

## Влияние тиоловых соединений на содержание глутатиона в крови дзюдоистов высокой квалификации

Мусаханов З.А., Земцова И.И., Станкевич Л.Г., Долгополова В.И.

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

### Аннотации:

Рассмотрены вопросы о месте в обмене веществ глутатиона, его общего количества и восстановленной формы в крови спортсменов. В исследовании приняли участие 18 спортсменов (возраст – 18-24 лет), находящихся на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям. Определено, что перед основным экспериментом кровь спортсменов содержала малое количество общего глутатиона и его восстановленной формы с антиоксидантными свойствами. Для коррекции содержания глутатиона в крови было использовано два метаболических комплекса. Первый комплекс содержал аминокислоты-предшественники глутатиона. Второй – предшественники креатинфосфата. Спортсмены использовали комплексы течение трех недель. Более эффективно влияло на уровень глутатиона в крови спортсменов использование аминокислот – предшественников глутатиона. Установлено, что одним из путей коррекции состояния системы глутатиона является применение серосодержащих соединений, в том числе тиоловых антиоксидантов.

**Мусаханов З.А., Земцова И.И., Станкевич Л.Г., Долгополова В.И.** Вплив тиолових сполук на вміст глутатіону в крові дзюдоїстів високої кваліфікації. Розглянуто питання про місце в обміні речовин глутатіону, його спільної кількості і відновленої форми в крові спортсменів. У дослідженні взяли участь 18 спортсменів (вік – 18-24 років), що знаходяться на етапі безпосередньої підготовки до змагань. Визначено, що перед основним експериментом кров спортсменів містила малу кількість спільного глутатіону і його відновленої форми з антиоксидантними властивостями. Для корекції вмісту глутатіону в крові було використано два метаболічні комплекси. Перший комплекс містив амінокислоти-попередники глутатіону. Другий – попередники креатинфосфату. Спортсмени використовували комплекси протягом трьох тижнів. Ефективніше впливало на рівень глутатіону в крові спортсменів використання амінокислот – попередників глутатіону. Встановлено, що одним з шляхів корекції стану системи глутатіону є вживання сірковмісних з'єднань, у тому числі тиолових антиоксидантів.

**Musakhanov Z.A., Zemtsova I.I., Stankevich L.G., Dolgoplova V.I.** Influence of thiol connections on maintenance of glutathione in blood of judoists of high qualification. A question is considered about a place in the exchange of matters of glutathione, him general amount and picked up a thread form in blood of sportsmen. 18 sportsmen (eyelids – 18-24) which are on the stage of direct preparation to the competitions took part in research. Certainly, that before a basic experiment blood of sportsmen contained a few of general glutathione and him the picked up a thread form with antioxidant properties. For the correction of content of glutathione in blood were drawn on two metabolic complexes. The first complex contained amino acid-predecessors of glutathione. Second are predecessors of phosphocreatine. Sportsmen drew on complexes during three weeks. More effective influenced on the level of glutathione at blood of sportsmen of the use of amino acid – predecessors of glutathione. It is set that one of ways of correction of the state of the system of glutathione there is the use of sulfur-containing connections, including thiol antioxidants.

### Ключевые слова:

спортсмены, дзюдоисты, SH-группы, глутатион, N-ацетилцистеин, тиолы, антиоксиданты, метаболизм.

спортсмены, дзюдоїсти, SH-групи, глутатіон, N-ацетилцистеїн, тиоли, антиоксиданти, метаболізм.

judo, SH-groups, glutathione, N-acetylcysteine, thiols, antioxidants, metabolism.

### Введение.

Увеличение мышечной активности, как известно, связано со значительным увеличением доставки и потребления мышцами кислорода, а также повышением интенсивности функционирования митохондрий и саркоплазматического ретикулума волокон скелетных мышц и миокарда. В связи с этим выполнение физических нагрузок может сопровождаться значительным усилением генерации в тканях свободных радикалов, обладающих разрушительным действием на биологические мембраны, молекулы нуклеиновых кислот и белков [17].

