

УДК: 577.353

Н. Г. Самойлов, д. б. н., профессор
Харьковская государственная академия физической культуры**ВЗАИМООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ СТРУКТУРОЙ И ФУНКЦИЕЙ РАБОТАЮЩИХ МЫШЦ**

Аннотация. Целью исследования было выявление особенностей структурного обеспечения усиливающейся функции мышц в условиях длительных физических нагрузок. Установлено, что при длительности бега в течение 50 и 100 дней при скорости бега 20 и 30 м·мин⁻¹ происходило увеличение объемных долей исследованных ультраструктур, что трактуется как наличие соответствия между интенсивностью функционирования мышц и количеством материальных компонентов, обеспечивающих их работу. Это складывается в представление о надежности обеспечения длительной физической нагрузки.

Ключевые слова: надежность, ультраструктурные компоненты мышц, морфообразовательные процессы, разрушение органелл.

Введение. Проблема надежности в спорте не нова, однако, вместе с решением ряда вопросов, разработкой теоретических положений и практических рекомендаций появлялись новые нерешенные аспекты. Первопричиной необходимости расширения и углубления исследований проблемы надежности выступлений спортсменов являются бурные преобразования в самом спорте, т. е. его развитие. Именно поэтому то, что было выявлено и определено как доминирующее в обеспечении надежности спортсменов, даже несколько лет назад, устареваает, т. к. тренировочные и, особенно, соревновательные условия и, главное, требования к спортсменам очень сильно усложнились.

Проблема надежности спортивной деятельности в последнее десятилетие стала одной из важнейших и в практике спорта. Любой тренер, выставляя спортсмена на соревнование, надеется, что он стабильно выступит, продемонстрирует высокие результаты на протяжении всех дней соревнования, несмотря на наличие сбивающих, усложняющих и создающих экстремальные ситуации компонентов. Однако надежда тренера на успешность участия спортсмена в соревнованиях должна базироваться на знании и умелом использовании факторов, детерминирующих надежность выступления его воспитанника.

При этом следует учитывать, что в последнее время значительно усложнилась система планирования тренировочных нагрузок (включая двух- и трехразовые тренировки в день); изменилось содержание переходного периода (в котором в очень небольшой степени снижаются как физические, так и психические нагрузки); чрезвычайно интенсифицировалась предсоревновательная подготовка спортсменов (с введением полярных микроциклов, новых методов активизации мышечной работы).

Кроме того, совершенствование спортивных снарядов, материалов и даже появление новых видов спорта ставит на повестку дня всестороннее исследование проблемы надежности в спорте, что определяет ее актуальность.

Начиная с 70-х годов прошлого века, проблема надежности спортивной деятельности изучается большей частью применительно к конкретным видам спорта и в меньшей мере как обобщающая. Так,

анализируются компоненты психической надежности лыжников [1], гимнастов [6; 8], боксеров [7; 14], стрелков из винтовки [9; 10], борцов [13], прыгунов в воду [15] и др. В этих и ряде других работ исследователи акцентируют внимание на роли физиологических и психологических факторов в обеспечении надежности демонстрации спортсменами достигнутых на тренировках результатов в конкретном виде спорта и возможности их достижения в усложненных условиях соревнований.

В более обобщенном виде проблема надежности в спорте анализируется вначале в диссертации Ю. М. Блудова [4], а затем в монографии В. А. Плахтиненко [12]. В этих исследованиях анализируются психофизиологические параметры и качества личности высокоспециализированных спортсменов, необходимые для надежного выступления их на ответственных соревнованиях. Этими авторами выявлено четыре основных фактора, определяющих надежность спортсмена: биомеханические, медико-биологические, психологические и морально-политические.

В цитируемых и ряде других исследований последнего десятилетия ученые акцентируют внимание на психологических, физиологических и, особенно, технико-тактических компонентах надежности спортсменов, при этом меньшее значение придавая медико-биологическим факторам [2; 3; 5; 17]. Причем в составе медико-биологических факторов выделяются следующие подфакторы: состояние здоровья, дееспособность ЦНС, анализаторных и энергетических систем и ряд биохимических показателей (кислотно-щелочное равновесие, концентрация молочной кислоты и мочевины в крови).

