

DOI: 10.26693/jmbs02.07.097

УДК 616.23.25: 616.155.1 - 796.88

Конюшок С. А.

ВНЕТРЕНИРОВОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛЯЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В СИЛОВЫХ ВИДАХ СПОРТА

Федерация стронгмена Украины, Киев, Украина

med.biol.sport@gmail.com

У квалифицированных спортсменов в динамике этапа непосредственной подготовки к соревнованиям оценено влияние фармакопейных препаратов на основе растительных адаптогенов я лимонника китайского и элеутерококка колючего. Исследование прооксидантно-антиоксидантного равновесия на уровне клеточных мембран показало, что длительные сверхинтенсивные нагрузки, присущие силовым видам спорта, сопровождаются накоплением продуктов перекисного окисления липидов и снижением антиоксидантного статуса организма. Использование спортсменами растительных адаптогенов приводит к позитивным сдвигам этих показателей параллельно с улучшением параметров специальной тренированности. С учетом практически полной нетоксичности и минимального спектра побочных явлений, а также отсутствия в Запрещенном списке WADA можно заключить, что адаптогены должны быть одной из составляющих формирования программ на основе внутренирочных методов стимуляции работоспособности спортсменов.

Ключевые слова: тяжелоатлеты, специальная тренированность, физическая работоспособность, адаптогены.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена как фрагмент научной тематики Сводного плана научных работ в сфере физической культуры и спорта на 2015–2019 гг. МОН Украины в рамках НИР «Технология стимуляции физической работоспособности и профилактики перенапряжения сердечно-сосудистой системы спортсменов с помощью нетоксичных эргогенных средств» (№ гос. регистрации 0116U002572) и НИР «Адаптационные реакции организма на действие эндогенных и экзогенных факторов среды» (№ гос. регистрации 0116U008030).

Постановка проблемы. Известно, что глубина утомления вследствие выполнения спортсменами отдельных упражнений и их комплексов, программ

тренировочных занятий и др., является одним из основных факторов, определяющих интенсивность и эффективность приспособительных изменений, связанных, прежде всего, с проявлением различных видов выносливости, с метаболической точки зрения следует считать, что слишком выраженное утомление может замедлять протекание адаптационных реакций [7]. Поэтому применение средств, не влияющих на глубину утомления, но ускоряющих выведение токсичных метаболитов из кровеносного русла в органы естественной детоксикации с одновременной поддержкой функции последних или предотвращающих накопление этих веществ, следует расценивать как обоснованные пути стимуляции работоспособности в практике спортивной подготовки.

В тяжелой атлетике вследствие сверхинтенсивных физических нагрузок и длительно существующего психоэмоционального стресса возникает инициация свободно-радикальных процессов с накоплением активных форм кислорода и проявлениями тканевой гипоксии [4]. Это способствует образованию токсических продуктов незавершенного метаболизма, нарушающих структуру и функцию клеточных и субклеточных мембран, что приводит к ухудшению биоэнергетических механизмов и, соответственно, снижению параметров физической работоспособности [3]. Основным метаболическим звеном для тестирования наличия эргогенности исследователи чаще всего избирают процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты в клеточных мембранах, а структурно-функциональную перестройку последних – как первое звено последующих метаболических сдвигов, вызываемых интенсивными физическими нагрузками, приводящих к накоплению токсичных метаболитов в организме и замедляющих восстановление как после отдельных тренировочных занятий, так и в процессе подготовки в целом.

Анализ последних публикаций по исследуемой проблеме. Присущие тренировочному и

соревновательному процессу квалифицированных спортсменов многочисленные и разнонаправленные метаболические сдвиги сопровождаются негативными изменениями антиоксидантной и иммунной защиты, функционального состояния симпато-адреналовой системы и др. [12]. В этом аспекте роль растительных адаптогенов, издавна применяемых в практике подготовки спортсменов, может быть оценена с новой точки зрения с учетом современных воззрений на механизмы их действия на формирование эргогенных свойств организма.

