

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ, ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ И ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПРИ ВЫСОКОМ УРОВНЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*А.Н. НЕКРАСОВ, Л.В. КОСТИНА, Н.С. ДУДОВ,
Т.А. ОСИПОВА, Т.Л. ВОРОНКОВА, ВНИИФК*

Проблема изучения энергетического метаболизма скелетной мускулатуры имеет ключевое значение в понимании механизмов адаптации скелетных мышц к повышенной двигательной активности, определения резервных возможностей организма человека, проведения отбора и оценки эффективности тренировок у спортсменов. Одним из основных методов, используемых при изучении метаболизма мышц, является комплексное биопсийное исследование мышечной ткани. Однако в ряде случаев из-за малого количества материала, сложности биохимического анализа применение такого метода ограничено. Кроме того, совершенно ясно, что забор биопсийного материала связан с повреждением мышечной ткани. Таким образом, представляется чрезвычайно важным нахождение корреляций между изменениями в энергетическом метаболизме мышц и клеток крови, а также гормонального статуса, что дало бы совершенно новые возможности биоэнергетического анализа.

Как известно, бета-клетки островков Лангерганса поджелудочной железы выделяют инсулин. Инсулин повышает проницаемость мембраны мышечных клеток для глюкозы, повышает ее утилизацию [1]. Andersen и др. (1993) [2] выявили значимую отрицательную связь между площадью мышечных волокон 2В типа и поглощением стимулированной инсулином глюкозы (-0,63). Инсулин способствует накоплению запасов гликогена в печени в восстановительном периоде. Стимулирует образование жира, угнетает его мобилизацию из жировых депо, способствует транспорту аминокислот и участвует в регуляции синтеза белков. В начале работы содержание инсулина несколько увеличивается, при длительных нагрузках падает. Снижение уровня способствует мобилизации жирных кислот и переключению окисления углеводов на окисление жиров.

Мобилизационная функция кортизола, направленная на использование белковых ресурсов для энергетического обеспечения работающих мышц при интенсивной работе, была показана ранее [3]. Данные о волоконной специфичности катаболического действия глюкокортикоидов были показаны LaPier (1997) [4].

Hickson и др. (1994) [5] не получили специфического увеличения тестостерона сыворотки при силовой тренировке, хотя размеры «быстрых» мышечных волокон при этом увеличивались. Авторы объясняют отсутствие взаимосвязи между уровнем гормона и силовой тренировкой постоянством стимула нагрузки.

Известно, что гормоны щитовидной железы трийодтиронин (T_3) и тироксин (T_4) способны усиливать интенсивность окислительных процессов [6]. Увеличение уровня гормонов щитовидной железы может активировать митохондриальные гены, кодирующие субъединицы цитохром-с-оксидазы в скелетных мышцах [7]. Однако в гипертиреозном состоянии работоспособность может ослабляться за счет разбухания и деструкции митохондрий и, как следствие, снижения окислительной способности мышц, а также атрофии мышечных волокон типа 2А [8].

Ферментативная активность лимфоцитов и ее связь с работоспособностью спортсменов изучались в отделе функциональной морфологии ВНИИФК под руководством проф. [Ю.П. Сергеева] [9] и др. Были выпущены методические рекомендации по цитохимической диагностике фаз адаптации организма спортсменов к физической нагрузке [10]. Аналогичные работы проводились А.С. Яновской и др. (1977) [11] и другими авторами. Но до настоящего времени нам не удалось обнаружить работ, связывающих показатели энергетического метаболизма форменных элементов крови с параметрами состояния мышц.

Таким образом, в литературе встречаются только разрозненные данные по совместному изучению морфо-биохимических параметров скелетных мышц, гормонального статуса и показателей энергетического метаболизма форменных элементов крови.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В первой группе испытуемых (5 женщин до и после 3-недельной оздоровительной физкультурной программы с ограничением диеты) проведено электронно-микроскопическое исследование биоптатов *m.vastus lateralis*. Определяли площадь и объемную плотность митохондрий, миофибрилл, липидных включений. Взятие крови для изучения гормонального статуса испытуемых осуществлялось до и после проведения физкультурной программы. Определялся широкий спектр гормонов (кортизол, тестостерон, инсулин, пролактин, тиреотропный гормон (ТТГ), эстрадиол). Проведен корреляционный анализ изученных показателей.