Нисколько не умаляя значимость перечисленных компонентов в обеспечении надежности мышечных усилий спортсменов, следует заметить, что материальной основой работы скелетных мышц являются их главные сократительные (миофибриллы), энергообеспечивающие (митохондрии) и регуляторные (эндоплазматический ретикулум) элементы.

Физиологические исследования действительно позволяют выявить условия регуляции и активизации функций работающих мышц. Однако для удержания этой активности во времени необходимо соответствующее возрастающей функции мышц их структурное обеспечение. В этой связи Ф. З. Меерсоном обстоя-



тельно обосновано и показано, что для «осуществления долговременной адаптации (как фактора надежности) к усиливающемуся влиянию факторов среды (и мышечного сокращения в том числе) необходимо увеличение числа работающих элементов» [11]. Иначе говоря, возрастание нагрузки на мышцы должно сопровождаться ростом их количества, потому как даже при максимальной мобилизации спортсмена к демонстрации в течение соревнований достигнутых на тренировках результатов это невозможно сделать без формирования в саркоплазме мышц оптимального для возрастающей функции числа сократительных элементов.

В настоящее время структурное обеспечение надежности длительной работы мышц спортсменов является наименее изученным аспектом теории надежности. Остаются малоизученными или вовсе не исследованными вопросы структурного обеспечения адекватного силе и частоте раздражений сокращения мышц; механизмы расширения материальной (морфологической) базы работающих мышц; условия и факторы, вызывающие избирательное формирование структур первостепенной важности для полноценной функции мышц; условия гибели (и, соответственно, снижения надежности) структурных компонентов мышц при их чрезмерных функциональных напряжениях и ряд других.

Именно поэтому изучение материальной базы или структурного обеспечения надежности работающих в экстремальных условиях мышц внесет определенный вклад в теорию надежности в спорте, чему и посвящена настоящая работа.

В связи с этим в данной работе поставлена **цель** – установить особенности структурного обеспечения усиливающейся функции мышц при различных по длительности физических нагрузках.

Материал и методы исследования. Исследование проводилось на белых лабораторных крысах-самцах линии Вистар 3-месячного возраста. Животные содержались в условиях вивария. Выведение из эксперимента осуществлялось путем декапитации.

Морфологическому исследованию подвергались ткани общего разгибателя пальцев. Кусочки тканей размером 1x1 мм фиксировали 1–4 часа в 1–2-процентном забуференном растворе глутаральдегида (рН=7,3–7,4). Затем следовало обезвоживание по Н. Н. Molenhauer (1964) и заливка в смолы [16]. После изготовления ультратонких срезов следовало двойное контрастирование по Е. R. Reynolds [18]. Препараты анализировались в трансмиссионном электронном микроскопе ЭВМ-100БР при ускоряющем напряжении 25–95 кв.

В дальнейшем осуществлялся стереологический анализ объемных долей миофибрилл – V_v^{mf} и митохондрий V_v^{m} , V_v при этом выражались в процентах.

Физические нагрузки моделировались бегом животных в горизонтальном третбане. Дозирование выполняемой физической нагрузки осуществлялось путем учета длительности бега и его скорости. В эксперименте было задействовано 120 животных разделенных на 12 групп.

Четыре группы (n=40) бежали в течение 50 дней по 15 минут в день, причем каждая из них со своей скоростью – 20–30–40–50 м·мин⁻¹. Следующие четыре группы (n=40) бежали по 15 минут в день в течение

100 дней с такими же скоростями, что и предыдущие группы. И последние четыре группы (n=40) бежали 150 дней по 15 минут каждый день с теми же скоростями.

В контрольную группу входило 40 крыс. Общее количество исследованных животных – 180 особей.

