

Биохимический контроль в спорте: основные направления повышения эффективности

¹Г. А. МАКАРОВА, ²Е. Е. АЧКАСОВ, ³И. Б. БАРАНОВСКАЯ

¹ФГБОУ ВПО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма Минспорта России, Краснодар, Россия

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ГБУЗ Краевая клиническая больница №2 Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

Сведения об авторах:

Макарова Галина Александровна – главный специалист НИИ проблем физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма Минспорта России, проф., д.м.н.

Ачкасов Евгений Евгеньевич – заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ведущий научный сотрудник лаборатории спортивной биомедицины и экстремальных состояний ФГБУН Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России, д.м.н

Барановская Ирина Борисовна – биолог клинико-диагностической лаборатории ГБУЗ Краевая клиническая больница №2 Минздрава Краснодарского края, к.б.н.

Biochemical monitoring in sports: focal points for improvement

¹G. A. MAKAROVA, ²E. E. ACHKASOV, ³I. B. BARANOVSKAYA

¹Kuban State University of Physical Education, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³Regional Clinical Hospital №2, Krasnodar, Russia

Information about the authors:

Galina Makarova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior Specialist of the Research Institute of Physical Culture and Sports of the Kuban State University of Physical Education, Sports and Tourism

Evgeny Achkasov – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Leading Researcher of the Laboratory of Sports Biomedicine and Extreme Conditions of the Scientific Center of Biomedical Technology of the Federal Medical Biological Agency of Russia

Irina Baranovskaya – Ph.D. (Biology), Biologist of the Clinical Diagnostic Laboratory of the Regional Clinical Hospital №2

Анализ литературных источников и собственный многолетний опыт работы в области спортивной медицины, включая биохимию спорта, позволил нам сгруппировать и обосновать основные положения, которых целесообразно придерживаться при проведении биохимических исследований в спорте, являющихся, на наш взгляд, не более чем сегментом целостных врачебно-педагогических наблюдений.

Ключевые слова: спорт; биохимический контроль; спорная и реальная эффективность.

Для цитирования: Макарова Г.А., Ачкасов Е.Е., Барановская И.Б. Биохимический контроль в спорте: основные направления повышения эффективности // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т.7, №1. С. 46-52. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.46.

Literature data analysis along with decades of experience in sports medicine (biochemistry of sports included) enabled us to classify and explain key points that would be appropriate to consider when conducting biochemical research in sports, but in doing so we believe that the relevant research studies make just a part of a comprehensive medical and pedagogical monitoring.

Key words: sports; biochemical monitoring; controversial and actual efficiency.

For citation: Makarova G.A., Achkasov E.E., Baranovskaya I.B. Biochemical monitoring in sports: focal points for improvement. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2017; 7(1): 46-52. (in Russian). DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.46.

В последние десятилетия классический врачебно-педагогический контроль за спортсменами, базирующийся на систематическом анализе широко доступных и в то же время, безусловно, информативных при постоянной регистрации результатов опроса в виде анкетирования и физиологических параметров (базовые гемодинамические, электрокардиография, реакция на дозированные физические нагрузки и ортостатическую пробу, отдельные элементы вариационной пульсометрии, латентное время двигательной реакции и т.п.), к сожалению, был подменен сугубо биохимическим контролем, на который возлагались и возлагаются большие надежды.

Своеобразный «бум» биохимического контроля в спорте начался в 90-е годы прошлого столетия, когда появилась возможность закупки импортной аппаратуры и широчайшего спектра реактивов. Именно этот период характеризуется прогрессирующим ростом числа показателей, рекомендуемых для контроля за спортсменами, причем, как правило, без учета вида спорта, возраста, пола, уровня тренированности, направленности и продолжительности тренировочных нагрузок, времени регистрации анализируемых параметров и т.п., что и составляет организационный и содержательный компоненты методологической базы.