Вторая группа испытуемых состояла из легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции в возрасте 19–28 лет, имеющих спортивную квалификацию от II разряда до МС. Первую биопсию мышц спортсменов проводили перед началом экспериментального тренировочного процесса, характеризующегося повышенной интенсивностью тренировочных нагрузок. Повторно мышцы спортсменов исследовали индивидуально в момент начала снижения их спортивных результатов. Третью биопсию мышц спортсменов проводили после недельного отдыха. Проведен корреляционный анализ гистоморфологических, гистоэнзиматических, электронно-микроскопических и биохимических показателей с параметрами гормонального статуса испытуемых спортсменов.

Третью группу испытуемых составляли высококвалифицированные спортсмены, специализирующиеся в конькобежном спорте (9 мужчин и 9 женщин). У 7 спортсменов (4 мужчины и 3 женщины) биопсию наружной широкой мышцы бедра и взятие крови для изучения цитохимических показателей лимфоцитов проводили до тестирующей нагрузки до отказа. У 11 спортсменов (5 мужчин и 6 женщин) эти процедуры были проведены после тестирующей нагрузки. Взятие венозной крови для изучения гормонального статуса спортсменов было проведено до тестирующей нагрузки. В биоптатах скелетных мышц спортсменов производили гистохимическое окрашивание полученных срезов на миофибрилярную АТФазу с преинкубацией рН 4,35 для изучения мышечной композиции. Для оценки уровня энергетического метаболизма форменных элементов крови (лимфоцитов) определяли активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ – маркер интенсивности аэробных процессов) и альфа-глицерофосфат-дегидрогеназы (ГФДГ – маркер интенсивности процессов гликолиза) [10]. Гормональный статус спортсменов оценивали по широкому спектру показате-

лей (кортизол, тестостерон, соматотропин, инсулин, пролактин, ТТГ, T_3 , T_4). Все изученные параметры подвергались корреляционному анализу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение взаимосвязи ультраструктурных параметров скелетных мышц и показателей нейроэндокринной системы нетренированных людей

После проведения оздоровительной программы было выявлено повышение содержания в крови инсулина, что свидетельствует о повышенном расходе глюкозы в организме испытуемых. В результате проведения корреляционного анализа обнаружена достоверная положительная связь концентрации инсулина в крови испытуемых с объемной плотностью митохондрий, как в «медленных», так и в «быстрых» мышечных волокнах. То есть в состоянии покоя, когда измерялись фоновые значения гормональных показателей, в мышцах испытуемых в значительной степени задействованы механизмы аэробного гликолиза. Механизмы аэробного гликолиза, вероятно, направлены также на синтез миофибрилл. На это указывает отрицательная корреляционная связь концентрации инсулина и объемной плотности миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах. То есть наибольшая концентрация инсулина была выявлена у испытуемых, у которых объемная плотность миофибрилл в «быстрых» волокнах была ниже.

Тиреоидные гормоны оказывают прямое действие на окислительное фосфорилирование в митохондриях. Выявлены значимые положительные связи между концентрацией ТТГ в крови испытуемых, объемной плотностью, размерами и количеством митохондрий (в основном периферических) в «быстрых» мышечных волокнах. Наибольшая концентрация ТТГ была выявлена у испытуемых, у которых объемная плотность миофибрилл в «быстрых» волокнах была ниже, что свидетельствует о влиянии тиреоидной функции на пластический обмен в скелетных мышцах.

При проведении корреляционного анализа нами получены данные, подтверждающие мобилизационную функцию кортизола, направленную на использование белковых ресурсов для энергетического обеспечения работающих мышц при интенсивной работе [3]. Наибольшая концентрация кортизола в крови выявлялась у испытуемых с меньшей объемной плотностью миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах.

Взаимосвязь ультраструктурных параметров скелетных мышц и функционального состояния системы гипофиз–гонады у испытуемых до и после эксперимента оценивалось нами по изменению различных гормональных показателей, отражающих это состояние, – пролактину, эстрадиолу и тестостерону.

