Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр спорта»

Шкуматов Л. М., Шантарович В. В., Мороз Е. А.

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ТЕКУЩЕГО БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Практическое пособие

Минск
РНПЦ спорта
2017

УДК 796.034.6(076)+796.01:577+796.015
ББК 75.0я73
С 83

Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 6 от 24 ноября 2017 года.

Авторы:
Л. М. Шкуматов, канд. биол. наук;
В. В. Шантарович, заслуженный тренер Республики Беларусь;
Е. А. Мороз

Рецензенты:
С. Е. Жуков, кандидат педагогических наук, доцент;
К. Я. Буланова, кандидат биологических наук, доцент

Шкуматов, Л. М.

С 83 Стратегия и тактика текущего биохимического контроля тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта: практ. пособие / Л. М. Шкуматов [и др.]. – Минск: РНПЦ спорта, 2017. – 36 с.

ISBN 978-985-7054-46-6

Пособие посвящено проблемам биохимического контроля тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта при проведении учебно-тренировочных сборов, взаимодействия тренера и научного работника, осуществляющего биохимическое сопровождение, на примере национальной команды по гребле на байдарках и каноэ. Большое внимание уделено научным основам объективизации тренировочного процесса. Это касается подбора биохимических тестов, обоснования их валидности, временной схемы определения клинико-лабораторных показателей, соотнесенной со структурой недельного цикла подготовки. Выделены наиболее важные биохимические показатели, позволяющие оценить переносимость тренировочных нагрузок.

Издание предназначено для тренеров и научных работников, участвующих в тренировочном процессе спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта, врачей спортивной медицины, преподавателей и студентов профильных учреждений образования.

УДК 796.034.6(076)+796.01:577+796.015
ББК 75.0я73

ISBN 978-985-7054-46-6

Ó Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2017
© Оформление. ГУ «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2017

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро осознается недостаток теорий и концепций для подготовки спортивной элиты. Как следствие, в спортивной науке возникают теоретические конструкции, претендующие на роль заменителей допинга и других, опасных для физического и нравственного здоровья спортсменов, технологий при подготовке атлетов высокого класса [1].

Помимо многообещающих, но еще довольно экзотичных работ по генетике [2], основные надежды связаны с другими научными дисциплинами – физиологией, биохимией, биомеханикой и т.п. Однако однозначного мнения по этим проблемам нет. Рассуждая на тему взаимодействия науки и спорта, профессор Т.М. Абсалямов [3] на вопрос специалистам: «А каков практический вклад науки в достижение высших спортивных результатов?» отвечал, что можно получить целый ряд противоречивых, порой взаимоисключающих точек зрения. Первую из них можно выразить следующим образом: «В настоящее время влияние науки на спорт так велико, что борьба, происходящая на беговых и водных дорожках, на рингах и игровых площадках, − это только небольшая, видимая над поверхностью воды, верхушка айсберга. Главное же скрыто от глаз зрителя, основная борьба происходит в тиши лабораторий, вычислительных центров и конструкторских бюро, откуда приходят математически рассчитанные программы тренировок и рационы питания, препараты, ускоряющие восстановление и повышающие работоспособность, новый спортивный инвентарь и тренажерные устройства. Пройдет еще несколько десятилетий − и спортсмен превратится в некое подобие баллистической ракеты, высота, дальность и направление полета которой полностью определяются программой, заложенной в нее конструкторами».

Есть немало фактов, свидетельствующих в пользу этой точки зрения, однако существует и другая, прямо противоположная ей. Ее можно было бы сформулировать так: «Научные работники действительно много и подробно исследуют спортсменов высокого класса. Однако результаты этих исследований находят отражение в статьях, диссертациях, монографиях, разработке новых теорий и ничего или почти ничего не дают спортсмену и тренеру». Нельзя не отметить, что защитники этой точки зрения также могут привести немало примеров, свидетельствующих в ее пользу.

При наличии столь диаметрально противоположных мнений истина, как правило, находится где-то посередине. С одной стороны, тезис о «засилье» науки в спорте опровергается примерами целого ряда спортсменов (здесь можно сослаться на некоторых американских пловцов), пришедших в элиту мирового спорта прямо из клубов, в которых не только не ведется никакой научной работы, но нет даже врача или медсестры. В то же время многие ведущие тренеры и спортсмены испытали бы серьезные

затруднения, если бы вдруг лишились помощи со стороны медиков и биологов, остались без видеозаписи, восстановительных комплексов, других средств и методов, в настоящее время прочно вошедших в практику тренировки.

По нашему мнению, такой жесткой альтернативы нет. Еще со времен противостояния СССР и США исторически сложились две основные системы взаимоотношений в спортивной среде. В одной (условно назовем капиталистической) основным инвестором является частник, деньги вкладываются в элитного спортсмена, который нанимает тренера и обслуживающий персонал. В условно социалистической системе – основной инвестор – государство и денежными потоками, особенно при бригадной системе подготовки, управляет главный тренер. Часто помимо роли продюсера тренер выполняет роль режиссера. Обе системы имеют ряд достоинств и недостатков. Однако важно то, что роль тренера чрезвычайно важна, а порой и определяющая в их обеих. Это значит, что профессии тренера в обозримом будущем ничто не грозит исчезновением. Тренер не может быть заменен кем-либо в подготовке спортсменов высокой квалификации. Это обусловлено, по крайней мере, тремя обстоятельствами.

Во-первых, в циклических видах, например в гребле на байдарках у мужчин, на дистанции 500 м при результате в 100 с (1′40″) участников заезда могут разделять десятые и даже сотые доли секунды. То есть определение времени прохождения дистанции осуществляется с точностью около 0,01 %. В то же время основные антропометрические показатели спортсмена – длина и масса тела определяются в лучшем случае с точностью 0,25–0,5 %, или в 25–50 раз с меньшей точностью. Физиологические и биохимические показатели определяются с ошибкой в 2,5–10 % (в 250–500 раз). То есть величину (в данном случае время прохождения дистанции), измеренную с большей точностью, не может предопределять величина, измеренная с меньшей точностью.

Во-вторых, во многих видах опытный тренер может предсказать результат воспитанника с точностью до 0,1 с. Однако даже такая исключительная точность прогноза не гарантирует спортсмену места на пьедестале, поскольку борьба ведется не только со временем, но и с соперниками.

В-третьих, количество факторов, участвующих в формировании спортивного результата, столь велико, что практически исключает возможность их полного учета, уже не говоря о количестве различных комбинаций этих факторов.

Вышеприведенные соображения делают работу тренера более близкой к искусству, чем к науке. Тем не менее примеров плодотворного сотрудничества спорта и науки (тренеров и ученых) великое множество, и оно будет продолжаться и в дальнейшем. А для достижения успешного сотрудничества необходимо четко очертить и разграничить круг взаимных претензий и возможностей.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ СПОРТА И НАУКИ (ТРЕНЕРА И СОТРУДНИКА)

Википедия **дает** для стратегии и тактики следующие определения. **Стратегия** (древнегреч. Στρατηγία – «искусство полководца») – наука о войне, в частности наука полководца, общий, недетализированный план военной деятельности, охватывающий длительный период времени, способ достижения сложной цели. **Тактика** (древнегреч. τακτικός «относящийся к построению войск», от τάξις «строй и расположение») – составная часть военного искусства, включающая теорию и практику подготовки и ведения боя соединениями, частями (кораблями), подразделениями различных видов вооруженных сил, родов войск (сил) и специальных войск на суше, в воздухе (космосе), на море и информационном пространстве; военно-теоретическая дисциплина, позднее − вообще какой-либо вид деятельности человека.

Современная расширительная трактовка традиционно военного термина «стратегия» – организация человеческих взаимодействий, максимально учитывающая возможности, перспективы, средства деятельности субъектов, проблемы, трудности, конфликты, которые препятствуют осуществлению взаимодействий. Тогда тактика – составная часть любой целенаправленной деятельности, включающая теорию и практику подготовки и действий. Понятия «стратегия» и «тактика», тесно взаимосвязанные между собой, часто путают. Если говорить вкратце, то тактика − это более детализированная и целенаправленная часть стратегии. Они имеют примерно такие же отношения между собой, как цель и задачи.

В состав комплексных научных групп обычно входят специалисты медико-биологического профиля. Это врачи разных специальностей, морфологи, физиологи, биохимики, психологи и др. Функции врачей в сопровождении спортсменов национальных команд вполне ясны: это профилактика и лечение заболеваний и травм, фармакологическая и диетическая поддержка тренировочного процесса. Задачи ученых-биологов при этом не столь очевидны. В значительной мере это связано с отсутствием однозначных дефиниций самой науки и ее функций в обществе в целом и в различных областях общественной деятельности.

