

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ В ФОРМИРОВАНИИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

Ю.П. Денисенко¹, Ю.В. Высочин², Л.Г. Яценко²

¹Филиал Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма,
Набережные Челны, Россия, urprof@yandex.ru

²Санкт–Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров, Россия, visochin@mail.ru

Все спортсмены и лица, не занимающиеся спортом, судя по нашим экспериментальным данным, отличаются высокой, средней и низкой функциональной активностью тормозно–релаксационной функциональной системы защиты (ТРФСЗ) организма от экстремальных воздействий, оцениваемой по степени прироста скорости расслабления скелетных мышц. Соответственно, наиболее устойчивыми к тем или иным неблагоприятным воздействиям являются лица с высокой, а наименее устойчивыми – с низкой активностью ТРФСЗ. Причем даже однократные воздействия того или иного адаптогенного фактора у последних вызывают серьезные нарушения гомеостаза и крайнюю степень напряжения различных органов и систем, в то время как у первых те же самые воздействия сопровождаются незначительными ответными реакциями организма и не вызывают сколько–нибудь значительных нарушений в соотношениях важнейших гомеостатических констант (Высочин Ю.В., Денисенко Ю.П.).

По современным данным основой долговременной адаптации является системный структурный след от предшествующих срочных адаптационных реакций. Руководствуясь этим положением и концепцией о ТРФСЗ, логично было предположить, что у спортсменов с различной мощностью ТРФСЗ и с различным исходным уровнем скорости произвольного расслабления скелетных мышц под влиянием длительных воздействий тренировочных физических нагрузок или их сочетаний с гипоксическими нагрузками должны постепенно формироваться и различные типы (стратегии) долговременной адаптации.

Нами был разработан комплекс специальных релаксационных упражнений для повышения устойчивости организма к физическим перегрузкам в экстремальных условиях спортивной деятельности, повышения физической работоспособности при сохранении здоровья спортсменов.

Для оценки эффективности комплексов специальных релаксационных упражнений была проведена серия экспериментов с участием квалифицированных спортсменов, специализирующихся в футболе. Спортсмены экспериментальной группы наряду с обычными тренировками в течение одного месяца

выполняли комплексы специальных релаксационных упражнений. Исследовалось влияние упражнений на физическую работоспособность, функциональное состояние центральной нервной и нервно-мышечной систем. При сравнительном анализе результатов исследований выявлено ярко выраженное положительное влияние комплексов релаксационных упражнений (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние специальных релаксационных упражнений на физическую работоспособность, функциональное состояние ЦНС и НМС

Параметры	До		После		Различия	
	М	±m	М	±m	%	P
СДРН	4.18	0.16	4.13	0.14	-1.2	–
СДРР	5.27	0.23	5.45	0.24	3.4	–
СРВ	2.97	0.10	2.91	0.09	-2.0	–
СРТ	2.70	0.09	2.81	0.08	4.1	0.05
БНП	1.08	0.06	1.14	0.06	5.5	0.05
АТС	6.22	0.62	6.92	0.58	11.2	0.01
ОФСц	4.10	0.13	4.20	0.11	2.4	–
СПНо	6.05	0.37	6.48	0.41	7.1	0.05
МПСо	8.29	0.35	8.23	0.39	-0.7	–
СПР	5.26	0.24	5.99	0.21	13.9	0.01
ФСм	12.43	0.53	13.35	0.44	7.5	0.05
КИТАо	1.58	0.11	1.45	0.07	-8.2	0.05
ОФСцм	7.46	0.26	7.85	0.23	5.2	0.05
V _{ср}	12.51	0.31	14.10	0.33	12.7	0.05

Со стороны центральной нервной и нервно-мышечной систем в экспериментальной группе зарегистрировано статистически достоверное повышение скорости развития и силы тормозных процессов (СРТ) на 4,1% ($p < 0,05$), сдвиг баланса нервных процессов в сторону торможения (БНПтв) на 5,5% ($p < 0,05$) и повышение функциональной активности тормозных систем (АТС) на 11,2% ($p < 0,01$). Достоверно повысилась скорость сокращения (СПНо) на 7,1% ($p < 0,05$), скорость произвольного расслабления (СПР) на 13,9% ($p < 0,01$), общее функциональное состояние мышц (ФСм) на 5,0% ($p < 0,05$) и, соответственно, общее функциональное состояние центральной нервной и нервно-мышечной систем в целом (ОФСцм) на 5,2% ($p < 0,05$).