Выявленные в нашем исследовании взаимосвязи подтверждают анаболическое действие пролактина, специ-

фичное по отношению к «медленным» мышечным волокнам. Большим значениям пролактина в крови испытуемых до проведения оздоровительной программы соответствовали большие значения объемной плотности миофибрилл в «медленных» мышечных волокнах. После оздоровительной программы у испытуемых с меньшей объемной плотностью миофибрилл в «медленных» мышечных волокнах выявлялись большие значения концентрации пролактина в крови.

Чем больше уровень тестостерона в крови испытуемых после оздоровительной программы, тем выше у них объемная плотность митохондрий. У испытуемых, у которых объемная плотность миофибрилл снижена, концентрация тестостерона повышается.

Результаты корреляционного анализа морфобioхимических параметров скелетных мышц и показателей нейроэндокринной системы организма легкоатлетов-бегунов

Корреляционный анализ выявил, что чем меньше объемная плотность и число центральных митохондрий в мышечных волокнах, помогающих более длительное время выдерживать интенсивную нагрузку, тем выше уровень кортизола в крови спортсменов нашей экспериментальной группы (коэффициенты корреляции $-0,999$ и $-0,926$, соответственно). Тип IIb волокон наиболее, а I тип волокон наименее восприимчив к эффекту атрофии под влиянием глюкокортикоидов. Изменения уровня кортизола в крови при выполнении интенсивной тренировочной программы во многом определяются энергетическими возможностями мышечных волокон. Чем выше был уровень активности дыхательных ферментов (цитохром-с-оксидаза), чем больше был запас резервного кислорода (содержание миоглобина) и чем выше были значения маркера процессов синтеза (дегидрогеназа дигидрооротовой кислоты), тем в меньшей степени изменялись значения кортизола в крови спортсменов, выполняющих интенсивную тренировочную программу. Коэффициенты корреляции для «медленных волокон» $-0,816$, $-0,855$; для «быстрых» $-0,884$, $-0,882$, $-0,802$, соответственно. После периода отдыха, когда снизились не востребуемые активности ферментов энергетического метаболизма, уровень кортизола в крови спортсменов также уменьшился, при этом более значительно у спортсменов, в мышечных волокнах которых отмечались более высокие значения активности дыхательных ферментов (цитохром-с-оксидаза) и маркера гликолиза (ГФДГ). Коэффициенты корреляции для «медленных» волокон $-0,774$ и $-0,792$; для «быстрых» $-0,754$ и $-0,838$, соответственно.

Динамика содержания тестостерона в крови спортсменов на этапах нашего эксперимента соответствует данным литературы [12]. Вместе с тем мы не обнаружили прямых корреляционных связей, подтверждающих анаболическое действие тестостерона на скелетные

мышцы. Возможно, в нашем случае для проявления анаболического действия тестостерона не хватает силового компонента в тренировочном процессе. Однако Hickson и др. (1994) [5] не получили специфического увеличения тестостерона сыворотки и при силовой тренировке, хотя размеры «быстрых» мышечных волокон при этом увеличивались. В этом случае авторы объясняют отсутствие взаимосвязи между уровнем гормона и силовой тренировкой постоянством стимула нагрузки. Нами обнаружена отрицательная взаимосвязь между уровнем тестостерона и размерами мышечных волокон обоих типов после окончания интенсивной экспериментальной тренировочной программы (коэффициенты корреляции $-0,852$ и $-0,852$, соответственно). Эту связь можно истолковать двояко. Чем больше уровень тестостерона в крови, тем меньше размеры мышечных волокон, а значит, и мышечная сила, что вообще противоречит выработанным представлениям. Или же, чем больше в результате конкретного тренировочного процесса становятся размеры мышечных волокон, тем меньший уровень тестостерона необходим скелетным мышцам. Последнее толкование кажется более логичным. Таким образом, различные виды спорта и характер тренировочных нагрузок специфично влияют на проявление действия гормонов. Кроме того, известно, что тестостерон и кортизол конкурируют за рецепторы мышечных клеток и окончательный эффект их влияния на мышечную клетку определяется их соотношением в крови.