По определению канадского философа и логика Уильяма Хэтчера, европейская наука (или просто наука, поскольку сегодня она стала всемирной) − это способ познания реального мира, включающего как ощущаемую органами чувств человека реальность, так и реальность невидимую, способ познания, основанный на построении проверяемых моделей этой реальности. Отсюда следует, что главным отличием того,

что мы называем наукой, от предшествующих близких к ней проявлений человеческого духа, от умозрительного (философского, рационального) постижения мира или от духовного (религиозного) проникновения в суть вещей и явлений служит научный метод. **Научный метод** – система категорий, ценностей, регулятивных принципов, методов обоснования, образцов и т.д., которыми руководствуется в своей деятельности научное сообщество. Метод включает способы исследования феноменов, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний. Умозаключения и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждения на основе эмпирических (наблюдаемых и измеряемых) данных. Базой получения данных являются наблюдения и эксперименты. Для объяснения наблюдаемых фактов выдвигаются гипотезы и строятся теории, на основании которых в свою очередь строится модель изучаемого объекта. Важной стороной научного метода, его неотъемлемой частью для любой науки является требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов. Не должны приниматься на веру какие-либо утверждения, даже если они исходят от авторитетных ученых. Для обеспечения независимой проверки проводится документирование наблюдений, обеспечивается доступность для других ученых всех исходных данных, методик и результатов исследований. Это позволяет не только дополнительно подтвердить путем воспроизведения экспериментов, но и критически оценить степень адекватности (валидности) экспериментов и результатов.

Отметим важное отличие в работе тренеров и ученых. Прикладная спортивная наука не имеет собственных стратегических устремлений. Вся работа подчинена одной цели – победе подопечных в ходе соревнований. Очевидно, что такая цель стоит перед тренером как в отсутствии, так и при наличии научной поддержки. Следовательно, это стратегическая цель, и она задана изначально, никакой другой стратегии для науки в спорте не предполагается. Другое отличие относится к тактике. В игровых видах спорта финты и тактические уловки (обман по существу) − весьма распространенное явление. Причем этот обман не только не осуждается, но даже приветствуется. Более того, тактические уловки встречаются не только в игровых, но практически во всех видах спорта. Иногда они приобретают черты весьма ущербного в этическом плане поведения. Однако этот аспект спортивной действительности выходит за рамки тематики настоящей работы.

В то же время обман в науке – нонсенс. Конечно, ошибки бывают и довольно часто и длятся иногда десятилетиями и даже столетиями, но все же в процессе развития науки они изживаются. В научной среде бывает и откровенный обман, но, собственно, к науке это не имеет никакого отношения.

Один из основополагающих принципов существования современной цивилизации гласит: бремя доказательств лежит на утверждающем, а не на отрицающем. Из него следует принцип презумпции невиновности в юриспруденции и принцип презумпции неочевидности в науке. Это значит, что любая гипотеза может быть отвергнута априори, если выдвинута без достаточных оснований. При этом доказательства – прерогатива и обязанность ее автора.

1.1. Социальные функции науки

Наука в современном обществе выполняет большое количество функций, которые можно свести к трем: эвристической, прогностической и педагогической. Эвристическая (изыскательская) функция реализуется в спорте через технику и производство – новые материалы и технологии для снарядов, снаряжения и экипировки. Новые препараты фармподдержки, новые технологии для тренировочного и восстановительного процессов.

1.2. Проблемы оценки перспективности спортсменов

Прогностическая функция науки, несмотря на ее вероятностный характер, имеет колоссальное значение во всех областях человеческой деятельности, в том числе спортивной.

Диагностика (прогнозирование) спортивной деятельности охватывает все этапы подготовки. Одна из ее составляющих − прогнозирование успешности (перспективности) − чрезвычайно сложный и наименее разработанный раздел спортивной науки. Несмотря на большие ожидания, особых позитивных результатов спортивная генетика в подбор элитных спортсменов пока не привнесла, а возможно, и не привнесет. Дело в том, что разговоры начала двухтысячных годов о генетическом допинге и его скором введении в практику основывались на примитивном представлении о генетических технологиях как о каких-то инъекциях. На самом деле генетические технологии могут быть применены на уровне половых клеток. Однако и это крайне сомнительно, и не только в силу этических, но и чисто биологических проблем. В этой связи в настоящее время особое внимание уделяется прогнозированию и моделированию различных аспектов спортивной деятельности.

В научном прогнозе существует два основных метода – экспертных оценок и математической экстраполяции. Первый основан на кругозоре, личном опыте, профессиональных знаниях и в значительной мере на интуиции экспертов, второй − на установлении математических зависимостей развития процессов и тенденций, в нашем случае − в современном спорте.

Как уже неоднократно отмечалось, спортивный результат зависит от многих факторов, в том числе тактико-технической, функциональной, морально-волевой готовности, материально-технической базы, погоды и т.д. Поэтому строгое предсказание результата практически невозможно. В противном случае не было бы букмекерства. В этой связи для оценки разных аспектов спортивной деятельности применяется моделирование. Определение моделирования примерно таково – это…«формирование логическими средствами определенного абстрактного образа состояния спортсмена, структуры тренировочного и соревновательного процесса, обеспечивающего достижение прогнозируемых состояний и результатов» [4].

В моделировании успешности соревновательной деятельности основной подход заключается в сравнении показателей обследуемых индивидуумов с характеристиками соответствующей когорты сравнения [5]. Наиболее правильным было бы в качестве эталона использовать действующих рекордсменов, чемпионов и призеров крупнейших соревнований. Однако из множества параметров, используемых в построении моделей успешных в спортивном отношении индивидуумов доступны, пожалуй, анкетные (пол, возраст, стаж занятий) и основные антропометрические данные (рост, вес). Все остальные являются интеллектуальной собственностью исследователей, и если появляются в печати, то в виде обезличенных статистикой цифр. Данных по параметрам основных систем организма, обеспечивающих спортивную деятельность (кардиореспираторной, нейромышечной, интеграционной, защитной и пр.), доступные источники не представляют. Создание собственной обширной базы данных даже по одному виду спорта потребует годы, если не десятилетия, при условии целенаправленной и непосредственной работы исследователя именно в этом виде спорта [4, 6].

2. ВОПРОСЫ БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Подготовка высококлассного спортсмена циклических видов, гребцов в том числе, занимает около 10 лет. И на этом длинном пути существенно изменяются критерии перспективности, включая критерии отбора. То есть тренер, отобрав ребенка в группу, пытается рассмотреть в нем будущего чемпиона. В первую очередь внимание обращается на основные качества организма и характера. При этом интуитивно прогнозируются дальнейшие возрастные изменения, развитие в результате тренировки свойств ведущих функциональных систем и организма в целом. Тренер национальной команды, приглашая новичка, руководствуется спортивным принципом – результатами отборочных соревнований. При этом они оба интуитивно делают долгосрочный прогноз спортивной перспективности. Наиболее распространенными критериями диагностики спортивной перспективности являются собственно уровни результатов в определенном возрасте, темпы их роста, способность набирать, сохранять и восстанавливать форму. Менее значимы в этом отношении антропометрические, силовые и эргометрические характеристики, интеллектуальные, волевые и другие качества организма и личности.

Оценка перспективности может существенно изменяться при перспективном и ретроспективном анализе. При ретроспективном рассмотрении достижений известных легкоатлетов Я. Корольчик, А. Михневича или Ю. Нестеренко складывается парадоксальная ситуация. Действительно, завоевание золотой олимпийской медали – неоспоримый успех, например, Я. Корольчик в 2000 году. Это можно сказать и о чемпионе мира 2003 года А. Михневиче. Их результаты дают основание утверждать, что до главных стартов Я. Корольчик и А. Михневич были перспективными спортсменами, другое дело, считали ли их таковыми? Еще более показательный в этом плане пример Ю. Нестеренко – будучи, безусловно, перспективной спортсменкой (поскольку завоевала золото Афин), по-видимому, таковой не считалась, так как эта медаль не планировалась. Относительный характер определения спортивной перспективности перечисленных выше спортсменов становится более явным при сравнении их победных результатов с мировыми рекордами.

Диагностика спортивной перспективности носит вероятностный характер. Основная трудность заключается в необходимости совместного анализа динамики достижений в спортивной дисциплине и результатов конкретного спортсмена. Более достоверный прогноз возможен в видах, где результаты выражаются в абсолютных значениях (единицах времени, расстояния, массы, процентах попаданий) и фиксируются мировые или

региональные рекорды и достижения. Существенные возмущения в точность оценок вносят революционные изменения инвентаря (планирующие и пикирующие копья, поролоновые маты, эластичные шесты, конструкции лыж, коньков, саней, бобов, лодок и весел, спортивного оружия и т.п.), техники движений (перекидной, фосбери-флоп), методик тренировок, средств восстановления и т.п. [7].

Можно согласиться со С. Сейлером, который утверждал, что в лыжных гонках не существует «образцового» телосложения. Он писал, что в таких видах, как плавание, стайерский бег, гребля, элита часто выглядит, как клоны. Напротив, чемпионы мира по лыжным гонкам различаются по росту от 1,68 до 2,0 м. Как таковые лучшие лыжники-гонщики тяжелее, чем бегуны-стайеры, но легче, чем гребцы. В приведенной цитате, по нашему мнению, следует уточнить, что речь идет о гребцах академической гребли. В гребле на байдарках и каноэ положение вещей, пожалуй, такое же, как в лыжных гонках. Олимпийскими чемпионами становились почти двухметровые гиганты К. Холман или В. Парфеновичи, а так же М. Доктор, И. Пацайкин, Н. Журавский – люди среднего роста.

Биохимическое исследование предполагает выявление характеристик спортсмена, определяющих в той или иной мере конечный результат. Во-первых, это актуальный уровень готовности. Во вторых, переносимость тренировочных нагрузок и динамика восстановления разных систем, обеспечивающих локомоции. В-третьих, адаптационная пластичность. В-четвертых, наличие и уровень доступности морфофункциональных резервов организма. В-пятых, уровень и динамику развития систем энергообеспечения спортивной деятельности. В-шестых, интеграционные механизмы многоклеточного организма, включая нейрогормональную и иммунную системы, и т.п.