Результаты исследования. Стереологический анализ ультраструктурных компонентов скелетной мышцы животных, выполнявших разную по длительности и интенсивности физическую нагрузку, позволяет отметить, что полученные изменения адекватны применявшимся раздражителям. Так, в табл. 1 представлены данные об изменениях объемных долей сократительных (миофибрилл), энергопродуцирующих (митохондрий) и регуляторных (саркоплазматической ретикулум) элементов мышц.

При одинаковой длительности бега (50 дней) количество исследованных ультраструктур в единице объема мышечных волокон существенно менялось в зависимости от скорости бега, т. е. интенсивности физической нагрузки. Причем, чем больше была скорость бега, тем больше в единице объема мышечных волокон выявлялось как миофибрилл, так и митохондрий. Однако это было только при скорости 20 и 30 м·мин⁻¹, а начиная со скорости бега 40 и 50 м·мин⁻¹ объемные доли этих органелл уменьшались, несмотря на продолжающуюся активизацию функции.

Увеличение длительности бега животных до 100 дней приводило к еще меньшему приросту исследованных ультраструктур. И скорость бега снова имела значение в активизации их морфообразования. Имеется в виду то, что при скорости 20 м·мин⁻¹, например, V_v^{mf} была 84,62 %, при 30 м·мин⁻¹ – 86,72 %, а уже при 40 м·мин⁻¹ – 85,32 % и при 50 м·мин⁻¹ – 84,19 %. Соответственно, объемные доли митохондрий также изменялись. При тех же скоростях бега их было: 7,16 %, 8,02 %, 7,74 % и 7,41 %.

Полученные данные можно объяснить тем, что при увеличении функциональной нагрузки на мышцы активизируются те структурные гены, в которых закодирована информация о конкретных белках, входящих в состав исследованных ультраструктур. А в дальнейшем путем транскрипции и трансляции осуществляется формирование из этих белков ультраструктур, осуществляющих сокращение, энергопродуцирование и регуляцию ионного транспорта.

Полученные данные вполне сочетаются с представлениями Ф. З. Меерсона (1981) о механизме, через который функция регулирует количественные параметры активности генетического аппарата, скорость транскрипции, что обозначено им как «взаимосвязь между функцией и генетическим аппаратом» [11, С. 19]. Этим автором получены доказательства того, что в органах млекопитающих количество функции, выполняемой единицей массы органа (что обозначено им как «Интенсивность функционирования структур»), регулирует активность генетического аппарата. А увеличение активности последнего детерминирует синтез соответствующих белков, из которых в дальнейшем формируются ультраструктуры клеток [11, С. 26]. Иначе говоря, любая функция должна быть структурно обеспечена оптимальным для возможности ее выполнения количеством работающих структур. Именно поэтому активизирующая функция вызывает усиление работы генетического



Таблица 1
Показатели объемных долей миофибрилл, митохондрий и эндоплазматического ретикулума крыс при разной скорости и длительности бега в трет-бане (в %, n=120, X±m)

Ультраструктуры (Vv)	Скорость бега (м·мин ⁻¹)											
	20			30			40			50		
	К	Э	Э	К	Э	Э	К	Э	Э	К	Э	Э
Длительность бега – 50 дней												
МФ	83,01±5,02	84,62±6,21	83,19±6,33	86,72±5,42	83,25±6,18*	85,32±5,64	83,31±6,14	84,19±5,51				
МХ	7,02±0,60	7,16±0,52	7,08±0,53	8,02±0,76	7,11±0,68	7,74±0,70	7,14±0,66	7,41±0,70				
СПР	6,22±0,41	6,51±0,50	6,27±0,47	6,88±0,63	6,30±0,54	6,57±0,66	6,32±0,53	6,12±0,41				
Длительность бега – 100 дней												
МФ	83,11±6,26	87,24±6,31	83,18±7,03*	88,28±6,45	83,28±6,34	87,51±6,38	83,32±4,14	86,40±4,32				
МХ	8,61±0,66	8,69±0,73	8,68±0,61	8,84±0,73*	8,69±0,42	8,72±0,52	8,71±0,55	8,67±0,60				
СПР	6,32±0,40	6,94±0,37	6,37±0,38	7,25±0,56	6,40±0,49	7,18±0,62	6,43±0,52	7,02±0,62				
Длительность бега – 150 дней												
МФ	83,22±7,14	86,57±6,42	83,28±6,30	86,73±5,26	83,31±5,11	85,60±4,44	83,33±4,08	85,02±5,61				
МХ	6,01±0,42	6,27±0,34	6,11±0,68	6,43±0,45	6,16±0,48	6,30±0,41	6,14±0,37	6,18±0,27				
СПР	6,02±0,50	6,31±0,42	6,10±0,43	6,48±0,52	6,12±0,40	6,32±0,50	6,13±0,37	6,22±0,53				

