

УДК 796.01:612+796.071.2

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СПОРТСМЕНА В СВЕТЕ ТЕОРИИ АДАПТАЦИИ



Лойко Т.В., канд. пед. наук, доцент
(Белорусский государственный университет физической культуры)

В работе рассматриваются некоторые аспекты формирования морфофункциональных перестроек организма спортсмена, направленных на его адаптацию к интенсивной мышечной деятельности с учетом специфики избранного вида спорта.

Ключевые слова: морфофункциональная перестройка, организм, спортсмен.

MORPHOFUNCTIONAL SPECIALIZATION OF AN ATHLETE IN THE LIGHT OF THE THEORY OF ADAPTATION

Some aspects of formation of morphofunctional reorganizations of an athlete's organism directed at its adaptation to intensive muscular activity taking into account specifics of the chosen sport are considered in the paper.

Keywords: morphofunctional reorganization, organism, athlete.

Спортивная тренировка представляет собой сложный, многолетний процесс, который имеет определенную структуру и осуществляется в строгом соответствии с биологическими закономерностями роста и развития организма человека. Его морфофункциональные эффекты не сопоставимы с результатами любых других видов мышечной активности, присущих виду гомо сапиенс. Даже тяжелый физический труд в сложных климатических условиях не вызывает в организме человека таких глубоких адаптационных перестроек, которые происходят у спортсменов высокой квалификации под влиянием систематических тренировочных воздействий, особенно если они направлены на развитие выносливости [1].

Систематические тренировочные нагрузки вызывают целый комплекс структурных и функциональных изменений во всех физиологических системах организма, несущих на себе основную нагрузку при выполнении конкретного вида двигательной деятельности. В каждой из них происходят свои строго определенные приспособительные перестройки, характер которых определяется спецификой выполняемых физических нагрузок [2, 3]. Совокупность адаптационных изменений различных функций организма определяет уровень специальной физической работоспособности и тренированности спортсмена.

Морфофункциональная специализация организма спортсмена в первую очередь проявляется в перестройке регуляторных влияний со стороны ЦНС на деятельность физиологических систем организма, а также в изменениях морфологических характеристик и метаболических свойств скелетных мышц в соответствии с особенностями физических нагрузок, характерных для избранного вида спорта.

В основе формирования морфофункциональной адаптации организма спортсмена к специфическим тренировочным воздействиям лежат 2 взаимосвязанных процесса [2]:

1. Развитие в требуемом направлении функциональных возможностей нервно-мышечной системы и систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности на базе структурных и биохимических изменений.

2. Формирование и совершенствование взаимодействия между всеми физиологическими системами, обеспечивающими высокий уровень специ-

альной работоспособности организма спортсмена, посредством совершенствования координационной деятельности ЦНС.

Адаптационные перестройки, обеспечивающие морфофункциональную специализацию организма спортсмена, происходят гетерохронно. В развитии приспособительных перестроек организма существует строго определенная последовательность. Кроме того, начало интенсивного прироста отдельных показателей, характеризующих функциональные возможности конкретной физиологической системы, не совпадает во времени [2].

Подобная гетерохронность обусловлена неуклонным увеличением тренировочных нагрузок в процессе многолетней подготовки спортсмена, что закономерно повышает требования к функциональным возможностям физиологических систем организма, несущих на себе основную нагрузку при выполнении мышечной деятельности. Это требует мобилизации дополнительных потенциальных возможностей организма, способных обеспечить эффективное выполнение возросших физических нагрузок.

Характер приспособительных перестроек, происходящих в организме спортсмена в процессе систематической спортивной тренировки, определяется интенсивностью и продолжительностью выполняемых физических нагрузок, особенностями энергетического и структурного обеспечения мышечной деятельности [2, 4].

При относительно умеренной, но продолжительной нагрузке (например, бег на длинные дистанции) приспособительные перестройки организма направлены на активизацию процессов энергопродукции. Это достигается путем увеличения количества и размеров митохондрий, а также количества и активности окислительных ферментов, содержащихся в скелетной мускулатуре. Одновременно усиливается капилляризация мышц. В результате возрастает потребление мышечной тканью кислорода из притекающей к ней крови, повышается эффективность аэробного энергообеспечения мышечной деятельности.