Состязания в гребле на байдарках и каноэ на самых крупных соревнованиях современности – Олимпийских играх проводятся на дистанциях от 200 до 1000 м. Как правило, на них заезды длятся от 35 с до 4 мин. Известно, что результат при передвижении на спортивной лодке зависит главным образом от двух факторов: механической стоимости движения системы лодка-гребец и средней механической мощности, развиваемой гребцом на дистанции, напрямую зависимой от метаболического потенциала атлета. В свою очередь, механическая стоимость передвижения определяется качеством инвентаря (лодки, весла) и совершенством техники гребца. В спорте высших достижений используются в основном лодки двух фирм-производителей – Plastex и Nelo, примерно равные по качеству, а весла фирмы Bracha. Можно утверждать, что техника специальных движений элитных спортсменов, за редким исключением, близка к идеальной. Эти обстоятельства в известной мере нивелируют различия

механической стоимости передвижения на лодках у спортсменов высокой квалификации с одинаковой массой тела. Поэтому тренировочный процесс направлен главным образом на развитие тех качеств организма, которые способствуют выполнению максимального объема внешней механической работы за минимальное время.

2.1. Вопросы биохимического контроля при обеспечении учебно-тренировочных сборов

Суть тренировки в циклических видах спорта, в безуключинной гребле в том числе, – адаптация организма к выполнению работы максимальной мощности в течение времени прохождения дистанции. В настоящее время основным способом достижения этой адаптации является механическое обременение (физическая нагрузка). Причем дозированная физическая нагрузка должна быть достаточной для того, чтобы вызвать максимальный сдвиг гомеостаза организма, но меньше тех воздействий, которые приводят к травмам или перетренировке. Зачастую разница между этими нагрузками практически неуловима.

В публикациях по биохимии спорта отмечается, что с помощью примерно 60 показателей, определяемых главным образом в жидких средах организма, решаются практически все задачи объективизации тренировочного и соревновательного процессов, от оценки состояния систем организма до детектирования применения допинга. Однако такие представления скорее желаемое, чем действительное. Биохимический анализ пришел в спортивную науку из медицины, где определены два качественно различных состояния человека: здоровье и болезнь. Болезнь − состояние организма, которое формируется в результате патологического процесса, характеризующееся уменьшением качества и (или) количества жизни. На разных этапах патологического процесса отмечается разное количество и выраженность диагностических признаков. Как метод биоиндикации качественного перехода здоровье–болезнь биохимические исследования способны давать прогнозные результаты. Например, выявление фенилаланина и его метаболитов в моче новорожденных позволяет диагностировать и предотвратить развитие и последствия тяжелейшего заболевания − фенилкетонурии. Или обнаружение стойкой гипергликемии утром до еды позволяет предполагать наличие диабета и т.п. Однако спортсмены высокой квалификации обычно очень здоровые или практически здоровые люди, и различия между ними носят скорее количественный, чем качественный характер. Причем качественное различие между спортсменом высокой квалификации циклических видов и олимпийским чемпионом устанавливается сразу и навсегда одним способом – выигрышем на дистанции финала олимпийского турнира. Никакие другие показатели не могут

заменить или хотя бы подменить этот критерий. Очевидно, что это относится и к биохимическим показателям. Однако биохимический мониторинг может помочь в разрешении ряда проблем в процессе подготовки спортсменов высокой квалификации.

Возможно, работая с одним спортсменом, биохимик способен решать достаточно большое число задач, связанных с объективизацией текущего состояния и адаптационных процессов, развивающихся под воздействием тренировки. Но на учебно-тренировочные сборы национальной команды по гребле на байдарках и каноэ привлекается 20, 30, а то и более человек. Считается, что для успешного разрешения любой научной задачи ее следует максимально ограничить или конкретизировать. В этой связи участие биохимика в тренировочном процессе будет эффективным лишь в том случае, если перед ним поставлен определенный и весьма ограниченный круг задач. Уже на начальном этапе сотрудничества нами был проведен мониторинг возможных задач для биохимического сопровождения спортсменов национальной команды по гребле на байдарках и каноэ. Из множества возможных задач были выбраны две. Во-первых, оценка динамики аэробных и анаэробных возможностей спортсменов в ходе подготовки к важнейшим соревнованиям сезона или четырехлетия. Во-вторых, объективизация переносимости спортсменами предлагаемых в ходе тренировочного процесса нагрузок. Первая задача решается определением концентрации лактата в крови спортсменов в ходе выполнения определенных педагогических заданий. Считается, что одинаковый спортивный результат при более низкой концентрации лактата говорит о лучших аэробных возможностях. Лучший результат при высоких значениях лактата свидетельствует о способности мобилизовать анаэробные возможности. Для решения другой задачи следовало выбрать биохимические показатели и схему отбора крови, по которым можно было бы судить о переносимости нагрузок. Среди биохимических показателей, пожалуй, только концентрация мочевины и активность креатинфосфокиназы в крови довольно строго зависят от предшествующей нагрузки, и их динамика довольно хорошо воспроизводится от микроцикла к микроциклу. То есть и концентрация мочевины, и активность КФК после нагрузки изменяются сходным с лактатом образом: вначале повышаются, затем снижаются. Только в отличие от лактата, эволюция концентрации которого в крови после нагрузки занимает примерно 1 ч, динамика мочевины и КФК у спортсменов занимает около суток. У нетренированных лиц пертурбации активности КФК в крови после физической нагрузки могут продолжаться гораздо дольше – 2 недели и более.

Точность изучения динамических процессов тем выше, чем на большем количестве точек она основывается. Однако два обстоятельства – относительно низкая производительность труда биохимика в полевых условиях и трудность совмещения многократного отбора крови и напряженной тренировочной деятельности налагают существенные ограничения на количество анализируемых проб. Это заставляет искать **возможность компромиссных решений.** К сожалению, большинство биохимических показателей, доступных измерению во время тренировок или соревнований, гомеостатированы, то есть находятся в динамическом равновесии и в поле действия механизмов, компенсирующих возмущающие эффекты физических упражнений.

2.2. Биохимические показатели, использующиеся для оценки переносимости тренировочных нагрузок на примере гребли на байдарках и каноэ

Тренировочный процесс в национальной команде по гребле на байдарках и каноэ в рамках пятидневной рабочей недели разбит на два микроцикла продолжительностью 2,5 дня (5 тренировочных занятий). Первый микроцикл – понедельник, вторник по два занятия и одно занятие в среду. Второй микроцикл – четверг и пятница по два занятия и одно занятие в субботу. Отдых перед микроциклом, начинающимся в четверг, продолжается 20–21 ч, перед другим микроциклом отдых составляет 44–45 ч. Считается, что концентрация мочевины после относительно продолжительного отдыха минимальна. После рабочего дня уровень повышается, достигает максимума к 22–24 ч и начинает снижаться. В идеале к началу следующего дня он должен достигнуть исходного уровня. Иногда это в самом деле наблюдается, однако гораздо чаще уровень остается повышенным на 30−50 %. Тогда какие же изменения этого биохимического показателя позволяют утверждать, что спортсмены переносят предлагаемые нагрузки? Это, во-первых, относительно невысокая концентрация мочевины в крови и обязательно заметно более низкий ее уровень утром в понедельник, чем утром в четверг. Во-вторых, отсутствие негативной динамики этого метаболита в течение всего учебно-тренировочного сбора. Сказанное в известной мере относится и к динамике КФК. Причем эти показатели часто дополняют друг друга.

Кроме названных показателей в практике биохимического сопровождения гребцов национальной команды по гребле на байдарках и каноэ используется определение активности аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ). Только очень объемные и интенсивные нагрузки могут медленно и незначительно повысить проницаемость

клеточных мембран в отношении белков и привести к повышению активности трансаминаз в крови. Однако некоторые лечебные медицинские препараты и разрешенные средства фармакологической поддержки способны к совместному с физической нагрузкой воздействию на эти показатели. Сказанное, по-видимому, ограничивает набор тестов для мониторинга нагрузок и восстановления определением динамики лактата, мочевины и КФК и в какой-то мере трансаминаз – АСТ и АЛТ.

Таким образом, текущий биохимический контроль в командах циклических видов спорта необходим, во-первых, для объективизации переносимости нагрузок в микроциклах учебно-тренировочных сборов и полноты восстановления после отдыха различной продолжительности. Во-вторых, для оценки динамики аэробных и анаэробных возможностей в годичной и многолетней подготовке спортсменов. Он может быть реализован путем мониторинга концентрации мочевины и активности КФК, АЛТ, АСТ.

Спортивная деятельность в циклических видах реализуется в виде стереотипных движений: шагов, гребков, педалирования и т.д. Результат в этих видах зависит от большого количества факторов, одним из главнейших среди них является энергетический. Причем все многообразие факторов, связанных с энергией, можно свести к двум основным: механической стоимости передвижения с определенной скоростью и метаболической энергии, генерируемой организмом. Согласно закону сохранения энергии с учетом всех потерь они должны быть равны между собой.