Адаптогены растительного происхождения – элеутерококк колючий, женьшень, родиола розовая, лимонник китайский и другие – издавна используются для повышения эффективности тренировочной и соревновательной деятельности атлетов [15]. Эти лекарственные растения в связи с наличием в их составе значительного количества разнообразных биологически активных субстанций, кроме того, обладают и анаболическими свойствами, однако, не относятся к запрещенным для практики спорта [13, 16]. Важную роль в проявлении эффекта растительных адаптогенов у спортсменов играет их способность участвовать в антиоксидантных и других защитных реакциях в различных тканях организма [14]. В связи с этим наиболее адекватной формой оценки эффективности использования растительных адаптогенов является их проверка в процессе практической деятельности спортсменов с определением показателей общей и специальной работоспособности, а раскрытие механизмов опосредованного влияния этих эргогенных фармакологических средств должно базироваться, в первую очередь, на определении антиоксидантных свойств. Однако тонкие механизмы влияния растительных адаптогенов на эффективность тренировочной и соревновательной деятельности квалифицированных тяжелоатлетов до настоящего времени окончательно не изучены, что и определяет актуальность данного исследования.

Цель исследования – обоснование возможности применения растительных адаптогенов для стимуляции специальной работоспособности представителей силовых видов спорта.

Материалы и методы исследования. Для установления механизмов действия адаптогенов на физическую работоспособность использовали фармакопейные формы препаратов на их основе – спиртовую настойку плодов лимонника китайского и жидкий экстракт элеутерококка колючего.

В исследованиях, проведенных в динамике 21-дневного предсоревновательного мезоцикла, приняли участие 24 квалифицированных тяжелоатлета ("КМСУ" – 5, "МСУ" – 14 спортсменов; все мужчины, средний возраст которых составил

20,0±1,5 года). Все спортсмены входили во вторую группу весовых категорий распределения тяжелоатлетов для проведения научных исследований (75-100 кг). Спортсменов распределили на 2 группы следующим образом: 14 атлетов вошли в основную, а 10 остальных составили контрольную группу. По всем квалификационным, возрастным, морфометрическим характеристикам группы были репрезентативны. и получали общепринятое фармакологическое обеспечение (пластические и энергетические субстраты, витаминно-минеральные комплексы, иммуномодуляторы и др.), на фоне которого в основных подгруппах использовали фитоадаптогены, а в контроле – плацебо (0,02% раствор глюкозы по 25 капель дважды в день). Спортсмены основной группы были дополнительно разделены на две подгруппы (I подгруппа – 7 спортсменов, принимавших лимонник, II – 7 спортсменов, принимавших элеутерококк). Препараты принимали в терапевтической дозировке – по 25 капель дважды в день, причем последний прием не позднее 17.00, чтобы не вызвать перевозбуждения и бессонницы. Исследования относительно изучения влияния адаптогенных препаратов на показатели физической работоспособности и прооксидантно-антиоксидантный статус спортсменов проводили дважды: до начала и по окончании 21-дневного мезоцикла.

Биохимические исследования прооксидантно-антиоксидантного равновесия (ПАР) в клеточных мембранах спортсменов осуществляли, используя "тени" эритроцитов, поскольку они являются достаточно адекватной моделью общего пула клеточных мембран организма [5]. Оценку ПАР проводили по изменениям активности ПОЛ и степени антиоксидантной защиты [2, 10], а также рассчитывали прооксидантно-антиоксидантный коэффициент $K_{па}$ [3]. Для сравнения аналогичные биохимические исследования проводили у 10 практически здоровых лиц аналогичного пола и возраста (доноры).

Со всеми участниками исследования подписывали "Информированное согласие", в котором кратко приведены данные об отсутствии препарата в запрещенном списке WADA и ответственность участников исследования в течение использования фармакологического эргогенного средства.

