под влиянием напряженной мышечной работы происходят и гормональные изменения, к которым относится увеличение в плазме концентрации нескольких гормонов (например, адреналина, кортизола, гормона роста и пролактина), которые, как известно, обладают иммуномодулирующими эффектами. Значительная физическая нагрузка приводит к временному повышению фагоцитарной активности нейтрофилов и макрофагов, а также к возрастанию литической активности клеток - естественных киллеров (NK). Однако при этом отмечается ослабление пролиферативного ответа лимфоцитов по отношению к митогенам.

В восстановительном периоде после физической нагрузки количество NK и их активность падают ниже дорабочего уровня. Если мышечная деятельность была очень напряженной, то после ее завершения количество лейкоцитов в крови может оставаться ниже исходного показателя на протяжении нескольких часов, а Т-лимфоцитное CD4+/CD8+ (хелпер/супрессорное) соотношение при этом также

снижается. После длительной и напряженной физической нагрузки выработка иммуноглобулинов (антител) В-лимфоцитами угнетается. Эти изменения, проявляющиеся в ближайшем восстановительном периоде, ослабляют потенциальный иммунный ответ организма на воздействие патогенных факторов, в связи с чем они могут представлять собой «открытое окно» для инфекций и обуславливать наиболее уязвимый период для спортсменов из-за повышения предрасположенности к их приобретению.

Физическая тренировка также модифицирует иммунную систему путем снижения ее общего функционального состояния, особенно в условиях напряженных тренировочных воздействий. Количество содержащихся в крови лейкоцитов у спортсменов в состоянии покоя обычно ниже по сравнению с людьми, ведущими малоподвижный образ жизни, а увеличение их концентрации во время выполнения физических упражнений (одинаковой абсолютной или относительной мощности) под влиянием тренировки происходит в меньшей степени (Wilson et al., 2009; D'Inca et al., 2000; Castells et al., 1999; Bougault et al., 2012; Atamaniuk et al., 2008; Суркина, 1991; Суздальницкий и др. 1997; Скернявичюс и др. 1990; Куршакова, 1987; Иванова, 2003; Зайцева, 2011; Волчегорский и др. 2003; Шлепцова, 2010; Безуглова, 2010; Афанасьева, 2007). Как показали результаты исследования тренированных велосипедистов, фагоцитарная активность нейтрофилов в крови оказалась заметно ниже по сравнению с контрольной группой нетренированных мужчин такого же возраста и с такой же массой тела. Уровень секреции иммуноглобулинов (например, слюнного IgA) у хорошо тренированных лиц ниже, как и ниже Т-лимфоцитарное CD4+/CD8+ соотношение и *in vitro* митогенстимулируемая лимфоцитарная пролиферация.

Известны возможные варианты ослабления иммунной функции, обусловленные напряженными тренировками. Один из механизмов может быть просто связан с кумулятивными эффектами повторяющихся физических нагрузок, сопровождающихся повышенным выделением гормонов, в частности таких, как

глюкокортикоиды, которые вызывают временную иммуносупрессию. Если физические нагрузки повторяются часто, то время, необходимое для полного восстановления иммунной системы, может оказаться недостаточным. Кроме того, под влиянием повторяющихся физических упражнений, вызывающих мышечные повреждения, уровень кортизола в плазме в течение нескольких дней может оставаться завышенным.

Концентрация глутамина в плазме после физических нагрузок может подвергаться значительным изменениям. Высокоинтенсивная интервальная тренировка существенно снижает его уровень, а повторяющиеся напряженные тренировочные воздействия способствуют поддержанию в плазме низкого содержания глутамина. Глутамин весьма важен для проявления нескольких функций белых кровяных клеток, включая их способность к делению, выработке антител и уничтожению бактерий путем их поглощения и переваривания. Скелетные мышцы являются основным источником глутамина, выделяемого в кровяное русло, и этот выход может играть важную роль в доставке глутамина к клеткам иммунной системы. Известно, что кроме физических нагрузок другие формы стресса, как, например, травмы, хирургические операции и инфекция, также вызывают снижение уровня глутамина в плазме, что может способствовать угнетению функции иммунной системы в связи с этими стрессовыми состояниями.

Комплементарная активация также имеет место при выполнении физических упражнений, и уменьшение комплементарной концентрации в плазме при повторных физических нагрузках, сопровождающихся мышечными повреждениями, может вносить свой вклад в ослабление неспецифического иммунитета у спортсменов. У хорошо тренированных спортсменов комплементарная концентрация в плазме по сравнению с контрольной группой нетренированных испытуемых имеет меньшие показатели.