В видах спорта, в которых механическая стоимость в основном связана с преодолением инерции сегментов тела (разные виды бега), ее определение весьма затруднительно. В дисциплинах, где механические усилия направлены на преодоление гидродинамического или аэродинамического сопротивления среды (гребля, плавание, велосипед), механическая стоимость довольно легко определяется методом буксировки или на тренажерах-эргометрах – имитаторах спортивной деятельности.

Таким образом, научный метод предполагает установление причинно-следственных связей. В большом количестве видов спорта, а в циклических видах практически исключительно тренирующее воздействие формируется за счет механического обременения (физических нагрузок). Поэтому при использовании биохимических показателей для объективизации тренировочного процесса необходимо устанавливать связь между этим показателем и нагрузкой.

Наиболее распространенные причины возникновения ошибок в спортивной науке. Во-первых, формирование умозрительных теорий, в которых желаемое выдается за действительное. Во-вторых, следование принципу Post hoc, ergo propter hoc (после этого, следовательно, по причине этого). Логическая ошибка заключается в том, что временная последовательность событий принимается за причинную зависимость.

В научной литературе (особенно спортивной) до сих пор встречается такое выражение: «аэробный механизм ресинтеза АТФ в обычных условиях обеспечивает около 90 % общего количества АТФ, ресинтезируемой в организме». Такое построение предложения предполагает, что имеются еще какие-то механизмы, кроме аэробных, которые обеспечивают 10 % ресинтеза АТФ. Это глубокое заблуждение, поскольку все организмы, от одноклеточных до человека, за исключением нескольких видов бактерий, абсолютные аэробы. Это значит, что биоэнергетика многоклеточных организмов основана на сопряженных процессах окисления субстратов и фосфорилирования макроэргов, центральное место среди которых занимает АТФ. Только в особых условиях, когда требуется немедленное увеличение мощности в организме животных, человека в том числе, активируются процессы генерации энергии, которые напрямую не связаны с кислородом воздуха. Это гидролиз макроэрга креатинфосфата и анаэробный гликолиз. Однако надо понимать, что вклад данных механизмов в энергообеспечение упражнения определяет их емкость (количество АТФ, которое этот механизм способен воспроизвести). При этом в организме складывается метаболическая ситуация, известная как кислородный долг. На оплату этого долга идет гораздо больше энергии, чем было запасено и использовалось во время упражнения повышенной мощности. Оплата этого долга, как и все остальные энерготраты организма, осуществляется за счет одного источника – окислительного фосфорилирования.

Развитие фундаментальной, или классической, биохимии животных и человека основывалось на мортальных экспериментах. Спортивная биохимия, опираясь на результаты фундаментальной, изучает динамику показателей в средах организма, доступ к которым не сопряжен с травмированием или имеет приемлемый уровень травмирования. Это в первом случае моча, реже слюна и пот. Во втором − капиллярная, реже венозная или артериальная кровь. Выполняя наряду с рядом других и транспортную функцию, кровь является идеальным объектом для биохимических исследований, предназначенных для объективизации тренировочного процесса.

Тренерская деятельность в конечном итоге сводится к снижению механической стоимости локомоций и подготовке организма спортсмена к выполнению работы максимальной мощности в течение времени, необходимого для прохождения соревновательной дистанции. Причем основную работу по снижению механической стоимости в гребле выполняют фирмы – производители инвентаря. Роль тренера заключается в постановке рациональной техники движений, минимизирующих рыскания, бортовую и килевую качку лодки. В области метаболического потенциала тренировочный процесс базируется на развитии качеств аэробного характера, ближе к соревновательному периоду начинают формироваться анаэробные возможности.

2.2.1. Лактат

Как известно, энергообеспечение всех процессов жизнедеятельности, в том числе физической активности, реализуется за счет использования АТФ. В основном источником АТФ служат процессы окисления различных субстратов. В тех случаях, когда организму на короткое время необходимо значительно увеличить мощность, существуют два анаэробных механизма ресинтеза АТФ. Это анаэробный гликолиз и рефосфоилирование АДФ за счет креатинфосфата.

Фосфорилированные соединения плохо проникают через клеточную мембрану. Креатинфосфат образуется и утилизируется в мышечном волокне. Изучение его обмена в мышечной ткани основано на мортальных опытах на животных или на анализе биоптатов у добровольцев. В этой связи его прямое определение практически невозможно в тренировочном процессе спортсменов высокой квалификации. В то же время молочная кислота (лактат) – низкомолекулярное соединение, образующееся в быстрых волокнах мышечной ткани в процессе анаэробного гликолиза. Обобщенно процесс гликолиза и гликогенолиза может быть представлен в виде следующих уравнений (1, 2):

$$\underset{\textit{Глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} + 2АТФ + 2H_3PO_4 \rightarrow \underset{\textit{Молочная кислота}}{2C_3H_6O_3} + 2АТФ + 2H_2O \quad (1)$$

$$\underset{\textit{Гликоген}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + 3АДФ + 3H_3PO_4 \rightarrow \underset{\textit{Молочная кислота}}{2C_3H_6O_3} + (C_6H_{10}O_5)_{n-1} + 3АТФ + 2H_2O \quad (2)$$

Энергетический баланс гликолиза при использовании глюкозы составляет 2 моля АТФ на 1 моль расщепляемых углеводов, а гликогенолиза (гликогенез) – 3 моль АТФ. Это объясняется отщеплением от гликогена уже фосфорилированого (глюкозо-6-Ф) сахара.

Лактат с высокой скоростью покидает места образования, быстро распределяясь по организму. При этом формируется объем распределения, практически равный объему воды организма. В этой связи концентрация лактата в крови после интенсивной физической нагрузки имеет типичную динамику: вначале быстро (в течение 5−10 минут) повышается, затем в течение 40−60 снижается до исходного уровня. Типичная динамика концентрации лактата в крови после субмаксимальной физической нагрузки – 2 мин (1+1 через 30 с отдыха) представлена на рисунке 1.

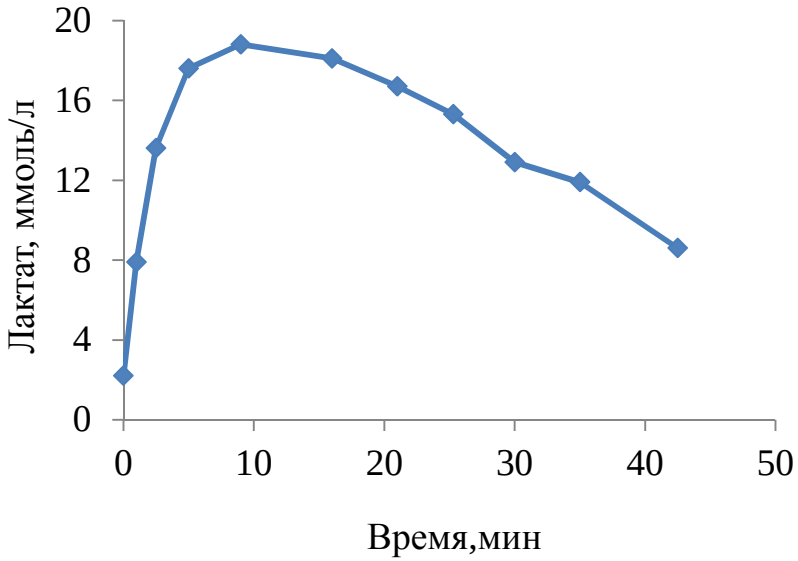

Рисунок 1 – Кинетика концентрации лактата в крови члена национальной команды по гребле на байдарках С-ко

Успех в соревновательной деятельности гребцов на байдарках требует значительного анаэробного вклада в дополнение к большой мышечной силе и аэробной мощности организма [8, 9]. То есть анаэробные процессы образования энергии являются одним из значимых факторов, определяющих уровень спортивных результатов байдарочников [10]. В тренировочном процессе анаэробные возможности обычно оценивают по приросту концентрации лактата в крови [11], а скорость восстановления по концентрации этого метаболита на третьей и восьмой минутах после нагрузки [12]. В лучшем случае такие исследования позволяют получить качественную характеристику вклада гликолиза в энергообеспечение упражнений. В этой связи изучение количественных аспектов этой проблемы, безусловно, актуально.

Ранее мы в развитие работ по биокинетике лактата разработали методику и определили вклад анаэробного гликолиза в упражнение субмаксимальной мощности (2 мин) на гребном тренажере у гребцов на байдарках национальной команды Республики Беларусь в период непосредственной подготовки к Олимпийским играм в г. Пекине [13, 14].

Нами было проведено тестирование работы спортсменов на гребном тренажере-эргометре Dansprint со ступенчато повышающейся мощностью. Время работы на каждой ступени составило 3 мин. Гребцами было выполнено 4 ступени с интервалом для отдыха между подходами 1 мин. Определен вклад анаэробного гликолиза в энергообеспечение мышечной деятельности при выполнении тестирующей нагрузки у 27 человек (18 мужчин и 9 женщин) из ближайшего резерва и действующего состава национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках.

Возраст спортсменов − от 18 до 31 года, квалификация: ЗМС – 6, МСМК – 17, МС – 4.

Забор капиллярной крови для определения концентрации лактата проводили до нагрузки, после каждой ступени и в 8–13 точках в течение 31–53 мин восстановления после работы. Для математического описания кинетики лактата использованы данные о концентрации лактата перед выполнением и в процессе восстановления после последней ступени тестирующей нагрузки. Концентрации лактата определяли электрохимическим методом на анализаторе глюкозы и лактата BIOSEN (Германия).