Снижение индекса анаболизма (отношения содержания тестостерона к кортизолу $- T/K \times 100\%$) после окончания интенсивной экспериментальной тренировочной программы приводит к снижению размеров мышечных волокон обоих типов. На двух этапах эксперимента и после окончания экспериментальной тренировочной программы и после периода отдыха это соотношение имеет положительную связь с размерами как периферических, так и центральных митохондрий мышечных волокон (коэффициенты корреляции $0,786$, $0,754$ и $0,984$, $0,802$, соответственно). То есть, чем выше индекс анаболизма внутри групп, тем больше размеры митохондрий.

Пролактин оказывает противоположное действие на «медленные» мышечные волокна. Чем выше уровень этого гормона в крови спортсменов после периода отдыха, тем большее место в объеме мышечного волокна занимают периферические митохондрии и меньшее миофибриллы (коэффициенты корреляции $0,887$ и $-0,798$, соответственно).

Отношение пролактина к кортизолу имеет значимую положительную связь с интенсивностью процессов бета-окисления жирных кислот в «медленных» мышечных волокнах на двух этапах нашего эксперимента до начала проведения экспериментального тренировочного процесса и после периода отдыха (коэффициенты корреляции $0,817$ и $0,756$, соответственно), что свидетельствует о значимости этих коэффициентов корреляции.

Увеличение уровня гормонов щитовидной железы может активировать митохондриальные гены, кодирующие субъединицы цитохром-с-оксидазы в скелетных мышцах [7]. Однако в гипертиреозном состоянии работоспособность может ослабляться за счет разбухания и деструкции митохондрий и как следствие снижения окислительной способности мышц, а также атрофии мышечных волокон типа 2А [8]. Под влиянием интенсивной тренировочной программы базальный уровень T_3 достоверно снижается с параллельной тенденцией к снижению объемной плотности общей популяции, а также центральных и периферических митохондрий. Однако при этом более высокий уровень объемной плотности митохондрий связан с более сильным снижением базальных уровней T_3 , о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции $-0,810$, $-0,831$ и $-0,871$, соответственно. Аналогичная связь появляется после периода отдыха в «быстрых» мышечных волокнах ($-0,883$). Более высокий уровень объемной плотности миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах после периода отдыха связан с меньшим снижением уровня T_3 ($0,879$). Уровень T_3 в крови спортсменов после периода отдыха положительно связан с объемной плотностью миофибрилл в мышечных волокнах ($0,891$) и отрицательно с размерами периферических митохондрий ($-0,807$) и с количеством центральных митохондрий ($-0,820$). Таким образом, можно отметить, что уровень T_3 у спортсменов в нашем эксперименте в значительной степени определяется объемом миофибрилл в мышце и необходимостью интенсификации окислительных процессов в мышцах спортсменов с низкими показателями содержания митохондрий.

Корреляционный анализ T_4 со структурно-метаболическими параметрами мышечных волокон выявил примерно те же закономерности. После периода отдыха уровень T_4 был отрицательно связан с объемной плотностью и площадью центральных митохондрий в «быстрых» мышечных волокнах (коэффициенты корреляции $-0,756$ и $-0,755$, соответственно). Более высокий уровень объемной плотности и площади центральных митохондрий в мышечных волокнах после периода отдыха связан с более сильным снижением базального уровня T_4 (коэффициенты корреляции $-0,769$ и $-0,761$, соответственно). Кроме того, содержание T_4 после окончания интенсивного экспериментального тренировочного процесса положительно коррелирует с содержанием миоглобина в «медленных волокнах» ($0,778$), что указывает на возможный механизм интенсификации окислительных процессов в скелетной мышце.

В нашем исследовании содержание инсулина после выполнения тренировочной программы имеет тенденцию к увеличению и практически не меняется после периода отдыха. До начала выполнения тренировочной программы содержание инсулина отрицательно коррелировало с плотностью капилляров в мышцах (коэффициент корреляции $-0,804$). То есть, чем выше была капиллярная плотность мышц у спортсменов, тем меньший уровень