У спортсменов встречается особая группа скрытых, или компенсированных, иммунодефицитов, проявляющихся внезапным срывом адаптации в

определенных стрессовых ситуациях. Следует отметить, что физические нагрузки в современном спорте за последние 20 лет возросли более чем в 7-10 раз и являются предельными для организма здорового человека. При этом в иммунологическом статусе прослеживается отрицательная однонаправленная закономерность по мере перехода от занятий физкультурой к спорту.

К настоящему времени накоплены сведения о влиянии физических нагрузок при занятиях физкультурой и спортом на иммунитет. Первоначальные исследования продемонстрировали положительное их действие на работоспособность, заболеваемость и иммунологическую реактивность.

Было установлено, что основной реакцией иммунной системы на мышечные нагрузки небольшой и средней интенсивности является реакция активации, выражающаяся в повышении ряда факторов неспецифической резистентности и иммунологических показателей. Однако впоследствии стали появляться работы, свидетельствующие об отрицательном влиянии на иммунитет и заболеваемость интенсивного тренировочного процесса, особенно связанного с переутомлением. Было показано, что интенсивные физические нагрузки, в отличие от занятий массовой физической культурой, сопровождаются угнетением реакций фагоцитоза, снижением фагоцитарного числа и процента фагоцитоза.

Наиболее низкие показатели были зарегистрированы у спортсменов, находящихся в состоянии острого или хронического утомления, перенапряжения и перетренированности.

У спортсменов, тренирующихся в разных видах спорта, выявлены отрицательные изменения активности лизоцима и комплемента, а также снижение уровня С3 компонента комплемента и крови. Увеличение интенсивности физических нагрузок сопровождалось изменением в неблагоприятную сторону бактерицидности кожи и состава аутомикрофлоры, что приводило к повышению частоты возникновения гнойничковых заболеваний. Установлена зависимость выработки аутоантител от интенсивности тренировочных нагрузок, состояния здоровья и возраста. Особенно выражена выработка аутоантител к тканям сердца,

печени и почек у юных спортсменов - в 2-7 раз больше, чем у подростков контрольной группы.

Физические нагрузки оказывают выраженное влияние на количество и состав циркулирующих лимфоидных клеток, а также их функциональную активность. В полном объеме, согласно схеме, предложенной ВОЗ, изучение Т- и В-систем у спортсменов проведено не было, а опубликованные работы чаще посвящены определению отдельных показателей Т- или В-системы иммунитета. Однако при анализе и сопоставлении этих разрозненных данных все же складывается довольно определенная картина функционирования иммунокомпетентных клеток в условиях напряженной мышечной и психоэмоциональной деятельности человека в современном спорте высших достижений.

Наибольшие нарушения прослеживались в Т-системе, однако абсолютное и относительное содержание Т- и В-лимфоцитов у спортсменов при незначительных нагрузках чаще находилось в пределах нормальных колебаний.

Вместе с тем у определенного числа спортсменов, в том числе и у юных, эти показатели могут быть предельно низкими. У здоровых детей продолжительные физические нагрузки вызвали перераспределение лимфоцитов за счет резкого снижения количества Т-лимфоцитов и увеличения количества В-лимфоцитов.

При изучении субпопуляций лимфоцитов достоверное снижение числа Т-хелперов было обнаружено у девочек-легкоатлеток. Среднее количество Т-супрессоров по группе в целом не отличалось от показателей контрольной группы, однако у ряда спортсменов относительное содержание этих клеток было менее 4% при резком снижении абсолютных значений.

В группе борцов выявлено снижение абсолютного и относительного содержания Т-лимфоцитов, Т-хелперов и Т-супрессоров в период высоких физических нагрузок. Наименьшее содержание Т-лимфоцитов и их субпопуляций во всех возрастных группах борцов разной квалификации было зарегистрировано в период соревнований.

При изучении функциональной активности Т-лимфоцитов у спортсменов разной специализации и квалификации получены однотипные результаты, свидетельствующие об ее угнетении. Реакция бласттрансформации лимфоцитов (РБТЛ) с фитогемагглютинином (ФГА) у легкоатлетов, лыжников, конников при субмаксимальных нагрузках существенно угнеталась. При обследовании юных пловцов обнаружено более чем 3-кратное снижение интенсивности РБТЛ, а у взрослых - 26-30-кратное. У марафонцев РБТЛ с ФГА была значительно снижена. Реакция ГЗТ у спортсменов, как правило, снижена по сравнению с людьми, не занимающимися спортом.