Добротные отечественные работы подобного плана датированы в основном 70-80-ми годами прошлого столетия [1-6] и касаются только отдельных биохимических показателей у спортсменов (лактат, мочевины и кислотно-щелочное состояние крови), специализирующихся в видах спорта, направленных на развитие выносливости (подчеркиваем – на развитие выносливости). Именно применительно к этому контингенту лиц, как того требуют академические исследования, были изучены основные требования к данным показателям при их использовании в системе биохимического контроля в спорте:

- диапазон колебаний исходных значений в состоянии покоя утром натощак в зависимости от пола и возраста;
- степень индивидуальности исходных значений;
- зависимость исходных значений (или ее отсутствие) от вида спорта и состояния тренированности;
- факторы, влияющие на исходные значения в состоянии покоя;
- изменения в процессе повышающихся по мощности нагрузок;
- приросты срочных постнагрузочных значений, отражающие разную интенсивность нагрузок;
- время появления максимальных значений в отставленном постнагрузочном периоде;
- возможные варианты отставленных постнагрузочных изменений, регистрирующихся через 12-16 часов после тренировки;
- скорость восстановления;
- факторы, влияющие на срочную и отставленную динамику и т.п.

Что же касается остальных биохимических параметров, то применительно к ним подобная методологическая база практически отсутствует. В связи с этим мы далеко не всегда готовы с необходимой степенью надежности интерпретировать их постнагрузочные изменения. Соблюсти все требования к организации специальных исследований для создания этой базы, безусловно, очень трудно (но на будущее, конечно же, необходимо). Однако и сегодня эффективность биохимического контроля в спорте может стать значительно выше, если будет учитываться целый ряд условий и требований.

Проводя биохимический контроль, прежде всего, на наш взгляд, необходимо четко представлять себе – какая цель ставится при этом, какие показатели (в зависимости от цели) должны быть избраны для регистрации и какие рекомендации могут быть даны впоследствии на основании полученных результатов.

В этом отношении нам очень импонирует разделение в содержательном плане биохимических параметров, представленное в работе [7]:

- контроль за аномально повышенным окислительным стрессом и/или механической агрессией – изучение динамики в плазме креатинфосфокиназы, малонового диальдегида, миоглобина, 3-метилгистидина и скелетного тропонина I;
- определение изменений в энергетическом обмене – изучение сдвигов концентраций глюкозы, лактата, глутамина и мочевины, а также особенностей состава жирных кислот, содержащихся в триглицеридах;
- обнаружение дисфункций гормональной системы – измерения концентрации серотонина, кортизола, тестостерона, соотношения концентраций свободного тестостерона и кортизола, а также катехоламинов;
- оценка реакции на различные уровни воспаления ткани, вызванного тяжелыми тренировками – динамика в плазме ферритина, гаптоглобина, С-реактивного белка, кислого $\alpha 1$ -гликопротеина и $\alpha 1$ -антитрипсина;
- регистрация увеличения дисбаланса белкового обмена при возможной анемии – определение изменений концентраций гаптоглобина, гемопексина, трансферрина и ферритина;
- появление неспецифических ответных реакции иммунной системы – колебания концентраций иммуноглобулинов А и G и динамики клеток.

Но, даже используя данную градацию, к выбору параметров следует подходить очень взвешенно, учитывая, как минимум, два положения:

- несмотря на принадлежность к одной группе, содержательная часть параметра может несколько отличаться;
- из группы, как правило, следует выбирать два-три параметра, что бывает необходимо для определения либо механизмов, лежащих в основе определенных изменений, либо степени выраженности реакции на физические нагрузки.

Рассмотрим для примера постнагрузочное содержание в крови 3-метилгистидина, креатинфосфокиназы, миоглобина и скелетного тропонина [7].

Выделение 3-метилгистидина происходит в результате расщепления сократительных белков, и его концентрация после изнуряющих тренировок на выносливость может оставаться повышенной в течение 72 часов.

Активность креатинфосфокиназы зависит от биохимического равновесия (взаимодействия) между метаболическими (миоглобин) и сократительными (скелетный тропонин I) белками цитозоля. Однако, поскольку проницаемость мембран после тренировки, как правило, остается повышенной в течение 48-96 часов, уровень креатинфосфокиназы в крови обязательно будет связан с кинетическими перестройками мембраны.