Примечание. * – показатели недостоверны.

Таблица 2
Количество деструктивных процессов (ДП) в общем разгибателе пальцев крыс при разной скорости и длительности бега (в %, n=180, X±m)

Длительность бега, дни	Скорость бега (м·мин ⁻¹)											
	20			30			40			50		
	К	Э	Э	К	Э	Э	К	Э	Э	К	Э	Э
50	2,41±0,25	4,12±0,27	2,48±0,19	4,86±0,33	2,65±0,20	6,73±0,52	2,70±0,18	8,56±0,70				
100	2,80±0,24	4,73±0,18	2,93±0,29	5,22±0,45	3,12±0,24	7,65±0,53	3,24±0,36	8,88±0,63				
150	3,02±0,31	6,52±0,41	3,47±0,26	8,24±0,60	3,82±0,27	9,11±0,73	3,94±0,24	9,68±0,72				

аппарата клеток, который синтезирует строительные блоки (белки), из которых строятся ультраструктуры, обеспечивающие возрастающую функцию.

Однако, как следует из нашего эксперимента, это происходит до определенного предела. В нашем случае, начиная со скорости бега $40 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ прирост объемных долей исследованных ультраструктур стал уменьшаться. По сравнению с контролем, в единице объема мышечной ткани их было больше, хотя скорость образования ультраструктур уменьшалась.

Увеличение длительности бега до 100 дней (интенсификация функции мышц) вызывало активизацию формирования ультраструктур, хотя также только при скорости бега 20 и $30 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$, т. е. возрастание скорости бега крыс до 40 и $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ не сопровождалось линейным возрастанием морфообразовательных процессов.

При длительности бега в течение 150 дней даже при скоростях бега 20 и $30 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ объемные доли исследованных ультраструктур были меньше, чем при 50 - и 100 -дневном беге. А возрастание скорости бега до 40 и $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ сопровождалось снижением числа ультраструктур в единице объема мышечных волокон.

Особое значение в регуляции функций мышечных волокон имеют компоненты вакуолярной системы: саркоплазматический ретикулум, комплекс Гольджи, внутриклеточные мембраны. Эти структуры (как и митохондрии) построены из более короткоживущих белков и поэтому обновляются быстрее, чем белки миофибрилл [11, С. 29]. Опережающее увеличение массы этих ультраструктур в клетках играет исключительную роль, т. к. именно они ответственны за удаление ионов кальция из сарколеммы, поступающих туда при каждом акте возбуждения, ресинтез АТФ, т. е. за то звено, которое лимитирует функцию сокращения мышц.

Что касается полученных нами данных, то $V_{\text{снр}}$ увеличиваются при длительности бега как 50 , так и 100 дней. А их прирост обусловлен усиливающейся функцией мышц при скорости бега от $20 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ до $30 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$. Но их количественный рост также начинает значительно уменьшаться при скорости бега 40 и $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$. Очевидно, при скорости бега 20 и $30 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ это тот уровень функционирования мышц, когда имеющееся количество ультраструктур еще способно обеспечить устойчивую регуляцию их работы длительно во времени. Иначе говоря, это те критерии, которые обуславливают надежность функции мышц даже в сложных условиях (каждодневный бег в течение трех месяцев).

