Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_11
УДК 612.06

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_11
UDC 612.06

ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЗАДАПТАЦИИ В ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ФОРМЫ

В.В. Мякотных
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Сочинский государственный университет», г. Сочи, Россия

Аннотация. В статье проведено исследование биологических механизмов, определяющих становление и утрату спортивной формы, с позиций современных представлений о развитии и взаимодействии адаптационных и дезадаптационных процессов в годичном цикле подготовки спортсменов. Выявлен парадокс, заключающийся в невозможности проведения биологических перестроек, обеспечивающих становление спортивной формы до «состояния оптимальной готовности к спортивным достижениям» в любую из фаз своего развития. Обоснована необходимость внесения коррективов в построение современной системы периодизации и определения термина «спортивная форма».
Ключевые слова: периодизация, спортивная тренировка, спортивная форма, адаптация, дезадаптация.

PROBLEM OF THE MALADAPTATION PROCESSES' DEVELOPMENT WHILE GETTING IN COMPETITION SHAPE

V.V. Myakotnykh
Sochi State University, Sochi

Abstract. The article conducts a study of biological mechanisms that define the formation and loss of competition shape, from the standpoint of modern concepts on the development and interaction of adaptation and maladaptation processes in the annual cycle of athlete training. A paradox has been revealed, which consists in the impossibility of carrying out biological changes that ensure the formation of competition shape to a "state of optimal fitness for sports achievements" in any of the phases of its development. The need to make adjustments to the construction of a modern periodization system and the definition of the term "competition shape" is proven.
Keywords: periodization, sports training, competition shape, adaptation, maladaptation.

Введение. Современная теория спортивной тренировки базируется на достижениях отечественной научной школы, основные принципиальные методические положения которой были сформулированы к 60–70-м годам прошлого века. Одним из ключевых разделов спортивной теории является концепция периодизации тренировки, суть которой заключается в анализе т.н. «спортивной формы» и управлении ее развитием в периодах большого цикла подготовки спортсмена [1]. По мнению ряда специалистов [2-3], именно благодаря отечественным научным достижениям, включая разработанную Л.П. Матвеевым [1] концепцию периодизации, советские и, первое время, российские спортсмены занимали лидирующее положение в спорте высших достижений. Однако системный кризис, охвативший страну в 90-х годах прошлого века, привел к постепенной утрате ведущих позиций наших спортсменов на мировой арене. К этому времени относятся и первые публикации, утверждающие о необходимости замены «устаревшей, утратившей свою теоретическую и практическую значимость, тормозящую прогресс спортивных достижений» концепции периодизации, современной научной теорией и методологией спортивной тренировки [4]. Развернувшаяся полемика с аргументами «за» и «против» продолжается уже более 20 лет [2-6].

Серьезным недостатком традиционной концепции периодизации многие считают ее базирование на логике и эмпиризме при отсутствии теоретического обоснования

биологической составляющей становления спортивной формы с позиций теории адаптации [4, 6]. Это и послужило основанием выбора цели настоящего исследования: выявление физиологических механизмов, определяющих развитие адаптационных и дезадаптационных процессов в годичном цикле управления становлением спортивной формы спортсмена.

Методы и организация исследования: теоретический анализ проблемы периодизации спортивной тренировки с позиций современных представлений о механизмах развития процессов адаптации под воздействием тренировочных и соревновательных нагрузок. Проведен анализ более 50 научных публикаций по данным электронных баз Web of Science, Scopus, eLibrary по проблеме биологических аспектов становления спортивной формы. Анализировались научные публикации, включающие исследования функциональных возможностей физиологических систем на разных этапах подготовки спортсменов, а также систематические обзоры.