Механическую работу, выполненную спортсменами на последней ступени тестирования, вычисляли как произведение средней индивидуальной мощности, зафиксированной бортовым компьютером эргометра Dansprint, на время работы (180 с). Количество АТФ, затраченное на осуществление мышечной деятельности при выполнении работы, рассчитали по формуле (3):

$$n(АТФ)_t = \frac{A}{КПД \times 31500}, \quad (3)$$

где $n(АТФ)_t$ – количество АТФ, потраченное на выполнение работы, моль;

А – механическая работа на последней ступени, Дж;

КПД утилизации АТФ мышцами при гребле, оцененный в 0,375 [8];

31500 – энергия гидролиза 1 моль АТФ до АДФ, Дж.

Индивидуально для каждого спортсмена вычислили константу исчезновения (k_d) лактата из крови, константу скорости появления лактата в крови, т.е. выхода его из мышц (k_a), время полужизни лактата, концентрацию лактата в объеме распределения ($C_{max(v)}$), количество АТФ, образовавшегося в результате гликолиза. Для расчетов использовали методику, описанную нами ранее, и полученные экспериментальные данные кинетики лактата, его концентрацию до выполнения последней ступени (C_1), максимальную концентрацию лактата, зафиксированную в крови ($C_{max(b)}$), время достижения максимальной концентрации в сыворотке крови (t_{max}).

Для вычисления константы элиминации использовали регрессионный анализ. Данные исследования были обработаны методами описательной и непараметрической статистики с помощью пакета прикладных программ STATISTICA. Константу скорости появления лактата в крови находили с помощью метода подбора параметров в среде электронных таблиц Excel.

В циклических видах спортивный результат зависит от взаимодействия двух основных факторов: механической стоимости передвижения (бегуна, конькобежца, лыжника, велосипедиста, гребца и т.п.) с определенной скоростью и количеством энергии, поставляемым организмом к работающим мышцам для достижения этой скорости. Известно, что энергообеспечение процессов жизнедеятельности у высших животных и растений осуществляется за счет окисления различных субстратов кислородом воздуха. Помимо этого у животных, в том числе человека, существует, по крайней мере, два анаэробных механизма (креатинфосфатный и лактатный), позволяющие на короткое время существенно повысить мощность выполняемой физической работы. Однако еще в 1986 году В.М. Зациорский с соавторами отмечали, что с помощью метода непрямой калориметрии затраты энергии определяются с достаточной степенью точности лишь при относительно низкой интенсивности мышечной деятельности, когда поставка энергии, необходимой организму, обеспечивается исключительно аэробными механизмами. Когда активизируются анаэробные поставщики энергии и образуется кислородный долг, определение энергозатрат методом непрямой калориметрии является операцией далеко не бесспорной (даже если имеется дополнительная информация, например о содержании лактата в крови). К сожалению, не во всех публикациях содержится ясное и недвусмысленное описание использованных процедур определения энергозатрат. Анализ величины и структуры кислородного долга обладает рядом недостатков, затрудняющих или вовсе исключающих его применение в педагогическом эксперименте и тренировочном процессе в спорте высших достижений.

С 50-х годов XX века. в научной периодике стали появляться работы относительно фармакокинетики (биокинетики) эндогенного лактата. К началу 80-х годов эти сведения были методически оформлены в работах под руководством H. Freund в виде одно- и двучастевой фармакокинетических моделей [15]. На основании этих работ до настоящего времени изучаются разные стороны кинетики лактата, позволяющие характеризовать его обмен в разных условиях [16].

Методика определения кинетических параметров эндогенного лактата была развита нами для определения вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение упражнений в циклических видах. В частности у конькобежцев и у гребцов на байдарках. Важно то, что метод применим не только для разовых упражнений спринтерского характера (во всю мощь), но и при выполнении такой работы многократно. В настоящей работе мы попытаемся применить этот подход для определения вклада гликолиза в энергетику последнего этапа ступенчато возрастающей нагрузки. В ней представлены данные, относящиеся к последней ступени нагрузки 4×3 мин с 1 мин отдыха между ступенями.

На последней ступени теста гребцами преодолена дистанция в 703±7 м мужчинами и 609±7 м женщинами. При этом первыми и вторыми выполнена работа соответственно 42900±987 Дж и 26192±1202 Дж. Согласно формуле 3 на выполнение этой работы мужчинами было затрачено 3,63±0,08 моль, а женщинами − 2,22±0,10 моль АТФ.

Константы скорости исчезновения лактата из крови колебались у байдарочников в пределах от 0,0216 до 0,0428 мин$^{-1}$ и от 0,0252 до 0,0452 мин$^{-1}$ у байдарочниц. Вычисленные с помощью регрессионного анализа константы скорости исчезновения имели расчетные характеристики с $p<0,001$ и коэффициенты детерминации 0,97±0,005 для мужчин и 0,98±0,005 для женщин. Значения коэффициента детерминации от 0,7 и выше означают, что данные соответствуют линейной регрессионной модели. Это свидетельствует о том, что экспонента адекватно описывает зависимость изменения концентрации лактата во времени после нагрузки. Причем с помощью компьютерных программ легко вычислить коэффициенты линейной регрессии.

После выполнения последней ступени нагрузки гребцами на байдарках была зафиксирована максимальная концентрация лактата в сыворотке крови в пределах 11,13−18,53 ммоль/л для мужчин и 8,61−16,21 ммоль/л для женщин.

Время достижения максимальной концентрации лактата в крови в среднем у мужчин составило 5,32±0,53 мин и 4,81±0,89 у женщин. При этом максимумы этих величин составили около 10 и 11 мин соответственно. То есть у многих спортсменов концентрация лактата в крови продолжает возрастать не только после 3-й, но и после 8-й минуты. Следовательно, оценка скорости удаления лактата из крови по значениям его концентрации на 3-й и 8-й минутах [12] после нагрузки у гребцов высокой квалификации некорректна, поскольку явно искажается картина восстановления организма после прохождения дистанции.

Вклад анаэробного гликолиза в энергетику упражнения был определен нами как отношение количества АТФ, образовавшегося в результате этого процесса, ко всему количеству АТФ, затраченному на выполнение нагрузки. Очевидно, что количество макроэрга, образовавшегося в результате гликолиза, определяется через количество лактата. Известно, что на 2 молекулы молочной кислоты, образующейся из глюкозы, образуется 2 молекулы АТФ, а из одного мономера гликогена образуется 3 молекулы АТФ. Кривые, описывающие процессы исчезновения и появления лактата в крови, – экспоненты. Их пересечение, вероятно, и дает значение максимальной концентрации лактата в единственном компартменте одночастевой фармакокинетической модели с всасыванием.

Ранее мы отмечали, что при описании поведения фармакокинетического маркера в рамках одночастевой фармакокинетической модели оперируют двумя основными понятиями – доза и концентрация препарата в тест-ткани. Коэффициентом, связывающим эти величины, является так называемый объем распределения. Несмотря на формальный характер объема распределения, нет логически обоснованных запретов на отождествление его с объемами реальных тканей и сред организма.

Это позволяет на основании величин концентрации и объема распределения оценить «дозу» или количество образовавшегося в результате физической активности лактата. Вопрос об объеме распределения эндогенного лактата активно дискутируется в наше время [17,18]. Нами объем распределения у спортсменов высокой квалификации такого циклического вида, как скоростной бег на коньках, был оценен в 60 % для мужчин и 52 % для женщин. Несмотря на то что у конькобежцев передвижение осуществляется главным образом благодаря мышцам нижней, а у байдарочников − верхней половины тела, компонентный состав тела представителей этих циклических видов довольно близок [19, 20].

Это позволяет применить эти значения объема распределения для мужчин и женщин, специализирующихся в гребле на байдарках.

Доля гликолиза при энергообеспечении мышечной деятельности во время выполнения последней ступени тестирования на гребном эргометре гребцами на байдарках представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Вклад гликолитического механизма энергообеспечения при выполнении последней ступени теста гребцами на байдарках

Как мы уже отмечали, дистанция, преодолённая гребцами в течение последней ступени задания, составила 702,94±7,19 м у мужчин и 608,78±7,10 м у женщин. То есть она больше соревновательной пятисотметровой дистанции, но меньше тысячеметровой. При этом вклад гликолитического механизма в энергообеспечение этой мышечной деятельности у мужчин в среднем составлял 28±1 % при минимуме 18 % и максимуме 38 %. У женщин данный показатель равен 22±2 % (15 и 28 % – соответствующие экстремумы).