Выполнение мощных высокоинтенсивных, но кратковременных физических нагрузок (например, подъем тяжестей, бег на короткие дистанции) активизирует синтез сократительных белков мышцы, т. е. миофибрилл. Это приводит к развитию выраженной гипертрофии мышц, которая сопровождается снижением удельной плотности в них митохондрий и капилляров. Данные приспособительные перестройки уменьшают снабжение скелетной мускулатуры кислородом, увеличивают продукцию молочной кислоты, что способствует быстрому развитию утомления при выполнении нагрузок, требующих проявления выносливости.

Подобная специфичность морфофункциональных перестроек мышц при выполнении тренировочной работы различной направленности не позволяет им быть одновременно и выносливыми, и сильными.

Таким образом, повышение специальной работоспособности скелетных мышц в процессе спортивной тренировки связано с увеличением в них массы и мощности тех структур, которые обеспечивают адаптацию к конкретному виду двигательной деятельности.

Адаптация скелетных мышц к силовым нагрузкам

Главная особенность спортивных движений заключается в необходимости быстро наращивать силу мышечного сокращения. Сила мышечного сокращения определяется центрально-нервными, периферическими и энергетическими факторами [2].

Роль центрально-нервных факторов в развитии мышечной силы заключается в регулировании количества активируемых двигательных единиц (внутримышечная координация) и согласовании активности вовлекаемых в сокращение мышечных групп (межмышечная координация) посредством изменения частоты импульсации мотонейронов, степени синхронизации их импульсной активности. Чрезвычайно высокая роль ЦНС в развитии силы скелетной мускулатуры подтверждается тем, что в процессе специальной тренировки прирост силы мышц в 1,5–2 раза превышает увеличение мышечной массы [1, 2].

В основе адаптации нейронов к интенсивной мышечной деятельности лежит активизация синтеза нуклеиновых кислот и белков, приводящая к гипертрофии и повышению работоспособности этих клеток. В процессе спортивной тренировки происходит также активизация заторможенных ранее мотонейронов, что увеличивает число двигательных единиц, участвующих в сокращении мышцы.

Таким образом, увеличение силы мышечных сокращений обеспечивается вовлечением в работу дополнительного количества двигательных единиц и усилением стимуляции уже функционирующих мышечных волокон.

Последовательная активизация сначала низкопороговых, а затем высокопороговых двигательных единиц позволяет тонко дозировать величину и продолжительность мышечных сокращений. При предельных и околопредельных напряжениях разнопороговые двигательные единицы активизируются практически одновременно [1, 2].

Способность человека дифференцировать мышечное напряжение путем включения минимально необходимого количества двигательных единиц является одним из важнейших проявлений адаптации

мышц к спортивной деятельности, значительно повышающей эффективность внутримышечной координации.

Еще одним важным направлением адаптации мышц является улучшение межмышечной координации. Систематическая спортивная тренировка приводит к устранению излишнего напряжения мышц-антагонистов и обеспечивает координацию деятельности мышц-синергистов при выполнении различных упражнений.

Среди периферических факторов силы особое значение имеет композиция мышц, которая практически не изменяется в процессе специальной спортивной тренировки, так как на 99 % генетически детерминирована.

В структуре мышцы различают 2 типа мышечных волокон, отличающихся друг от друга морфологическими, биохимическими и сократительными свойствами:

– медленно сокращающиеся (МС) или медленные (I тип, низкопороговые, окислительные, т. е. используют преимущественно аэробный путь ресинтеза АТФ);

– быстро сокращающиеся (БС) или быстрые (II тип, высокопороговые, гликолитические, т. е. используют преимущественно анаэробный путь ресинтеза АТФ). Существует 2 подтипа этих мышечных волокон – БСа (окислительно-гликолитические) и БСб (гликолитические).