Состояние В-системы иммунитета, по данным большинства авторов, подвержено сравнительно меньшему влиянию физических нагрузок. Количество В-лимфоцитов в процессе тренировочного цикла чаще не изменяется или увеличивается. Исследование функциональной активности В-лимфоцитов на основе изучения содержания нормальных сывороточных изо- и гетероагглютининов выявляло небольшие колебания их титров.

В то же время выявлено отчетливое снижение концентрации иммуноглобулинов, возникающее на пике спортивной формы или в постсоревновательном периоде. В ряде случаев было установлено, что титры иммуноглобулинов и нормальных антител снижаются до нуля, т. е. возникает функциональный паралич иммунной системы, названный «феноменом исчезающих антител и иммуноглобулинов». Указанное явление и механизмы его возникновения были зарегистрированы в качестве научного открытия в 1987 г. (№ 345 Государственной регистрации открытий).

Изучение функциональной активности В-лимфоцитов в РБТЛ с липополисахаридами у взрослых и юных борцов выявило достоверное снижение индекса стимуляции лимфоцитов, указывающее на подавление их функциональной активности.

Выработка специфических антител в ответ на вакцинацию по медицинским показаниям зависела от интенсивности нагрузок тренировочного цикла.

Увеличение нагрузок, совпадающее с периодом вакцинации, как правило, угнетало антителообразование.

Положительное влияние занятий физкультурой и спортом на снижение инфекционной заболеваемости отмечают многие авторы. По имеющимся данным, умеренные физические нагрузки (занятия в группах здоровья, производственная гимнастика, туристические походы) способствуют значительному снижению числа случаев простудных заболеваний у рабочих промышленных предприятий.

Спортсмены, регулярно тренирующиеся в различных видах «порта, в целом болеют не чаще, чем лица, не занимающиеся спортом. Однако увеличение интенсивности тренировочных нагрузок, а также участие в ответственных соревнованиях отрицательно влияет на устойчивость организма к инфекциям. При высоких нагрузках инфекционная заболеваемость гриппом, ангиной и т. д. значительно возрастает. По мере повышения спортивного мастерства, а следовательно и нагрузок респираторные инфекции, ангины, отиты и пневмонии и другие инфекционные заболевания у мастеров спорта и кандидатов в мастера спорта встречаются значительно чаще, чем у менее квалифицированных спортсменов.

В период соревнований отмечается 5-15-кратное увеличение частоты острых респираторных заболеваний различной этиологии. Имеются указания на повышение заболеваемости полиомиелитом и увеличение числа паралитических форм этого заболевания при повышенных физических нагрузках. У юных спортсменов инфекционная заболеваемость находится на более высоком уровне, чем у детей и подростков, не занимающихся спортом.

Анализ данных литературы свидетельствует о том, что функционирование иммунной системы человека в значительной мере зависит от влияния и степени выраженности психоэмоциональных стрессовых факторов.

В условиях научно-технического прогресса закономерным является изменение структуры труда, заключающееся в значительном уменьшении доли

физической работы и увеличении доли операторской деятельности, сопровождающейся психоэмоциональными нагрузками.

Установлено, что практически при всех состояниях психического стресса наблюдается выраженная иммуносупрессия с разнообразными механизмами развития - нейроэндокринными, генетическими и др. При длительном эмоциональном напряжении значительно изменяются глюкокортикоидная функция надпочечников и активность симпатoadреналовой системы. Связь между психическим статусом и функцией иммунокомпетентных клеток осуществляется через нейропептиды и нейротрансмиттеры, к которым на мембране клеток экспрессируются специфические рецепторы. При нарушениях в нервной системе, в том числе и при психических болезнях, возникают иммунодефицитные состояния, сопровождающиеся различными инфекционными осложнениями.

У людей, переживших тяжелые психические травмы, наблюдается увеличение смертности. В первые 2 мес после стресса значительно подавляется митогенный ответ лимфоцитов на ФГА, конка-навал ин Л (КоиА) при отсутствии изменений количества Т- и В-лимфоцитов.

Пребывание здоровых людей в сурдокамере приводит к состоянию эмоционального напряжения, тревоги, нарушению режима сна. Словесный сигнал об угрожающей опасности у этих лиц приводил к резкому нарастанию аутоантител к тканям мозга. Реакции напоминали нейроиммунограмму у больных с рекуррентной формой шизофрении, имеющей прогностически благоприятное течение.

При выполнении специальных психологических проб в условиях дефицита времени ожидание воздействия гравитационных перегрузок на центрифуге, имитация подъема в барокамере приводили у обследуемых к значительным нарушениям клеточного иммунитета - отчетливому снижению количества Т- и В-лимфоцитов и реактивности Т-лимфоцитов.