Корреляционный анализ довольно широко используется для изучения влияния различных факторов на результат в гребле на байдарках и каноэ. Нами была изучена взаимосвязь полученных показателей кинетики лактата и доли гликолиза в энергообеспечении мышечной деятельности у гребцов на байдарках с мастерством, мощностью и пройденной дистанцией на последней ступени задания на гребном тренажере, используя метод параметрического корреляционного анализа Пирсена. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Корреляционная матрица взаимосвязи показателей биокинетики лактата с мастерством, мощностью и пройденной дистанцией на последней ступени теста в подготовительном периоде у гребцов на байдарках

Показатель		Квалификация	Мощность, Вт	Дистанция, м
K_d,мин$^{-1}$	r	–0,11	–0,15	–0,22
	p	0,591	0,480	0,273
K_a,мин$^{-1}$	r	–0,32	–0,06	–0,08
	p	0,115	0,773	0,707
t_{max}, мин	r	0,14	0,14	0,23
	p	0,502	0,488	0,267
$t_{1/2}$, мин	r	**0,40**	0,25	0,28
	p	**0,041**	0,221	0,161
C_1, ммоль/л	r	–0,37	–0,05	–0,15
	p	0,065	0,824	0,464
$C_{max(b)}$, ммоль/л	r	0,10	**0,54**	**0,56**
	p	0,615	**0,004**	**0,003**
$C_{max(v)}$, ммоль/л	r	0,22	**0,56**	**0,57**
	p	0,278	**0,003**	**0,002**
n(АТФ)$_{gl}$, моль	r	**0,52**	**0,79**	**0,83**
	p	**0,007**	**<0,001**	**<0,001**
P, %	r	**0,43**	**0,38**	**0,47**
	p	**p=0,030**	**0,053**	**0,014**

Полученные результаты указывают на статистически значимую, хотя и умеренной силы корреляцию между мастерством и временем полужизни лактата, количеством АТФ, ресинтезируемого в результате анаэробного гликолиза, вкладом гликолитического механизма в энергообеспечение мышечной деятельности. Из приведенных данных следует, что с ростом квалификации увеличивается значение анаэробного гликолиза в энергообеспечении мышечной деятельности при выполнении специальной работы субмаксимальной мощности. Отмечается также статистически значимая умеренная корреляция между мощностью нагрузки, пройденной дистанцией на последней ступени задания и концентрацией лактата в крови в объеме распределения, вкладом гликолиза в энергообеспечение

мышечной деятельности упражнения. Сильная, статистически значимая корреляция наблюдается между количеством АТФ, образовавшимся за счет гликолиза, и мощностью работы, пройденной дистанцией. Это свидетельствует о том, что анаэробный гликолиз играет одну из ведущих ролей в энергообеспечении мышечной деятельности у высококвалифицированных гребцов на байдарках.

2.2.2. Мочевина

Мочевина – это конечный продукт обмена белков, а точнее азота аминокислот. Производится мочевина печенью во время белкового синтеза, удаляется почками совместно с мочой.

Остаток этого компонента в крови позволяет судить об эффективности работы почек, и любое отклонение от нормы концентрации мочевины должно настораживать.

Повышенная мочевина в анализе крови, как правило, говорит о хронических или острых болезнях почек. Очень часто на фоне заболеваний почек одновременно с увеличением концентрации мочевины в крови ее содержание в моче уменьшается (из-за плохого функционирования почек мочевина в крови начинает накапливаться) [21]. Для атлетов уровень мочевины в состоянии покоя в среднем находится в пределах от 4,5 до 6,5 ммоль/л. Точное значение верхнего предела во многом зависит от количества поступающих в организм белков. Так, например, при потреблении в течение суток более 2,5 г/кг, уровень мочевины может превышать 10 ммоль/л.

Норма мочевины в крови взрослого здорового человека находится в пределах 2,5–8,3 ммоль/л. У женщин этот показатель обычно ниже, однако они не имеют отдельной нормы. Выделение карбамида с мочой составляет 20–35 г/сутки (334−588 ммоль/сутки). Для атлетов уровень мочевины в состоянии покоя в среднем находится в пределах от 4,5 до 6,5 ммоль/л. Точное значение верхнего предела во многом зависит от количества поступающих в организм белков. Так, например, при потреблении в течение суток более 2,5 г/кг уровень мочевины может превышать 10 ммоль/л.

Если в крови показатель мочевины повышен, не стоит сразу бить тревогу, так как этому могли способствовать физиологические причины – специфическое питание или повышенная физическая нагрузка, когда ускоренно перерабатываются белки. Спровоцировать повышение может большое потребление белковой пищи, спортивное, мясное или лечебное диетическое питание, бедное ионами хлора. Резкое увеличение уровня мочевины наблюдается и при голодании, когда происходит усиленный распад белков.

Еще одной безобидной причиной такого изменения состава крови называют прием ряда медикаментов: невиграмон, изобарин, гентамицин, лазикс, левомицетин, допегит, тетрациклин, тироксин, сульфаниламиды, кортикостероиды, анаболические стероиды.

Мочевина – это органический продукт распада протеинов, она участвует в белковом обмене в клетках организма, в конечном итоге выводясь из организма почками как токсичный компонент. При переработке белков выделяется аммиак – ядовитое вещество, которое сразу же поступает в печень для дальнейшей нейтрализации в мочевину. Попав с током крови в почки, это вещество только частично выводится с мочой – до 90 %, оставшаяся мочевина покидает организм через кожу и пищеварительный тракт. Такой процесс преобразования веществ в организме протекает идентично у мужчин и женщин.

Для человека очень важна нормальная деятельность печени в преобразовании аммиака в мочевину. Дело в том, что это токсическое вещество способно влиять на диффузию веществ через мембрану клеток организма, приводя к дестабилизации обменных процессов в них. Наибольшую опасность она представляет для клеток мозга, поэтому следить за уровнем мочевины в крови важно для поддержания оптимального состояния здоровья [21].

Установлено, что содержание мочевины в крови, печени, мышцах животных в состоянии покоя одинаковое, что объясняется легкой диффузией ее через клеточные мембраны. Лишь в почках, способных накапливать мочевину, ее содержание выше более чем в 3 раза. Изменения концентрации мочевины в крови, печени и мышцах после мышечной работы также одинаковы.

В результате исследования было установлено, что исходный уровень мочевины в крови без предшествующей нагрузки индивидуален и находится в пределах от 3,3 до 5,0 ммоль/л. Выделено также три типа реакции мочевины в крови на нагрузку, что согласуется с литературными данными.

Для 1-го типа реакции характерна положительная корреляция между концентрацией мочевины в крови и величиной физической нагрузки. Подобная зависимость наблюдалась как у высокотренированных спортсменов, хорошо переносивших значительные по объему и интенсивности тренировочные нагрузки, так и у менее тренированных спортсменов при использовании относительно малых нагрузок. Положительная корреляция мочевины и нагрузок указывает на сбалансированность катаболических и анаболических процессов, а также свидетельствует о том, что нагрузки соответствуют диапазону функциональных возможностей спортсмена.

Можно предположить, что при 1-м типе реакции во время отдыха и ночного сна происходит своевременное переключение обменных процессов фазы нагрузки на анаболические процессы фазы восстановления, которые заканчиваются к утру следующего дня.

При 2-м типе реакции прямая взаимосвязь динамики мочевины и нагрузок нарушается. При дальнейшем увеличении нагрузки наблюдается снижение содержания мочевины, иногда даже до уровня ниже исходного. При таком типе реакции, по-видимому, наблюдается незавершенность восстановительных процессов (затяжной характер фазы восстановления). При неплохом общем самочувствии спортсмены отмечали трудность выполнения скоростных нагрузок, следовательно, тренерам в данном случае следовало задавать нагрузку поддерживающего или восстанавливающего характера.

При 3-м типе реакции не наблюдается какой-либо определенной зависимости между нагрузкой и изменениями мочевины. Мочевина при этом на протяжении нескольких дней находится на уровне выше исходного на 55–60 %. Этот тип реакции указывает на несоответствие функциональных возможностей организма используемым тренировочным нагрузкам. При этом максимальное значение концентрации мочевины при вечернем определении после последней тренировки составило 15 ммоль/л.

2.2.3. КФК

Несмотря на длительный период изучения и обширную библиографию по динамике КФК под действием физнагрузок, данных о роли фермента в тестировании тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации явно недостаточно. Имеющиеся сведения весьма противоречивы и часто носят фрагментарный характер.

Транзиторную гиперкреатинфосфаткиназанемию в результате физической деятельности различной направленности отмечают многие авторы. Необходимо отметить, что КФК в крови в отличие от мышц не выполняет никакой известной физиологической функции. Первоначально в клинике исследование активности этого фермента в сыворотке использовалось для диагностики инфаркта миокарда. Однако впоследствии из-за низкой специфичности теста от него отказались [21]. Сейчас применяют модификации иммунного определения в сыворотке специфического белка – изофермента КФК-МВ из миокардиоцитов.

Однако в спортивной практике определение динамики общей ферментативной активности КФК сохранилось и используется довольно широко. При этом исходят из следующих соображений: если в сердце,

мышечном органе, массой 300−400 г в результате локальной гипоксии гибнет несколько тысяч клеток (инфаркт миокарда), то это приводит к существенному росту активности КФК в крови. Можно с известной долей достоверности утверждать, что в результате достаточно интенсивных упражнений в мышечной системе организма, массой в несколько десятков килограммов, может разрушиться такое же или даже большее количество миоцитов. При этом установлено, что прирост ферментативной общей активности КФК в крови может достигать больших значений, чем при инфаркте миокарда, причем без видимых последствий для мышечной ткани и организма в целом. Более того, допускается, что разрушение отдельных мышечных волокон является необходимым условием гиперплазии и гипертрофии мышечной ткани в результате физических упражнений.

В 1986 году Нихолсон и соавторы [22] установили, что аэробные упражнения повышают пиковую активность КФК на 90–3473 Е/л. Это в 1,55–34,7 раза превосходит уровни КФК, наблюдаемые во время отдыха. Описано повышение активности КФК в циклических видах спорта на выносливость уже после первого занятия. Причем в выборке обследованных выделяются две субпопуляции: с высокой реакцией со стороны КФК (более 500 Е/л) и низкой (менее 300 Е/л) [23].