Миоглобин – кислородсвязывающий белок скелетных мышц. Изучение кинетики концентрации миоглобина в крови после интенсивных тренировок на выносливость оказывается весьма полезным в оценке уровня химического стресса в клетках скелетных мышц и получении информации о волокнах, которые наиболее ему подвержены. Содержание миоглобина в сыворотке крови повышается наиболее рано – в пределах 2 ч после повреждающего воздействия.

Скелетные тропонины – специфические маркеры повреждения мышц обычно достигают в крови диагностически значимых уровней через 6 ч, повышенный их уровень сохраняется в дальнейшем в течение 7-14 суток.

Недаром, когда речь идет о диагностике инфаркта миокарда, четко установлена информативная ценность отдельных биохимических параметров в зависимости от начала развития процесса (таблица) [8].

Что касается невозможности ориентации на один параметр, то здесь хотелось бы привести следующий пример, касающийся трех уровней постнагрузочно-асептического воспаления тканей скелетных мышц. Согласно [9], интенсивные упражнения на выносли-

вость усиливают метаболические процессы в скелетных мышцах, печени и почках, что может обусловить асептическое воспаление ткани [10], которое вызывает кратковременную ответную реакцию белков печени по причине их антипротеолитических функций:

1 уровень – увеличение концентрации $\alpha 1$ -антитрипсина, но без изменения концентрации ферритина;

2 уровень (серьезное поражение) – увеличение концентрации $\alpha 1$ -антитрипсина и ферритина;

3 уровень (еще более серьезное поражение, проявляется в период особенно упорных и тяжелых тренировочных нагрузок на выносливость, которые могут вызвать существенную потерю железа) – длительное уменьшение содержания гаптоглобина в крови, повышение концентраций $\alpha 1$ -антитрипсина и ферритина. Эти явления могут наблюдаться вплоть до 24-48 часов после тренировки [11].

Далее. Чтобы анализировать постнагрузочные изменения биохимических параметров, мы должны четко представлять себе последовательность их изменений в зависимости от характера выполняемой работы, ее интенсивности и длительности. Так, если обратиться к особенностям функционирования желез внутренней секреции под влиянием физических нагрузок, в частности, к изменениям содержания инсулина в крови [12], то при легкой работе вначале выделение инсулина поджелудочной железой повышается, а затем снижается и увеличивается выделение глюкагона. Это обуславливает в начале работы облегчение под действием инсулина проникновения углеводов из крови в клетки, а затем, под действием глюкагона – распада углеводов и жиров в клетках и выход их из мест хранения в кровь, откуда они могут быть использованы мышечными клетками в качестве источника энергии. При работе же средней тяжести, выделение инсулина сразу снижается, то есть

Таблица

Биохимические маркеры повреждения миокарда

Table

Biochemical markers of miocardial injury

| Маркер | Появление в крови | Максимум в крови | Нормализация |
|-------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| КФК | 4-6 ч | 12-36 часов | 3-4 дня |
| Индекс КК-МВ | 4-6 ч | 12-24 часов | 2-3 дня |
| Миоглобин | 2-3 ч | 6-12 часов | 24-48 часов |
| Гликогенфосфоорилаза ВВ | 2-4 ч | 8-12 часов | 24-36 часов |
| Сердечная форма БСЖК | 2-3 ч | 8-10 часов | 18-30 часов |
| ЛЦМ | 3-6 ч | 4 дня | 10-14 дней |
| Тропонин Т | 4-6 ч | 12-24 часов | 7-14 дней |
| Тропонин I | 4-6 ч | 12-24 часов | 7-14 дней |

Примечания: КФК – креатинфосфокиназа; БСЖК – белок, связывающий жирные кислоты; КК-МВ – креатинкиназа-МВ; ЛЦМ – легкие цепи миозина.

блокируется процесс создания запаса углеводов, что облегчает их использование в качестве источника энергии для мышечного сокращения. При подобных нагрузках сразу повышается выделение глюкагона.