В мышцах человека несколько больше МС-волокон (от 52 % до 55 %). Среди БС-волокон преобладают волокна типа БСа (30 % – 35 %). Количество волокон типа БСб значительно меньше (12–15 %). У выдающихся спортсменов медленные или быстрые волокна могут быть не просто преобладающими, но и составлять практически всю мышцу (от 91 до 99 %). Выраженное преобладание в мышцах волокон какого-либо типа чаще встречается у мужчин [1, 2].

Одним из основных путей адаптации мышц к тренировочным нагрузкам является их гипертрофия. Увеличение массы МС-волокон, связанное с увеличением числа и объема миофибрилл, количества и плотности митохондрий, приводит к увеличению удельного веса этих волокон в мышце. Это приводит к повышению ее выносливости и снижению скоростных способностей. Гипертрофия БС-волокон увеличивает их удельный вес в мышце, способствуя увеличению ее скоростного потенциала.

Несмотря на то что тренировка соответствующей направленности способна значительно изменить объем тех или иных мышечных волокон, она не может изменить процентное соотношение количества БС- и МС-волокон, т. е. композицию мышц. К тому же рациональная тренировка аэробной на-

правленности способна значительно повысить возможность окислительного способа энергообеспечения как БСа-, так и БСб-волокон, но не может вызвать в них изменений, присущих хорошо тренированным МС-волоконкам. При этом МС-волокна мало подвержены скоростной тренировке [1, 2].

Таким образом, достижение высоких спортивных результатов возможно только при избирательном и эффективном воздействии на генетически детерминированные функциональные возможности мышечных волокон соответствующего типа.

Увеличение силовых способностей мышцы связано также с увеличением ее способности к быстрой мобилизации химической энергии фосфатных соединений, содержащихся в мышце, и превращением ее в энергию механическую. Это достигается путем повышения активности тех или иных ферментов в соответствии с содержанием силовых нагрузок.

Энергетическое обеспечение кратковременных усилий большой мощности осуществляется в основном за счет алактатного анаэробного механизма. При этом используются внутримышечные резервы креатинфосфата. Тренировка с продолжительными мышечными усилиями (до 30 с) повышает активность гликолитических ферментов. При этом продолжительность каждого максимального усилия является более важным стимулом для увеличения ферментативной активности мышц, по сравнению с количеством выполненной работы.

Существенное значение в энергообеспечении кратковременных мышечных усилий имеют некоторые гормоны, в частности катехоламины.

Таким образом, можно говорить о специфическом характере адаптивных реакций мышц в зависимости от режима силовой работы.

Адаптация скелетных мышц к нагрузкам, требующим проявления выносливости

Адаптация мышц к нагрузкам на выносливость идет по двум направлениям: метаболическому и гемодинамическому [2].

Метаболическая адаптация скелетной мускулатуры к нагрузкам аэробного характера заключается в увеличении количества и величины митохондрий, повышении активности окислительных ферментов, приросте содержания миоглобина, увеличении количества внутримышечного гликогена.

Выносливость лимитируется не недостатком поступления кислорода к работающим мышцам, а низкой способностью митохондрий мышц его использовать. Развитие выносливости сопровождается экономизацией использования энергетического потенциала организма, что выражается в более активном использовании жиров при снижении утилизации углеводов.

Перестройки метаболических реакций в процессе адаптации к нагрузкам на выносливость обусловлены совершенствованием гормональной регуляции (значительно увеличивается содержание в крови кортизола и соматотропина на фоне сохранения или повышения уровня инсулина) [2, 4].

Адекватное кровоснабжение мышц – один из важнейших факторов, определяющих их работоспособность, особенно при длительной двигательной деятельности. Ограничение кровотока в интенсивно сокращающихся мышцах способствует накоплению в них молочной кислоты и развитию утомления. Адаптация к напряженной продолжительной двигательной деятельности направлена на обеспечение адекватного кровоснабжения работающих мышц, что обеспечивает доставку к ним кислорода и энергетических субстратов, удаление метаболитов.