Надо отметить, что размах индивидуальных приростов КФК в ответ на стандартную физическую нагрузку очень широк (от 95 до 30200 Е/л) с небольшими различиями средних значений в разных этнических группах. Причем авторы работы утверждают, что эти индивидуальные особенности напрямую связать с массой или силой мышц невозможно [24].

Есть мнение, что прирост активности КФК в сыворотке крови в ответ на стандартную нагрузку обратно пропорционален уровню тренированности. Так, у тренированных тяжелоатлетов активность КФК после нагрузки увеличивалась до 1349 Е/л, в то время как у нетренированных в 2,7 раза больше − до 3272 Е/л [25].

У культуристов и штангистов активность КФК существенно увеличивалась уже через 10 мин после интенсивных силовых упражнений и достигала еще больших значений через 24 ч после их прекращения. Однако авторы этой работы также отмечают, что подъем активности фермента не может быть связан с суммарной массой мышц, задействованных в упражнениях [26].

Приводятся сведения, противоречащие предыдущему высказыванию. В частности, что уровни КФК у лиц, не занимающихся спортом, и бегунов в 5 раз более низкие, чем у представителей силовых видов. В этой же работе сравнивается прирост, вызываемый физической нагрузкой и повреждениями различной природы. Так, биопсия мышц (71,3–1800 мг

мышечных волокон) увеличила уровень КФК в крови приблизительно на 100 Е/л у большинства испытуемых. В то же время травма подколенного сухожилия у одного бегуна повысила активность КФК у него в крови с 50 до 4400 Е/л. При этом увеличение активности КФК в крови после биопсии нельзя связать с типом волокон или физической активностью [27].

Как видно из приведенных примеров, имеющаяся литература по динамике ферментативной активности КФК в сыворотке крови содержит сведения, относящиеся к нетренированным или даже больным лицам, к добровольцам – обычным людям или бывшим, но поддерживающим форму спортсменам, а также спортсменам высокой квалификации. Эти данные трудно сопоставлять по ряду причин как организационных, так собственно биологических. Очевидно, что для получения достоверной информации о состоянии обменных процессов, в том числе динамики ферментативной активности, такие исследования должны фиксировать как можно больше точек на протяжении конкретного периода времени. Чаще всего такие исследования проводятся на волонтерах. Они предполагают катетеризацию сосудов с многократным отбором проб на протяжении тренировочного процесса или даже отдельного упражнения. К сожалению, протоколы исследований на волонтерах по понятным причинам практически неприменимы к действующим спортсменам. С другой стороны, у нетренированных лиц ослабленная капилляризация мышц существенно замедляет и поступление, и выведение КФК из крови. Это сказывается на кинетических параметрах фермента, растягивая период повышения активности КФК в крови на дни и даже недели.

Феномен повышения ферментативной активности КФК в крови после физической нагрузки необязательно обусловлен гибелью миоцитов. Для его развития может быть достаточно и резкого повышения проницаемости эндоплазматической мембраны для высокомолекулярных соединений. Правда, это увеличение проницаемости, по-видимому, может быть следствием механических повреждений мембран в области межклеточных контактов.

У членов национальной команды по гребле на байдарках и каноэ вариации активности КФК носят индивидуальный характер. Однако наблюдаются определенные закономерности. Так, после отпуска активность КФК была минимальной и находилась на верхней границе нормы (200 Е/л). У некоторых спортсменов этот показатель несколько выше – 300−350 Е/л. Однако есть индивидуумы среди мужчин и женщин, у которых активность КФК в этих условиях находится на уровне 100 Е/л и даже менее. В ходе тренировочного процесса у лиц с исходно высоким уровнем КФК прирост активности может не превышать 100 Е/л (прирост в 1,5−

2 раза). У лиц с исходно высоким уровнем активности КФК прирост может составить 2000−3000 Е/л (десятикратное увеличение). Однако важно то, что в обеих группах, как правило, уровень активности выше в четверг, чем в понедельник.

2.2.4. АСТ, АЛТ

АЛТ (аланинаминотрансфераза) – внутриклеточный фермент, содержащийся в печени, скелетных мышцах, сердечной мышце и почках. Увеличение активности АЛТ и АСТ в плазме указывает на повреждение этих клеток. АСТ (аспартатаминотрансфераза) – также внутриклеточный фермент, содержащийся в миокарде, печени, скелетных мышцах, почках.

Повышенная активность АСТ и АЛТ позволяет выявить ранние изменения в метаболизме печени, сердца, мышцах, оценить переносимость физических нагрузок, прием фармпрепаратов. Физические нагрузки умеренной интенсивности, как правило, не сопровождаются повышением АСТ и АЛТ. Интенсивные и длительные нагрузки могут вызвать повышение АСТ и АЛТ в 1,5−2 раза (границы нормы 5–40 Ед.) У более тренированных спортсменов эти показатели возвращаются к норме через 24 ч. У менее тренированных значительно дольше.

Повышенные показатели АСТ и АЛТ необязательно отражают ненормальность в организме. Врачебная практика для постановки диагноза требует повторения лабораторных исследований в течение нескольких недель, а также сбора семейного анамнеза и проведения полного физического обследования пациента. Анамнез обязан содержать различные данные.

В практике спорта используются не только отдельные показатели активности ферментов, но и соотношение их уровней.

Коэффициент де Ритиса (АСТ/АЛТ) – 1,33. Если трансаминазы повышены и их соотношение ниже коэффициента де Ритиса, то это предположительно заболевание печени. Ниже – заболевание сердца.

Индекс повреждения мышечной ткани (КФК/АСТ). При повышенной активности ферментов, если их соотношение ниже 9 (от 2 до 9), то это, скорее всего, связано с повреждением кардиомиоцитов. Если соотношение выше 13 (13−56), то это связано с повреждением скелетной мускулатуры. Значения от 9 до 13 являются промежуточными.

2.2.5. Гемоглобин, гематокрит

Гемоглобин. Основным белком эритроцитов крови является гемоглобин, который выполняет кислородтранспортную функцию. Он содержит железо, связывающее кислород воздуха. При мышечной деятельности резко повышается потребность организма в кислороде, что удовлетворяется

более полным извлечением его из крови, увеличением скорости кровотока, а также постепенным увеличением количества гемоглобина в крови за счет изменения общей массы крови. С ростом уровня тренированности спортсменов в видах спорта на выносливость концентрация гемоглобина в крови возрастает. Увеличение содержания гемоглобина в крови отражает адаптацию организма к физическим нагрузкам в гипоксических условиях. Однако при интенсивных тренировках происходит разрушение эритроцитов крови и снижение концентрации гемоглобина, что рассматривается как железодефицитная «спортивная анемия». В таком случае следует изменить программу тренировок, а в рационе питания увеличить содержание белковой пищи, железа и витаминов группы В.

По содержанию гемоглобина в крови можно судить об аэробных возможностях организма, эффективности аэробных тренировочных занятий, состоянии здоровья спортсмена. **Гематокрит** – это доля (%) от общего объема крови, которую составляют эритроциты. Гематокрит отражает соотношение эритроцитов и плазмы крови и при адаптации к физической нагрузке имеет исключительно важное значение. Определение его позволяет оценить состояние кровообращения в микроциркуляторном русле и определить факторы, затрудняющие доставку кислорода в ткани. Гематокрит при ФН возрастает, в результате чего увеличивается способность крови транспортировать кислород к тканям. Однако это имеет и отрицательную сторону – приводит к повышению вязкости крови, что затрудняет кровоток и ускоряет время свертывания крови. Повышение уровня гемоглобина в крови обусловлено уменьшением плазмы крови в результате трансфузии жидкости из кровяного русла в ткани и выходом эритроцитов из депо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимодействие спорта и науки (тренера и биохимика) будет плодотворным, если четко определены задачи сотрудничества.

Характеристика процессов, протекающих в организме под действием регулярных физических нагрузок (тренировки), основанная на динамике биохимических показателей, будет тем точнее, чем больше использовано временных точек определения биохимического показателя.

При невозможности снятия индивидуальной динамики биохимических показателей биохимический мониторинг встраивается в расписание тренировочного процесса таким образом, чтобы кровь для анализов забиралась после отдыха разной продолжительности.

Тренировочный процесс в национальной команде по гребле на байдарках и каноэ базируется на недельном микроцикле (10 тренировочных занятий). Причем недельный микроцикл разбит на два меньших микроцикла по 5 занятий. Первый из них начинается в понедельник (2 занятия), вторник − также 2 занятия, среда – 1 тренировка, которая начинается в 9−10 и заканчивается в 12−13 часов. Второй микроцикл – четверг (2 занятия), пятница − 2 занятия, суббота – 1. И в четверг и в понедельник забор крови начинается в зависимости от условий в 7.30 или 8.30 и продолжается около 1−1,5 ч. Таким образом, забор крови в четверг осуществляется примерно через 20 ч отдыха, а в понедельник − через 44 ч.