Для интерпретации постнагрузочных изменений биохимических параметров необходимо также знать:

- когда будут регистрироваться максимальные значения анализируемых параметров в зависимости от характера, мощности и продолжительности выполненной работы;
- подчиняются ли постнагрузочные изменения каждого биохимического показателя крови правилу исходного уровня: чем выше исходные значения, тем ниже их прирост;

- как относиться к колебаниям биохимических показателей в диапазоне нормальных величин (которые могут быть очень велики), если мы не имеем, во-первых, средних значений искомого параметра, рассчитанных на основании «чистых» по всем характеристикам выборок, и, во-вторых, его средних индивидуальных значений, полученных на основании многократных измерений.

Как известно, пик повышения уровня кортизола после серьезной тренировки приходится на следующий день, а показатель тестостерона начинает снижаться не на следующий день после нагрузки, а через сутки. Пролактин (гормон стресса) повышается, судя по всему [13], сразу после нагрузки, а вот сколько он удерживается и имеется ли следующий пик в отставленном постнагрузочном периоде – неизвестно. Причем сроки, взятые из разных руководств, на наш взгляд, тоже очень проблематичны, поскольку нередко не указана продолжительность нагрузки. И вряд ли реакция на 3-минутное лабораторное тестирование даже на уровне мощности истощения (то есть, субмаксимальной мощности) будет больше, чем на 1,5-часовую велосипедную гонку в горной местности смешанного аэробно-анаэробного характера.

Вот почему, если речь идет о текущем контроле, то здесь, на наш взгляд, более обоснованным его вариантом применительно ко многим показателям биохимического состава крови является их еженедельная регистрация после дня отдыха, что позволяет установить истинное постнагрузочное недовосстановление, избежать ошибок в интерпретации и дать возможность тренеру внести соответствующие коррективы в построение следующего недельного микроцикла.

Даже уровень мочевины в крови, который принято анализировать на следующее утро после нагрузок [14], мы склонны регистрировать после дня отдыха, хотя бы потому, что три типа его постнагрузочных изменений могут быть установлены только при скрупулезном анализе каждой тренировочной нагрузки (при современной организации тренировочного процесса и сочетании в одном занятии нагрузок самой различной направленности это практически невозможно). Причем, следует иметь в виду, что при дефиците углеводов постнагрузочный уровень мочевины в крови может быть выше соответствующего объема и интенсивности выполненной работы.

Особенно большие трудности возникают, когда речь идет об обследовании женщин-спортсменок. Виггос [15] отмечает, что для получения в подобных наблюдениях достаточно надежных результатов дополнительно должны учитываться возраст, регулярность менструального цикла, его возможные нарушения, беременность, применение противозачаточных средств и даже настроение и др.

Что касается регистрации биохимических показателей непосредственно после нагрузки (в частности, в первые минуты), то здесь необходимо иметь в виду целый ряд факторов, которые могут отразиться на полученных результатах. Они могут быть сгруппированы следующим образом:

- возможные изменения объема плазмы;
- разная степень повышения проницаемости мембран миоцитов скелетных мышц;
- разная скорость выхода в сосудистое русло;
- разные скорость и пути элиминации;
- перераспределительные реакции;
- специфические и неспецифические изменения (белки острой фазы) и т.п.

Остановимся на некоторых из них.

Итак, первое. Возможные изменения объема плазмы, вызванные физическими нагрузками. Охлаждение, психологический стресс, питание, гидратация, а также длительные и интенсивные упражнения могут заметно изменить гемоконцентрацию во время физических нагрузок, в связи с чем сравнение данных, полученных в различных исследованиях, пока остается невыполнимым. Для того, чтобы в будущем это стало реальным, необходим обязательный учет фактора гемоконцентрации, поскольку существенные биохимические изменения крови после коррекции с учетом изменений объема плазмы, вызванных физическими нагрузками, могут оказаться совсем незначительными [7]. Особенно изменения объема плазмы могут сказаться на результатах биохимического контроля, когда речь идет о длительных нагрузках, причем с неизвестной установкой каждого спортсмена на возмещение дефицита жидкости в организме. Возможны, как известно, два варианта – либо тенденция к гипергидратации, либо – к гипогидратации.

Перераспределительные реакции. Здесь очень уместно вспомнить «феномен исчезающих антител» [16], который в последующем оказался ничем иным, как отражением сорбции значительного количества иммуноглобулинов на форменных элементах крови.