Результаты исследования и их обсуждение. С позиций закономерностей развития адаптационных процессов при напряженной тренировке [7-9], процесс становления спортивной формы можно охарактеризовать как структурно-функциональную перестройку физиологических систем, способствующую полной мобилизации текущих функциональных ресурсов организма для достижения максимального уровня специальной работоспособности на определенной ступени спортивного совершенствования. В концепции периодизации спортивной тренировки задачи становления спортивной формы решаются в подготовительном периоде, включающем обще-подготовительный и специально-подготовительный этапы подготовки [1]. На обще-подготовительном этапе ставятся задачи «повышения общего уровня функциональных возможностей, всестороннего развития физических качеств, формирования разнообразных умений и навыков и т.п., составляющих фундамент спортивной формы» [1]. Возможно, такая схема хорошо работала в 60-х годах прошлого века, когда многие будущие чемпионы приходили в большой спорт без необходимой базы подготовки («от станка»). Однако на современном этапе развития спорта высших достижений применение обще-подготовительных упражнений в том виде, в котором это предлагается традиционной концепцией периодизации тренировки, вызывает большие сомнения.

Во-первых, задачи всесторонней физической подготовленности спортсменов должны решаться не на одном из этапов становления спортивной формы, а на этапах подготовки в детско-юношеских спортивных школах. Если у спортсменов массовых разрядов тренировка в разных по форме, но сходных по содержанию дисциплинах вызывает перекрестную адаптацию, прямой перенос физических качеств и функциональных возможностей, то у элитных спортсменов стимуляция адаптационных процессов возможна только при использовании узкоспециализированных средств и методов [2, 7].

Во-вторых, еще недавно считалось, что врожденная мышечная композиция, определяющая особенности энергообеспечения и соотношение мышечных волокон с различными сократительными свойствами, практически не меняется в процессе тренировки. Поэтому целесообразным казалось комплексное развитие физических качеств и функциональных возможностей за счет совершенствования центрального звена адаптации (сердечно-сосудистой системы) и поочередного воздействия на те или иные мышечные волокна чередованием нагрузок различной направленности. Сейчас стало понятно, что направленность долговременной адаптации в спорте обусловливается генетической перестройкой энергетического метаболизма и фенотипа мышечных волокон и строго регулируется специфической направленностью тренировочной нагрузки [10-12]. Так, основную роль в адаптации скелетных мышц к интенсивным физическим тренировкам,

превышающим возможности аэробного энергообеспечения, играет «фактор, индуцируемый гипоксией» HIF-1α, как основной транскрипционный фактор анаэробного метаболизма [11, 13]. Когда клетки становятся гипоксичными, белок HIF-1α быстро накапливается и связывается со своим партнером HIF-1β в комплекс, который активирует факторы транскрипции участков ДНК, чувствительные к гипоксии. Именно HIF является ключом метаболической адаптации, повышающим экспрессию генов гликолиза, глюконеогенеза, белков транспорта лактата и антигипоксических генов эритропоэтина при высокоинтенсивной тренировке. Экспрессия факторов гликолиза приводит к снижению экспрессии факторов аэробного метаболизма и генетически инициированной перестройке мышечных волокон в сторону увеличения экспрессии «быстрой» изоформы тяжелых цепей миозина и мощности мышечных сокращений [12, 14]. При адаптации к работе в режиме аэробного энергообеспечения запускается экспрессия генов ядерного и митохондриального генома, необходимых для синтеза митохондрий, с соответствующим снижением мощности освобождения энергии, мобилизационных возможностей вовлечения в процесс энергетических субстратов и перестройкой фенотипа мышечного волокна в сторону «медленной» изоформы тяжелых цепей миозина [10, 14]. Это означает, что не допускается постоянной смены применения разнонаправленных нагрузок на любом из этапов подготовки высококвалифицированных спортсменов. Напряжение механизмов регуляции в результате постоянного изменения направленности настроек функциональных систем приводит к истощению адаптационных ресурсов, необходимых для становления и поддержания спортивной формы, ускорению развития процессов дезадаптации на последующих этапах подготовки, не решая при этом поставленных задач разностороннего совершенствования физических качеств [15].