Эмоциональный стресс у студентов (обследование перед экзаменами) приводил к снижению количества Т-лимфоцитов и повышению содержания В-

лимфоцитов в периферической крови на фоне увеличения уровня иммуноглобулинов. Во время экзаменационной сессии у студентов зарегистрировано снижение концентрации IgA в слюне.

Многочисленные экспериментальные исследования с повреждениями различных участков центральных и периферических отделов нервной системы, а также наблюдения за больными с подобными нарушениями подтверждают расстройство иммунного гомеостаза.

Таким образом, участие ЦНС в регуляции функций иммунной системы не вызывает сомнений. Предложена иерархическая модель, согласно которой ЦНС осуществляет иммунорегуляцию на различных уровнях. Психологический статус, определяющий устойчивость против дистресса независимо от причин, играет решающую роль в иммунокомпетентности организма.

Подробный анализ изменений, возникающих в иммунной системе под влиянием эмоционального стресса, характерного для современного спорта высших достижений, предпринят в связи с рядом особенностей, присущих этому виду деятельности.

В настоящее время спорт рассматривается как идеальная модель для изучения резервных возможностей здорового человека. Разнообразные виды спорта моделируют практически все особенности работы систем организма. В процессе многолетних специализированных тренировок и соревнований спортсмены постепенно осваивают предельные физические и психические нагрузки, значительно расширяя границы функционирования различных систем организма. Это дает возможность в условиях научно-исследовательских полигонов, оборудованных специальными тренажерными стендами, воспроизвести акцентированную работу ряда систем организма в зоне максимально возможных пределов функционирования.

Среди причин срыва иммунологической адаптации в условиях интенсивных физических нагрузок наряду с психоэмоциональным стрессом во время ответственных соревнований можно выделить ряд ведущих:

- 1) дисбаланс нейроэндокринной регуляции;
- 2) глубокие метаболические изменения внутренней среды (экстремальные сдвиги рН, концентрации мочевины, лактата и др.);
- 3) относительная или абсолютная алиментарная недостаточность и связанный с ней дефицит энергетического, пластического или субстратного обеспечения иммунной системы;
- 4) вялотекущая перманентная интоксикация из очагов хронической инфекции, снижающая резервные возможности иммунной системы.

О том, что эндокринная система (гипофиз, кора надпочечников, щитовидная железа и др.) влияет на иммунный гомеостаз, известно давно, но в последние годы в литературе появились сообщения об участии в регуляции иммунитета не только гормонов, но и других биологически активных веществ (медиаторов, модуляторов, нейропептидов). Механизмы саморегуляции иммунитета раскрыты еще далеко не полностью. Нередко не учитываются данные, формально относящиеся к другим физиологическим системам организма. Сам факт, что на иммунную систему оказывают влияние многие, если не все гормоны, свидетельствует о существовании определенного гормонального фона, наиболее адекватного для соответствующих иммунологических процессов.

Заключение

Двигательная деятельность, сопряженная с повышенными физическими нагрузками, приводит к существенным адаптивным изменениям всех систем и органов спортсмена. Адаптация связана с морфологическими изменениями в тканях и органах, возникающими в ответ на двигательную деятельность в тренировочных и соревновательных условиях. Жизнедеятельность зависит от сохранения гомеостаза. Чем значительнее нагрузка, тем труднее поддержать гомеостаз. Основную регулирующую работу во время выполнения физической нагрузки берет на себя нервная система. Однако не менее активное участие принимает и эндокринная система, которая постоянно следит за состоянием внутренней среды, замечая все изменения и быстро реагируя на них, чтобы не допустить резкого нарушения гомеостаза. Эндокринные ответы играют важную роль в регуляции мобилизации и утилизации энергетических субстратов во время мышечной работы.

Если оптимальные физические нагрузки способствуют укреплению иммунной системы, то длительные и чрезмерные приводят к подавлению иммунитета и развитию различных патологий. Иммунная система организма представляет собой своего рода «линию защиты» от проникающих бактерий, вирусов, паразитов и опухолевых клеток. Эта система зависит от действия специализированных клеток (лимфоцитов, гранулоцитов и макрофагов) и антител. Главная их задача - устранение или нейтрализация вторгающихся организмов, которые могут вызвать заболевание (патогенных микроорганизмов).

Таким образом, выявление степени адаптации эндокринной и иммунной систем на физические нагрузки спортсменов позволяет оценить эффективность тренировочного процесса, а также своевременно предотвратить развитие заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью спортсменов.