На наш взгляд, биохимические параметры целесообразно регистрировать непосредственно после нагрузок только когда речь идет об испытаниях с установкой на максимум, т.е. «до отказа», но непродолжительных по времени.

Отдельно следует остановиться на оценке постнагрузочного содержания лактата в крови.

Как уже было отмечено в работе [17], если уровень накопления лактата в крови используется в пробе со ступенчато возрастающей нагрузкой для определения

порога анаэробного обмена (ПАНО), то здесь необходимо обязательно учитывать его исходные значения, без которых результаты не всегда надежны, поскольку в состоянии исходного напряжения уровень лактата в крови может быть повышенным и даже приближаться к такому на уровне ПАНО (цит. по [4]).

Для того, чтобы интерпретировать показатель накопления лактата в крови после нагрузок смешанной (аэробно-анаэробной) или преимущественно анаэробной гликолитической направленности, необходимо, чтобы все обследуемые выполнили абсолютно равную (а не разную, что очень важно) по продолжительности и интенсивности нагрузку. При этом следует иметь в виду, что максимальный уровень накопления лактата в крови может регистрироваться либо сразу после нагрузки, либо на 3 (чаще всего), 7 или 10 минуте восстановления (то есть, для надежности необходимо в пострегуловочном периоде измерять содержание лактата в крови сразу после нагрузки, а также на 3, 7 и 10 минутах восстановления) [1].

Следует также иметь в виду, что при невозмещенном дефиците углеводов, а также в состоянии нефункционального перенапряжения и при синдроме перетренированности, уровень накопления лактата в крови на максимальных уровнях нагрузки может оказаться сниженным (как, кстати, и уровень кортизола в крови) [7, 18].

Когда анализируется скорость устранения лактатного излишка после тренировочного занятия или тестирующей процедуры, в обязательном порядке должно учитываться наличие (или отсутствие) адекватной заминки. Как известно [19, 20], восстановительные процессы после нагрузок анаэробного характера, приводящих к значительному накоплению лактата, протекают значительно быстрее при выполнении в качестве заминки достаточно интенсивной физической работы, что связано с интенсификацией кровотока через работающие мышцы.

А теперь о возможностях биохимического контроля в системе диагностики нефункционального перенапряжения и синдрома перетренированности в видах спорта на выносливость.

Согласно [7], в идеале, для того, чтобы обеспечить точный диагноз нефункционального перенапряжения и синдрома перетренированности (причем, на наш взгляд, следует говорить именно о нефункциональном перенапряжении, поскольку диагноз «перетренированность» может быть поставлен только ретроспективно), должен быть проанализирован каждый метаболит, который физиологически может быть связан с этими состояниями. Однако на практике это невозможно, так как требует проведения целого комплекса исследований: в состоянии покоя с целью сравнения с нормальным физиологическим диапазоном каждого метаболита; после выполнения упражнений для того, чтобы оценить ответные реакции спортсмена на стимулы нормальной тренировки; спустя 24, 48, и 72 часа после тренировки для того, чтобы проанализировать возможности восстановления и адаптации к тренировочным нагрузкам и т.п.

По данным [21], для состояния перетренированности характерны низкий уровень глутамина, низкое содержание иммуноглобулина А в слюне, снижение клеточной иммунореактивности, изменение чувствительности серотонинрецепторов, изменение функции комплекса гипоталамус-гипофиз, снижение функции щитовидной железы и др. Универсальный же биохимический маркер, позволяющий установить границу между обратимой тренировочной усталостью и перетренированностью, на сегодняшний день пока отсутствует.

Причем, по данным [22], в состоянии перетренированности пострегуловочные сдвиги энзимов и метаболитов крови (креатинкиназа, мочевины, мочевиная кислота, аммоний, лактат) недостаточно специфичны и иногда оказываются разными по знаку по сравнению с исходным состоянием.

Реакция катехоламинов в ответ на нагрузку у большинства спортсменов снижается по сравнению с исходной, а их базальный уровень повышен. Нередко снижается базальный кортизол крови. В ответ на физическую нагрузку снижается выброс адренкортикотропного гормона, соматотропного гормона и кортизола. Гормональные сдвиги не систематичны и не всегда однозначны по знаку.