При увеличении длительности бега крыс до 150 дней скорость образования ультраструктур еще больше снижалась, а именно различия между группами, бежавшими с разной скоростью, были следующими. $V_{\text{мф}}$ уменьшались от $86,57\%$ при скорости бега $20 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ до $85,02\%$ при скорости бега $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$. Соответственно, $V_{\text{мх}}$ – от $6,27\%$ до $6,18\%$, т. е. прирост ультраструктур не наблюдался. В то же время, например, при максимальной скорости бега $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ и его длительности 100 дней $V_{\text{мф}}$ были $86,40\%$, а $V_{\text{мх}}$ – $8,67\%$, а при увеличении длительности бега до 150 дней аналогичные показатели равнялись $85,02\%$ и $6,18\%$. Это означает, что увеличение функциональной активности мышц стимулирует генетический ап-

парат и морфообразование ультраструктур до определенного количественного предела, выше которого структурное обеспечение функции ухудшается. А это следует трактовать как условие и причину снижения надежности работы мышц.

Еще более убедительным являются уменьшения формирования ультраструктур вакуолярной системы клеток: ЭПР, комплекса Гольджи и внутриклеточных мембран.

Имеется в виду тот факт, что уменьшение этих компонентов в единице объема мышцы означает торможение в скорости вывода из саркоплазмы ионов кальция, энергообеспечение сокращений миофибрилл, регуляцию работы митохондрий и скорость расслабления мышцы [19]. Снижение количества этих материальных компонентов приводит к резкому ухудшению функции мышц и падению надежности их работы, особенно при длительных нагрузках.

В условиях, когда количество энергопродуцирующих и регулирующих сокращение мышц элементов уменьшается, наблюдается рост числа деструктивных процессов. В табл. 2 представлены данные об изменениях количества деструктивных процессов в общем разгибателе пальцев крыс в процессе описанного выше эксперимента.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при длительности бега 50 дней количество деструктивных процессов варьировало от $4,12\%$ при скорости бега $20 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ до $8,56\%$ при скорости бега $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$. Увеличение длительности бега до 100 дней приводило к усилению разрушений ультраструктур клеток (от $4,73\%$ до $8,88\%$, при соответствующих скоростях бега). Хотя наибольшее количество разрушительных процессов (а значит и торможения восстановления поврежденных ультраструктур) наблюдалось при 150-дневном беге. В этих условиях даже при небольшой скорости бега – $20 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ количество деструктивных процессов достигало $6,52\%$, а при скорости $50 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ – $9,68\%$.

Торможение регенерации поврежденных ультраструктур, уменьшение их числа в единице объема ткани, рост количества деструктивных процессов – это все факты, свидетельствующие о запредельной физической нагрузке для опытных животных. В условиях такой длительности и интенсивности физической нагрузки в мышечных волокнах резко ухудшаются условия для их полноценного функционирования, т. е. объем материальных компонентов и качество их структурной организации не обеспечивали возрастающую функцию. А последнее следует понимать как объективное доказательство ухудшения работы и восстановления мышц, падения уровня их надежности и, естественно, осуществления требуемого объема и длительности функционирования. Иначе говоря, когда структурное обеспечение возрастающей функции не соответствует ее количеству, то нарушается стабильность выполнения конкретных движений и объема работы, особенно при длительной работе. А это именно те критерии, которые детерминируют надежное осуществление физической нагрузки в течение длительного времени.

Выводы:

1. Установлено, что в условиях повышения функции мышц, при длительности бега крыс в третбане в течение 50 и 100 дней и увеличении его скорости от



20 до 30 м·мин⁻¹, в мышечных волокнах наблюдается рост показателей объемных долей сократительных (миофибрилл), энергопродуцирующих (митохондрии) и регуляторных (саркоплазматическая сеть) ультраструктур. В этих условиях формирование новых органелл и восстановление незначительного числа разрушающихся было на уровне, соответствующем количеству выполняемой мышцами функции, т. е. надежность их работы была достаточной для выполнения желаемой физической нагрузки.