Современные представления о механизмах развития адаптации под воздействием тренировочной и соревновательной деятельности несколько меняют взгляды на стратегию управления становлением спортивной формы [7, 8, 16]. Деление процесса подготовки на обще-подготовительный и специально-подготовительный этапы становится весьма условным. Направленность физиологических изменений представляется в виде последовательных структурно-функциональных перестроек обслуживающих систем, приводящих к созданию единой интегративной функциональной системы, обеспечивающей максимальную эффективность специфической соревновательной деятельности, соответствующей текущему адаптационному потенциалу организма. Причем каждый предыдущий этап перестройки должен создавать необходимые условия для построения последующего, формирующего все более специфичные механизмы адаптации по отношению к предмету спортивной специализации. Пренебрежение любым из этапов становления спортивной формы резко снижает эффективность подготовки на последующем (вплоть до потери смысла занятий) [16].

Вопросы к понятиям «оптимальная готовность к достижениям» и «пик» спортивной формы. По классическому определению Л.П. Матвеева, становление спортивной формы завершается «состоянием оптимальной готовности к спортивным достижениям» [1]. Но можно ли это состояние назвать «оптимальным» (т.е. наиболее благоприятным, наилучшим), с позиций воздействия тех физиологических процессов, которые развернулись в организме к периоду наивысшего развития спортивной формы?

Применение нагрузок, требующих предельной мобилизации структурных и функциональных ресурсов, приводит к быстрому изнашиванию функциональных систем, несущих основную нагрузку [17-19]. Одновременно, перестройка

трофических процессов, выражающаяся в получении привилегированного обеспечения наиболее интенсивно функционирующих физиологических систем, за счет других систем может приводить к дистрофическим изменениям второстепенных для текущих условий органов. Часто это сопровождается уменьшением массы и количества клеток в печени, почках и надпочечниках, отрицательно сказывается на проявлениях высшей нервной деятельности [17].

Повышение интенсивности нагрузок часто вызывает нарушение баланса между работой про- и антиоксидантной систем, возникновение хронического окислительного стресса, что приводит к нарастанию повреждающего воздействия свободных радикалов кислорода на биомембраны [20]. Увеличение проницаемости миелиновых мембран аксонов и саркоплазматического ретикулума миоцитов затрудняет передачу двигательных нервных импульсов, снижая сократительные возможности мышцы; повреждение митохондриальных мембран снижает эффективность окислительного фосфорилирования; перекисное окисление цистерн, содержащих ионы кальция, приводит к нарушению функции кальциевого насоса, ухудшению релаксационных свойств мышц [18-19].

Достижение значительной глубины негативных биохимических и физиологических сдвигов сигнализирует в центральную нервную систему о превышении пределов возможностей регуляторных механизмов поддерживать гомеостатические параметры функциональных систем, что приводит к развитию охранительного торможения. Охранительное торможение распространяется от двигательных центров коры головного мозга на близлежащие структуры, а также на нижние этажи центральной нервной системы, включая тормозные вставочные нейроны спинного мозга, вызывающие снижение частоты импульсации α-мотонейронов, что в итоге и приводит к необратимому для текущего состояния спаду физической работоспособности и угасанию спортивной формы.

В ряде исследований показано, что при достижении т.н. «пика» спортивной формы наступает состояние, названное «вторичным спортивным иммунодефицитом», характеризующееся активацией инфекций, обычно не возникающих у людей со здоровым иммунитетом [21-23]. Срыв иммунологической адаптации и развитие вслед за этим острой или хронической адаптогенной патологии на «пике» спортивной формы диагностируются более чем у 40% высококвалифицированных спортсменов [21]. Опыт многолетнего анализа подобных случаев позволил академику Р.С. Суздальницкому выделить по крайней мере три типа иммунодефицитных состояний, сопутствующих периоду достижения спортивной формы [21]:

1. Сорбционный механизм возникновения иммунодефицита. Сопровождается снижением количества иммуноглобулинов основных классов, вплоть до их полного исчезновения. Развивается вследствие нарушения кислотно-щелочного равновесия в кислую сторону, существенного повышения температуры и усиления процессов свободно-радикального окисления. Действие основано на сорбционном механизме связывания иммуноглобулинов и антител многочисленными дополнительными рецепторами на клеточных элементах крови и последующей их элиминации (удаления) из сыворотки с мочой. Характеризуется как «быстрый» вариант иммунодефицита в видах спорта с преобладанием скоростно-силовой работы, или других видах спорта при быстром наращивании интенсивности нагрузок.