Анализ всех специфических венозных параметров крови, подчеркивается в работе [7], остается дорогостоящим, поскольку многие требуют нерядовых аналитических методов. Следовательно, необходимы другие подходы, позволяющие обеспечить полный контроль за функциональным состоянием организма спортсменов. Пока же результаты мониторинга длительных повторных обследований метаболических ответных реакций на физические нагрузки позволяют только выделять хороший и слабый уровни адаптации.

Все вышесказанное позволяет нам сделать следующие выводы.

1) Биохимический контроль в спорте не может и не должен подменять основные сегменты врачебно-педагогического контроля, включая: а) ежедневное ведение спортсменами дневников с использованием рекомендуемых в этом плане анкет для выявления нефункционального перенапряжения; б) учет тренировочных нагрузок и их индивидуальной переносимости с позиции тренера и врача команды; в) ежедневный контроль функционального состояния физиологических систем организма, прежде всего определяющих и лимитирующих уровень спортивных достижений в избранном виде спорта и т.п.

2) Проводя биохимический контроль, прежде всего необходимо четко представлять себе – какую цель мы ставим при этом, какие показатели должны быть избраны для регистрации и какие рекомендации могут быть даны впоследствии на основании полученных результатов.

3) К выбору параметров следует подходить очень взвешенно, учитывая, как минимум, два положения:

- несмотря на принадлежность к одной группе, содержательная часть параметра может несколько отличаться;

- из группы, как правило, следует выбирать два-три параметра, что бывает необходимо для определения либо механизмов, лежащих в основе определенных изменений, либо степени выраженности реакции.

4) Непосредственно после нагрузок избранные биохимические параметры целесообразно регистрировать, вероятно, только тогда, когда речь идет о кратковременных полевых или лабораторных испытаниях. Когда речь идет о суммарной «нагрузочности» тренировочного дня, эти параметры, на наш взгляд, лучше регистрировать либо на следующий день утром (то есть, в отставленном восстановительном периоде), либо после дня отдыха. Применительно к работе тренера оптимальным, скорее всего, является второй вариант, поскольку ни один тренер не сможет и не захочет постоянно изменять план тренировок (естественно, если речь не идет о значимых нарушениях, например, при ЭКГ-исследовании или при запредельных цифрах креатинфосфокиназы). Регистрация же после дня отдыха позволяет ему определиться с последующим недельным микроциклом.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки

Funding: the study had no sponsorship

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Список литературы

1. Волков Н.И. Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности: Автореф. канд. дисс. Москва, 1969. 37 с.
2. Волков Н.И. Тесты и критерии для оценки выносливости спортсмена: Уч. пособие для слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФКа. М., 1989. 44 с.
3. Удалов Ю.Ф. Биохимические основы и особенности спортивной тренировки. М., 1989. 32 с.
4. Шкеля В.В. Надежность и информативность показателей аэробной и анаэробной работоспособности спортсменов (на примере бега и велосипедных шоссейных гонок): Автореф. канд. дисс. Краснодар, 1989. 19 с.
5. Карпушева В.А. Роль кислотно-щелочного равновесия в оценке функционального состояния и физической работоспособности у спортсменов: Сборник научных трудов сотрудников Московского городского врачебно-физкультурного диспансера №1. М., 1994. С. 19-30.
6. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. 503 с.
7. Petibois C., Cazorla G., Poortmans J.R., Déléris G. Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: a review // Sports Med. 2002. Vol.32, №13. P. 867-878.
8. Воевода М.И. Ранние маркеры некроза миокарда в диагностике острого коронарного синдрома. Национальные рекомендации. Москва, 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rnmot.ru/public/files/library/4/Voevoda_M.I._Rannie_markery_nekroza_miokarda_v_

diagnostike_ostrogo_koronarnogo_sindroma_nacionalnye_rekomendacii_.pdf

9. Liesen H., Dufaux B., Hollman W. Modification of serum glycoproteins the days following a prolonged physical exercise and the influence of physical training // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1977. №37. P. 243-247.

