

УДК 613.65:613.292: 612.129

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛУТАТИОНА ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИТАНИЯ

**Колесов С.А., Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Чумаков Н.В.,
Пискарев Ю.Г.**

*ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии»
Роспотребнадзора, Нижний Новгород, e-mail: recept@nniigp.ru*

При интенсивных физических нагрузках в организме развивается метаболический стресс, поскольку продукты ускоренных обменных процессов выступают в качестве токсикантов. В результате значительно увеличивается нагрузка на антиокислительную и детоксикационную системы организма, продуктивность работы которых, во многом, определяется эффективностью функционирования глутатиона (Г). Исходя из этого, целью исследования явилась оценка эффективности функционирования Г в организме при интенсивных физических нагрузках циклического характера и изучение влияния на нее алиментарных факторов. В ходе интенсивного тренировочного процесса были исследованы основная и контрольная группы спортсменов – пловцов с одинаковыми половозрастными характеристиками, при этом спортсмены основной группы дополнительно принимали «Продукт спортивного питания» (ПСП). В обеих группах троекратно (до начала приема, сразу же после окончания приема и через месяц после окончания приема ПСП) исследовались концентрации восстановленного Г (ВГ) и окисленного Г (ОГ) в крови, показатели сердечно – сосудистой системы и эффективности деятельности. В результате выяснено, что в крови спортсменов обеих групп исходный уровень ВГ достаточно низок. Данные исследования свидетельствуют, что на эффективность функционирования Г у спортсменов-пловцов могут оказывать влияние, как интенсивность физической нагрузки, так и характер питания. Выявлено так же, что повышение эффективности работы Г приводило к росту эффективности деятельности спортсменов за счет улучшения адаптации организма к физическим нагрузкам. Этот эффект носил отсроченный характер и наблюдался через месяц после окончания приема ПСП.

Ключевые слова: глутатион, спортсмены, физические нагрузки, адаптация, эффективность деятельности

AN EFFECTIVENESS OF GLUTATHIONE FUNCTION DURING PHYSICAL LOADS AND INFLUENCE OF NUTRITION PECULIARITIES ON IT

**Kolesov S.A., Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Strakhova L.A., Chumakov N.V.,
Piskarev Y.G.**

*Nizhny Novgorod research institute for hygiene and occupational pathology, Nizhny Novgorod,
e-mail: recept@nniigp.ru*

The metabolic stress is developed in human organism during intensive physical loads since the products of accelerated metabolic processes act as toxicants. As a result, the load on antioxidative and detoxicant systems of human organism is considerably increased and productivity of function of these systems depends to a large extent on effectiveness of glutathione (G) function. Hence, the aims of this study were evaluation of effectiveness of G function during intensive cyclic physical loads and scrutiny of nutritional factor influence on it. Experimental and control groups of sportsmen (swimmers with same sex-age characteristics) were studied during intensive training, but sport nutritional product (SNP) was additionally administrated to sportsmen in experimental group. In both groups, the concentrations of reduced G (RG) and oxidized (OG) in blood were analyzed three times (before administration of the product, immediately after cessation of it, in a month after cessation of it) as well as parameters of cardio-vascular system were examined. As a result, it was revealed that initial G level in blood of sportsmen of both groups had been enough low. Findings of the study provide evidence that intensity of physical load and characteristics of nutrition may influence on effectiveness of G function in sportsmen-swimmers. It was also found that an elevated effectiveness of G function led to increased effectiveness of sportsmen's activity due to improving of human organism adaptation to physical loads. This effect was postponed and was observed in a month after cessation of SNP administration.

Keywords: glutathione, sportsmen, physical loads, adaptation, effectiveness of activity

Известно, что в результате воздействия на организм значительных физических нагрузок возникает так называемый метаболический стресс, который обусловлен ускорением обменных процессов и накоплением продуктов неполного метаболизма, которые выступают как токсиканты. В результате значительно увеличивается нагрузка на работу антиокислительной и детоксикационной систем организма, эффективная работа

которых, в свою очередь, во многом обеспечивается функционированием глутатиона (Г) [4]. Физиологически активной является восстановленная форма Г (ВГ), которая в ходе выполнения своих антиокислительных и детоксикационных функций, превращается в окисленную (ОГ) [3].

В связи с большой значимостью Г для клеточного метаболизма предпринимались многочисленные попытки оптимиза-

ции редокс – статуса организма посредством перорального приема чистого препарата Г. Однако, результаты этих исследований неоднозначны [10,14].