2. Состояние, связанное с нарастающей разнонаправленностью иммунологических показателей – снижением одних и компенсаторным повышением других. При этом наблюдается тенденция к падению всех иммунологических реакций, за исключением бактерицидной активности сыворотки крови и комплемента. Может

сопровождаться возрастанием выработки аутоантител, обладающих антигенными свойствами к собственным тканям, что вызывает их серьезные повреждения с переходом в патологический процесс. Характеризуется как «скрытый», часто растянутый по времени вариант иммунодефицита, зависящий от силы и продолжительности стрессорного воздействия нагрузки и индивидуальных резервных возможностей иммунной системы спортсмена.

3. Развитие механизмов, связанных с дальнейшим нарастанием негативных процессов «скрытой» фазы иммунодефицита, заканчивающихся срывом в одном или нескольких звеньях иммунной системы при продолжающемся воздействии экстремальных факторов. В основном, наблюдается в видах спорта с преобладанием выносливости.

Возникает вопрос: что же рассматривать в качестве заключительной фазы становления спортивной формы? Если это достижение максимального уровня специальной работоспособности при предельной мобилизации функциональных ресурсов организма, то неизбежными условиями наивысшего развития спортивной формы становятся срыв системы иммунитета, исчерпание ресурсов ведущих функциональных систем и развертывание дисфункций отдельных органов, приводящие к формированию мощного процесса охранительного торможения. То есть, достижение «пика» спортивной формы сопровождается развитием сильнейшего физического и психологического стресса и дезадаптационных процессов на грани патологии, требующих в дальнейшем длительного периода восстановления, а точнее реабилитации. В этом случае предлагаемое отдельными авторами 4-х цикловое (и более), планирование периодизации тренировки в течение календарного года становится практически невыполнимым и может привести к самым непредсказуемым последствиям для здоровья спортсменов. Если же, управляя динамикой нагрузок, произвольно затормаживать, а затем и снижать развитие спортивной формы в конце определенной фазы, то такие структурные элементы вряд ли можно считать полноценными «большими циклами» подготовки, скорее это вариант одноцикловой системы планирования. Понятными становятся рекомендации Л.П. Матвеева об одноцикловой годовой системе периодизации в видах спорта на выносливость и двухцикловой в скоростно-силовых видах спорта [1].

О вариантах динамики становления спортивной формы. В спорте высших достижений планирование тренировочного процесса с прогрессирующим нарастанием спортивной формы и выходом на «пик» к моменту главного старта сезона (например, Олимпийских игр) является наиболее «жестким», но и наиболее эффективным вариантом подготовки, требующим предельного расходования текущих функциональных ресурсов, а затем и длительного периода восстановления (реабилитации). В иных случаях, например при решении задачи стабильного выступления на большинстве этапов Кубка мира, возможен «легкий» вариант с постепенным становлением спортивной формы, не имеющим явно выраженного пика в высшей точке своего развития. В этом случае текущий адаптационный потенциал становления спортивной формы равномерно распределяется на протяжении всего соревновательного периода, что не позволяет достичь уровня специальной работоспособности, как при «жестком» варианте планирования. Под адаптационным потенциалом здесь понимается запас текущих функциональных ресурсов организма, обеспечивающий его способность к изменениям под воздействием адаптогенных факторов и поддержанию этих изменений на необходимом уровне.