Педагогические методы контрольного тестирования включали контроль за изменениями специальной физической работоспособности тяжелоатлетов с помощью модифицированного устройства В. М. Абалакова. Определение значений взрывной силы мышц нижних конечностей спортсменов проводили по общепринятой методике [1], с измерением высоты (см) и времени (мсек) выполнения спортсменами контрольных упражнений (высота

прыжка с места со штангой, высота подъема штанги в рывковой тяге) [8]. Спортсмены выполняли по три попытки каждого упражнения-теста; при дальнейшем анализе использовали среднее значение из трех попыток.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью лицензионной компьютерной программы GraphPadInStat (США). При обработке данных рассчитывали среднее арифметическое значение \bar{x} и среднее квадратическое отклонение S (стандартное отклонение). Оценку соответствия показателей нормальному закону распределения проверяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для определения статистической значимости различий между показателями выборок использовали критерий Стьюдента (t) при условии, что распределение выборок отвечало нормальному закону. Если же выборка не соответствовала нормальному закону распределения, применяли критерии Уилкоксона (для связанных выборок) и Манна-Уитни (для несвязанных выборок) [6].

Результаты исследования и их обсуждение.

В результате проведенных исследований было установлено, что длительные интенсивные физические нагрузки приводят к сдвигу ПАР в клеточных мембранах в сторону накопления продуктов ПОЛ, на что указывает накопление содержания малонового диальдегида (МДА) и снижение содержания природного антиоксиданта восстановленного глутатиона (GSH) (табл. 1).

Об изменениях в состоянии ПАР у тяжелоатлетов под влиянием лимонника свидетельствует также рост $K_{па}$. Если у здоровых нетренированных лиц

(доноры) этот показатель равен 2,00 усл. ед., то при интенсивных физических нагрузках он возрастает до 2,42 усл. ед., что указывает на активацию окислительных процессов в плазматических мембранах. В контрольной группе под влиянием нагрузок растущей интенсивности продолжается накопление продуктов ПОЛ и уменьшается степень антиоксидантной защиты. $K_{па}$ у спортсменов, не применявших адаптогены, в конце 21-дневного мезоцикла возрастает до 2,70, а при приеме лимонника – снижается до 1,32. Применение экстракта элеутерококка колючего так же, как в предыдущем случае, тормозит активность липопереокисления (табл. 1). При курсовом приеме этого адаптогена величина $K_{па}$ у спортсменов снижается до 1,56 (против 2,70 в контрольной группе). Нормализация состояния ПАР в мембранах эритроцитов под влиянием приема растительных адаптогенов последовательно обуславливает улучшение кислород-транспортной функции крови и ее реологических свойств [11, 17] и способствует улучшению процессов энергообеспечения мышц.

Данные позволяют резюмировать, что положительный эффект применения лимонника китайского и элеутерококка колючего у тяжелоатлетов в значительной степени базируется на торможении процессов ПОЛ и росте антиоксидантной защиты, что, в свою очередь, приводит к улучшению структурно-функционального состояния клеточной поверхности и способствует лучшему протеканию мембраносвязанных биохимических реакций.

В то же время применение экстракта плодов лимонника китайского и элеутерококка колючего сопровождается достоверным и существенным

Таблица 1 – Показатели прооксидантно-антиоксидантного равновесия в мембранах эритроцитов тяжелоатлетов при использовании растительных адаптогенов

Показатель	Здоровые нетренированные лица – доноры (n = 10)	Группы тяжелоатлетов и срок исследования		
		до начала мезоцикла (n = 24)	контрольная по окончании мезоцикла (n = 10)	основная по окончании мезоцикла (n = 14)
значения показателей (m±M)				
<i>Прием лимонника китайского</i>				
Малоновый дильдегид, нмоль·10 ⁶ эр.	3,67±0,10	5,46±0,17*	5,92±0,18*	4,23±0,11 [#]
Восстановленный глутатион, 10 ⁻¹² ммоль·эр. ⁻¹	1,83±0,11	2,28±0,14*	2,19±0,14	3,19±0,24 [#]
$K_{па}$, усл.ед.	2,00±0,02	2,42±0,03*	2,70±0,04**	1,32±0,06 [#]
<i>Прием элеутерококка колючего</i>				
Малоновый дильдегид, нмоль·10 ⁶ эр.	3,67±0,10	5,92±0,18*	4,08±0,10**	5,38±0,15 [#]
Восстановленный глутатион, 10 ⁻¹² ммоль·эр. ⁻¹	1,83±0,11	2,19±0,14	3,01±0,21**	2,31±0,14 [#]
$K_{па}$, усл.ед.	2,00±0,02	2,46±0,03*	2,74±0,05**	1,56±0,07 [#]

Примечания: * – изменения статистически значимы по сравнению с данными у доноров; ** – изменения статистически значимы по сравнению с данными до начала мезоцикла; [#] – изменения статистически значимы по сравнению с данными в контрольной группе.