Приспособительные гемодинамические изменения связаны с усилением капилляризации мышц (число капилляров на 1 мм² мышечной ткани может увеличиться с 305 до 425), что способствует повышению потребления кислорода мышечными волокнами, увеличению артериовенозной разницы.

Перестройке капиллярной сети всегда предшествует повышение активности аэробных ферментов [1, 2].

Эффективность адаптации к длительной работе аэробного характера зависит также от совершенства внутри- и межмышечной координации.

Приспособительные перестройки кислород-транспортной системы, формирующиеся под влиянием систематических тренировочных нагрузок, применяемых в избранном виде спорта, также характеризуются специфичностью [4]. К сожалению, обратной стороной выраженной специализации адаптации спортсмена к систематическим тренировочным воздействиям является снижение общего уровня его физического здоровья. Подтверждением тому является повышенная чувствительность организма спортсмена высокой квалификации к неблагоприятным внешним воздействиям в состоянии «спортивной формы» [1, 2, 5].

Большой вклад в формирование морфофункциональных приспособительных перестроек организма спортсмена вносит его соревновательная деятельность. Однако ее роль в ходе многолетней спортивной тренировки существенно трансформируется [2, 3].

В тренировочном процессе начинающих юных спортсменов, в организме которых еще только формируются механизмы адаптации к интенсивной мышечной деятельности, соревнования следует рассматривать исключительно в качестве способа реализации того, что было достигнуто в процессе спортивной тренировки. Недостаточно высокие функциональные резервы детского организма обуславливают необходимость осторожного использования такого мощного средства физического воздействия, как соревновательная нагрузка.

С ростом квалификации спортсмена темпы формирования долговременных приспособительных перестроек организма существенно замедляются. Соревновательная деятельность высококвалифицированного спортсмена является наиболее мощным средством стимуляции адаптационных реакций. Только она способна вывести физиологические системы его организма на предельный уровень активности, который во время тренировочных занятий оказывается не достижимым. При работе со спортсменами высокой квалификации, у которых уже сформирована выраженная устойчивая адаптация к тренировочным воздействиям, соревнования следует рассматривать еще и в качестве эффективного средства спортивной подготовки.

Создание соревновательного микроклимата в ходе реализации программы спортивной тренировки способствует более глубокой мобилизации функциональных резервов организма, выраженному приросту физической работоспособности спортсмена.

Таким образом, соревновательная деятельность является не просто средством реализации заложенных в ходе спортивной тренировки потенциальных возможностей спортсмена, но и необходимым условием поступательного совершенствования механизмов адаптации и расширения приспособительных возможностей его организма, особенно на заключительных этапах многолетней спортивной тренировки.

Тренировочные и соревновательные нагрузки являются естественным биологическим фактором, формирующим и совершенствующим механизмы долговременной адаптации спортсмена к интенсивной мышечной деятельности. Однако способность организма человека к адаптации не безгранична. Необоснованно высокие по объему и интенсивности физические нагрузки, ранняя специализация тренировочного процесса ускоряют истощение резервов адаптации, особенно у детей и подростков. Следствием чего становится развитие таких патологических состояний как переутомление, перенапряжение, перетренированность. Только оптимальное построение спортивной тренировки на всех ее этапах обеспечивает максимальную реализацию индивидуальной способности спортсмена к адаптации при сохранении и повышении резервов здоровья [1, 2, 3, 6, 7].

Чрезмерные физические нагрузки приводят к ряду негативных морфофункциональных перестроек в организме спортсмена [2, 4, 5, 8, 9]:

- снижению числа лимфоцитов и эозинофилов крови;
- временному нарушению синергизма (синхронного взаимодействия) симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, приводя к выраженному доминированию одного из них;

- резкому изменению (паданию или увеличению) содержания глюкозы в крови;
- значительному уменьшению корреляции между частотой сердечных сокращений и дыхания;
- длительному искажению ритма и структуры дыхательных циклов;
- патологической трансформации сердца;
- появлению атипичных вариантов реакции системы кровообращения на дозированную физическую нагрузку (при условии, что в обычном состоянии наблюдалась нормотоническая реакция);
- выраженному нарушению пульса на психогенной основе (ЧСС в состоянии покоя при подсчете за 10 с отклоняется от обычной величины на 3 и более ударов);
- уменьшению размеров печени, селезенки, количества жировой ткани, нарушению белкового обмена.