2. Увеличение длительности бега крыс до 150 дней, при возрастающей скорости бега до 40 и 50 м·мин⁻¹ вызвало торможение морфообразовательных процессов, снижение в единице объема мышечных волокон количества работающих материальных компонентов и рост числа деструктивных зон. Интенсивность функционирования структур снижалась.

3. Соответствие количества структурных компонентов мышечных волокон, наблюдающееся при беге крыс в течение 50 и 100 дней, следует понимать как

подтверждение оптимального соотношения между структурой мышц и выполняемой ими функцией, т. е. происходит соответствующее выполняемой функции их структурное обеспечение. Такое состояние следует рассматривать как условие стабильной и надежной работы мышц длительный промежуток времени.

Уменьшение количества определявшихся ультраструктур при увеличении скорости и длительности бега трактуется как несоответствие структурного обеспечения требуемой функции мышц, ухудшение их регуляции и снижение энергообеспечения. Такое состояние рассматривается как ухудшение условий для функции мышц в экстремальных условиях, снижение надежности их работы и возможности выполнения требуемой физической нагрузки.

Перспективой дальнейших исследований может быть поиск путей и методов повышения надежности работы мышц и выявление условий оптимального структурного обеспечения их увеличивающихся функций.

Список использованной литературы:

1. Аксентьев А. В. Психическая надежность в лыжном спорте / А. В. Аксентьев, Ю. М. Блудов, В. А. Плахтиенко // Лыжный спорт. – Вып. 2. – М.: Фис, 1976. – С. 13–16.
2. Батрова О. Ф. Повышение соревновательной надёжности фигуристов на основе учёта их личностных характеристик : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / О. Ф. Батрова. – Малаховка, 1992. – 24 с.
3. Блеер А. Н. Как повысить соревновательную надёжность высококвалифицированных борцов / А. Н. Блеер, Н. А. Игуменова // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 2. – С. 53–54.
4. Блудов Ю. М. Экспериментальное исследование надежности некоторых психофизиологических качеств высококвалифицированных спортсменов в экстремальных условиях ответственных соревнований : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / Ю. М. Блудов. – М., 1973. – 18 с.
5. Воронов А. И. Методика повышения надёжности технико-тактических действий в спортивной борьбе : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / А. И. Воронов. – М., 1990. – 24 с.
6. Григорьянц И. А. Анализ отказов в спортивной гимнастике как фактора снижения надежности деятельности спортсменов / И. А. Григорьянц, В. Г. Колухов, Э. И. Михайлова // Психологические факторы надежности в деятельности спортсмена. – Вып. 1. – М.: ВНИИФК, 1977. – С. 20–22.
7. Дмитриев А. В. Некоторые психологические показатели надежности деятельности боксеров в связи с их манерой боя / А. В. Дмитриев, Н. А. Худадов // Психологические факторы надежности деятельности спортсмена. – М.: ВНИИФК, 1977. – С. 17–21.
8. Козлов Е. Г. Психофизиологические факторы соревновательной надежности в спортивной гимнастике / Е. Г. Козлов, В. Г. Колухов. – Малаховка : МОГИФК, 1977. – 121 с.
9. Кудряшов Ю. Г. Исследование факторов, определяющих надежность выполнения выстрела в спортивной стрельбе из винтовки : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / Ю. Г. Кудряшов. – М., 1978. – 21 с.
10. Кудряшов Ю. Г. Некоторые психомоторные факторы, способствующие повышению надежности выполнения выстрела / Ю. Г. Кудряшов, А. Я. Корх, А. В. Родионов // Психологические факторы надежности деятельности спортсмена. – Вып. 1. – М.: ВНИИФК, 1977. – С. 23–28.
11. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
12. Плахтиенко В. А. Надежность в спорте / В. А. Плахтиенко, Ю. М. Блудов. – М.: Фис, 1983. – 176 с.
13. Психофизиологические показатели надежности деятельности борцов / А. А. Новиков, Н. К. Волков, О. А. Сиротин, Н. А. Худадов // Психологические факторы надежности деятельности спортсмена. – Вып. 1. – М.: ВНИИФК, 1977. – С. 35–37.
14. Соколов В. С. Некоторые аспекты надежности боксеров высокого класса и педагогические методы ее совершенствования : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / В. С. Соколов. – М., 1977. – 19 с.
15. Тишина Л. Н. Пути повышения надежности спортивных выступлений прыгунов в воду / Л. Н. Тишина // Психологические факторы надежности деятельности спортсмена. – Вып. 1. – М.: ВНИИФК, 1977. – С. 44–48.
16. Molenhauer H. H. Plastic anbedsping mixtures for use in electron microscopy / H. H. Molenhauer // Stein Technology. – 1964. – № 39. – P. 111–114.
17. Nakanishi N., Long working hours and risk for hypertension in Japanese male white color workers / N. Nakanishi, H. Yoshida, K. Nagano // Epidemiol. – Community-Health. – 2001 (5). – P. 316–322.
18. Reynolds E. S. The use of leyd citrate at high pH as an electronaparaqie stai in electronmicroscopy / E. S. Reynolds // Journal of Biology. – 1963. – № 17. – P. 208–212.
19. Schwartz A. In : Cardiac Hypertrophy / A. Schwartz; Ed. N. R. Alpert. – New York : Academic Press, 1971. – P. 511.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2013 р.
Опубліковано: 31.10.2013 р.