Таблиця 2 – Показатели специальной тренированности тяжелоатлетов при использовании растительных адаптогенов

Группы тяжелоатлетов и срок исследования	Показатели (m±M)			
	прыжок		тяга в рывке	
	высота, см	время, мсек	высота, см	время, мсек
до начала мезоцикла (n = 24)	63,13±3,89	0,50±0,06	80,11±4,85	0,65±0,03
контрольная группа по окончании мезоцикла (n = 10)	66,31±3,87	0,47±0,07*	73,68±4,73*	0,62±0,02*
Основная – I подгруппа по окончании мезоцикла (n = 7)	74,08±2,12* #	0,44±0,02* #	84,58±4,12*#	0,54±0,05* #
Основная – II подгруппа по окончании мезоцикла (n = 7)	70,40±3,16* #	0,46±0,03*	82,61±3,53* #	0,56±0,03* #

Примечания:* – изменения статистически значимы по сравнению с данными до начала мезоцикла; # – изменения статистически значимы по сравнению с данными в контрольной группе по окончании мезоцикла.

улучшением параметров специальной тренированности, в то время как у тяжелоатлетов контрольной группы по окончании микроцикла показатели специальной тренированности меняются незначительно (табл. 2).

У отдельных атлетов направленность изменений показателей специальной тренированности соответствует общей тенденции, то есть под воздействием экстракта плодов лимонника и элеутерококка высота прыжка и значение рывковой тяги возрастает, а время выполнения упражнений – уменьшается, что указывает на улучшение адаптационных возможностей и рост скорости передачи нервно-мышечного импульса [10].

На последнем этапе работы были проанализированы корреляционные зависимости между изученными параметрами ПАР и показателями специальной тренированности тяжелоатлетов. Установлено, что по окончании мезоцикла между уровнем МДА в клеточных мембранах, который отображает интенсивность процессов ПОЛ в них, и показателями специальной тренированности существуют значимые зависимости. Между содержанием МДА, с одной стороны, и высотой и временем выполнения тяги рывковой и высотой и временем выполнения прыжка, с другой, коэффициенты корреляции равняются $r_1 = -0,78$, $r_2 = +0,55$, $r_3 = -0,47$, $r_4 = +0,85$ соответственно ($P < 0,05$ во всех случаях). Найденны также корреляционные зависимости между содержанием GSH, что отражает напряженность антиоксидантной защиты в клеточных мембранах, с одной стороны, и вышеназванными показателями специальной тренированности: $r_1 = +0,97$, $r_2 = -0,47$, $r_3 = +0,85$, $r_4 = -0,73$ соответственно ($P < 0,05$ во всех случаях). Таким образом, процессы ПОЛ и антиоксидантной защиты вызывают прямо противоположное влияние на показатели специальной

тренированности тяжелоатлетов: чем выше интенсивность ПОЛ, тем меньше высота прыжка и значение рывковой тяги и тем больше время выполнения этих упражнений. Рост содержания восстановленного глутатиона, напротив, приводит, к увеличению высоты упражнений-тестов и уменьшению времени их выполнения. В целом это означает, что применение, даже в терапевтической дозировке, незапрещенных и нетоксичных фитoadаптогенов может быть одним из факторов стимуляции работоспособности в силовых видах спорта.

Выводы

1. Использование наиболее широко применяемых в практике спортивной подготовки адаптогенов в виде фармакопейных препаратов лимонника китайского и элеутерококка колючего способствует формированию позитивного влияния на поддержание прооксидантно-антиоксидантного равновесия на уровне клеточных мембран.
2. Нормализация ПАР и соответствующее снижение прооксидантно-антиоксидантного коэффициента сопровождаются достоверным улучшением показателей специальной тренированности тяжелоатлетов.
3. Позитивный эффект применения растительных адаптогенов на работоспособность тяжелоатлетов подтверждается данными корреляционного анализа и служит основой использования этих нетоксичных субстанций в качестве одной из составляющих формирования здоровьесохраняющей технологии стимуляции работоспособности.