10. Smith D.J., Roberts D. Effects of high volume and/or intense exercise on selected blood chemistry parameters // Clin Biochem. 1994. №27. P. 435-440.

11. Roberts D., Smith D.J. Iron parameters with training at sea level and moderate altitude in elite male swimmers [abstract] // The Child in Sport and Physical Activity: Joint CASS/SCAPPS conference. Saskatoon, 25 June 1992. Saskatoon, 1992. P. 56.

12. Казак К. Физиология мышечной деятельности. Учебник. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://karinakazak.narod.ru/physiol/base_content/gvs/gvs_3_3.html

13. Meeusen R., Nederhof E., Buysse L., Roelands B., de Schutter G., Piacentini M.F. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol // Br J Sports Med. 2010. №44. P. 642-648.

14. Вознесенский Л.С., Залесский М.З., Аржанова Г.Д., Тышкевич В.В. Контроль по мочеvine крови в циклических видах спорта // Теория и практика физической культуры. 1979. №10. С. 21-23.

15. Winter E.M., Jones A.M., Davison R.C.R., Bromley P.D., Mercer T.H. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. Volume II: Exercise and clinical testing. Chapter 24 (Melonie Burrows). Testing the female athlete. Oxon: Routledge, UK, 2007. P. 237-248.

16. Суздальницкий Р.С., Левандо В.А. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека // Теория и практика физической культуры. 1998. №10. С. 43-46.

17. Макарова Г.А., Локтев С.А. Методологические принципы анализа и оценки физиологических и клинико-лабораторных параметров у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2016. №2(134). С. 4-12.

18. Brukner P., Khan K. Clinical Sports Medicine. Chapter 52 (With Karen Holzer). The Tired Athlete. McGraw-Hill Professional. 3 edition, 2008. P. 875-887.

19. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. Киев: Здоров'я, 1988. 216 с.

20. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература, 1997. 583 с.

21. Tharp G.D., Barnes M.W. Reduciton in saliva immunoglobulin levels by swim training // Eur. J. Appl. Physiol. 1990. Vol.60. P. 61-64.

22. Urhausen A., Kindermann W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? // Sports Med. 2002. Vol.32, №2. P. 95-102.

References

1. Volkov NI. Energeticheskiy obmen i rabotosposobnost cheloveka v usloviyakh napryazhennoy myshechnoy deyatel'nosti: Avtoref. kand. diss. Moscow, 1969. 37 p. (in Russian).
2. Volkov NI. Testy i kriterii dlya otsenki vynoslivosti sportsmena: Uch. posobie dlya slushateley Vyshey shkoly trenerov GCOLIFKa. Moscow, 1989. 44 p. (in Russian).
3. Udalov YuF. Biohimicheskie osnovy i osobennosti sportivnoy trenirovki. Moscow, 1989. 32 p. (in Russian).
4. Shkelya VV. Nadezhnost i informativnost pokazateley aerobnoy i anaerobnoy rabotosposobnosti sportsmenov (na

primere bega i velosipednyh shosseynykh gonok): Avtoref. kand. diss. Krasnodar, 1989. 19 p. (in Russian).

5. **Karpusheva VA.** Rol kislotno-shhelochnogo ravnovesiya v ocenke funkcionalnogo sostoyaniya i fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov: Sbornik nauchnyh trudov sotrudnikov Moskovskogo gorodskogo vrachebno-fizkulturnogo dispansera №1. Moscow, 1994. P. 19-30. (in Russian).

6. **Volkov NI, Nesen EN, Osipenko AA, Korsun SN.** Biohimiya myshechnoy deyatel'nosti. Kiev, Olimpiyskaya literatura, 2000. 503 p. (in Russian).

7. **Petibois C, Cazorla G, Poortmans JR, Délérís G.** Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: a review. Sports Med. 2002;32(13):867-878.

8. **Voevoda MI.** Rannie markery nekroza miokarda v diagnostike ostrogo koronarnogo sindroma. Natsionalnye rekomendatsii. Moscow, 2014. Available at: http://www.rnmot.ru/public/files/library/4/Voevoda_M.I._Rannie_markery_nekroza_miokarda_v_diagnostike_ostrogo_koronarnogo_sindroma_nacionalnye_rekomendacii_.pdf (in Russian).