инсулина отмечался в их крови. Таким образом, капилляризация мышц способствует переключению окисления углеводов на окисление жиров. Интенсивная тренировочная программа повысила энергетические запросы мышц, которые в срочном порядке могли быть обеспечены только за счет усиления гликолитических процессов, что привело к повышению содержания инсулина и потере корреляционных связей содержания инсулина и уровня капилляризации в мышцах. Это положение подтверждается наличием отрицательных связей между приростом содержания инсулина за время выполнения тренировочной программы и активностью маркера окислительных процессов – НАДН-тетразолий редуктазы ($-0,831$), пероксидазы миоглобина ($-0,862$) в «медленных» мышечных волокнах до начала выполнения тренировочной программы и положительной корреляцией с маркером гликолиза – ГФДГ ($0,791$). После периода отдыха содержание инсулина также зависело от количественных характеристик дыхательных ультраструктур – митохондрий, обеспечивающих возможность высокого уровня окислительных процессов, в частности окисления жирных кислот. Коэффициент корреляции между содержанием инсулина и объемной плотностью митохондрий составил $-0,830$. То есть, чем выше содержание митохондрий в мышцах, обеспечивающих более экономное и эффективное использование глюкозы, тем ниже содержание инсулина в плазме крови.

Биологические эффекты действия гормонов на энергетический и пластический обмен проявились в нашем исследовании на уровне высоких статистических связей в скелетной мышце.

Изучение взаимосвязи морфобиохимических параметров скелетных мышц, показателей биоэнергетики лимфоцитов крови и гормонального статуса конькобежцев

В результате проведения корреляционного анализа выявлена достоверная положительная связь концентрации инсулина в крови испытуемых с активностью маркера аэробного окисления (СДГ) в лимфоцитах. Ранее нами была показана достоверная положительная связь концентрации инсулина с объемной плотностью митохондрий как в «медленных», так и в быстрых мышечных волокнах. Поэтому логичным будет предположение о взаимной связи интенсивности процессов аэробного окисления в мышечной ткани и лимфоцитах крови. В данной группе испытуемых также выявлена значимая отрицательная связь концентрации инсулина с процентным содержанием «быстрых» окислительных волокон, что, по данным литературы, может свидетельствовать о повышенной чувствительности этого типа мышечных волокон к инсулину [13].

Существуют положительные связи между концентрацией ТТГ в крови испытуемых, объемной плотностью, размерами и количеством митохондрий (в основном пе-

рифферических) в «быстрых» мышечных волокнах. В данной группе испытуемых обнаружена достоверная корреляция уровня T_3 , T_4 и процентного содержания быстрых окислительных волокон, которые отличаются от «быстрых» гликолитических волокон повышенным содержанием митохондрий.

Глюкокортикоиды оказывают катаболический эффект на скелетную мышцу. Высокая объемная плотность митохондрий скелетно-мышечных волокон, высокий уровень активности в них окислительных ферментов, помогающих более длительное время выдерживать интенсивную нагрузку, не требуют высоких значений кортизола в крови спортсменов. В данной группе испытуемых выявлена значимая отрицательная связь уровня кортизола в крови спортсменов и активности СДГ (маркера интенсивности окислительных процессов) в лимфоцитах. То есть, чем выше активность СДГ в лимфоцитах крови, тем ниже уровень кортизола у спортсменов. Эти данные дают основание предполагать наличие связи между активностью СДГ в лимфоцитах и уровнем активности окислительных процессов в скелетной мышце.

Взаимосвязь морфобиохимических параметров скелетных мышц, биоэнергетики лимфоцитов периферической крови и функционального состояния системы гипофиз-гонады в данной группе испытуемых оценивалась нами по тестостерону и пролактину. После проведения тестирующей нагрузки у женщин в данной группе испытуемых была выявлена значимая отрицательная связь уровня тестостерона и активности СДГ в лимфоцитах. После проведения тестирующей нагрузки у мужчин уровень тестостерона был достоверно больше в крови спортсменов с высокой активностью СДГ в лимфоцитах. То есть отмечается половой диморфизм этих корреляционных связей.