О напряженности функционирования антиоксидантных (АО) механизмов, их потенциальных возможностях и резервах позволяет судить состояние отдельных показателей АО – системы. Наряду с этим выявление особенностей функционирования отдельных звеньев АО-системы при воздействии физических нагрузок позволяет определить подходы к изысканию и обоснованию возможностей применения фармакологических средств коррекции состояния этой системы с целью повышения устойчивости организма к значительным физическим напряжениям и предупреждения возникновения отрицательных влияний на него усиленной активации процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). В условиях напряженной мышечной деятельности защитные свойства

антиоксидантных (АО) механизмов могут оказаться ограниченными в связи с чем исследование способов повышения их потенциальных возможностей создает предпосылки для обоснования путей повышения физической работоспособности спортсменов [7].

Результаты исследований многих авторов свидетельствуют о том, что ведущую роль в функционировании АО-системы и в адаптивном процессе играют низкомолекулярные и высокомолекулярные тиоловые соединения [6, 9]. Тиоловые соединения проявляют своё защитное действие в водной среде – цитоплазме клетки или плазме крови, инактивируя свободные радикалы. Присутствующие в организме тиоловые соединения в первую очередь подвергаются воздействию активных кислородных радикалов, предохраняя от их действия функциональные группы биологических молекул и клеточных мембран. Есть данные о важной роли тиоловых групп в мышечном сокращении, делении клеток, окислительном фосфорилировании, перекисном окислении, фотосинтезе, радиационном поражении, нервной деятельности, в частности в нейромедиаторных процессах [22, 11, 1].

Важной составляющей антиоксидантной защиты организма является система глутатиона, которая нейтрализует пероксиды липидов и поддерживает в восстановленном состоянии SH-группы белков, что обеспечивает их функциональную активность. Глутатион – важнейший компонент антиоксидантных систем печени, сердца, мозга, легких и клеток крови.

Глутатион не являється незаменимим веществом и может быть синтезирован из аминокислот L-цистеина, L-глутаминовой кислоты и глицина. Все клетки организма человека способны синтезировать глутатион, а для фермента глутатионсинтетазы в печени он крайне необходим [13].

Особенностью глутатиона является то, что он должен быть синтезирован только самой клеткой. Есть сведения о том, что принимать глутатион в порошках или таблетках – бесполезно потому, что практически весь глутатион разрушается в пищеварительном тракте. Лучше употреблять пищевые добавки, содержащие цистеин, глутаминовую кислоту и глицин – то есть строительные блоки или так называемые прекурсоры, из которых состоит глутатион [15].

Одним из предшественников глутатиона является цистеин. Эта аминокислота образуется в организме из L-метионина при обязательном присутствии витамина B<sub>6</sub>. Вместо цистеина можно применять цистин или N-ацетилцистеин. N-ацетилцистеин более эффективно повышает уровень глутатиона в организме, чем цистин или даже сам глутатион. Исследования показали, что N-ацетилцистеин более эффективно влияет на повышение в организме содержания глутатиона, чем сам глутатион, потому что больше половины глутатиона принятого внутрь разрушается в пищеварительном тракте [23]. N-ацетилцистеин способен эффективно бороться со свободными радикалами, которые интенсивно образуются в процессе тренировочных и соревновательных нагрузок. Немецким ученым удалось установить, что N-ацетилцистеин в дозировках 400 мг 3 раза в неделю способен вызвать ускорение синтеза белка в мышцах и увеличения их объема и силовых показателей [2].

Исследованиями, проведенными профессором В. Л. Смутьским и др. показана эффективность использования тиоловых препаратов на работоспособность и восстановительные процессы при напряженной мышечной деятельности. Показано, что их применение перед напряженными физическими нагрузками может предотвратить окисление эндогенных тиоловых групп ферментов и белков, расширяя резервные возможности организма спортсменов, предупреждая или замедляя снижение работоспособности [8].

Доктор М. Аталай в соавторстве с финскими учеными сообщил о положительных эффектах глутатиона и N-ацетилцистеина на систему иммунитета [12], сокращение времени восстановления после тренировочных занятий, уменьшение утомления и болезненности мышц, а также улучшение спортивных результатов [16].

Группа исследователей из университета Иллинойс [19] провела исследование с целью оценки пользы глутатиона при восстановлении поврежденных окислительным стрессом клеток. Выявлена изменчивость содержания глутатиона в разных частях тела, перемещение глутатиона между тканями, а также зависимость содержания глутатиона от интенсивности физических нагрузок, физической формы и типа питания.

Б. Дуфокс [14] проводил измерения уровня глутатиона в динамике бега на длинную дистанцию и в про-

цессе восстановления. Выявлен значительный расход глутатиона, снижение иммунитета, а восстановление уровня глутатиона колебалось от нескольких часов до нескольких дней. У спортсменов других специализаций также было выявлено снижение уровня глутатиона в тканях тела во время физических нагрузок.

Учитывая все это, казалось полезным принимать добавки, повышающие уровень глутатиона к интенсивным тренировкам. В частности Дж. Састр и его группа из университета Валенсия в Испании проверяли эту идею, используя витамин С и NAC (химический препарат, который повышает уровень глутатиона) в опытах на животных. Результатом было уменьшение повреждений тканей при окислительном стрессе и сохранение уровня глутатиона в крови [20].

Другая группа исследователей из университета Калифорнии, возглавляемая С. К. Сенном, показала, что высокие уровни глутатиона улучшали действие многих антиоксидантов, а низкие уровни ухудшали их эффект. Исследователи принудительно снижали уровень глутатиона с помощью специального препарата, в результате чего выносливость к физическим нагрузкам у подопытных животных снижалась на 50% [21].

Пример увеличения мышечной силы с использованием предшественников глутатиона приводит доктор Лари Ландс из университета МакГилл в Монреале [18]. Считая, что окислительный стресс способствует мышечному утомлению, группа исследователей давала молодому человеку продукт Immunocal, содержащий молочнокислотно-сывороточные прекурсоры (строительные блоки) глутатиона течение трех месяцев. В течение этого времени они измеряли максимальную силу и работоспособность как индикатор силы и выносливости. Они обнаружили, что под влиянием данного препарата результативность может быть повышена на 10 – 15%.

На состояние тиол-дисульфидного звена организма могут влиять и другие серосодержащие соединения и, в частности, метионин. Метионин – незаменимая аминокислота, то есть не синтезируется в организме человека. Он участвует в синтезе адреналина, креатина и других биологически важных соединений; активизирует действие гормонов, витаминов (B<sub>12</sub>, аскорбиновой и фолиевой кислот), ферментов. Метионин применяется для регуляции белкового и липидного обмена, способствует снижению содержания холестерина в крови, уменьшению отложения жира в печени и улучшению функции печени, может оказывать умеренное антидепрессивное действие [4].

При изучении функционального состояния тиол-дисульфидного звена АО-системы организма обычно ориентируются на изучение активности ферментов (глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы), общего содержания глутатиона в тканях, соотношения его окисленной и восстановленной форм, а также содержания и соотношения –SH и –S–S– групп. Если учесть, что основная масса SH- групп (95%) в крови в основном приходится на SH- группы глутатиона, то по его общему содержанию в крови, а также по содержанию его окисленной и восстановленной форм вполне пра-

вомочно судить о состоянии тиол-дисульфидного звена организма спортсменов.

Динамика состояния тиол-дисульфидного звена АО-системы организма, оцениваемая по балансу глутатиона в крови, способна отражать сложный характер адаптационных изменений, происходящих во всей АО-системе организма под влиянием физических нагрузок. В пользу такого суждения свидетельствуют данные, полученные Смутьским В.Л. [8], Ткаченко Н.В. [10] и другими авторами [20, 22], указывающие на то, что определение в крови содержания тиоловых групп, общего глутатиона, а также его окисленной и восстановленной форм, потребность в которых при напряженной мышечной деятельности существенно возрастает, может быть использовано как один из способов в комплексе средств диагностики функционального состояния организма спортсмена, оценки особенностей адаптации к воздействию физических нагрузок и коррекции физической работоспособности. Исходя из теоретических и практических положений представленная выше информация и определяет актуальность проведенного нами исследования.

Тематика нашего исследования согласована с планом НИР НУФВСУ и выполнена согласно госбюджетной научно-исследовательской теме «Мониторинг процесса адаптации квалифицированных спортсменов с учетом их индивидуальных возможностей» (номер госрегистрации темы: № 0111U001732) в рамках программы «Прикладные исследования и разработки по направлениям научно-технической деятельности высших учебных заведений и научных учреждений» (КПКВ 2201040) Министерства образования, науки и спорта Украины.

#### Цель, задачи работы, материал и методы.

*Цель исследования* – сравнить эффективность повышения содержания общего глутатиона и его окисленной и восстановленной форм в крови дзюдоистов высокой квалификации при использовании метаболитических комплексов, содержащих аминокислоты – предшественники глутатиона и предшественники креатинфосфата.

*Методы и организация исследования.* В исследовании приняли участие 18 дзюдоистов спортивной квалификации КМС – МС (возраст – 18-24 лет), находящихся на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям. Спортсмены одной экспериментальной группы в течение 3-х недель потребляли метаболитический комплекс, включающий аминокислоты – предшественники глутатиона (глицин, цистеин, глутаминовая кислота). Спортсмены второй экспериментальной группы потребляли метаболитический комплекс, содержащий предшественники креатинфосфата:

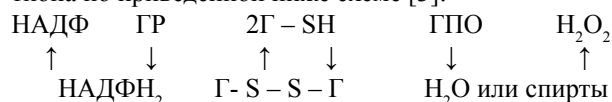
Спортсмены контрольной группы в качестве «плацебо» использовали таблетки крахмала.

До основного исследования и после него в капиллярной крови спортсменов-дзюдоистов определяли содержание общего глутатиона и его окисленной и восстановленной форм используя метод Вудворда и Фрея в модификации М.С.Чулковой [5]. Содержание эритроцитов в капиллярной крови определяли на фотометре LP-420 с использованием готовых реактивов фирмы «Dr. Lange, Германия».

Статистическую обработку полученных результатов проводили, используя стандартные компьютерные программы.

#### Результаты исследований.

Среди многочисленных путей регуляции функционального состояния АО – системы глутатиона заслуживает внимания применение тиоловых соединений (цистеина, метионина, сукцимера и др.), которые осуществляют коррекцию состояния АО системы глутатиона по приведенной ниже схеме [3]:



Целесообразность проведения такого рода коррекции основана на том, что в соответствии с полученными нами данными, напряженная мышечная деятельность дзюдоистов вызывает снижение содержания общего глутатиона и восстановленной его формы в капиллярной крови (Табл.1). Оказалось, что полученные нами значения содержания общего глутатиона и его восстановленной формы в крови обследуемых спортсменов находятся на нижней границе физиологической нормы для лиц, не занимающихся спортом (общий – 32-35 мг•100мл<sup>-1</sup>, восстановленный – 20-30 мг•100мл<sup>-1</sup>), что является не допустимым на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям.

Низкие значения содержания глутатиона вызывают нарушение функционирования всей АО-системы организма и могут быть одной из причин снижения иммунитета спортсменов и их физической работоспособности. В этом случае целесообразна коррекция состояния системы глутатиона с помощью серосодержащих соединений, в том числе экзогенных антиоксидантов [15].

В последние годы появился ряд сообщений об использовании в практике спорта тиоловых соединений и, в частности, N-ацетилцистеина (АСС), с целью наращивания мышечной массы (альтернатива допингам) и повышения АО-потенциала организма спортсменов [2]. Учитывая эти свойства препарата мы ввели его в

Компоненты	Завтрак	Обед	Ужин
Первый метаболитический комплекс			
Глутаминовая кислота (за 30 мин. до еды)	2 таб.	2 таб.	–
АЦЦ (после еды)	1 таб.	1 таб.	–
Глицин ( под язык после еды)	1 таб.	1 таб.	1 таб.
Второй метаболитический комплекс			
Метионин (за 30 мин. до еды)	2 таб.	2 таб.	2 таб.
Глицин ( под язык после еды )	1 таб.	1 таб.	1 таб.
Аргинин	1 капсул. перел тренировочным занятием		

Таблица 1.

*Исходные данные содержания общего глутатиона, его окисленной и восстановленной форм в крови спортсменов-дзюдоистов высокой квалификации (n=12)*

Глутатион, мг•100мл <sup>-1</sup>		
Общий	Восстановленный	Окисленный
32±2,5	20±3,1	12±1,2

Таблица 2.

*Влияние приема биокорректоров, включающих серосодержащие соединения, на содержание различных форм глутатиона в крови дзюдоистов высокой квалификации, мг•100мл<sup>-1</sup>*

Группы спортсменов	Глутатион, мг•100мл <sup>-1</sup>		
	Общий	Восстановленный	Окисленный
1(плацебо)	32,5 ± 3,2	22,1 ± 3,3	10,4 ± 1,2
2(глицин, глутаминовая кислота, АСС)	50,3 ± 2,5*	39,2 ± 3,5*	11,1 ± 1,4
3(метионин, глицин, аргинин)	45,2 ± 2,1*	35,2 ± 2,5*	10,0 ± 1,5

\*различия достоверны относительно данных группы 1

Таблица 3.

*Соотношение разных форм глутатиона в крови спортсменов при использовании биокорректоров.*

Группы спортсменов	Соотношения		
	Окисленный: восстановленный глутатион	Восстановленный: общий глутатион	Общий глутатион: количество эритроцитов в крови
1 (плацебо)	0,47	0,66	6,46
2 (глицин, глутаминовая кислота, АСС)	0,28	0,77	9,96
3 (метионин, глицин, аргинин)	0,28	0,77	9,82

состав одного из комплексов и исследовали влияние двух комплексов как средств коррекции состояния системы глутатиона, включающих аминокислоты (глутаминовая кислота, глицин и АСС), являющиеся предшественниками глутатиона, и предшественники креатинфосфата (метионин, глицин, аргинин), на показатели метаболизма в крови дзюдоистов высокой квалификации и сравнили их эффективность.

После трехнедельного приема метаболических комплексов группами дзюдоистов высокой квалификации получены данные, представленные в таблице 2:

Абсолютное содержание общего и восстановленного глутатиона в крови спортсменов двух экспериментальных групп существенно возросло по сравнению с группой спортсменов, использовавших плацебо (p<0,05). Количество же окисленной формы глутатиона в крови спортсменов всех групп существенно не различалось. Следует отметить то, что более выраженный эффект на содержание общего глутатиона и его восстановленной формы в крови оказал комплекс аминокислот – предшественников глутатиона. Данные, полученные нами, согласуются с результатами других исследователей, обнаруживших более высокий эффект повышения содержания в крови общего глутатиона при использовании комплекса отдельных аминокислот-предшественников глутатиона, нежели самого тиолового трипептида и других серосодержащих соединений [23, 15].

Определенный интерес представляет определение соотношения разных форм глутатиона, а также соот-

ношение общего глутатиона и количества эритроцитов в крови. Ввиду того, что глутатион локализован в основном в эритроцитах количество которых в крови спортсменов не является величиной постоянной, каждый раз необходимо определять количество эритроцитов в крови. В норме для обычных нетренированных людей в капиллярной крови это соотношение находится в пределах 6,0 – 9,3, а в наших экспериментальных группах получены такие соотношения: в группе «плацебо» – 6,4, в группе 2 – 9,8, в группе 3 – 9,9 (таблица 3). Если в группе «плацебо» это соотношение соответствует нижней границе нормы, то в группах 2 и 3 эти значения значительно повысились в большей степени за счет увеличения количества общего глутатиона, чем количества эритроцитов в крови под влиянием используемых спортсменами биокорректоров.

Из полученных нами данных видно, что соотношение окисленной и восстановленной форм, а также восстановленного и общего глутатиона оказалось идентичным в двух экспериментальных группах спортсменов, использовавших как средства коррекции состояния системы глутатиона разные серосодержащие комплексы. Повышение содержания окисленной формы глутатиона под влиянием приема тиоловых соединений нашло отражение в значении соотношения окисленная: восстановленная форма глутатиона – это значение ниже, чем в группе, использовавшей «плацебо», а значение соотношения восстановленный – общий глутатион выше, чем в плацебо за счет повыше-

ния количества в крови восстановленной формы этого трипептида. Тем не менее, под влиянием комплекса аминокислот-предшественников глутатиона (группа 2), общее содержание глутатиона и его окисленной формы в крови наиболее возросло как относительно данных спортсменов группы 3, так и использовавших плацебо (табл.2).

Спортивная деятельность при занятиях дзюдо имеет смешанный характер энергообеспечения (анаэробно-аэробный) и поэтому требует определенного вклада аэробной системы энергообеспечения, обеспечивающей выносливость спортсменов в процессе тренировочной и соревновательной деятельности. Использование предложенных нами средств коррекции состояния тиол-дисульфидного звена АО-системы (аминокислот – предшественников глутатиона и предшественников креатинфосфата) дало положительный эффект, состоящий в повышении содержания общего глутатиона в крови дзюдоистов высокой квалификации и его восстановленной формы, обладающей АО активностью.

Обнаруженный эффект, несомненно, является положительным, поскольку именно восстановленная форма глутатиона обладает антиоксидантной способностью и проявляет ее в эритроцитах, обеспечивая оптимальное их функционирование, а поэтому и кислород-транспортную функцию крови дзюдоистов высокой квалификации. Повышенные аэробные возможности организма, в свою очередь, способствуют ускорению процессов восстановления. Последнее дает возможность повышать эффективность тренировочных занятий за счет увеличения их интенсивности и длительности, способствуя повышению выносливости дзюдоистов, что является особенно актуальным в период непосредственной подготовки к соревнованиям.

#### Выводы.

Установлено, что содержание общего глутатиона и его восстановленной формы в крови спортсменов-дзюдоистов до проведения основного исследования находилось на нижней границе нормы для лиц, не

занимающихся спортом. Поскольку содержание глутатиона определяет состояние всей АО-системы глутатиона, иммунитет, физическую работоспособность спортсменов, деятельность которых связана с проявлением выносливости, потребовалось использование мероприятий по коррекции состояния этой системы.

Одним из путей коррекции состояния АО-системы глутатиона является применение серосодержащих соединений, в том числе тиоловых антиоксидантов, из многочисленного перечня которых в состав используемых комплексов – предшественников глутатиона и креатинфосфата вошли N-ацетилцистеин и метионин, которые способны увеличить количество тиоловых групп и оптимизировать состояние тиол-дисульфидного звена организма в целом.

После трехнедельного приема метаболических комплексов группами дзюдоистов высокой квалификации установлено, что абсолютное содержание общего и восстановленного глутатиона в крови спортсменов двух экспериментальных групп существенно возросло по сравнению с группой спортсменов, использовавших плацебо. Количество же окисленной формы глутатиона в крови спортсменов всех исследуемых групп существенно не изменилось.

Следует отметить то, что более выраженный эффект на содержание общего глутатиона и его восстановленной формы в крови оказал комплекс аминокислот – предшественников глутатиона. Повышение содержания общего глутатиона и его восстановленной формы может позитивно влиять на состояние всей АО-системы глутатиона, и, соответственно, иммунитет, состояние биологических мембран, кислородную емкость крови, которая является важным звеном, обеспечивающим выносливость спортсменов.

В перспективе предполагается провести исследования, связанные с изучением влияния используемых нами биокорректоров на показатели физической работоспособности при выполнении спортсменами – дзюдоистами комплекса тестов, характеризующих различные компоненты их специальной работоспособности.

#### Литература:

1. Александрова Л.А., Михайлова И.А., Томсон В.В. Специальные вопросы биологии человека. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 г. 99 с.
2. Альциванович К.К. 1000+1 совет о питании при занятии спортом. Мн.: Современный литератор, 2001. 288 с.
3. Барабой В.А., Брехман И.И., Голотин В.Г. Перекисное окисление и стресс. СПб.: Наука, 1992. 148 с.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М., 1998. 750 с.
5. Булыгина Е.Р., Карпова Л.В., Степанова М.С., Болдырев А.А. Экспериментальная нейрохимия (практические работы). Учебное пособие, электронная версия. Научный редактор – академик РАН З.А. Суслина. Москва, 2009. 215с.
6. Гончарова Л. Л. Тиолдисульфидная система в клинической практике. *TERRA MEDICA nova*. 2003. vol. 2. p. 2-11.
7. Земцова И.И., Смутьский В.Л., и др. Повышение устойчивости организма к напряженной мышечной деятельности путем коррекции состояния его антиоксидантной системы. Наука в олимпийском спорте. 1999. №1, С. 87- 92.
8. Смутьский В.Л. Фармакологічна корекція стану антиоксидантної системи як спосіб підвищення стійкості організму до напруженої м'язової діяльності: Автореф. дис. д-ра пед. наук: 24.00.01. Київ. ін-т физ. культ. Київ: 1997. 50с.

#### References:

1. Aleksandrova L.A., Mikhajlova I.A., Tomson V.V. *Special'nye voprosy biologii cheloveka* [Special questions of biology of a man], St. Petersburg, Spbgu ITMO, 2009, 99 p.
2. Al'civanovich K.K. *1000+1 sovet o pitanii pri zaniatii sportom* [1000+1 advice about a feed at going in for sports], Minsk, Modern man of letters, 2001, 288 p.
3. Baraboj V.A., Brekhan I.I., Golotin V.G. *Perekisnoe okislenie i stress* [Peroxidation and stress], Sankt Petersburg, Science, 1992, 148 p.
4. Berezov T.T., Korovkin B.F. *Biologicheskaja khimiia* [Biological chemistry], Moscow, 1998, 750 p.
5. Bulygina E.R., Karpova L.V., Stepanova M.S., Boldyrev A.A. *Eksperimental'naia nejrokhimiia* [Experimental neurochemistry], Moscow, 2009, 215 p.
6. Goncharova L. L. *TERRA MEDICA nova*. 2003, vol.2, pp. 2-11.
7. Zemcova I.I., Smul'skij V.L. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 1999, vol.1, pp. 87- 92.
8. Smul's'kij V.L. *Farmakologichna korekciia stanu antioksidantnoyi sistemi iak sposib pidvishchennia stijkosti organizmu do napruzhenoyi m'язovoyi dijal'nosti* [A pharmacological correction of the state of the antioxidant system as method of increase of firmness of organism to tense muscular activity], Dokt. Diss., Kiev, 1997, 50 p.



9. Соколовский В.В. Тиоловые антиоксиданты в молекулярных механизмах неспецифической реакции организма на экстремальное воздействие. Вопросы медицинской химии. 1988. № 34 (6). С. 2-11.
10. Ткаченко Н. В. Эффективность применения липоевой кислоты с учетом модулирующего влияния мочевины на состояние антиоксидантной системы для повышения физической работоспособности спортсменов, специализирующихся в видах спорта требующих проявления выносливости. Наука в олимпийском спорте. 1999. №1. С. 97-102.
11. Тринус Ф.П., Бравер-Чернобульская Б.С., Чубенко А.В. и др. Вести. АМН СССР — 1984. № 11. с. 75 – 84.
12. Atalay M., Marnila P., Lilius E. Glutathione-dependent modulation of exhausting exercise-induced changes in neutrophils function of rates. *Journal of Applied Physiology*. 1996. vol. 74. p.120-125.
13. Chen Y. Hepatocyte-specific GCLC deletion leads to rapid onset of steatosis with mitochondrial injury and liver failure. *Hepatology*. 2007. N5. – p.92- 98.
14. Dufaux B., Heine O. Blood glutathione status following distance running. *International Journal of Sports Medicine*. 1997. vol. 18. p. 89-93.
15. Gutman Jimmy. *Glutathione (GSH) – Your Body’s Most Powerful Protector*. Communications Kudo.ca Inc., Montreal. 2002, p. 269.
16. Ji L.L., Fu R., Mitchell E.W. Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle effects of fiber type and exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*. 1992. vol. 73. p.131-138.
17. Karlsson Y. *Antioxidants and Exercise*. Human Kinetics. 1997. p. 209.
18. Lands L.C., Grey V.I., Smountas A.A. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *Journal of Applied Physiology*. 1999. vol. 87. p. 131-135.
19. Leeuwenburgh C., Ji L.L. Glutathione depletion in rested and exercised mice: biochemical consequence and adaptation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1995. N2. p. 941-949.
20. Sastre J., Asensi M., Gasco E. Exhaustive physical exercise causes oxidation of glutathione status in blood: prevention by antioxidant administration. *American Journal of Physiology*. 1992. Vol. 5(2), p. 992-995.
21. Sen C.K, Atalay M., Hanninen O. Exercise-induced oxidative stress: glutathione supplementation and deficiency. *Journal of Applied Physiology*. 1994. vol.2, p. 177-187.
22. Stromme S.B., Flaim K.E. The effects of exercise on serum total antioxidant activity and the influence of training in humans. *Abstr. Sci. Meet. Physiology Society Journal. Proceed*. 2008. p. 144.
23. Witschi A. The systemic availability of oral glutathione. *European Journal of Clinical Pharmacology*. 1992., vol. 43(6). p. 667.
9. Sokolovskij V.V. *Voprosy medicinskoj khimii* [Questions of medical chemistry], 1988, vol.34(6), pp. 2-11.
10. Tkachenko N. V. *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic Sport], 1999, vol.1, pp. 97-102.
11. Trinus F.P., Braver-Chernobul'skaia B.S., Chubenko A.V. *Vesti AMN SSSR* [To conduct Academy of Medical Sciences of the USSR], 1984, vol.11, pp. 75 – 84.
12. Atalay M., Marnila P., Lilius E. Glutathione-dependent modulation of exhausting exercise-induced changes in neutrophils function of rates. *Journal of Applied Physiology*. 1996, vol.74, pp. 120-125.
13. Chen Y. Hepatocyte-specific GCLC deletion leads to rapid onset of steatosis with mitochondrial injury and liver failure. *Hepatology*. 2007, vol.5, pp. 92- 98.
14. Dufaux B., Heine O. Blood glutathione status following distance running. *International Journal of Sports Medicine*. 1997, vol.18, pp. 89-93.
15. Gutman Jimmy. *Glutathione (GSH) – Your Body’s Most Powerful Protector*. Communications Kudo.ca Inc., Montreal. 2002, p. 269.
16. Ji L.L., Fu R., Mitchell E.W. Glutathione and antioxidant enzymes in skeletal muscle effects of fiber type and exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*. 1992, vol. 73, pp. 131-138.
17. Karlsson Y. *Antioxidants and Exercise*. Human Kinetics. 1997 p. 209.
18. Lands L.C., Grey V.I., Smountas A.A. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *Journal of Applied Physiology*. 1999, vol.87, pp. 131-135.
19. Leeuwenburgh C., Ji L.L. Glutathione depletion in rested and exercised mice: biochemical consequence and adaptation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1995, vol.2, pp. 941-949.
20. Sastre J., Asensi M., Gasco E. Exhaustive physical exercise causes oxidation of glutathione status in blood: prevention by antioxidant administration. *American Journal of Physiology*. 1992, vol.5(2), pp. 992-995.
21. Sen C.K, Atalay M., Hanninen O. Exercise-induced oxidative stress: glutathione supplementation and deficiency. *Journal of Applied Physiology*. 1994, vol.2, pp. 177-187.
22. Stromme S.B., Flaim K.E. The effects of exercise on serum total antioxidant activity and the influence of training in humans. *Abstr. Sci. Meet. Physiology Society Journal. Proceed*. 2008, p. 144.
23. Witschi A. The systemic availability of oral glutathione. *European Journal of Clinical Pharmacology*. 1992, vol.43(6), pp. 667.

**Информация об авторах:**

**Мусаханов Заур Адилевич**  
infiz@i.ua

Национальный университет физического воспитания  
и спорта Украины  
ул. Физкультуры 1, г.Киев, 03680, Украина.

**Земцова Ирина Ивановна**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

Национальный университет физического воспитания  
и спорта Украины  
ул. Физкультуры 1, г.Киев, 03680, Украина.

**Станкевич Людмила Григорьевна**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

Национальный университет физического воспитания  
и спорта Украины  
ул. Физкультуры 1, г.Киев, 03680, Украина.

**Долгополова Валентина Ивановна**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

Национальный университет физического воспитания  
и спорта Украины  
ул. Физкультуры 1, г.Киев, 03680, Украина.

Поступила в редакцию 09.10.2012г.

**Information about the authors:**

**Musakhanov Z.A.**  
infiz@i.ua

National University of Physical Education and Sport of Ukraine  
Fizkultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

**Zemtsova I.I.**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

National University of Physical Education and Sport of Ukraine  
Fizkultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

**Stankevich L.G.**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

National University of Physical Education and Sport of Ukraine  
Fizkultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

**Dolgopolova V.I.**  
rectorat@uni-sport.edu.ua

National University of Physical Education and Sport of Ukraine  
Fizkultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

Came to edition 09.10.2012.