9. **Liesen H, Dufaux B, Hollman W.** Modification of serum glycoproteins the days following a prolonged physical exercise and the influence of physical training. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1977;(37):243-247.

10. **Smith DJ, Roberts D.** Effects of high volume and/or intense exercise on selected blood chemistry parameters. Clin Biochem. 1994;(27):435-440.

11. **Roberts D, Smith DJ.** Iron parameters with training at sea level and moderate altitude in elite male swimmers [abstract] (The Child in Sport and Physical Activity: Joint CASS/SCAPPS conference), Saskatoon, 1992. P. 56.

12. **Kazak K.** Fiziologiya myshechnoy deyatel'nosti. Uchebnik. Available at: [a: http://karina-kazak.narod.ru/physiol/base_content/gvs/gvs_3_3.html](http://karina-kazak.narod.ru/physiol/base_content/gvs/gvs_3_3.html) (in Russian).

13. **Meeusen R, Nederhof E, Buysse L, Roelands B, de Schutter G, Piacentini MF.** Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. Br J Sports Med. 2010;(44):642-648.

14. **Voznesenskiy LS, Zalesskiy MZ, Arzhanova GD, Tyshkevich VV.** Kontrol po mochevine krovi v teicheskikh vidah sporta. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury (Theory and Practice of Physical Culture). 1979;(10):21-23. (in Russian).

15. **Winter EM, Jones AM, Davison RCR, Bromley PD, Mercer TH, editors.** Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: the British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. Volume II: Exercise and clinical testing. Chapter 24 (Melonie Burrows). Testing the female athlete. Oxon: Routledge, UK, 2007. P. 237-248.

16. **Suzdalnitskiy RS, Levando VA.** Immunologicheskie aspekty sportivnoy deyatel'nosti cheloveka. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury (Theory and Practice of Physical Culture). 1998;(10):43-46. (in Russian).

17. **Makarova GA, Loktev SA.** Metodologicheskie principy analiza i ochenki fiziologicheskikh i kliniko-laboratornykh parametrov u sportsmenov. Lechebnaya fizkultura i sportivnaya meditsina (Exercise Therapy and Sports Medicine). 2016;2(134):4-12. (in Russian).

18. **Brukner P, Khan K.** Clinical Sports Medicine. Chapter 52 (With Karen Holzer). The Tired Athlete. McGraw-Hill Professional. 3 edition, 2008. P. 875-887.

19. **Platonov VN.** Adaptatsiya v sporte. Kiev, Zdoro'ya, 1988. 216 p. (in Russian).

20. **Platonov VN.** Obshchaya teoriya podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Kiev, Olimpiyskaya literatura, 1997. 583 p. (in Russian).

21. **Tharp GD, Barnes MW.** Reduciton in saliva immunoglobulin levels by swim training. Eur. J. Appl. Physiol. 1990;60:61-64.

22. **Urhausen A, Kindermann W.** Diagnosis of overtraining: what tools do we have? Sports Med. 2002;32(2):95-102.

Ответственный за переписку:

Макарова Галина Александровна – главный специалист НИИ проблем физической культуры и спорта, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» Минспорта России, профессор, д.м.н.
Адрес: 350015, Россия, г. Краснодар, ул. Буденного, д. 161
Тел. (раб): +7 (861) 268-86-14
Тел. (моб): +7 (918) 374-24-15
E-mail: makarovaga@yandex.ru

Responsible for correspondence:

Galina Makarova – M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Senior Specialist of the Research Institute of Physical Culture and Sports of the Kuban State University of Physical Education, Sports and Tourism
Address: 161, Budyonnogo St., Krasnodar, Russia
Phone: +7 (861) 268-86-14
Mobile: +7 (918) 374-24-15
E-mail: makarovaga@yandex.ru

Дата направления статьи в редакцию: 15.10.2016

Received: 15 October 2016

Статья принята к печати: 23.01.2017

Accepted: 23 January 2017