Рассмотренные выше физиологические механизмы становления и спада спортивной формы могут дать ответ на вопрос: почему закономерности периодизации практически не действуют на ведущих спортсменов,

способных выигрывать крупные соревнования на протяжении всего соревновательного периода? Во-первых, спортсмены, показывающие выдающиеся результаты в том или ином виде спорта, как правило, имеют врожденную предрасположенность к такому виду деятельности. А значит, в процессе становления спортивной формы затрачивается меньший адаптационный потенциал на перестройку систем обеспечения, слабее напряжение механизмов управления, глубина биохимических и функциональных сдвигов, что позволяет «растянуть» по времени состояние, обеспечивающее готовность к спортивным достижениям. Во-вторых, такие спортсмены изначально имеют более высокий уровень функциональных возможностей, что позволяет, не достигая спортивной формы в классическом понимании этого слова, на протяжении всего соревновательного периода поддерживать уровень специальной работоспособности, доступный другим участникам только на «пике» своих возможностей.

Заключение. С позиций современных представлений о развитии адаптационных и дезадаптационных процессов под воздействием нагрузок, требующих предельной мобилизации функциональных ресурсов организма, спортивная форма является динамичным, постоянно меняющимся состоянием, которое по определению не может быть «состоянием оптимальной готовности к достижениям» в любую из фаз своего развития. Фаза наивысшей готовности, характеризующаяся максимальной мобилизацией функциональных резервов, сопровождается срывом иммунной защиты, быстрым изнашиванием функциональных систем, несущих основную нагрузку, дисфункцией систем, снабжающихся по остаточному принципу. Всё множество состояний в других фазах спортивной формы не может быть названо «оптимальной готовностью» ввиду невозможности обеспечения результатов, доступных в наивысшей фазе ее развития. Таким образом, традиционная концепция периодизации спортивной тренировки декларирует цель становления спортивной формы, как достижение «оптимальной готовности к спортивным достижениям», которую невозможно решить при проведении любых физиологических перестроек.

Полученные сведения обосновывают необходимость внесения существенных корректив в построение современной системы периодизации, особенно к вариантам много циклового планирования тренировки в течение календарного года, а также переосмысления классической формулировки термина «спортивная форма».

Характер, продолжительность и динамика становления спортивной формы во многом определяются врожденными генетическими особенностями спортсмена, уровнем его спортивного мастерства, целью и задачами большого цикла подготовки. Расширение календаря соревнований предполагает не увеличение соревновательного периода в смысле стремления к максимальному результату в каждом старте, а расстановку приоритетов подготовки и использование состязаний как органичной части подготовительного процесса.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, Л. П. Проблемы периодизации спортивной тренировки / Л. П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1964. – 244 с.
2. Платонов, В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2013. – 624 с.
3. Суслов, Ф. П. В чем же сущность «новой» концепции тренировки? / Ф. П. Суслов, В. П. Филин // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 12. – С. 33-36.
4. Верхошанский, Ю. В. На пути к научной теории и методологии спортивной тренировки / Ю. В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. – 1998 – № 2. – С. 21-27.
5. Иссурин, В. Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки: монография / В. Б. Иссурин. – М.: Советский спорт, 2010. – 283 с.

6. Бондарчук, А. П. Тренированность и спортивная форма / А. П. Бондарчук, А. Н. Блеер, С. Е. Павлов. – В сб. II Международной научно-практической конференции. – Казань, 2014. – С. 193-195.
7. Платонов, В. Н. Теория и адаптация функциональных систем в развитии системы знаний в области подготовки спортсменов / В. Н. Платонов // Наука в олимпийском спорте. – 2017 – № 1. – С. 29-46.
8. Фудин, Н. А. Методология теории функциональных систем как новый подход к управлению тренировочным процессом / Н. А. Фудин, Ю. Е. Вагин, С. Я. Классина // Вестник новых медицинских технологий. –2012. – Т. 19. – № 4. – С. 118-122.
9. Системный анализ тренировки и моделирования долговременных адаптационных процессов спортсменов высокой квалификации в условиях интегральной подготовки / Исаев А. П., Эрлих В. В., Хусаинова Ю. Б. [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 23-35.
10. Moyes, C. D. Control of muscle bioenergetic gene expression: effect of glycolytic and oxidative enzymes on allometric scaling / C. D. Moyes, C. M. R. Lemoine // Journal of Experimental Biology. – 2005. – Vol. 208. – P. 1601-1610.
11. Abe, T. High-intensity interval training-induced metabolic adaptation combined with increased HIF-1α and glycolytic protein expression / T. Abe // J Appl Physiol. – 2015. – Vol. 119(11). – P. 1297-1302.
12. Мякотных, В. В. О трансформации мышечных волокон в процессе спортивной тренировки / В. В. Мякотных // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 2. – С. 14-20.
13. Hypoxic signaling in skeletal muscle maintenance and regeneration: a systematic review / Pircher T., Wackerhage T., Aszodi A. [et al] // Ahead. Physiology. – 2021. – Vol. 12. – P. 684899 DOI: 10.3389/fphys.2021.684899.
14. Tobias, I. S. Moving Human Muscle Physiology Research Forward: An Evaluation of Fiber Type-Specific Protein Research Methodologies / I. S. Tobias, A. J. Galpin // Am. J. Physiol.-Cell Physiol. – 2020. – № 319. – P. 858-876.
15. Overtraining Syndrome as a Complex Systems Phenomenon / Armstrong L. E., Bergeron M. F., Lee E. C. [et al] // Front Netw Physiol. – 2022. – № 1. – P. 794392.
16. Мякотных, В. В. Циклические виды спорта: Современные подходы к развитию специальной выносливости / В. В. Мякотных // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 1. – С. 16-20.
17. Агаджанян, Н. А. Адаптация, экология и восстановление здоровья / Н. А. Агаджанян, А. Т. Быков, Г. М. Коновалова. – Москва, Краснодар, 2003. – 260 с.
18. Гунина, Л. Окислительный стресс и адаптация: метаболические аспекты влияния физических нагрузок / Л. Гунина // Наука в олимпийском спорте. – 2013. – № 4. – С. 19-25.
19. Мякотных, В. В. Двигательная активность и возрастная инволюция функциональных возможностей человека / В. В. Мякотных. – Сочи: СГУ, 2013. – 176 с.
20. Robergs, R. A. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis / R. A. Robergs, F. Ghiasvand, D. Parker // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2004. – № 287. – P. 502-516.
21. Суздальницкий, Р. С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 1. – С. 18-22.
22. Риск развития вторичных иммунодефицитных состояний и заболеваемости у спортсменов / Емельянов Б. А., Калинкин Л. А., Морозов В. Н. [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 2. – С. 20-24.
23. Опарина, О. Н. Влияние физических нагрузок на состояние иммунной системы спортсменов / О. Н. Опарина, Е. Ф. Кочеткова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 1. – Ч. 1. – С. 39-42.

REFERENCES

1. Matveev L.P. Problems of sports training periodization. Moscow: Fizicheskaya kul’tura i sport, 1964. 244 p. (in Russ.)
2. Platonov V.N. Periodization of sports training. General theory and its practical application. Kiev: Olimpijskaya literatura, 2013. 624 p. (in Russ.)
3. Suslov F.P, Filin V.P. What is the essence of the “new” concept of training? *Theory and Practice of Physical Culture,* 1991, no. 12, pp. 33-36. (in Russ.)
4. Verkhoshanskij Yu.V. On the way to scientific theory and methodology of sports training. *Theory and Practice of Physical Culture,* 1998, no. 2, pp. 21-27. (in Russ.)
5. Issurin V.B. Block periodization of sports training: a monograph. Moscow: Sovetskij sport, 2010. 283 p. (in Russ.)
6. Bondarchuk A.P, Bleer A.N., Pavlov S.E. Fitness and athletic form. From the collection of the II

International Scientific and Practical Conference. Kazan, 2014. pp. 193-195. (in Russ.)
7. Platonov V.N. Theory and adaptation of functional systems in the development of the knowledge system in athlete training. *Science in Olympic Sport*, 2017, no. 1, pp. 29-46. (in Russ.)
8. Fudin N.A, Vagin Yu.E., Klassina S.Ya. The methodology of the functional system theory as a new approach to the control of the training process. *Journal of New Medical Technologies*, 2012, vol. 19, no. 4, pp. 118-122. (in Russ.)
9. Isaev A.P., Erlikh V.V., Khusainova Yu.B., Epishev V.V., Nenasheva A.V., Romanova E.V., Shepilov A.O. The system analysis of training and modelling of long-term adaption processes for highly qualified sportsmen under the conditions of integrated training. *Human. Sport. Medicine,* 2013, vol. 13, no. 3, pp. 23-35. (in Russ.)
10. Moyes C.D., Lemoine C. Control of muscle bioenergetic gene expression: effect of glycolytic and oxidative enzymes on allometric scaling. *Journal of Experimental Biology,* 2005, vol. 208, pp. 1601-1610.
11. Abe T., Kitaoka Y., Kikuchi D.M., Takeda K., Numata O. High-intensity interval training-induced metabolic adaptation with HIF-1α and glycolytic protein expression. *Journal of Applied Physiology*, 2015, vol. 119, no. 11, pp. 1297-1302.
12. Myakotnykh V.V. On the transformation of muscle fibers in the process of sports training (literature review). *Sports science bulletin,* 2019, no. 2, pp. 14-20. (in Russ.)
13. Pircher T., Wackerhage H., Aszodi A., Kammerlander C., Böcker W., Saller M.M. Hypoxic signaling in skeletal muscle maintenance and regeneration: a systematic review. *Ahead. Physiology*, 2021, vol. 12, P. 684899. DOI: 10.3389/ fphys.2021.684899.
14. Tobias I.S. Galpin A.J. Moving Human Muscle Physiology Research Forward: An Evaluation of Fiber Type-Specific Protein Research Methodologies. *Am. J. Physiol.-Cell Physiol*, 2020, no. 319, pp. 858-876.
15. Armstrong L.E., Bergeron M.F., Lee E.C., Mershon J.E., Armstrong E.M. Overtraining Syndrome as a Complex Systems Phenomenon. *Front Netw Physiol*, 2021, no. 1, P. 794392.
16. Myakotnykh V.V. Cyclical sports: modern approach to the development of special endurance (analytical study). *Sports science bulletin,* 2021, no. 1, pp. 16-20. (in Russ.)
17. Aghadzhanyan N.A, Bykov A.T., Konovalova G.M. Adaptation, ecology and recovery of health. Moscow, Krasnodar, 2003. 260 p. (in Russ.)
18. Gunina L. Oxidative stress and adaptation: metabolic aspects of the physical activity's influence. *Science in Olympic sport*, 2013, no. 4, pp. 19-25. (in Russ.)
19. Myakotnykh V.V. Motor activity and age-related involution of human functionality. Sochi: SSU, 2013. 176 p. (in Russ.)
20. Robergs R.A., Ghiasvand F., Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol,* 2004, 287, pp. 502-516.
21. Suzdal'nitskij R.S., Levando V.A. New approaches to understanding sports stress immunodeficiency. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2003, no. 1, pp. 18-22. (in Russ.)
22. Emel'yanov, B.A., Kalinkin L.A., Morozov V.N., G.A. Bobkov, Kozlovskij A.P., Chekirda I.F., Morozova O.V., Metlyaev G.N. Risk evolution of secondary immune deficits and morbidity in athletes. *Sports science bulletin,* 2013, no. 2, pp. 20-24. (in Russ.)
23. Oparina O.N, Kochetkova E.F. Effect of exercise loads upon an athlete's immune system status. *Modern scientific researches and innovations*, 2015, no. 1, part 1, pp. 39-42. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Владимир Васильевич Мякотных – доктор биологических наук, доцент, профессор Сочинского государственного университета, Сочи, e-mail: myakotnyh.v@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Vladimir V. Myakotnykh – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Sochi State University, Sochi, e-mail: myakotnyh.v@yandex.ru.

Для цитирования: Мякотных В. В. Проблема развития процессов дезадаптации в период становления спортивной формы / В. В. Мякотных // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_11

For citation: Myakotnykh V.V. Issue of the maladaptation processes' development while getting in competition shape. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_11