Перспективы дальнейших исследований.

Дальнейшие углубленные исследования относительно изменений физиологических аспектов проведения нервно-мышечного импульса под влиянием растительных адаптогенов могут позволить установить тонкие механизмы их действия на уровне других систем организма спортсменов.

References

1. Abalakov VM. *New equipment for the study of sports equipment*. Moskva, Fizkul'tura i sport, 1960. 40 s. [Russian].

2. Bankova VV, Prishepova NF, Avratinsky OI. A method for assessing the pathological changes in the plasma membrane in children with various diseases. *Patol fiziol i eksper terapiya*. 1987; 3: 78-81. [Ukrainian].
3. Gunina L, Koniushok S. Antioxidant effect of plant adaptogens on membranes of erythrocytes of weightlifters. *Nauka v olimpijskom sporte*. 2008; 2: 111-4. [Ukrainian].
4. Dvorkin LS. Weightlifting: A textbook for high schools. Moskva: Sovetskiy sport, 2005. 600 s. [Russian].
5. Krylov VN, Deriugina AV. Typical changes in the electrophoretic mobility of erythrocytes under stress. *Byulleten' eksper biol i mediciny*. 2005; 4: 364-6. [Ukrainian].
6. Osipov VP, Lukyanova EM, Antipkin YuG. *The method of statistical processing of medical information in scientific research*; Ed Osipov VP. Kiev, Planeta Iyudey, 2002. 200 s. [Russian].
7. Platonov VN. *Adaptation in sports. In the book. Periodization of sports training. General theory and its practical application*. Kiev, Olimpiyskaya literatura, 2013. s. 89-105. [Russian].
8. Putsov SO. Analysis of the performance of training heavyweight athletes of different groups of weight categories. *Materiali IX Mezhdunarodnogo nauchnogo Kongressa "Olimpijskiy sport i sport dlya vsekh"*. Kiev, 2005. s. 407. [Ukrainian].
9. Seifulla RD, Ordzhonikidze ZG, Emirova LR. *Monitoring and pharmacological correction of factors that limit athletic performance*. Moskva, Sovetskiy sport, 2005. 168 s. [Russian].
10. Shvets NI, Davydov VV. Age features of changes in the glutathione system in the heart of rats under immobilization stress. *Ukrains'kiy biokhimichnyi zhurnal*. 2008; 80 (6): 74-8. [Ukrainian].
11. Dintenfass L. Molecular and rheological considerations of the red cell membrane in view of the internal fluidity of the red cell. *Acta Haematol*. 2004; 56: 299-313.
12. Huang Y, Lu J, Shen Y, Lu J. The protective effects of total flavonoids from Lycium Barbarum L. on lipid peroxidation of liver mitochondria and red blood cell in rats. *Wei Sheng Yan Jiu*. 1999; 28 (2): 115-6. PMID: 11938998.
13. Huyke C, Engel K, Simon-Haarhaus B, Quirin KW, Schempp CM. Composition and biological activity of different extracts from Schisandra sphenanthera and Schisandra chinensis. *Planta Med*. 2007; 73 (10): 1116-26. PMID: 17611932. DOI: 10.1055/s-2007-981559.
14. Konyk UV, Hzhchots'kyi MP, Kovalchuk SM. Metabolic effect of amarant oil and impulse hypoxic training under chronic fluoride intoxication and small doses of ionizing radiation. *Fiziol Zn*. 2002; 48 (2): 80-5. [Ukrainian].
15. Panossian A, Wikman GP, Kaur P, Asea A. Adaptogens exert a stress-protective effect by modulation of expression of molecular chaperones. *Phytomedicine*. 2009; 16 (6-7): 617-22. PMID: 19188053. DOI: 10.1016/j.phymed.2008.12.003
16. *Prohibited List*. – World Anti-Doping Agency, January, 2017.
17. Uydu HA, Yıldırım S, Orem C. The Effects of Atorvastatin Therapy on Rheological Characteristics of Erythrocyte Membrane, Serum Lipid Profile and Oxidative Status in Sportsmen with Dyslipidemia. *J Membr Biol*. 2012; 123: 192-6.