Анотація. Самойлов М. Г. Взаємовідносини між структурою і функцією працюючих м'язів. Метою дослідження було виявлення особливостей структурного забезпечення зростаючої функції м'язів в умовах тривалих фізичних наванта-

жень. Встановлено, що при тривалості бігу протягом 50 і 100 днів при швидкості бігу 20 і 30 м·хв⁻¹ відбувалося збільшення об'ємних часток досліджених ультраструктур, що трактується як наявність відповідності між інтенсивністю функціонування м'язів і кількістю матеріальних компонентів, що забезпечують їх роботу. Це складається в уявленні про надійність забезпечення тривалого фізичного навантаження.

Ключові слова: надійність, ультраструктури м'язів, морфообразуючі процеси, руйнування органел.

Abstract. Samoilov N. The relationship between the structures and functions of the working muscles. The aim of the study was to determine the characteristics of the structural support of increasing muscle function during prolonged exercise. Found that with a long run for 50 and 100 days at the running speed of 20 and 30 m·min⁻¹, there was an increase of volume fractions ultrastructure, which is interpreted as the existence of correspondence between the intensity of muscle function and the amount of material components, providing their work. This arises in view of ensuring the reliability of long-term physical activity.

Keywords: reliability, ultrastructural components of muscle, morphological formation of processes, destruction of organelles.

References:

1. Aksentyev A. V., Bludov Yu. M., Plakhtiyenko V. A. *Lyzhnyy sport [Ski Sport]*, vol. 2, Moscow, 1976, pp. 13–16. (rus)
2. Batrova O. F. *Povysheniye sorevnovatelnoy nadezhnosti figuristov na osnove ucheta ikh lichnostnykh kharakteristik : avtoref. ... kand. ped. nauk [Improving of competitive reliability of skaters by taking into account their personal characteristics : Authors thesis]*, Malakhovka, 1992, 24 s. (rus)
3. Bleyer A. N., Igumenova N. A. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury [Theory and Practice of Physical Culture]*, 1999, vol. 2, pp. 53–54. (rus)
4. Bludov Yu. M. *Eksperimentalnoye issledovaniye nadezhnosti nekotorykh psikhofiziologicheskikh kachestv vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov v ekstremalnykh usloviyakh otvetstvennykh sorevnovaniy : avtoref. ... kand. ped. nauk [Experimental study of the reliability of some of the psycho-physiological characteristics of highly skilled sportsmen in extreme conditions responsible competition : Authors thesis]* Moscow, 1973, 18 p. (rus)
5. Voronov A. I. *Metodika povysheniya nadezhnosti tekhniko-takticheskikh deystviy v sportivnoy borbe : avtoref. ... kand. ped. nauk [Methods to improve reliability of technical and tactical actions in wrestling : Authors thesis]*, Moscow, 1990, 24 s. (rus)
6. Grigoryants I. A., Kolyukhov V. G., Mikhaylova E. I. *Psikhologicheskiye faktory nadezhnosti v deyatel'nosti sportsmena [Psychological factors in the reliability of an athlete]*, Moscow, 1977, vol. 1, pp. 20–22. (rus)
7. Dmitriyev A. V. *Psikhologicheskiye faktory nadezhnosti deyatel'nosti sportsmena [Psychological factors of reliability of an athlete]*, Moscow, 1977, pp. 17–21. (rus)
8. Kozlov Ye. G., Kolyukhov V. G. *Psikhofiziologicheskiye faktory sorevnovatelnoy nadezhnosti v sportivnoy gimnastike [Physiological factors of competitive reliability in gymnastics]*, Malakhovka, 1977, 121 s. (rus)
9. Kudryashov Yu. G. *Issledovaniye faktorov, opredelyayushchikh nadezhnost vypolneniya vystrela v sportivnoy strelbe iz vintovki : avtoref. ... kand. ped. nauk [Investigation of the factors that determine the reliability of the shots in the sports rifle shooting : Authors thesis]*, Moscow, 1978, 21 p. (rus)
10. Kudryashov Yu. G., Korkh A. Ya., Rodionov A. V. *Psikhologicheskiye faktory nadezhnosti deyatel'nosti sportsmena [Psychological factors of reliability of an athlete]* Moscow, 1977, vol. 1, pp. 23–28. (rus)
11. Meyerson F. Z. *Adaptatsiya, stress i profilaktika [Adaptation, and stress prevention]*, Moscow, 1981, 278 p. (rus)
12. Plakhtiyenko V. A., Bludov Yu. M. *Nadezhnost v sporte [Reliability in Sports]*, Moscow, 1983, 176 p. (rus)
13. Novikov A. A., Volkov N. K., Sirotin O. A., Khudakov N. A. *Psikhologicheskiye faktory nadezhnosti deyatel'nosti sportsmena [Psychological factors of reliability of an athlete]*, Moscow, 1977, vol. 1, pp. 35–37. (rus)
14. Sokolov V. S. *Nekotoryye aspekty nadezhnosti bokserov vysokogo klassa i pedagogicheskiye metody yeye sovershenstvovaniya : avtoref. ... kand. ped. nauk [Some aspects of the reliability of high-class boxers and pedagogical methods to improve : Authors thesis]*, Moscow, 1977, 19 p. (rus)
15. Tishina L. N. *Psikhologicheskiye faktory nadezhnosti deyatel'nosti sportsmena [Psychological factors of reliability of an athlete]*, Moscow, 1977, pp. 44–48. (rus)
16. Molenhauer H. H. *Plastic anbedsping mixtures for ise in electron micrisky / H. H. Molenhauer // Stein Technology.* – 1964. – № 39. – P. 111–114.
17. Nakanishi N., Long working hours and risk for hypertension in Japanese male white color workers / N. Nakanishi, H. Joshida, K. Nagano // *Epidemiol. – Community-Health.* – 2001 (5). – P. 316–322.
18. Reynolds E. S. *The ise of leed citrate at high pH as an electronaparaqie stai in electronmicroscopy / E. S. Reynolds // Journal of Biology.* – 1963. – № 17. – P. 208–212.
19. Schwartz A. In: *Cardiac Hypertrophy / A. Schwartz; Ed. N. R. Alpert.* – New York : Academic Press, 1971. – P. 511.

Received: 14.09.2013.

Published: 31.10.2013.

Николай Григорьевич Самойлов, д. б. н., професор; ANnamona@yandex.ru; Харьковская государственная академия физической культуры: ул. Клочковская, 99, г. Харьков, 61058, Украина.

Nikolay Samoilov, Doctor of Science (Biology), Professor; ANnamona@yandex.ru; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkovskaya 99, Kharkiv, 61058, Ukraine.