Кинетика (изменение концентрации) лактата в крови является основой для количественной оценки вклада анаэробного гликолиза в энергетику упражнений субмаксимальной мощности. Помимо этого кинетика лактата может быть использована для характеристики еще нескольких процессов и состояний. Во-первых, для определения мощности тренировочных зон. Во-вторых, качественной оценки развития аэробных и анаэробных возможностей спортсменов. В-третьих, константа скорости появления лактата в крови может служить мерилом капилляризации работающих мышц. В-четвертых, константа скорости исчезновения лактата из крови позволяет характеризовать скорость восстановления гомеостаза мышечной ткани после нагрузки.

Объективизация переносимости физических нагрузок на основании мониторинга биохимических показателей в тренировочном процессе спортсменов национальной команды по гребле на байдарках и каноэ основана на их определении 2 раза в неделю. При этом объективное подтверждение мнения тренера об удовлетворительном переносе нагрузок основано на динамике мочевины и КФК. Даже небольшое увеличение концентрации мочевины в крови людей, не занимающихся спортом,

предполагает углубленное обследование выделительной функции почек. В крови спортсменов циклических видов концентрация мочевины вечером может достигать 15 ммоль/л. Однако транзиторная гиперуремия – обычное явление у спортсменов циклических видов. На переносимость нагрузок указывает меньшая концентрация мочевины в понедельник после 44 ч отдыха по сравнению с четвергом – 20 ч отдыха. Поскольку диета и пищевые добавки могут сказываться на концентрации мочевины, искажая картину, на удовлетворительную переносимость нагрузок указывает сходная с мочевиной, но более выраженная динамика активности КФК.

У членов национальной команды по гребле на байдарках и каноэ вариации активности КФК носят индивидуальный характер. Однако наблюдаются определенные закономерности. Так, после отпуска активность КФК была минимальной и находилась на верхней границе нормы (200 Е/л). У некоторых спортсменов этот показатель несколько выше – 300−350 Е/л. Однако есть индивидуумы среди мужчин и женщин, у которых активность КФК в этих условиях находится на уровне 100 Е/л и даже менее. В ходе тренировочного процесса у лиц с исходно высоким уровнем КФК прирост активности может не превышать 100 Е/л (прирост в 1,5−2 раза). У лиц с исходно высоким уровнем активности КФК прирост может составить 2000−3000 Е/л (десятикратное увеличение). Однако важно то, что в обеих группах, как правило, уровень активности выше в четверг, чем в понедельник. Активность АСТ и АЛТ реагирует на физическую нагрузку гораздо слабее, чем мочевина и КФК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бальсевич, В.К. Контуры новой стратегии подготовки спортсменов олимпийского класса / В.К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 4. – С. 9–10.

2. Рогозкин, В.А. Расшифровка генома человека и спорт / В.А. Рогозкин // Теория и практика физ. культуры. – 2001. – № 6. – С. 60–63.

3. Абсалямов, Т.М. Роль и место науки в подготовке спортсменов высокого класса / Т.М. Абсалямов // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 10. – С. 26–29.

4. Чижикова, Л.И. Модельные характеристики элитных гребцов в качестве критериев при комплектовании крупных экипажей в условиях работы на гребном эргометрическом комплексе в осенне-зимний период / Л.И. Чижикова // Сборник трудов ученых РГАФК. – Москва, 1999. – С. 152–157.

5. Ширковец, Е. Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы: тезисы докладов Международного конгресса / Е. Ширковец, А. Евтух. – Москва, 1998. – Т. 1. – С. 248–249.

6. Баландин, В.И. Психолого-педагогические основы прогнозирования в спорте: дис.... д. пед. наук: 13.00.04 / В.И. Баландин. – Санкт-Петербург, 2000. – 359 с.

7. Сейлер, С. Теория тренировки на выносливость – норвежский стиль [Электронный ресурс] / С. Сейлер // Лыжный спорт: офиц. сайт журн. – Режим доступа: http://ellera.newmail.ru/seiler/xc/xcphysio.html

8. Tesch, P.A. Physiological characteristics of elite kayak paddlers / P.A. Tesch // Can J Appl Sport Sci. – 1983. − Vol. 8, № 2. − P. 87−91.

9. Bishop, D. Physiological predictors of flat-water kayak performance in women / D. Bishop // Eur J Appl Physiol. – 2000. − Vol. 82, № 1−2. − P. 91−97.

10. Семаева, Г.Н. Факторный анализ структуры спортивного мастерства гребцов на байдарках высшей квалификации / Г.Н. Семаева, С.В. Верлин // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 3. – С. 14–17.

11. Головачева, А.И. Влияние предельных мышечных нагрузок на формирование основных компонентов специальной выносливости в гребле на байдарках и каноэ / А.И. Головачева, С.В. Широкова // Вестник спортивной науки. − 2004. − № 2. − С. 17–21.

12. Квашук, П.В Критерии оценки функционального состояния гребцов на байдарках высокой квалификации / П.В. Квашук // Вестник спортивной науки. − 2008. − № 4. − С. 18–24.

13. Шкуматов, Л.М. Метод определения емкости и мощности анаэробного гликолиза и его вклада в энергетику гребли на байдарках / Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович, Е.А. Мороз // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь: сб. науч. трудов / редкол.: Н.Г. Кручинский (гл. ред.) [и др.]; Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Республики Беларусь. − Минск, 2010. – Вып. 9 – С. 347–352.

14. Мороз, Е.А. Доля лактацидного механизма энергообеспечения мышечной деятельности при тестировании специальной работоспособности гребцов на байдарках / Е.А. Мороз, Л.М. Шкуматов, В.В. Шантарович // Материалы международной научно-практич. конференции государств-участников СНГ по проблемам физической культуры и спорта, Минск, 27–28 мая 2010 г. / редкол.: М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2010. – Ч. 2. – С. 345–349.

15. Freund, H. Lactate after exercise in man: I. Evolution kinetics in arterial blood / H. Freund, P. Zouloumian // Eur J Appl Physiol Occup Physiol. − 1981. − Vol. 46, № 2. − P. 121–176.

16. Gharbi, A. / Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training/ A. Gharbi [et al.] // J of Sports Sci and Med. – 2008. − Vol. 7, № 2. − P. 279−285.

17. Billat, V.L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training / V.L. Billat // Sports Med. – 1996. − Vol. 22, № 3. − P. 157−175.

18. Prampero, P.E. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts/ P.E. Di Prampero, G. Ferretti // Respiration Physiology. – 1999– Vol. 118. − P. 103–115.

19. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ: монография / С.В. Верлин [и др.] – Воронеж: Центрально-черноземное книжное издательство, 2007. – 173 с.

20. Сейранов, С.Г. Контроль за физическими нагрузками по мочевине / С.Г. Сейранов, М.И. Шикунов // Лыжный спорт. − 1986. − № 1. − С. 19–23.

21. Макарова, Г.А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача: справочное руководство / Г.А. Макарова, Ю.А. Холявко. − М.: Советский спорт, 2006. − 101 с.

22. The effect of aerobic exercise on serum creatine kinase activities / G.A. Nicholson [et al.] // Muscle Nerve. – 1986. − Vol. 9, № 9. − P. 820−824.

23. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise / V. Totsuka [et al.] // J. Appl. Physio. – 2002. − Vol. 93, № 10. − P. 1280−1286.

24. The effect of eccentric exercise on serum creatine kinase activity in different ethnic groups / R.F. Sherwood [et al.] // Muscle Nerve. – 1996. − Vol. 33, № 7. − P. 324−329.

25. Vincent, H.K. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise / H.K. Vincent, K.R. Vincent // Int. J. Sports. Med. – 1997. – Vol. 18, № 6. − P. 431–437.

26. Zajak, F. Anaerobic power, creatine kinase activity, lactate concentration, and acid-base equilibrium changes following bouts of exhaustive strength exercises / F. Zajak, Z. Waskiewicz, W. Pilis // J. Strength Cond Res. – 2001– Vol. 15, № 3. − P. 357–361.

27. Serum creatine kinase activity and its changes after a muscle biopsy / R.S. Hikida [et al.] // Clin.Phisiol. – 1991. − Vol. 11, № 1. − P. 51−59.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. Основные положения по взаимодействию спорта и науки (тренера и сотрудника) 5
1.1. Социальные функции науки 7
1.2. Проблемы оценки перспективности спортсменов 7
2. Вопросы биохимического контроля при обеспечении учебно-тренировочного процесса 9
2.1. Вопросы биохимического контроля при обеспечении учебно-тренировочных сборов 11
2.2. Биохимические показатели, использующиеся для оценки переносимости тренировочных нагрузок на примере гребли на байдарках и каноэ 13
2.2.1. Лактат 16
2.2.2. Мочевина 23
2.2.3. КФК 25
2.2.4. АСТ, АЛТ 28
2.2.5. Гемоглобин, гематокрит 28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 32

Производственно-практическое издание

Шкуматов Леонид Макарович
Шантарович Владимир Владимирович
Мороз Елена Александровна

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ТЕКУЩЕГО БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Практическое пособие

Корректор А.М. Зиновик
Компьютерная верстка К.А. Тагиева
Оформление обложки П.С. Максименко

Подписано в печать 18.12.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,92. Тираж 100 экз. Заказ 153.

Полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения»

Свидетельство №1/42 от 1 октября 2013

Ул. Гусовского, 4-1, 220073, Минск

Издатель: РНПЦ спорта

Свидетельство №1/447 от 14 ноября 2014 г.

Ул. Воронянского, 50/1, 220007, Минск