Чем выше был уровень этого гормона в крови спортсменов, тем большее место в объеме мышечного волокна занимают периферические митохондрии и меньшее – миофибриллы. В данной группе испытуемых уровень пролактина в крови был наибольшим у спортсменов с более высоким содержанием в мышце «медленных» волокон. Кроме того, концентрация пролактина после выполнения тестирующей нагрузки значимо коррелировала с процентным содержанием «быстрых» окислительных волокон. Значимая положительная связь была выявлена между концентрацией пролактина и активностью СДГ в лимфоцитах крови до тестирования. После проведения тестирующей нагрузки активность СДГ снижалась, что указывает на утомление спортсменов. При этом у спортсменов с более низким уровнем активности СДГ была выявлена более высокая концентрация пролактина, что указывает на возможный анаболический эффект этого гормона.

Выводы

Таким образом, анализ взаимосвязей морфобиохимических параметров скелетных мышц с показателями

нейроэндокринной системы и активностью ферментов энергетического метаболизма лимфоцитов крови в исследованных группах испытуемых позволил выявить ряд закономерностей.

- По концентрации инсулина в крови испытуемых возможно судить об объемной плотности митохондрий как в «медленных», так и в «быстрых» мышечных волокнах, об объемной плотности миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах, о площади поперечного сечения «быстрых» мышечных волокон, о плотности капилляров в мышцах, об активности маркера окислительных процессов – НАДНТР, пероксидазы миоглобина в «медленных» мышечных волокнах, об активности маркера гликолиза – митохондриальной глицерофосфатдегидрогеназы.

- Концентрация ТТГ в крови испытуемых коррелирует с объемной плотностью, размерами и количеством митохондрий (в основном периферических) в «быстрых» мышечных волокнах, с объемной плотностью миофибрилл в «быстрых» волокнах.

- Уровень триглицеридов связан с процентным содержанием быстрых окислительных волокон, с объемной плотностью общей популяции, а также центральных и периферических митохондрий в «медленных» и «быстрых» мышечных волокнах, с размерами периферических митохондрий и с количеством центральных митохондрий, с объемной плотностью миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах.

- Содержание тироксина в крови испытуемых связано с процентным содержанием быстрых окислительных волокон, с объемной плотностью и площадью центральных митохондрий в «быстрых» мышечных волокнах, с содержанием миоглобина в «медленных» волокнах.

- Уровень кортизола в крови испытуемых связан с объемной плотностью и числом центральных митохондрий в мышечных волокнах, с объемной плотностью миофибрилл в «быстрых» мышечных волокнах, с уровнем активности дыхательных ферментов (цитохром-с-оксидаза) и маркера гликолиза (глицерофосфатдегидрогеназа митохондриальная).

- Содержание тестостерона в крови испытуемых связано с объемной плотностью митохондрий, с объемной плотностью миофибрилл, с размерами мышечных волокон обоих типов

- Индекс анаболизма (относительное количество тестостерона к единице кортизола – $T \times 100\% / K$) коррелирует с размерами мышечных волокон обоих типов, с размерами как периферических, так и центральных митохондрий мышечных волокон.

- Пролактин достоверно связан с объемной плотностью миофибрилл и периферических митохондрий в «медленных» мышечных волокнах, с содержанием в мышце «медленных» и «быстрых» окислительных волокон и активностью СДГ в лимфоцитах крови.

- Относительное количество пролактина к единице кортизола в крови ($PrI / K \times 100\%$) положительно связа-

но с интенсивностью процессов бета-окисления жирных кислот в «медленных» мышечных волокнах.

В заключение можно сделать вывод о том, что изучение уровней активности маркеров энергетического об-

мена в лимфоцитах крови и концентрации гормонов в крови спортсменов позволяет оценивать состояние морфобиохимических параметров мышечных волокон скелетных мышц.

Литература

1. *Mandarino L.J., Consoli A., Jain A., Kelley D.E.* Differential regulation of intracellular glucose metabolism by glucose and insulin in human muscle // *Am.J.Physiol.*– 1993.– Vol. 265, № 6, Pt 1.– E898–905.
2. *Andersen P.H., Lund S., Schmitz O., Junker S., Kahn B.B., Pedersen O.* Increased insulin-stimulated glucose uptake in athletes: the importance of GLUT4 mRNA, GLUT4 protein and fibre type composition of skeletal muscle // *Acta Physiol.Scand.*– 1993.– Vol. 149, № 4.– P. 393–404.
3. *Lutoslavskaya G., Obminski Z., Krogulski A., Senddecki W.* Plasma cortisol and testosterone following 19-km and 42-km kayak races // *J.Sports Med.Phys.Fitness.*– 1991.– Vol.31, № 4.– P. 538–542.
4. *LaPier T.K.* Glucocorticoid-induced muscle atrophy. The role of exercise in treatment and prevention // *J. Cardiopulm. Rehabil.*– 1997.– Vol. 17, № 2.– P. 76–84.
5. *Hickson R.C., Hidaka K., Foster C., Falduto M.T., Chatterton R.T.* Successive time courses of strength development and steroid hormone responses to heavy-resistance training // *J.Appl.Physiol.*– 1994.– Vol. 76, № 2.– P. 663–670.
6. *Harris P.E., Walker M., Clark F., Home P.D., Alberti K.G.* Forearm muscle metabolism in primary hypothyroidism // *Eur.J.clin.invest.*– 1993.– Vol. 23, № 9.– P. 585–588.
7. *Wiesner R.J., Kurowski T.T., Zak R.* Regulation by thyroid hormone of Nuclear and mitochondrial genes encoding of cytochrome-c-oxidase in rat liver and skeletal muscle // *Mol.endocrinol.*– 1992.– Vol. 6, № 9.– P. 1458–1467.
8. *Martin W.H.* Triiodothyronine, beta-adrenergic receptors, agonist responses, and exercise capacity // *ANN.Thorac.Surg.*– 1993.– Vol. 56, № 1 (Suppl.).– P. S24–34.
9. *Невзоров В.И., Язвиков В.В.* О реакции лимфоидной системы на однократную физическую нагрузку умеренной мощности до утомления: Сборник науч.трудов д.м.н., проф. Ю.П.Сергеева. Молекулярные и субклеточные механизмы адаптации к спортивной деятельности // М., 1979. – С. 139–168.
10. *Сергеев Ю.П., Язвиков В.В., Уварова Л.А.* Цитохимический метод диагностики фаз адаптации организма к физической нагрузке: Методические рекомендации // М., ВНИИФК, 1982.
11. *Яновская А.С., Леоненко И.Ф., Жданович Л.Н.* Изучение влияния больших нагрузок в недельном микроцикле тренировок на работоспособность и ферментативную активность лимфоцитов и ЭКГ у бегунов на средние дистанции / Материалы Всесоюз.симпозиума «Механизмы адаптации к спортивной деятельности» (17–19 ноября 1975 г. // М., 1977. – С. 156–159.
12. *Ivy J.L.* Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus // *Sports Med.*– 1997.– V. 24, № 5.– P. 321–336.

ПРОФИЛАКТИКА МЕДИЦИНСКОЙ ПАТОЛОГИИ В СПОРТИВНОМ ПЛАВАНИИ

В.Н. САНИНСКИЙ, Я.А. СОКОЛОВ, Центр медицинского обеспечения сборных спортивных команд Госкомспорта России, В.К. ДРУЖИНИН, МНКЦСП, Б.А. ЕМЕЛЬЯНОВ, ВНИИФК

Пловцы-профессионалы проводят в хлорированной воде бассейна ежедневно не менее четырех часов на протяжении всех лет занятий спортом. Это характерно для большинства водных видов: спортивного, синхронного плавания, водного поло, прыжков в воду и пр. Постоянное пребывание спортсмена в хлорированной воде, а тренеров в бассейнах создает специальные медицинские проблемы. Они рассмотрены в данной работе в качестве ключевой парадигмы медико-педагогического тренировочного процесса.

Данные обследования

Наблюдения выполнены на предсоревновательных сборах 27.11–16.12.2002 г. Наблюдали 9 тренеров и сборную команду юниоров РФ по плаванию (33 чел.).

У каждого тренера учитывали обращаемость ко врачу, пульс, артериальное давление, росто-весовой показатель и медико-социальный статус (анкетное анонимное обследование). Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты обследования тренеров на сборах пловцов

№ п/п	Показатель	Отклонений от нормы в % к числу наблюдений
1.	Пульс более 80 уд./мин в покое	22 %
2.	АД > 140/80 или < 100/60	66 %
3.	Вес(Р)/Рост(Л)Рост(Л) > 25,0	66 %
4.	Случаи температуры > 37 °С	22 %