Существенно ($p < 0,05$) увеличилась и физическая работоспособность, оцениваемая по средней скорости ($V_{ср}$) педалирования на велоэргометре.

В контрольной группе ни по одному из исследуемых показателей не обнаружено достоверных позитивных сдвигов.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно с полным основанием заключить, что разработанные нами и использованные в эксперименте комплексы специальных релаксационных упражнений достаточно эффективны и оказывает ярко выраженное положительное влияние на функциональное состояние высших регуляторных систем, прежде всего на функциональную активность тормозных систем ЦНС, на нормализацию процесса произвольного расслабления скелетных мышц и существенное повышение его скорости. Особенно важно, что сравнительно непродолжительное по времени (1 месяц) использование релаксационных упражнений обеспечило достоверное понижение на 8,2% ($p < 0,01$) классификационного индекса типа долговременной адаптации (КИТА), свидетельствующее о переформировании гипертрофического типа в наиболее выгодный для организма релаксационный тип долговременной адаптации.

Индивидуальная вариативность адаптации в соревновательном периоде

В следующей серии экспериментов с помощью комплексных полимиографических, кардиологических, биохимических, психофизиологических и эргометрических методов исследований у квалифицированных футболистов команды мастеров изучались закономерности динамики работоспособности и функционального состояния различных систем организма при долговременной адаптации в восьмимесячном соревновательном периоде подготовки.

Сравнительный анализ общекомандных результатов, полученных в марте (начало игрового сезона) и в октябре (конец сезона) не выявил статистически достоверной положительной динамики ни по одному из параметров. При втором варианте обработки по динамике СПР и КИТА спортс-

мены разделились на две группы: в 1–й группе (15 человек) к концу сезона (табл. 2) регистрировалось достоверное повышение СПР (от $4,94 \pm 0,21$ до $5,74 \pm 0,16$; $p < 0,001$) и снижением КИТА (от $1,50 \pm 0,06$ до $1,25 \pm 0,05$; $p < 0,001$), свидетельствующие о формировании в этой группе релаксационного типа долговременной адаптации (РТДА) под влиянием тренировочных и соревновательных физических нагрузок. Во 2–й группе (17 человек) наоборот (табл. 3) произошло достоверное снижение СПР (от $5,79 \pm 0,22$ до $5,21 \pm 0,18$; $p < 0,001$) и повышение КИТА (от $1,26 \pm 0,04$ до $1,41 \pm 0,04$; $p < 0,001$), указывающее на формирование гипертрофического типа долговременной адаптации (ГТДА).

Сравнительный анализ результатов исследований показал в 1–й группе (табл. 2) достоверное ($p < 0,01$) ухудшение только одного параметра – мощности тормозно–релаксационной функциональной системы защиты (ТРФСЗ), свидетельствующее о том, что спортсмены этой группы легко выполнили тестирующую физическую нагрузку, которая не потребовала активизации ТРФСЗ. По всем остальным 19 параметрам динамика была положительной, а статистически достоверные ($p < 0,05$ – $p < 0,001$) различия выявлены по 13 из них: скорости произвольного напряжения (СПНо), скорости произвольного расслабления (СПР) и объем функциональном состоянии мышц (ФСм); финишной (V_f) и средней скорости (V_{cp}) педалирования на велоэргометре, а также скоростной выносливости (КСВ). В параметрах, характеризующих экономичность деятельности сердца (КЭДС) и скорость восстановления пульса (КСВП). Существенно повысились сопротивляемость утомлению (СУссм), скорость восстановления (СВссм) и полнота восстановления (ПВссм) сократительных свойств мышц. Достоверно увеличился (на 16,5% ($p < 0,001$)) и общий коэффициент полезного действия систем организма (ОКПД).

Таблица 2 – Динамика функционального состояния спортсменов, у которых к концу сезона повысилась СПР мышц и сформировался РТДА (1 гр.)

Параметры	Начало сезона		Конец сезона		Различия		
	М	$\pm m$	М	$\pm m$	%	T	P
СПНо	6,31	0,31	7,27	0,34	15,2	2,78	0,01
КМПСо	7,20	0,24	7,10	0,27	-1,4	-0,41	–
СПР	4,94	0,21	5,74	0,16	16,2	5,04	,001
ТРФСЗ	10,86	0,13	10,55	0,11	-2,9	-3,18	0,01
ФСм	11,70	0,62	12,94	0,65	11,1	2,72	0,01
$V_{ст}$	13,08	0,40	14,46	0,32	10,8	0,95	–
V_m	14,95	0,36	15,56	0,42	4,1	1,25	–
V_f	10,22	0,28	11,57	0,36	13,2	4,29	0,001
V_{cp}	11,79	0,13	13,06	0,32	10,8	5,29	0,001
КСВ	1,09	0,03	1,24	0,04	13,8	3,48	0,001
КСВП	0,88	0,02	0,98	0,04	11,4	2,97	0,01
КЭДС	2,02	0,07	2,44	0,17	20,8	3,35	0,001
КИТА	1,50	0,06	1,25	0,04	-16,7	-4,54	0,001
КЭИГ	2,42	0,20	2,92	0,25	20,7	1,82	–
КЭИК	1,34	0,08	1,53	0,10	14,2	1,40	–
КЭИФ	0,52	0,03	0,58	0,02	11,5	1,76	–
СУссм	1,16	0,02	1,27	0,03	9,5	3,53	0,001
СВссм	1,20	0,03	1,34	0,04	11,7	3,72	0,001
ПВссм	1,17	0,03	1,32	0,04	12,8	3,44	0,001
ОКПД	1,34	0,04	1,56	0,06	16,5	3,94	0,001

Во 2–й группе (табл. 3) почти по всем параметрам динамика была отрицательной. Статистически достоверное ($p < 0,05$ – $p < 0,001$) ухудшение зарегистрировано по 14 параметрам: скорости произвольного произвольного расслабления (СПР) и общего функционального состояния мышц (ФСм); стартовой ($V_{ст}$), максимальной (V_m) и средней (V_{cp}) скорости педалирования на велоэргометре. В параметрах, характеризующих экономичность деятельности сердца (КЭДС) и скорость восстановления пульса (КСВП). Значительно ухудшились показатели экономичности использования гликолиза (КЭИГ) и неорганического фосфора (КЭИФ). Существенно понизилась сопротивля-

емость утомлению (СУссм), скорость восстановления (СВссм) и полнота восстановления (ПВссм) сократительных свойств мышц. Достоверно ухудшился (на 18,3% ($p < 0,001$)) и общий коэффициент полезного действия систем организма (ОКПД).

Таблица 3 – Динамика функционального состояния спортсменов, у которых к концу сезона понизилась СПР мышц и сформировался ГТДА (2 гр.)

Параметры	Начало Сезона		Конец сезона		Различия		
	М	$\pm m$	М	$\pm m$	%	T	P
СПНо	6,74	0,34	6,32	0,26	-6,2	-1,59	–
КМПСо	7,18	0,24	7,28	0,30	1,4	0,62	–
СПР	5,79	0,22	5,21	0,19	-10,1	-5,02	0,001
ТРФСЗ	10,60	0,08	10,64	0,17	0,4	0,22	–
ФСм	12,75	0,62	12,0	0,55	-5,9	-2,49	0,05
Vст	14,60	0,23	13,62	0,37	-6,3	-2,47	0,05
Vм	15,30	0,24	14,55	0,32	-4,1	-2,03	0,05
Vф	11,10	0,34	10,45	0,24	-5,9	-1,44	–
Vср	12,69	0,27	11,68	0,25	-8,0	-3,01	0,001
КСВ	1,16	0,04	1,12	0,03	-4,4	-0,87	–
СВП	0,95	0,03	0,86	0,02	-9,5	-2,92	0,01
КЭДС	2,38	0,15	1,94	0,06	-18,5	-2,79	0,01
КИТА	1,25	0,04	1,41	0,04	12,8	3,77	0,001
КЭИГ	3,03	0,26	1,97	0,12	-35,0	-4,50	0,001
КЭИК	1,45	0,06	1,33	0,06	-8,3	-1,42	–
КЭИФ	0,58	0,02	0,45	0,02	-22,4	-3,66	0,001
Суссм	1,26	0,03	1,14	0,03	-9,5	-3,22	0,001
СВссм	1,31	0,03	1,17	0,03	-10,7	-3,19	0,001
ПВссм	1,27	0,04	1,14	0,03	-10,2	-2,72	0,01
ОКПД	1,53	0,06	1,25	0,03	-18,3	-4,63	0,001

Обобщение представленных в исследовании данных позволяет сделать ряд важных в теоретическом и практическом отношении выводов.

1. Совершенно очевидно, что у спортсменов одинаковых специализаций, тренирующихся по одним и тем же программам и планам, при длительном использовании больших физических нагрузок постепенно формируется три основных типа долговременной адаптации: гипертрофический тип долговременной адаптации с преимущественным развитием сократительных, особенно силовых, характеристик мышц; переходный, или промежуточный тип долговременной адаптации и релаксационный тип долговременной адаптации с преимущественным развитием релаксационных характеристик, в частности, скорости произвольного расслабления мышц.

2. Ведущая роль в формировании различных типов долговременной адаптации при физических нагрузках принадлежит скорости произвольного расслабления мышц и функциональной активности (мощности) тормозно–релаксационной функциональной системы защиты. При высокой СПР и высокой активности ТРФСЗ формируется релаксационный тип долговременной адаптации, а при низкой – гипертрофический.

3. Надежным критерием определения индивидуальной принадлежности спортсменов к тому или иному типу адаптации является классификационный индекс типа адаптации (КИТА), рассчитываемый по соотношению коэффициента максимальной произвольной силы относительной и скорости произвольного расслабления мышц. Средний уровень КИТА характерен для переходного типа. Значения КИТА выше среднего уровня указывают на принадлежность спортсмена к гипертрофическому типу адаптации, а значения ниже среднего уровня указывают на принадлежность спортсмена к релаксационному типу адаптации. Наиболее выгоден этот способ диагностики при лонгитудинальных исследованиях и контроле за динамикой функциональных состояний.

4. Несмотря на то, что КИТА рассматривается по соотношениям сократительных и релаксационных характеристик скелетных мышц и, на первый взгляд, должен был бы характеризовать лишь закономерности адаптации нервно–мышечной системы, тем не менее, как показывают экспери-

менты, типология по КИГА распространяется на многие системы и функции организма. Спортсмены релаксационного типа по сравнению с гипертрофическим статистически достоверно отличаются более высокими спортивными результатами и результатами велоэргометрических тестирований; они обладают большей сопротивляемостью к утомлению, скоростью и полнотой восстановления сократительных свойств мышц; большей экономичностью деятельности сердца и скоростью восстановления пульса после физических нагрузок. Спортсмены РТДА способны выполнить физические нагрузки с меньшими биохимическими сдвигами и высокими значениями коэффициентов экономичности использования гликолиза, креатинфосфата и фосфора, по сравнению со спортсменами принадлежащими к ГТДА. Они гораздо реже подвергаются различного рода перенапряжениям, травмам, заболеваниям и имеют достоверно ($p < 0,05$; $p < 0,001$) более высокие показатели общего коэффициента полезного действия (ОКПД) различных систем организма.

5. Положительный тренировочный эффект в годичном цикле подготовки достигается только при наличии положительной динамики в скорости произвольного расслабления мышц и формировании релаксационного типа долговременной адаптации.

Обобщение результатов наших многолетних исследований позволяет обобщить основные пути и принципы построения специальной релаксационной подготовки, направленной на повышение эффективности тренировочного процесса на всех этапах становления спортивного мастерства.