УДК 616.23.25: 616.155.1 - 796.88

ПОЗАТРЕНУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ СТИМУЛЯЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В СИЛОВИХ ВИДАХ СПОРТУ

Конюшок С. А.

Резюме. У кваліфікованих спортсменів в динаміці етапу безпосередньої підготовки до змагань оцінено вплив фармакопейних препаратів на основі рослинних адаптогенів я лимоннику китайського та елеутерококу колючого.

Дослідження прооксидантно-антиоксидантної рівноваги на рівні клітинних мембран показало, що тривалі зверх інтенсивний навантаження, властиві силових видів спорту, супроводжуються накопиченням продуктів перекисного окислення ліпідів і зниженням антиоксидантного статусу організму.

Використання спортсменами рослинних адаптогенів призводить до позитивних зрушень цих показників паралельно з поліпшенням параметрів спеціальної тренуваності. З урахуванням практично повної нетоксичності і мінімального спектра побічних явищ, а також відсутності в Списку WADA можна зробити висновок, що адаптогени повинні бути однією зі складових формування програм на основі позатренувальних методів стимуляції працездатності спортсменів.

Ключові слова: важкоатлети, спеціальна тренуваність, фізична працездатність, адаптогени.

UDC 616.23.25: 616.155.1 - 796.88

Non-training Mechanisms for Stimulation of Special Operating Performance in Power Sports

Koniushock S. A.

Abstract. The article presents the study of skilled athletes in the dynamics phase of immediate competition preparation to estimate the impact of drugs pharmacopoeia based on plant adaptogens *Schisandra chinensis* and *Eleutherococcus senticosus*.

In the studies conducted in the dynamics of the 21-day precompetitive mesocycle, participated 24 qualified weightlifters (among whom were 5 Candidates for Masters and 14 Masters of Sports of Ukraine) with the average age 20.0 ± 1.5 years. All the athletes were included in the second group of weight categories for the distribution of weightlifters for scientific research (75-100 kg). The athletes were divided into 2 groups as follows: 14 athletes entered the main group, and 10 others made up the control group. The groups were representative according to age and morphometric characteristics. The athletes received a common pharmacological support (plastic and energy substrates, vitamin-mineral complexes, immunomodulators, etc.). The main group athletes got phytoadaptogens and placebo (0.02% glucose solution, 25 drops twice a day). The athletes of the main group were further divided into two subgroups (I subgroup – 7 athletes who took lemongrass, II – 7 athletes who took Eleutherococcus).

Statistical processing of the results was carried out using the licensed computer program GraphPadInStat (USA). During the data processing, the arithmetic mean and the standard deviation S (standard deviation) were calculated. The compliance of the indicators with the normal distribution law was checked using the Shapiro-Wilk test. To determine the statistical significance of the differences between the sample indices, the Student's test (t) was used provided that the sample distribution was in accordance with the normal law. If the sample did not comply with the normal distribution law, Wilcoxon's criteria (for coupled samples) and Mann-Whitney (for unrelated samples) were applied.

Research of prooxidant-antioxidant balance in the level of cell membranes showed that durable ultra-intense stress was inherent in power sports, accompanied by the accumulation of lipid peroxidation products and decrease in antioxidant status of the organism. Using plant adaptogens gave athletes positive changes of these indices in parallel with the improvement of the parameters in power fitness.

The positive effect of using plant adaptogens on the performance of weightlifters is confirmed by the data of the correlation analysis and serves as a basis for the use of these non-toxic substances as one of the components of the formation of a health-preserving technology of stimulation of working capacity.

Besides non-toxicity these plant adaptogens are absent in WADA Forbidden list which brings us to conclusion that adaptogens can be one of the components forming of health technology stimulation of athlete's performance.

Keywords: weightlifters, physical performance, special training, Schisandra chinensis, Eleutherococcus senticosus, prooxidant-antioxidant balance.

Стаття надійшла 27.10.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування