

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ СПОРТСМЕНОВ, РАЗВИВАЮЩИХ ЛОКАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНУЮ МЫШЕЧНУЮ ВЫНОСЛИВОСТЬ НА РАВНИНЕ И СРЕДНЕГОРЬЕ

В.В. Эрлих, А.П. Исаев, Ю.Б. Хусаинова

Цель исследования: моделирование адаптивных состояний спортсменов для развития локально-региональной мышечной выносливости. Исследование проводилось в двух вариантах: 4-ступенчатая эргоспирометрия мощностью 60, 120, 180, 260 Вт при частоте оборотов педалей 60 об/мин, с регистрацией периода реабилитации до 5 мин. Имитационное моделирование «бой с тенью» (2 мин интенсивного боя и рекреация 2 мин – повтор 3 раза) с телеметрической регистрацией эргоспирометрических данных (спирография, ЭКГ – 12 отведений). Сделана попытка разработки системы развития ЛРМВ, позволяющая сохранить резервы организма к главным стартам. Осуществлена попытка разработки модели бегуна на средние дистанции. Проведен критический анализ международного опыта подготовки бегунов. Моделирование адаптивных состояний спортсменов, развивающих ЛРМВ на равнине и среднегорье, представляет собой проблему комплексную, решаемую на стыке знаний из области теории и методики спортивной тренировки, физиологии, биомеханики и биохимии спорта. Совокупность двигательных действий, их вариативность и мобильность адекватных изменений состояния и подготовленности, анализ и коррекция посредством обратных связей позволяют подобрать соответствующий математический аппарат. В наших исследованиях использовалась статистическая программа SPSS-17, позволяющая с помощью дисперсионного анализа выйти на процессы моделирования и прогнозирования процессов адаптации и спортивной результативности.

Ключевые слова: моделирование, адаптация, локально-региональная мышечная выносливость, среднегорье, интегральная подготовка, аэробные и анаэробные процессы, адаптогены, разрешенные фармпрепараты, аэродинамическая мощность нагрузок, волновые процессы.

Успешное выступление молодой российской команды на XXII зимних Олимпийских играх в Сочи показало, с одной стороны, приоритеты в ряде видов спорта, а с другой – неумение тренерского состава и КНГ в ряде видов спорта подвести на оптимальном уровне спортсменов к главным стартам четырехлетия (лыжные гонки – женщины, биатлон, конькобежный спорт – мужчины, хоккей, горнолыжный спорт, лыжное двоеборье, прыжки на лыжах с трамплина).

На этом фоне успехи в фигурном катании, скелетоне, мужской эстафете лыжников, биатлонистов, бобслее, шорт-треке, отдельных видах сноуборда, фристайла свидетельствуют о том, что наблюдаются определенные тенденции в достижении результатов мирового уровня. Несмотря на международную миграцию тренеров и появление украинских, польских, итальянских, швейцарских, канадских и других специалистов высвечиваются проблемы физкультурного образования РФ, подбора и назначения тренеров сборных команд, ком-

плексных научных групп (КНГ). Следует отметить триумфальную организацию и проведение ОИ.

В настоящее время РФ проигрывает в традиционно сильных летних и зимних видах спорта. После раз渲ала СССР наши специалисты были востребованы в десятках стран мира. Возникает вопрос, почему физкультурное образование (ФО) в РФ, несмотря на все инновации и вхождение в Болонский процесс, деградирует. К сожалению, содержание ФО обусловлено многопредметностью на уровне тем и направлений педагогического вектора. Основные причины разрушения многогранной системы спорта – нарушение преемственности поколений и продолжающаяся «погоня» за детскими рекордами. Самое порочное, что отбор в игровые виды спорта связан с финансовыми возможностями родителей, а не с двигательными и функциональными способностями, уровнем развития физических качеств и обучаемости детей.

Вследствие этого остаются единицы

Интегративная физиология

«выживших» от нагрузок и стрессов спорта высших достижений [12]. Вторая причина – финансирование детского и подросткового спорта и система поощрения тренеров не за сиюминутный результат, а планомерную работу по подготовке к спорту высоких и высших достижений. Унизительная зарплата выпускников физкультурных и медицинских вузов приводит к тому, что более 70 % не доходит до работы по профессии. Отсутствие кадровой государственной политики, заказов акционерных обществ, фирм, корпораций вызывает туманность политики востребования специалистов, бакалавров, магистров в той или иной отрасли. Государство работает с низким КПД по доведению выпускников к месту работы. Неустойчивость экономической ситуации не позволяет работодателям делать заявки на заказ специалистов, уже сегодня востребованных фирмами, акционерными обществами, корпорациями. Все вышеуказанное требует коренных преобразований в системе спорта и образования. Научно-методическое обеспечение сборных команд по ряду видов спорта осуществляют лица, не зарекомендовавшие себя в информационном поле науки о спорте, а известные ученые РФ Н.И. Волков, Р.Д. Сейфулла, С.Л. Сашенков, В.Н. Селуянов, В.Н. Цыган, Д.О. Кулиненков, А.В. Скальный, А.И. Пшенин, Б.Г. Любина, З.Б. Белоцерковский, Е.А. Гаврилова не фигурируют как руководители КНГ. Специалисты эрго- и диетологического направления редко привлекаются для работы со сборными РФ.

Подведение спортсменов к главным стартам четырехлетия профессионально не осуществляется, неизвестны победители грантов НОК РФ. Финансирование сборных команд впечатляет, а спортивная эффективность в ряде видов спорта низкая. Натурализованные иностранцы принесли РФ 5 золотых и бронзовую медали. Актуален вопрос о натурализации африканцев для выступления в беговых дистанциях летней Олимпиады в Рио-де-Жанейро.

Центр оперативной оценки состояния человека (под руководством д.б.н., профессора, заслуженного деятеля науки РФ А.П. Исаева) института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского государственного университета (НИУ) выполняет фрагменты государственного проекта ПНР-5 «Суперкомпьютерные и грид-технологии для решения проблем энерго- и ресурсосбережения», осуществляя научно-методическое диагностирующее обеспечение

сборных команд Челябинской области по 5 видам спорта, отдельных спортсменов и сборных команд РФ. Даются советы и рекомендации в индивидуальных аспектах.

Проблема формирования локально-региональной мышечной выносливости (ЛРМВ) в спорте высоких и высших достижений впервые поставлена на повестку дня среди прогрессивных совокупных технологий Г.В. Мелинбергом, Г.Р. Сайдхужинным, Б.Ф. Ващляевым и в последующие годы Е.Б. Мякинченко и В.Н. Селуяновым. Рассмотрены фрагменты технического направления и частично функционального состояния [18].

Компьютерное моделирование представляет возможность интерпретации параметров и результатов. Существуют модели с конкретным распределением, нелинейные модели с обязательным наличием механизма обратной связи. Используя социобиологическую концепцию системно-структурной самоорганизации, представляется возможность переосмысливать ключевые законы развития, стресса, алlostаза, адаптации, конфликтов на компьютерных моделях. Волновые и переходные процессы регуляции и развития чередуются точками бифуркации, упорядочиванием неравновесных состояний. Социобиологические модели характеризуются разнообразием, неустойчивостью, нелинейными отношениями. Г. Хакен сказал: «Информацию, перегруженную огромным количеством деталей, затмняющих существо дела, необходимо сжать, превратив в небольшое число законов, концепций, идей» [22]. Спортивная наука оказалась в таком состоянии, когда обилие и многогранность полученных материалов в различных научных дисциплинах с помощью системы интеллектуального анализа позволяет выбрать пути развития психофизиологического потенциала спортсмена. Упорядоченные структуры в биологии проявляются через нелинейные процессы, синергетические модели физиологических процессов.

Использование гравитационных и баллистических двигательных действий (ДД) в системе развития ЛРМВ спортсменов циклических видов спорта способствует сохранности высокой производительности. Операционное определение объектов деятельности в системе мониторинга позволяет разработать структуру интеллектуального анализа деятельности. Используются методы экстраполяции и интерполяции.

На этапе трансляции качеств, развивае-

мых в системе ЛРМВ и перехода в фазу совершенствования техники вида спорта, включается этап интерференции перевода попечерных волн физических качеств в двигательные навыки. Изменяется техника ДД на новом уровне пространственных, амплитудных характеристик.

Интегральная подготовка включает систему подготовок, проявляющихся в совокупности в блоках непосредственной и заключительной подготовки к соревнованиям. Источниками энергии в циклических видах спорта, развивающих выносливость, являются углеводы, которые при окислении дают кислоты, при восстановлении – первичные спирты. Из жиров биоэнергетику организма спортсменов обеспечивают триглицериды. Аминокислоты и белки также детерминируют энергоресурсы организма спортсмена. Аминокислоты имеют свой pH, выступают как доноры положительных ионов водорода, а при понижении – как их акцепторы. Под воздействием больших тренировочных нагрузок (БТН) и функционального питания образуются новые белковые структуры и водородные связи, детерминирующие вторичную структуру белка. Аминокислотные остатки содержат углеводородные части, проявляющиеся активно в экстремальных условиях воздействия агрессивной среды.

Неоднозначные мнения о влиянии тренировок в среднегорье на спортивную результативность связаны с высотным определением границ среднегорья (нижнее, среднее, верхнее, 800–2000 м). Физиологический процесс акклиматизации связывают с фазой увеличения в крови эритроцитов, гемоглобина, а в мышцах миоглобина, которая проявляется через 10 дней пребывания в горах (1000–1200 м). Однако интегративная деятельность в организме многогранна, полифункциональна, имеет много уровней с точки зрения регуляции метаболических и физиологических процессов. Вот поэтому столь разноречивые суждения связаны и с разным временем пребывания в горах, гетерохронностью акклиматизации различных органов и систем и гомеостаза в целом [2, 9, 15]. По результатам наших исследований в значениях кардиопульмональной системы акклиматизация наступает через 20–25 дней пребывания в среднем среднегорье, а ЦНС 30–35 дней. Гормональная и ферментативная акклиматизация происходит через 25–30 дней пребывания в среднегорье. Сердце полностью обеспечивает кровью органы, соединительные ткани (СТ) в соответ-

ствии с метаболическими потребностями через 20–25 дней ступенчатой адаптации.

Дефицит O_2 в верхнем среднегорье вызывает «включение» в энергообеспечение в беге на средние дистанции и стипль-чезе в 55–85 % анаэробные процессы, которые вызывают повышенные значения молочной кислоты (МК) на финише, достигающие 14–16 ммоль/л.

Установлено, что у бегунов на средние дистанции (800–1500 м) одной спортивной квалификации и возраста не обнаружено достоверных различий в динамике МК через 3 мин после соревнований и в периоде реабилитации (20 мин). Выявлено, что чем выше квалификация спортсмена, тем выше анаэробные возможности на финише. Восстановление МК осуществляется быстрее у бегунов более высоких спортивных разрядов и званий.

И.И. Ахметовым (2013) проведен мониторинг эффективности гипоксической тренировки методом анализа гемоглобиновой массы в верхнем среднегорье. Автор полагает, что рост гемоглобиновой массы (ГМ) положительно коррелирует с повышением аэробных возможностей спортсмена и может служить критерием эффективности гипоксической тренировки. Известно [9, 15], что условия гипоксии активно применяются представителями различных видов спорта для повышения ФР и выхода на пик спортивной формы перед социально значимыми соревнованиями, в конечном итоге, для улучшения спортивной результативности [26]. При этом важно соблюдать соотношение гипоксии и содержания ДД, выполняемых в этих условиях [25].

Гемоглобиновая масса (ГМ) зависит от места проживания, вида спорта, пола, возраста, этнических особенностей, генетических факторов. У спортсменов циклических видов спорта ГМ значительно выше по сравнению с представителями ациклических видов. Тренировка в среднегорье (2050 м) в течение трех недель, по данным [20, 26], вызывала у биатлонистов элитного уровня увеличение ГМ на 9,3 % объема эритроцитов, которые после спуска до высоты 800 м возвратились к исходным значениям. У спортсменов-ориентировщиков (проживали на высоте 2500 м, тренировались на высоте 1800 м – наблюдалась низкая и средняя интенсивность нагрузок и 1000 м – высокоинтенсивные нагрузки) исследования проводились 24 дня. Сравнение проводилось с группой швейцарских лыжников, тренировавшихся на высоте 500–1600 м. Изучался объем эритроцитов, ГМ до и после

Интегративная физиология

тренировочного цикла. В экспериментальной группе достоверно увеличились эритропоэтин сыворотки, ретикулоциты, трансферрин, гематокрит, МПК и улучшилось время преодоления 5 км дистанции. Рост ГМ в основном наблюдается в юном возрасте, она повышается на высоте 2100–2500 м над уровнем моря, положительно коррелирует с повышением аэробных возможностей человека и может служить индикатором его состояния.

В связи с перелетами на УТС в среднегорье возникает смена часовых поясов, при переезде на соревнования определяющих время сна, бодрствования, проведения тренировочных занятий, организации питания. Перевод стрелок биологических часов возможен за две недели до соревнований, прилет возможен накануне стартов, проводимых в один день или за неделю до старта. В период 3–5 дней акклиматизации нагрузки снижаются как по объему, так и по интенсивности. Временной режим строится с учетом условий проведения УТС и соревнований. У опытных спортсменов десинхроноз преодолевается к пятому дню пребывания в новых условиях. Для ускорения адаптации организма к новым средовым воздействиям применяются адаптогены (цернитон, политабс, элтон, леветон), системные адаптогены (Семакс, Пьюр, Элтон, Вобэнзим). Отдельные из них являются сильными иммунокорректорами нормализации биологических ритмов и повышения защитных свойств организма. Снижается напряжение ОДА, в том числе вертебрального происхождения. Применяется при нарушениях ОДА медовый массаж, фермент – препараты, обезболивающие и препараты модифицирующего действия, подавляющие ферменты коллагеназу, фосфолипазу А2, лизосомные, а также препятствующие воздействию кортикостероидов на хондроциты и нарушению синтеза глюкозаминонгликанов. Наружные средства (мази, растирки, гели, кремы, линименты), глюкокортикоиды (гидрокортизон, кортизол, флуцинар) являются противовоспалительными препаратами интерального и наружного применения.

При создании биологических моделей важной является имитация условий разногорневой регуляции организма спортсменов в условиях БТН и соревновательных воздействий. Мексиканскими математиками под руководством Хорхе Хернандеза создана математическая модель рекордсмена мира по бегу Усейна Болта. Мексиканцы подсчитали коэф-

фициент аэродинамического сопротивления бегуна, который оказался хуже по сравнению с аэродинамикой среднего человека и равнялся 1,2 у. е. При этом уже в конце первой секунды после старта Болт развивает максимальную мощность, равную 2619,50 Вт, развив лишь $\frac{1}{2}$ от максимальной мощности. На все 100 м он затратил 81,60 кДж, создавая во время бега среднее усилие в 815 Н. Бегуну приходится преодолевать огромную силу сопротивления, растущую с возрастанием скорости бега.

Под моделью понимается математическая модель, например, система уравнений, связывающих изучаемые величины. Спортивная результативность зависит от ряда факторов ее определяющих. Вместе с тем модель может быть использована для предсказания поведения систем организма при воздействии на них в зависимости от динамической ситуации. В спортивной физиологии модели используют при изучении состава популяций и различных физиологических и биохимических вопросов.

Существуют линейные системы, в которых любая величина равна взвешенной сумме переменных, от которых они зависят. Схемы воздействий обладают способностью быстро установить существование обратных связей. При наличии обратных связей возможна активация системы, рост коэффициента усиления и возникновения волновых колебаний. Разрешение проблемы, анализ или исключение из них отдельных величин возможно только с помощью системы уравнений. Проблема оценки параметров может быть решена с помощью физических моделей, которые позволяют воспроизводить и нелинейные соотношения. Их можно разделить на два широких класса, позволяющие установить функциональные зависимости одной величины от другой. Возможно применение дифференциальных уравнений с численными производными в пяти точках и постановка этих значений в уравнении. В конечном итоге определяется пять параметров. Возможно использование линейной связи между выходной величиной и одновременным и предшествующим значением исходной величины. Выявляются относительные веса или коэффициенты, линейно связывающие значения выходной функции со значениями входной функции в предшествующие моменты времени. Преимущество этого способа – отсутствие ограничений, накладываемых на порядок уравнений. Следующий способ заключается в выбо-

ре коэффициентов рядов Фурье. Этот способ приемлем для систем, поведение которых описывается весовой функцией, не зависящие от времени, и реакции системы измерены без ошибок.

Результаты моделирования позволяют дифференцировать биологические факторы с их структурно-функциональной основой. Вероятность события определяет характер непосредственной реакции, активность регуляторных систем и общего функционального состояния организма. Наблюдается относительная независимость временных и амплитудных параметров реакции с большей лабильностью последних. В ЦНС, по данным Н.П. Бехтеревой, существуют детерминированные механизмы организации реакций [3]. Структурно-функциональные отношения определяют эти закономерности. Существует регулирование по отклонению на основе обратных связей и управления по возмущению. По мнению Н. Винера, эти системы конкурируют между собой [5].

Биологический смысл дистантных анализаторов (при стрельбе, беге) с вероятностью экстраполяции, прогнозирования заключается в дифференцировании оптимальных совершенных технических систем управления, какими являются комбинированные звенья интегративной деятельности организма спортсмена. Наличие неспецифической стадии в структуре принятия решения позволяет разивать эту проблему в аспекте спортивного оперативного мышления. Переход от генерализованной к дифференцированной реакции происходит в формировании двигательных навыков [8]. Эти вопросы в современном спорте напрямую связаны с обучением и тренировкой. Исключительно актуально внедрение новых технологий, связанных с сенсорной депривацией, акклиматизацией, длительностью полетов на лыжах, реагированием при сверхскоростях, дефицитом O_2 .

Интеграция наук нейрокибернетики, математической и логической нейробиологии, психофизиологии, биомеханики позволяет углубить знания о принципах строения, управления, поведения самоорганизующихся систем. Дальнейшие успехи системно-синергетического подхода к проблемам нейрофизиологии, теории информации автоматического регулирования, а также автоматизации математических методов обработки и планирования исследований открывает новые возмож-

ности применения идей, технологий повышения результативности деятельности и ускорения процессов восстановления после БТН и соревнований. Сопоставление морфологических и функциональных признаков спортсмена с морфофункциональной моделью вида спорта, специализации в нем позволяют определить интегральные признаки соответствия энергоресурса биомеханическим требованиям вида спорта [11].

Спортсмены обследовались в постпубертатный период, преимущественно в возрасте 18–20 лет и старше. К этому возрасту устанавливается овулярный цикл у женщин, ритм секреции тестостерона, ацетилхолина, креатина, завершение роста длиннотных характеристик. Возрастает масса тела, обхваты грудной клетки, ее экскурсии, ЖЕЛ, силовая выносливость ключевых групп мышц. Оптимальный статус морфофункционального развития завершается к 20–23 годам. Длина тела служит указателем потенциальной пригодности спортсмена [1]. Успешность деятельности во многом детерминирована уровнем готовности (физической, технической, функциональной, психофизиологической).

Структурная схема адаптации к БТН на выносливость, в том числе соревновательным ДД, включает:

- повышение энергоресурсов и возможностей их использования, восстановления и энергосбережения;
- активацию ферментативной, гормональной активности, сбалансированного электролитного обмена на фоне адаптивного синтеза структурных и энзимных белков, мембранных липидов;
- переход с углеводного энергообеспечения на липидный;
- изменение в системе регуляции метаболизма и расширение его границ;
- увеличение миофибриллярных белков в мышцах, числа ядер и миофибрилл в мышечных волокнах, гипертрофии саркоплазмы;
- в энергетических процессах окислительного направления с целью повышения работы скелетных мышц используются СЖК как субстрат окисления;
- при ДД высокой мощности большая концентрация лактата и активный гликолиз тормозят и снижают участие жиров в обеспечении ДД [21]. Следовательно, разные виды обменов отражают фазовый процесс адаптации и доминирующих характеристик энерго-

Интегративная физиология

обеспечения. Лабильные морфофункциональные показатели спортсмена могут служить маркерами фаз адаптации к напряженным ДД.