Все вышеизложенное послужило основанием для проведения настоящего исследования, целью которого явилась оценка эффективности функционирования Г в организме при интенсивных физических нагрузках циклического характера и изучение влияния на нее алиментарных факторов.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 30 молодых мужчин – добровольцев, членов студенческой сборной по плаванию. Возраст участников в среднем составлял 23 года и колебался от 21 одного года до 26 лет. Критерием включения спортсменов в исследуемые группы явилось наличие информированного добровольного согласия, успешное прохождение стандартного комплекса лабораторных исследований и отсутствие респираторных инфекций.

Участники исследования были разделены на две равные группы по 15 человек в каждой. Спортсмены первой (основной) группы дополнительно к обычному рациону на протяжении 15 суток перед интенсивной физической нагрузкой дополнительно принимали продукт спортивного питания (ПСП). ПСП представлял собой натуральный концентрированный продукт, полученный по криогенной технологии. Характеристики ПСП описаны в литературе [1], а его состав представлен в табл. 1.

в бассейне и две тренировки в тренажерном зале, всего на этом этапе исследования испытуемые проплыли 22000м). Перед третьим исследованием физическая нагрузка снижалась и была аналогична таковой перед первым исследованием.

Обследования спортсменов обеих групп проводились трижды: исходное состояние оценивалось до начала приема ПСП (первое исследование), сразу после окончания приема ПСП (второе исследование) и через месяц после окончания приема ПСП (третье исследование)

Кровь для проведения исследований отбирали утром, натощак путем венопункции локтевой вены в вакуумную пробирку с гепарином и сразу же замораживали.

Непосредственно перед взятием биоматериала – утром, после ночного отдыха в контрольной и основной группах производилось изучение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое, и через 30 секунд после нагрузки.

Накануне взятия крови и исследований сердечно – сосудистой системы (ССС) проводили оценку эффективности спортивной деятельности, в качестве которой использовали время (в секундах) заплывов на дистанцию 100 метров кролем на груди.

Уровень Г определялся в гемолизате цельной крови по методу Вудворта – Фрей [6].

Полученные данные подверглись проверке нормальности распределения по методу Колмогорова-Смирнова. В связи с отсутствием нормальности в распределении анализируемых признаков были использованы методы непараметрической статистики. Для описательной статистики рассчитывали среднюю арифметическую, медиану, минимальное

Таблица 1

Состав продукта спортивного питания

№	Наименование компонента	Доля в готовом продукте (%)
1.	Арбузные семечки	16
2.	Шиповник	13
3.	Овес	10
4.	Шпинат	17
5.	Морская капуста	34
6.	Яичный белок	10
Итого:	100	

ПСП принимался из расчета 300 мг на 1 кг веса тела спортсмена под наблюдением медицинского работника.

Вторая группа спортсменов являлась контрольной. Интенсивность физических нагрузок в обеих группах была полностью одинаковой. Перед первым исследованием проводились три тренировки в неделю в течение 1 часа в бассейне и 1 занятие в тренажерном зале (всего спортсмены проплыли по 15000 м). Перед вторым исследованием спортсмены основной группы принимали ПСП, а интенсивность физической нагрузки была увеличена на 46% (четыре тренировки

и максимальное значения, 25% и 75% квартили. Достоверность различий полученных данных оценивали по критерию Манна-Уитни (для несвязанных выборок) и по критерию Вилкоксона (для связанных выборок).

Результаты исследования и их обсуждение

Данные о содержании в цельной крови обследованных групп спортсменов фракций восстановленного Г (ВГ) и окисленного Г (ОГ) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели ОГ и ВГ в крови спортсменов разных групп в ходе исследования

Статистические показатели	Контрольная группа						Основная группа					
	ВГ	ОГ	ВГ	ОГ	ВГ	ОГ	ВГ	ОГ	ВГ	ОГ	ВГ	ОГ
	Исследования:											
	1		2		3		1		2		3	
Количество исследований	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Средняя величина	717,04	105,98	790,96	88,61	694,10	72,93	737,14	99,49	801,70	72,65	774,50	50,37
Максимум	932,30	220,00	1075,80	236,30	792,10	168,20	1101,80	226,50	1075,80	130,40	1101,80	99,40
Минимум	554,20	10,10	515,00	10,10	475,90	10,00	515,00	39,10	515,00	5,50	554,20	99,40
Медиана	713,9	84,70	792,10	79,80	713,90	78,20	713,90	84,70	792,10	74,90	753,00	60,10
25% квартиль	635,70	49,00	713,90	48,90	635,70	39,10	635,70	60,30	678,00	39,10	638,90	10,10
75% квартиль	717,38	143,80	792,10	88,61	713,90	78,50	753,00	107,60	873,60	79,80	753,00	71,70
Достоверность отличий	-	-	0,06	0,23	0,31	0,07	-	-	0,08	0,10	0,19	0,001

Следует отметить, что по сведениям литературы нормальным считается содержание общего Г (ВГ+ОГ) в интервале от 780,00 до 1200,00 мМ/л [2]. Анализ содержания Г выявил у шести человек (из первой и второй групп) отклонения от норматива, в сторону пониженного содержания Г в крови, а у остальных спортсменов содержание Г хотя и входило в референтный интервал, но находилось ближе к его нижней границе. Известно, что низкие значения содержания Г вызывают нарушение функционирования антиоксидантной и детоксицирующей систем организма и могут быть одной из причин снижения физической работоспособности. Факты, свидетельствующие о низком содержании восстановленного Г у спортсменов, в сравнении с лицами, не занимающимися спортом, были получены и в других исследованиях [5].

Динамика величин содержания ВГ и ОГ в крови спортсменов в ходе исследования показала, что их исходные уровни в обеих исследуемых группах были одинаковы. Однако, ко второму исследованию с увеличением физической нагрузки количество ВГ (относительно исходного) достоверно повышалось – как в основной, так и в опытной группе этот рост составляет 11% ($p=0,05$ и $0,001$ соответственно). В обеих группах выявленные изменения в величинах показателей могут быть объяснены,

прежде всего, влиянием усиленной физической нагрузки, предшествующей второму исследованию. При физических нагрузках подобная динамика показателя была выявлена и некоторыми другими исследователями [12,13].

К третьему исследованию в обеих изучаемых группах концентрации ВГ опять вернулись к уровню, статистически неотличному от исходного, что, по – видимому, является отражением снижения физических нагрузок на содержание ВГ в крови спортсменов.

Динамические сдвиги концентрации ОГ в крови спортсменов на этом этапе выглядят по-иному. У пловцов обеих групп уровень ОГ крови как в исходном, так и перед вторым исследованием был одинаков. В третьем же исследовании в контроле не отмечено динамических сдвигов содержания ОГ, в то же время в основной группе после приема ПСП наблюдалось существенное снижение его уровня ($p = 0,001$ относительно исходного).

Считается, что соотношение ВГ/ОГ является более информативной и точной величиной, отражающей состояние окислительно-восстановительного потенциала клеток и эффективности функционирования СГ, нежели оценка содержания ВГ и ОГ по отдельности. Величины этих соотношений в исследованных группах на разных этапах исследования представлены в табл. 3.

Таблица 3

Величины соотношения ВГ/ОГ у спортсменов основной и контрольной групп в ходе исследования

Исследования	Контрольная группа	Основная группа
1	8,42	8,42
2	9,92	10,57
3	9,10	12,52

По данным литературы [8] нормальная величина отношения ВГ/ОГ составляет 10 (10/1). Как свидетельствуют данные таблицы, исходное соотношение ВГ/ОГ в обеих группах спортсменов было одинаково, однако оно на 26% ниже нормальной величины. Физические нагрузки способствовали повышению коэффициента в обеих группах. Через месяц после окончания приема ПСП соотношение ВГ/ОГ в основной группе еще более возросло (на 149% относительно исходного уровня или на 25% от норматива). В контрольной группе спортсменов, не принимавших ПСП, наоборот, к третьему исследованию уровень ВГ/ОГ опять понизился до уровня, соответствующего исходному.

Полученные данные позволяют констатировать, что эффективность функционирования Г в основной группе существенно повысилась, а в контрольной группе осталась на пониженном уровне.

С целью оценки эффективности приема ПСП при увеличении физической нагрузки у спортсменов – пловцов в ходе эксперимента была проведена оценка их деятельности, основанная на данных результативности заплывов (табл. 4).

Данные, полученные в ходе исследований, свидетельствуют о возможности влияния на функционирование Г как величины физической нагрузки, так и характера питания. Тем не менее, следует отметить, что влияние алиментарных факторов на эффективность функционирования редокс – системы организма спортсменов в настоящее время является спорным. Имеются многочисленные работы, свидетельствующие как об улучшении окислительно-восстановительных и детоксикационных процессов и эффективности деятельности под влиянием алиментарных факторов [11], так и об отсутствии такого влияния [9]. Такая разнонаправленность результатов, полученных разными авторами, может быть объяснена как различиями пищевых веществ, используемых для этих целей, так и особенностями их потребления [7].

В нашем исследовании был применен многокомпонентный ПСП на основе натуральных пищевых продуктов, богатых биологически – активными веществами, при этом мелкодисперсность пищевых частиц ПСП дополнительно способствовала высокой его усвояемости. Обращало на себя внимание,

Таблица 4

Улучшение результата времени заплыва (в секундах) в основной и контрольной группах спортсменов

Исследования	Группы	
	Контрольная	Основная
1	0,00	0,00
2	0,16	0,44
3	0,49	0,95

Из данных таблицы видно, что спортивные показатели выше в группе спортсменов, принимавших ПСП, по сравнению с контрольной. Это дает основание утверждать, что выявленное повышение эффективности деятельности пловцов является следствием улучшения процессов адаптации к физическим нагрузкам под воздействием ПСП. Об этом же убедительно свидетельствуют результаты исследования ССС у спортсменов. В разных группах была установлена разнонаправленная реакция ССС на нагрузку: в основной группе выявлено урежение ЧСС, в контрольной отмечена тенденция к учащению. Через 30 с после выполнения упражнений в опытной группе среднее значение ЧСС составило 167,60 уд. мин., что достоверно ниже ($p = 0,01$), аналогичного показателя в контрольной группе (170,80 уд. мин).

что максимальное улучшение работы СГ было отмечено отсрочено, через месяц после окончания приема ПСП. По всей видимости, содержащиеся в ПСП в большом количестве и натуральной форме микроэлементы, витамины, аминокислоты уменьшают метаболический стресс не только посредством улучшения эффективности функционирования Г, но и посредством оптимизации течения иных метаболических процессов в организме, что, в конечном результате, приводит к улучшению окислительно-восстановительного состояния клеток.

Заключение

Выявлен достаточно низкий исходный уровень ВГ в крови спортсменов-пловцов.

Выяснено, что на эффективность функционирования Г у спортсменов-пловцов

могут оказывать влияние как интенсивность физической нагрузки, так и характер питания.

Показано, что повышение величины коэффициента ВГ/ОГ приводило к росту производительности деятельности спортсменов за счет улучшения адаптации организма к физическим нагрузкам. Этот эффект носил отсроченный характер и наблюдался через месяц после окончания приема ПСП.

Список литературы

1. Белоусько Н.И., Груздева А.Е., Рахманов Р.С. Состав продукта спортивного питания. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/253/2533002.html> (дата обращения 26.04.2016).
2. Кишкун А.А. Руководство по лабораторным методам диагностики. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 800.
3. Короташвили Л.В., Романова С.В., Колесов С.А. Оксид азота его метаболиты и система глутатиона с хроническим вирусным гепатитом В и С // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т.68; №10. – С.26–30.
4. Кручинский Н.Г., Королевич М.П., Стаценко Е.А. Клинико – лабораторные проявления синдрома эндогенной интоксикации у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта // Здоровье для всех. – 2016. – №1. – С.16–24.
5. Мусаханов З.А., Земцова И.И., Станкевич Л.Г. Влияние тиоловых соединений на содержание глутатиона в крови дзюдоистов высокой квалификации // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – № 12 . . – 2012. – С.89–94.
6. Переслегина И.А., Габина С.В., Макарова И.Б. Детоксифицирующая функция печени по данным фармакокинетики антипирина при заболеваниях органов пищеварения у детей // Эфферентная терапия. – 2005. —№ 2. – С. 14–17.
7. Antioxidants in Sport Nutrition. -Editor: Manfred Lamprecht. Boca Raton (FL). – CRC Press/Taylor & Francis, 2015. – P 350.
8. Бабак О.Я. Глутатион в норме и при патологии: биологическая роль и возможности клинического применения // Здоров'я України. – № 1. – 2015. – P. 1–3.
9. Braakhuis A.J., Hopkins W.G., Lowe T.E. Effect of dietary antioxidants, training, and performance correlates on antioxidant status in competitive rowers // Int J Sports Physiol Perform. -2013. –Vol. 8. – №5. – P. 565–72.
10. Gutman J. Glutathione (GSH) – Your Body's Most Powerful Protector. – Communications Kudo.ca Inc., -Montreal. 2002 – P. 269.
11. Slattery K.M., Dascombe B., Wallace L.K. Effect of N-acetylcysteine on cycling performance after intensified training // Med Sci Sports Exerc. -2014. – Vol. 46. – №6. –P.1114–23.
12. Tong T.K., Lin H., Lippi G. Serum oxidant and antioxidant status in adolescents undergoing professional endurance sports training // Oxid Med Cell Longev. – 2012. – №2012. -P.741239.
13. Varamenti E.I., Kyparos A., Veskoukis A.S. Oxidative stress, inflammation and angiogenesis markers in elite female water polo athletes throughout a season // Food Chem Toxicol. – 2013. – № 61. – P. 3–8.
14. Witschi A. The systemic availability of oral glutathione // European Journal of Clinical Pharmacology. – 1992. – Vol. 43. – №6. – P. 66.