Важнейшими условиями снижения цены адаптации к предельным и околопредельным узкоспециализированным тренировочным нагрузкам, характерным для спорта высших достижений, профилактики нарушений в состоянии здоровья спортсмена любого возраста и спортивной квалификации являются:

- планирование тренировочного процесса на основе результатов контроля оперативного, текущего и этапного функционального состояния спортсмена;
- использование внутренировочных средств ускорения процессов восстановления после мышечной деятельности.

Рациональное построение тренировочного процесса на всех этапах многолетней подготовки спортсмена, обеспечивающее достижение максимально возможного для него уровня адаптации к специализированной мышечной деятельности и

тренированности при обязательном сохранении состояния здоровья, является первоочередной задачей тренера. Достижение высокого спортивного результата ценой снижения резервов здоровья спортсмена не может считаться нормой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Платонов, В. Н. система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. П. Платонов. – М. : Советский спорт, 2005. – 820 с.
2. Куликов, Л. М. Управление спортивной тренировкой: системность, адаптация, здоровье / Л. М. Куликов. – М. : Физкультура, образование, наука, 1995. – 394 с.
3. Современная система спортивной подготовки / под ред. Ф. П. Суслова, В. Л. Сыча, Б. Н. Шустина. – М. : СААМ, 1995. – 448 с.
4. Лойко, Т. В. Физиология спорта в схемах и таблицах : пособие / Т. В. Лойко ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2015. – 108 с.
5. Мокеева, Е. Г. Механизмы формирования иммунных дисфункций у высококвалифицированных спортсменов (на примере биатлона) / Е. Г. Мокеева, Ю. В. Яковлев // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 6. – С. 43–45.
6. Юшкевич, Т. П. Управление тренировочной нагрузкой юных спринтеров на основе показателей функционального контроля : метод. рекомендации / Т. П. Юшкевич, В. И. Приходько, Т. В. Лойко. – Минск : БГУФК, 2010. – 26 с.
7. Иорданская, Ф. А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования) : монография / Ф. А. Иорданская. – М. : Советский спорт, 2011. – 142 с.
8. 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.
9. Шантарович, В. В. Варианты патологической трансформации сердца у гребцов на байдарках и каноэ / В. В. Шантарович, Е. Г. Кап-лаур, В. В. Маринич // Мир спорта. – 2014. – № 3. – С. 51–55.

14.11.2016

Министерство образования и науки РФ
Сочинский государственный университет
Факультет туризма, сервиса и спорта

Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых:

**«МОЛОДЕЖЬ – НАУКЕ – VIII.
Актуальные проблемы туризма, спорта
и бизнеса»**

26–28 апреля 2017 г.

Работа конференции организуется по следующим секциям:

1. Теоретические и прикладные аспекты научного обеспечения туристской деятельности.
2. Развитие индустрии гостеприимства. Питание в обеспечении здорового образа жизни.

3. Исследования в области технического и транспортного сервиса.

4. Научно-методические проблемы физической культуры, спорта и адаптивной физической культуры.

5. Теоретические и прикладные аспекты развития горного, предгорного (включая аграрный) и водного туризма.

6. Технологии историко-патриотического воспитания населения России.

Адрес: 354003, г. Сочи, ул. Пластунская, д. 94, корпус 2, тел. (8-862) 268-10-70

Заявки направлять на адрес: e-mail: konfsochi@bk.ru

Контактная информация оргкомитета:

Томилиן Константин Георгиевич, канд. пед. наук, доцент, зам. декана по НИР факультета туризма, сервиса и спорта СГУ

e-mail: tomilin-47@rambler.ru; тел. 89182012065