Результаты имитационного моделирования продемонстрировали высокую идентичность модели. С ростом БТН увеличивается масса миокарда за счет увеличения длины миофибрилл, резко возрастают скорости процессов разрушения миофибрилл, проявляется вероятность дистрофии миокарда [2].

Моделирование адаптационных процессов в миокарде у спортсменов циклических видов спорта, развивающих выносливость, связано с доставкой O_2 к работающим мышцам и выходом из мышц и организма CO_2 . Например, у бегунов-марафонцев, лыжников-стайеров потребление O_2 доходит до 5000–5100 мл/мин. Потенциальные возможности человека в спорте лежат в максимальной легочной вентиляции, в среднем составляющей 150–170 л/мин, а порою превышающей барьер 200 л. Следует помнить, что максимальные возможности дыхательной системы на 50 % выше истинного дыхания во время максимальной БТН [4].

Содержание СТ, в том числе быстрых и медленных волокон, различно и зависит от отбора в виды спорта. Работоспособность организма спортсмена – интегральные составляющие работу сердца с гипертрофирующей составляющей (dul – гипертрофия) [2]. У спортсмена, тренирующего выносливость вызывает увеличение левых отделов желудочка сердца – дилатация предсердия, дилатация полости левого желудочка, повышение мышечной массы (ММ). По мнению авторов, развивается L-гипертрофия, УОК увеличен, а остаточный объем крови, наоборот, снижен по отношению к диастолической емкости желудочка, повышаются венозный возврат и производительность сердца при циклической работе длительного характера.

У представителей анаэробной группы нагрузок (скоростно-силовые виды спорта) также отмечаются структурные изменения – увеличение ММ (у тяжелоатлетов более чем на 40 %). Такого типа гипертрофия миокарда формируется в основном из-за утолщения стенок желудочка (b-гипертрофия). Объемные фракции левого желудочка не претерпевают при этом сколько-нибудь значительных изменений. Занятия спортом вызывают гипертрофию миокарда. Под L-гипертрофией понимают увеличение массы левого желудочка благодаря росту полости левого желудочка. Эта

гипертрофия связана с ростом количества саркомеров в миофибриллах миокардиоцитов, т. е. с увеличением длины мышечных волокон миокарда.

В.Н. Селуяновым [18] в результате анализа хода адаптационных процессов в сердце была применена следующая система дифференциальных уравнений:

$$dM/dt = V2 + L2 - V, \quad (1)$$

$$dH/dt = V4 - V3, \quad (2)$$

$$dPR/dt = V6 - V5. \quad (3)$$

В уравнении (1) скорость изменения массы сердца (dM/dt) зависит от скорости $V2$ синтеза миофибрилл (PR) и скорость роста длины миофибрилл зависит от КСО желудочка. Конечный систолический объем зависит от интенсивности работы сердца (int) в соответствии с зависимостью от степени гипертрофии. Соотношение тканевых компонентов массы тела определяется семантикой состава тела. Компонентный состав массы тела широко информативен: тотальные размеры тела, возрастные и квалификационные характеристики, взаимосвязь с двигательными способностями, функциональными и метаболическими состояниями. Показана взаимосвязь мышечной массы и мощности систем энергобеспечения: аэробной и анаэробной производительностей [19]. У спортсменов экстракласса, выступающих в циклических видах, развивающих выносливость, можно наблюдать отчетливые изменения в количестве мышечных волокон с разным метаболизмом. У бегунов характерно повышенное содержание мышечных волокон I типа в мышцах ног, а у гребцов – в мышцах плечевого пояса [17]. Апробируемая нами эргоспирометрическая нагрузка, состоящая из 4 повышающихся ступеней мощности 4×3 мин, 60, 120, 180, 260 Вт и 60 об/мин, находилась на уровне кислородного дефицита, составляющего 84,55 мл/кг, доминирования аэробного процесса в 67 % и анаэробного в 33 %. Вот поэтому изучение внутриклеточных процессов в регуляции метаболизма скелетных мышц, соотношения внешнего, тканевого дыхания, различных видов гипоксий, позволяет выяснить фазы адаптации, метаболизм сократительных белков, белков транспортеров. Применение методик иммуноферментного анализа позволяет получить объективные критерии метаболических состояний спортсмена. При этом важно соотносить полученные данные в одном занятии, недельном микроцикле значения нагрузки о комплексе биохимических показателей и ма-

тематического расчета маркеров для каждой групп видов спорта, специализаций. Проведенное нами изучение процессов акклиматизации в среднегорье выявило особенности изменений мышечной и жировой масс в зависимости от сроков пребывания в горах и воздействия факторов гипоксии, холода и физической нагрузки. Установлено, что снижение жировой массы ниже 6 % ведет к исчерпанию энергоресурсов. Увеличение обезжиренной массы связано с повышением основного обмена креатинина в моче. В процессе ДД изменяется соотношение массы тела (снижение), увеличение мышечной и снижение жировой масс. Наиболее целесообразны динамические исследования, проведенные в микро-, мезо- и макроциклах годовой и многолетней подготовки. Определены модельные характеристики телосложения спортсменов олимпийских видов спорта [1, 11].

Состав тела изменяется под влиянием различного содержания углеводов, жиров и белков в пищевом рационе. Низкий уровень жировой массы характерен для спортсменов-профессионалов, к чему приводит высокая интенсификация тренировочного процесса и напряженный календарь соревнований. В ряде циклических видов спорта (бег, лыжные гонки, велоспорт), начиная с КМС, МС, жировая масса у юниоров и молодежи варьирует в диапазоне 6–8 %, а у женской популяции колеблется от 9 до 12 %. Эти данные являются результатом долговременной адаптации к многолетнему воздействию БТН специальной направленности. Применение нагрузок ЛРМВ способствует сохранению жировой массы важного источника энергоресурсов организма в подготовительном периоде. Аэробная направленность указанных воздействий отражает различные процессы энергообеспечения: окислительного креатинфосфатного (50 %), аэробно-анаэробного с генерализованным признаком специализации (20 %), восстановительно-реабилитационных (30 %).

Эти воздействия позволяют выявить звенья массы тела и их соотношение в качестве маркеров направленности ДД процесса подготовки, в том числе оценки уровня ЛРМВ и разносторонней физической подготовки посредством гравитационных и баллистических ДД, адекватность баланса «нагрузка – восстановление». Постпубертатный период характеризуется повышением мышечного и снижением жирового компонентов у представителей дистанционных видов спорта. У юных спорт-

сменов 17–18 лет у лыжников-гонщиков жировой компонент варьирует от 8 до 10 %, а мышечный от 48 до 50 %, соответственно у бегунов – 7–8 % и 49–51 %. У девушек-бегуний жировой компонент варьировал от 12 до 13 %, а у лыжниц – 15–16 %. Соответственно, мышечный компонент был 50–51 % и 49–50 %. Следовательно, несмотря на то, что уровень физической подготовленности юных спортсменов приближается к уровню взрослых (95–97 %) аналогичной спортивной квалификации энергетические ресурсы организма явно отстают от уровня взрослых, составляя 79–84 %. В этом усматривается отставание резерва. Более низкие резервы энергообеспечения не позволяют основной части юных спортсменов безболезненно перейти на уровень взрослых спортсменов (исключение С. Устюгов в лыжных гонках, Е. Букина в легкой атлетике).

Рассматривая семантику и эпистемологию проблемы аналогов и моделирования, следует сказать, что они фундаментально отличаются друг от друга. Аналог, предшественник модели, используется для удобства познания умозрительных и эвристических моделей с возможностью формулирования их на языке дифференциальных уравнений. Наблюдательные процессы и свойства организма позволяют отыскать формальные соотношения между величинами. Кроме целого представляется возможность моделирования отдельных органов, систем и обеспечивающих процессов. Модели биохимического аспекта выявляют контуры взаимодействий и взаимовлияний соединительных звеньев. Мы руководствуемся СТ концепцией основы жизнедеятельности организма. Соединительная ткань является интегративным понятием. Индивидуальность СТ, например крови, нервной, мышечной тканей зависит от содержания катионов ионов Ca^{++} , Mg^{++} , K , Fe , Na^{++} , H^{+} , HCO_3^- .

Итак, соединительная ткань обладает универсальными интегративными свойствами, зависящими от локальных условий окружающей среды. В культуре СТ эпителиальные клетки и механизмы подвергаются сдвигам в зависимости от экзогенных воздействий. Последние более подвижны в измененных условиях по сравнению с форменными элементами крови, клетками костного мозга, чем клетки «фиксированной ткани», где результаты требуют осторожной интерпретации. Культура СТ исследуется биохимическими метода-

Интегративная физиология

ми. В культурах кожной, костной, мышечной, хрящевой ткани необходимо поддерживать физиологические условия с помощью O_2 . Неинвазивный анализатор представляет физиологические условия исследований крови, ССС, гормонов, ферментов, митоза клеток, виды обменов. У лыжников-гонщиков и бегунов наблюдался повышенный митоз. В каждой клетке существует своя среда с градиентами CO_2 , ионами H^+ , pH и продуктов клеточного метаболизма и кислородпитающая среда. Мерой клеточной активности может служить снижение содержания глюкозы в среде. Новая обстановка метаболизма СТ позволяет переключиться с чисто анаболических процессов, приводящих к росту и делению клеток, а также скорости мышечных сокращений. Метод определения культуры СТ является одним из важных физиологических исследований, позволяющих исследовать клетки разных типов. Модель мышцы в достаточной мере обладает нужными свойствами, чтобы удовлетворять потребность в познании физиологов. В отличие от реальных моделей, степень подобия которых биологической системе-оригиналу можно проверить экспериментально, для оценки умозрительных моделей приходится прибегать к физиологическим размышлениям о процессах, происходящих в мышце. Соединительную ткань, в том числе и мышечную, следует изучать как морфологически, так и физиологически, используя имитационное моделирование процессов в миокарде и кардиопульмональной системе. На вход модели следует транслировать информацию о длительности нагрузки (ДН), продолжительности ее реализации. На выходе регистрируются ключевые показатели кислородтранспортной системы с конкретными звенями регуляции.

Предложено разделить физиологическое и патологическое «спортивное сердце», впоследствии названное А.Г. Дембо (1969) термином «дистрофия миокарда вследствие физического перенапряжения» и еще позднее «стрессорная кардиомиопатия», а Е.А. Гавриловой были сформированы критерии диагностики этого состояния [6]. В основу этих состояний положен спортивный стресс.

Заслуживает внимание у спортсменов состояние интервала QT и его производных. Укорочение интервала QT возможно вследствие гипертрофии миокарда, электролитных и нейрогуморальных сдвигов. Удлинение интервала QT свыше 400 мс на пике физической

нагрузки является диагностирующим критерием. Дисплазия СТ и состояние иммунной системы, долговременные БТН служат индикаторами состояния миокарда. Применение фармпрепараторов, особенно эрготропного, оказывает физиологический эффект на систему миокарда спортсменов. Группа метаболических средств наряду с традиционными фармпрепараторами являются важными средствами повышения толерантности организма юных спортсменов к интенсивным физическим нагрузкам [23].

Проведенный анализ медленноволновых колебаний по мощности, средней частоте спектра и вкладу системообразующих факторов в регуляцию кровообращения позволил определить направление изменений ведущих звеньев кровообращения под воздействием акклиматизации. В период акклиматизации (начало и конец) отмечалось снижение количества внутрисистемных связей вследствие улучшения связей специализированных звеньев кровообращения, усиления гуморально-гормональной составляющей, периферической, вегетативной и центрально-нервной регуляции.

Оценка кардиореспираторной выносливости в системе интегративной оценки организма спортсменов является наиболее изученной [10]. При этом регистрируются ключевые показатели ЭКГ, максимальное (пиковое) потребление O_2 , пиковая ЧСС [2, 6, 24]. Интересен сравнительный анализ зависимости ЧСС от мощности нагрузки, возраста, фазы адаптации спортсменов. Включение лактоацидоза при АиП и пиковой нагрузке свидетельствует о наступлении локального мышечного утомления. Мощность работы на ЧСС 170 уд./мин, характерная для пловцов 13–17 лет, характеризует высокую работоспособность и устойчивое состояние. У пловцов 11–12 лет пиковые нагрузки вызывали ярко выраженный лактоацидоз. Для пловцов высокой квалификации характерно существенное влияние уровня развития самосознания на степень развития спортивной мотивации [14]. Для спортсменов высокой квалификации характерно: уверенность в себе, высокая самооценка на уровень развития мотива достижения успеха, целеустремленность, самоценности, самоприязнанность на проявление настойчивости.

Моделирование статокинетической устойчивости в условиях визуального и внезрительного контроля представляет интерес в коррекции состояний, выработке навыков

в условиях сбивающих факторов, при реабилитации больных, страдающих церебральными нарушениями. В модели активности организма, связанные с энергоресурсами и энергосбережением, введены специфические энергореакции, такие как психофизическая, мотивационная, играющие важную роль в спортивной деятельности. Без отрыва от физиологии, психофизиологии отдельные учёные усматривают разрыв биологии и теории поведения. Однако многоуровневое управление самоорганизующейся системы организма позволяет рассматривать процессы функционирования и деятельности интегративно. Нейронные структуры, мотивационные иммуналы, нейромоторные и гормонально-ферментативные интеграции обеспечивают гомеостаз в условиях агрессивной среды. Исходя из существующих моделей, можно заключить о вкладе сенсорно-возбудительных, нейромоторных, нейрогуморальных и других совокупных процессов единой функциональной системы организма, проявляющихся в разных динамических ситуациях на разных уровнях самоорганизации.

В процессе долговременной адаптации спортсменов наблюдается высокий уровень СКУ, устойчивости к гипоксии, гравитационных и баллистических ДД, в том числе целевых, гипогликемической и респецифической надежности организма. Это происходит при оптимальных ДД, координации ритма, длительности, интенсивности фактора, направленности, переключаемости, физиологической адекватности ДД, мотивации и психофизиологической настроенности на выполнение БТН. Согласованность и перераспределение внутри- и межмышечных корреляций достигаются методами избирательной направленности и повышения чувствительности тканей, органов и систем организма спортсменов. Использование технологии стимуляции, облегченного лидирования, ускоренного восстановления гомеостаза в режиме 2-3-разовых тренировок в день, симвятных биоритмам суточной периодики. Активация психофизиологических механизмов в совокупности с доминирующей мотивацией. Соответствие индивидуальных возможностей, задатков и способностей структурно-функциональным, в том числе нейромоторным преобразованиям в процессе спортивного совершенствования. Своевременная коррекция технологий двигательного совершенствования, переносимости нагрузок и настройки функциональных систем

разного уровня и регуляторных системообразующих составляющих.

Выполнение кратковременных ДД около-пределной мощности до 10 с осуществляется преимущественно за счет алактатных процессов энергообеспечения. При нагрузках в 11–45 с происходит значительное исчерпание креатинфосфокиназной емкости и усиление гликолитических процессов.

Изменение массы сердца (M), D и L – гипертрофия миокарда при напряженном функционировании ЧСС (100 % их пульса, продолжительностью до 60 мин с разными интервалами отдыха от 1 до нескольких суток):

$$V2 = C2 \times M \times (DR/R_{max} + K2),$$

$$L1 = Lc1 \times M \times int.$$

Во время М физической нагрузки ЧСС и УО возрастает на 90 % от предельного уровня. Сердечный выброс равен 80 %. Дыхательная система на фоне ЛВ составляет 65 % от максимума. Следовательно, работоспособность спортсменов зависит от производительности миокарда.

Скорость разрушения миофибрилл V1 зависит от ферментов лизосом, которые становятся активными с ростом концентрации ионов H⁺ в миокардиоците (арулин, меерсон, тальк). Скорость этих процессов зависит также от массы миокарда (M) и естественного самообновления.

В уравнении (2) количество ионов водорода зависит от скорости их образования (V4) в ходе анаэробного гликолиза (V3) в миокарде. Накопление ионов водорода в ходе аэробных процессов (V3) в миокарде. Накопление H⁺ в миокарде возможно только в случае анаэробного гликолиза. Добиться этого состояния можно в случае возникновения «дефекта» диастолы. По Ф.З. Меерсону, сокращение длительности диастолы по мере возрастания ЧСС приводит в итоге к нарушению кровотока миокарда, активизации анаэробного гликолиза [13]:

$$V4 = C4 \times M \times (int \ n2 + K4).$$

Устранение ионов водорода V3 зависит от анаэробной мощности миокарда, следовательно от интенсивности его функционирования:

$$V4 = C3 \times M \times (int + K3).$$

В уравнении (3) скорость образования полирибосом зависит от активности транскрипции ДНК. Значение ДНК заключается в том, что она посредством генетического хода определяет синтез разнообразных клеточных белков. Основными факторами, стимулирующими этот процесс, являются:

Интегративная физиология

- гормоны тестостерон, самотропин;
- в клеточном ядре синтезируется другая нуклеиновая кислота – РНК, являющаяся носителем генетического кода;
- транскрипция, креатин;
- повышенная концентрация ионов водорода;
- полный набор аминокислот.

С ростом интенсивности ДД или ЧСС в клетках миокарда растет содержание свободного креатина, гормонов, ионов водорода, HCO_3^- .

Эта зависимость может быть описана следующим уравнением:

$$V_6 = C_6 \times M \times (1 - \text{RNA/RNA}_{\text{max}}) \times (int\ n_3 + K_6).$$

Последовательность алгоритмов определяет очередность аминокислот в молекуле белка, синтезируемого в цитоплазме. РНК содержит близкий по строению сахар-рибозу, имеющую дополнительный гидроксильный ион. Вместо тимина в состав РНК входит другой пиримидин – урацил [7].

Влияние агрессивной окружающей среды на ФР спортсменов заключается в возникновении динамических критических ситуаций посредством расчета функции напряженности в соответствии с зависимостью, постулированной Торренсом, оценивающей эффективность работ постепенным увеличением напряженности. Изменение коэффициента направленности каждого члена команды в случае успешной деятельности, неудачи, возрастание спортивной квалификации. Моделирование последовательности элементарных операций, обработки результатов многодневных исследований, эффективность работы.

Согласно теории вероятностей, частота случайного события характеризуется статистической устойчивости частоты. При этом величина $P(A)$ принимается за вероятность события A : $0 \leq P(A) \leq 1$.

Миофибриллы лишь состоят из сократительных белков. Мышца создает линейную силу, показателем которой являются врачающие моменты, измеряемые в ньютонах на литр (Н/л). Сократительные белки обеспечивают при гидролизе АТФ энергию, а кальций высвобождается из СПР после стимуляции за счет деполяризации. Нервный импульс запускает сокращение скелетной мышцы при участии двигательной кольцевой пластиинки, работы поперечных мостиков в условиях наличия свободных ионов кальция и достаточного количества АТФ. Гипокалиемия и воздейст-

вие токсинов, разобщающих окислительное фосфорилирование, также могут приводить к остановке сокращения. При этом АТФ самообразуется из креатинфосфатной системы, гликолиза и аэробного окисления питательных веществ с образованием CO_2 и H_2O .

В скелетную мышцу глюкоза поступает из кровотока с помощью переносчика, расположенного в сарколемме, а также из цикла Кори и глюконеогенеза, кроме этого, при расщеплении гликогена. Система креатинфосфата (КФ) самая быстрая, так как включает одну ферментативную реакцию. Общих запасов КФ и АТФ в организме хватает на 6 с интенсивной работы. Затем происходит гликолиз, используется моногидрат креатина и усиливается анаэробный метаболизм. Ферментные системы регулируют выработку энергии. Превращение пирувата в лактат снижает концентрацию пирувата и гликолиз продолжается. Если митохондрии не способны адекватно окислить пируват, то образуется лактат. Образование МК усиливается во время гипоксии, после употребления углеводов, при высокой концентрации гликогена в мышцах, повышенной терморегуляции вследствие БТН [16].

Возможен и другой способ определения параметров, в котором используется линейная связь между выходной величиной и одновременным предшествующим значением входной величины. Принцип суперпозиции позволяет спрогнозировать входную величину последовательностью импульсов, деятельность которых равна, например, «а», амплитуда X_a . Выходной сигнал – сумма ответов на последовательность импульсов, задается выражением $Y_h = \sum^{\infty} h_n - m^3$, которое при бесконечной малой длительности импульса приходит в интеграл свертка $y(t) = S^{\infty} h(r) \times (t - r) dz$, где $h(r)$ – ответ на входной импульс амплитуды. $h(t)$ будет называть весовой функцией соотношения веса.

Дифференциальный анализатор с высокой скоростью работы электронных моделирующих устройств. Можно предположить, что отклонения системы подчиняются распределению Гаусса, справедливому для бесконечно большого числа независимых случайных переменных. Возможны и более глубокие возмущения, проявляющиеся в том, что дифференциальные уравнения поведения систем подвергаются случайным изменениям. Одна из применяемых систем дифференциальных уравнений решается численно по методу Эйлера на ЭВМ типа IBM.

При нахождении в горах (нижнее среднегорье) в позе лежа наибольшие изменения произошли в значениях функции миокарда (МОК, УО, ФВ, FW). Изменились дыхательные волны (Respx, T, ATOE, ATHRX). Можно полагать, что условия среднегорья акклиматизации физиологически повлияли на центральную гемодинамику, дыхательные волны сосудов.

Литература

1. Абрамова, Т.Ф. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: учеб.-метод. пособие / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 104 с.
2. Белоцерковский, З.Б. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина. – М.: Советский спорт, 2012. – 548 с.
3. Бехтерева, Н.П. О мозге человека. Размышления о главном: моногр. / Н.П. Бехтерева. – СПб.: Нотабене, 1994. – 245 с.
4. Бреслав, И.С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте: руководство для изучающих физиологию человека / И.С. Бреслав, Н.И. Волков, Р.В. Тамбовцева. – М.: Совет. спорт, 2013. – 336 с.
5. Винер, Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М.: Наука, 1968. – 277 с.
6. Гаврилова, Е.А. Стressорное сердце. Стressорная кардиомиопатия / Е.А. Гаврилова. – М.: Советский спорт, 2007. – 200 с.
7. Гайтон, А.К. Медицинская физиология / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
8. Зимкин, Н.В. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности / Н.В. Зимкин // Физиологические проблемы адаптации. – Тарту, 1984. – С. 73–76.
9. Исаев, А.П. Спорт и среднегорье. Моделирование адаптивных состояний спортсменов: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2013. – 425 с.
10. Карпман, В.Л. Физиология кровообращения. Физиология сердца / В.Л. Карпман, В.В. Парин. – М.: Наука, 1980. – 598 с.
11. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Рудсов. – М.: Наука, 2006. – 148 с.
12. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам: моногр. / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пиленникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
13. Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации: моногр. / Ф.З. Меерсон. – М.: Дело, 1993. – 138 с.
14. Пилоян, Р.А. Формирование мотивации спортивной деятельности как центральная задача при индивидуализации подготовки юных спортсменов / Р.А. Пилоян // Управление тренировочным процессом на основе учета индивидуальных особенностей юных спортсменов: тез. докл. XIII Всесоюз. науч.-практ. конф. (Харьков, 28–31 мая 1991). – М., 1991. – Т. 2. – С. 255–256.
15. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Совет. спорт, 2005. – 820 с.
16. Рафф, Г. Секреты физиологии / Г. Рафф. – М.: Бином, 2001. – 448 с.
17. Рогозкин, В.А. Оценка метаболических состояний организма при выполнении физических упражнений / В.А. Рогозкин. – М., 1990. – С. 120–137.
18. Селуянов, В.Н. Подготовка бегуна на средние дистанции / В.Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.
19. Станков, А.Г. Управление подготовкой дзюдоистов / А.Г. Станков. – М., 1995. – 160 с.
20. Талько, В.И. Система поэтапной морфофункциональной оценки неспецифической резистенции организма в процессе спортивной тренировки / В.И. Талько, С.В. Богуши. – Киев: КГИФК, 1986. – С. 116–130.
21. Хочачка, П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 597 с.
22. Хакен, Г. Синергетика / Г. Хакен. – М.: Мир, 1980. – 286 с.
23. Corrado, D. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete / D. Corrado, A. Pellicia, H. Heidbuchel et al. // European Heart Journal, 2010. – № 31. – Р. 243–259.
24. Volkov, N.I. Physiological criterions of adaptation in man to physical of adaptation in

Интегративная физиология

man to physical loads / N.I. Volkov, O.I. Popov // Bulletin. Series Biological. – Alma-Ata, 2007. – № 4 (34). – P. 24–29.

25. Vogt, A.M. Metabolic control analysis of anaerobic glycolysis in human hibernating myocardium replaces traditional concepts of flux

control / A.M. Vogt, N. Holger et al. // FEBS Left. – 2002. – Vol. 517, № 2. – P. 245–250.

26. Wilber, R.L. Application of altitude hypoxic training by elite athletes / R.L. Wilber // Med. Sci. Sports Exerc. – 2007. – Vol. 39, № 9. – P. 1610–1624.

Эрлих Вадим Викторович, кандидат биологических наук, доцент, директор института спорта, туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), tmfcs@mail.ru.

Исаев Александр Петрович, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор, директор центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), tmfcs@mail.ru.

Хусаинова Юлия Борисовна, соискатель кафедры технологий спорта и системного анализа, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), julya-74@yandex.ru.

Поступила в редакцию 23 мая 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series “Education, Healthcare Service, Physical Education”
2014, vol. 14, no. 3, pp. 33–46**

MODELING OF ADAPTIVE STATES IN ATHLETES DEVELOPING LOCAL-REGIONAL MUSCLE ENDURANCE IN CONDITIONS OF PLAIN AND MIDDLE ALTITUDE

V.V. Ehrlich, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, tmfcs@mail.ru,

A.P. Isaev, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, tmfcs@mail.ru,

Yu.B. Khusainova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, julya-74@yandex.ru

Objective: to model adaptive states in athletes for development of local-regional muscle endurance. Materials and methods: the research was conducted in two variants: 4-stage ergospirometry with 60, 120, 180, 260 Wt power at pedal rotation speed 60 per minute, registration of restitution period up to 5 minutes. Simulation modeling “shadow-fighting” (2-minute intensive fight and 2-minute recreation – 3 cycles). Telemetric registration of ergospirometric data (spirometry, 12-lead EKG). Results: we attempted to elaborate system of LRME development that would maintain organism reserves till main starts. We also attempted to develop model of middle-distance runner. Critical analysis of international experience in runner training was performed. Findings: modeling of adaptive states in sportsmen developing LRME in conditions of plain and middle altitude is a complex problem that should be solved at the intersection of theory and practice of sports training, physiology, biomechanics and biochemistry of sports. Solution also involves aggregate of motor actions, their variability and mobility as well as adequate changes in state and fitness level. Analysis and correction by feedback allows of choosing the proper mathematical tools. In our research we used statistical program SPSS-17 that through variance analysis allows of actuating processes of modeling and forecasting of adaptation and sports performance procedures.

Keywords: modeling, adaptation, local-regional muscle endurance, middle altitude, integrated training, aerobic and anaerobic processes, adaptogens, licensed medicines, aerodynamic power of loads, wave processes.

References

1. Abramova T.F., Nikitina T.M. *Morfologicheskie kriterii – pokazateli prigodnosti, obshchey fizi-cheskoy podgotovlennosti i kontrolya tekushchey i dolgovremennoy adaptatsii k trenirovochnym nagruzkam* [Morphological Criteria - Indicators of Fitness, General Physical Preparedness and Control of the Current and Long-Term Adaptation to Training Loads]. Moscow, TVT Division Publ., 2010. 104 p.
2. Belotserkovskii Z.B., Lubina B.G. *Serdechnaya deyatel'nost' i funktsional'naya podgotovlennost' u sportsmenov (norma i atipichnye izmeneniya v normal'nykh i izmenennykh usloviyakh adaptatsii k fizi-cheskim nagruzkam)* [Cardiac Activity and Functional Preparedness of Athletes (Normal and Abnormal Changes in Normal and Altered Conditions of Adaptation to Physical Stress)]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2012. 548 p.
3. Bekhtereva N.P. *O mozge cheloveka. Razmyshleniya o glavnom. Monografiya* [On the Human Brain. Reflections on the Main. Monograph]. St. Petersburg, Notabene Publ., 1994. 245 p.
4. Breslau I.S., Volkov N., Tambovtseva R.V. *Dykhanie i myshechnaya aktivnost' cheloveka v sporte. Rukovodstvo dlya izuchayushchikh fiziologiyu cheloveka* [Breathing and Muscle Activity of Man in the Sport. Guide to Studying Human Physiology]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2013. 336 p.
5. Wiener N. *Kibernetika ili upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine* [Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine]. Moscow, Science Publ., 1968. 277 p.
6. Gavrilova E.A. *Stressorne serdtse. Stressornaya kardiomiopatiya* [Stressor Heart. Stress-Induced Cardiomyopathy]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2007. 200 p.
7. Guyton A.K., Hall J.E. *Meditsinskaya fiziologiya* [Medical Physiology]. Moscow, Logosphere Publ., 2008. 1296 p.
8. Zimkin N.V. [Physiological Characteristic Features of the Motor System to Adapt to Different Activities]. *Fiziologicheskie problemy adaptatsii* [Physiological Adaptation Problems]. Tartu, 1984, pp. 73–76. (in Russ.)
9. Isaev A.P., Ehrlich V.V. *Sport i srednegor'e. Modelirovanie adaptivnykh sostoyaniy sportsmenov* [Sports and Midlands. Simulation of Adaptive Athletes States]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2013. 425 p.
10. Karpman V.L., Parim V.V. *Fiziologiya krovoobrashcheniya. Fiziologiya serdtsa* [Physiology of Circulation. Physiology of the Heart]. Moscow, Science Publ., 1980. 598 p.
11. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudsov S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka* [Technologies and Methods for Determining the Composition of the Human Body]. Moscow, Science Publ., 2006. 148 p.
12. Meyerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stressovym situatsiyam i fizičeskim nagruzkam* [Adaptation to Stress and Physical Activity]. Moscow, Medical Publ., 1988. 256 p.
13. Meyerson F.Z. *Adaptatsionnaya meditsina. Kontsepsiya dolgovremennoy adaptatsii* [Adaptation Medicine. The Concept of Long-Term Adaptation]. Moscow, Business Publ., 1993. 138 p.
14. Piloyan R.A. [Formation of Motivation of Sports Activities as the Central Task in the Individualization of Training Young Athletes]. *Upravlenie trenirovochnym protsessom na osnove ucheta individual'nykh osobennostey yunykh sportsmenov. Tezisy dokladov XIII Vsesoyuznoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Control the Training Process by Taking Into Account the Individual Characteristics of Young Athletes: Mes. Report XIII All-Union Scientific-Practical Conference], 1991, pp. 255–256 (in Russ.)
15. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporste. Obshchaya teoriya i prakticheskie prilozheniya* [The System of Training Athletes in Olympic Sports. General Theory and Practical Applications]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2005. 820 p.
16. Raff G. *Sekrety fiziologii* [Secrets of Physiology]. Moscow, Bean Publ., 2001. 448 p.
17. Rogozkin V.A. *Otsenka metabolicheskikh sostoyaniy organizma pri vypolnenii fizicheskikh uprazhneniy* [Evaluation of Metabolic States of the Organism During Exercise]. Moscow, Education Publ., 1990, pp. 120–137.
18. Seluyanov V.N. *Podgotovka beguna na srednie distantsii* [Preparing Middle Distance Runner]. Moscow, TVT Division Publ., 2007. 112 p.
19. Stankov A.G. *Upravlenie podgotovkoy dzyudoistov* [Management Training Judo]. Moscow, Education Publ., 1995. 160 p.

Интегративная физиология

20. Tal'ko V.I., Bogush S.V. *Sistema po etapnoy morfofunktional'noy otsenki nespetsificheskoy rezistentsii organizma v protsesse sportivnoy trenirovki* [System of Morphofunctional Evaluation Phase Nonspecific Organism of Resistance in the Process of Sports Training]. Kiev, KGIFK Publ., 1986. pp. 116–130.
21. Hochachka P., Somero J. *Biokhimicheskaya adaptatsiya* [Biochemical Adaptation]. Moscow, World Publ., 1988. 597 p.
22. Haken H. *Sinergetika* [Synergetics]. Moscow, World Publ., 1980. 286 p.
23. Corrado D., Pelicia A. Heidbuchhel H. Recommendations for Interpretation of 12-Lead Electrocardiogram in the Athlete. *European Heart Journal*, 2010, no. 31, pp. 243–259.
24. Volkov N.I., Popov O.I. Physiological Criterions of Adaptation in Man to Physical of Adaptation in Man to Physical Loads. *Bulletin. Series Biological*. Alma-Ata, 2007, no. 4 (34), pp. 24–29.
25. Vogt A.M., Holger N. Metabolic Control Analysis of Anaerobic Glycolysis in Human Hibernating Myocardium Replaces Traditional Concepts of Flux Control. *FEBS Left*, 2002, vol. 517, no. 2, pp. 245–250.
26. Wilber R.L. Application of Altitude Hypoxic Training by Elite Athletes. *Medical Science Sports Exerc*, 2007, vol. 39, no. 9, pp. 1610–1624.

Received 23 May 2014