

## МИКРОЭЛЕМЕНТНАЯ КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РЕГБИСТОК В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В статье представлены результаты исследования по оценке возможности увеличения функциональных резервов организма профессиональных игроков в регби путем индивидуальной коррекции элементного статуса. Показано, что в предсоревновательный период в организме профессиональных спортсменок выявляется дефицит Fe, Mg, P и Zn, и избыток As. Индивидуально разработанные схемы нутрицевтической коррекции позволили повысить содержание Ca, Cu, Mg и Si, но не Se и Zn. Изменения в содержании биоэлементов сопровождались выраженными сдвигами биохимических и физиологических показателей и находились с ними в корреляционной связи.

**Ключевые слова:** регби, микроэлементы, сердечно-сосудистая система, перекисное окисление липидов.

Регби как спортивная дисциплина интересует медиков и исследователей в большей степени в плане функциональных возможностей организма игроков разной специализации и разного уровня спортивного мастерства [7-9]. Единичные исследования посвящены изучению биохимических показателей антиоксидантной системы и ее динамике за соревновательный период [6]. Целью настоящего исследования явилась оценка возможности увеличения функциональных резервов организма профессиональных игроков в регби путем индивидуальной коррекции биоэлементного статуса.

### Методы исследования

В исследовании приняли участие члены женской национальной сборной команды по регби,  $n = 14$ , средний возраст  $22.6 \pm 0.8$  лет. Функциональное состояние организма девушек-регбисток в соревновательный период оценивали методами полисистемного мониторинга, который включал:

– контроль за состоянием дыхательной и сердечно-сосудистой систем, при помощи компьютерно-аппаратного комплекса «спироартериокардиоритмограф» (САКР), обследования проведены в апреле (предсоревновательный период) и в ноябре (перед заключительными соревнованиями).

– контроль показателей метаболизма методом лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) рото-глоточных смывов (РГС) и крови, обследования проведены в апреле и ноябре.

Содержание 25 элементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) определяли в волосах, 15

химических элементов (Cd, Hg, Ni, Pb, Ca, Co, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Se, Zn) определяли в цельной крови, содержание 12 элементов определяли в моче (Al, As, Cd, Hg, Ni, Pb, Co, Cu, Fe, Mn, Se, Zn). Анализ осуществляли в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва), аккредитованном при Федеральном центре Госсанэпиднадзора при Министерстве здравоохранения и социального развития РФ, по стандартной методике в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.1482-03, 4.1.1483-3 [1]. Тестирование содержания элементов в крови и моче проводили дважды, в начале и в конце соревновательного периода, тестирование содержания элементов в волосах проведено только в ноябре, перед заключительными соревнованиями.

### Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели в апреле, в предсоревновательный период, проведено первое комплексное обследование функционального состояния организма спортсменок. Показано, что из всех взятых в анализ элементов пониженное содержание Fe (по критериям АНО «Центр биотической медицины») выявлено в крови в 70% случаев, пониженное содержание Mg и P – в крови в 50% случаев, пониженное содержание Zn – в крови и моче у 50% девушек, повышенный уровень As – в моче у 70% спортсменок. Содержание остальных элементов не выходило за пределы нормы.

По результатам содержания микроэлементов в моче и крови, данных анализа пищевого рациона, были разработаны индивидуальные рекомендации по применению биологически активных

добавок к пище (БАДП) (по «Методу доктора Скального®» и согласно Медицинской технологии «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека», № регистрационного удостоверения ФС-2007/128 от 09 июля 2007 г.) и изменению пищевого рациона. Данные рекомендации были разработаны в АНО «Центр биотической медицины» (ЦБМ) на весь соревновательный период, с апреля до середины декабря. Использованы следующие БАДП:

– Био-Магний (ЦБМ, Россия). Состав: аспарагинат магния.

– Кальцихел (ЦБМ, Россия). Состав: аспарагинат кальция.

– Кобаксел (ЦБМ, Россия). Состав: аспарагинат кобальта (II).

– Селенохел (ЦБМ, Россия). Состав: селенопиран.

– Био-Цинк (ЦБМ, Россия). Состав: аспарагинат цинка.

– Йод-Элам (ООО «Фитолон-Мед», Россия). Состав: экстракт ламинарии, альгинат кальция, МКЦ, лактоза, крахмал картофельный, поливинилпирролидон, кальций.

– Ацизол («Макиз-Фарма», Россия). Состав: диацетат бис(1-винилимидазол-*N*)цинка (бис-(1-винилимидазол)цинкдиацетат).

– Менолине («Nutrisante», Франция). Состав: морской критмум, экстракт магнолии, экстракт вишневых стеблей, экстракт аюутиных глазок, лизин, аргинин.

– Нутрикап («Nahrin», Швейцария). Состав: масло грецкого ореха, экстракт пшеничных зародышей, цистин, метионин, витамины групп В1, В2, В5, В6, В8 и С, минеральные вещества, кальций, кремний, сера, цинк, желтый пчелиный воск, соевый лецитин.

– Ультрабиотик («Laboratories Yves Roggo», Франция). Состав: лактобактерии, бифидобактерии.

В конце соревновательного периода в тренировочные дни были добавлены стимулирующие препараты («Sponser», Швейцария):

– Ликвид Энерджи Плюс. Состав: натрий, калий, кофеин, таурин.

– Активатор. Состав: связанный кофеин растительного происхождения в комбинации с чистым кофеином, таурин, инозитол, и витамины группы В.

– Изотоник спортдринк. Состав: углеводы, аминокислоты, витамины, минералы.

Данная группа БАДП имеет сертификаты антидопингового центра РФ об отсутствии в их составе запрещенных допинговых средств и их производных.

Изучение динамики функционального состояния сердечно-сосудистой системы за соревновательный период показало, что специфическими для соревновательного периода у спортсменов являются снижение чувствительности артериального барорефлекса (ЧБР) и возрастание ударного объема сердца (УО), а также повышение вклада в спектральные показатели variability сердечного ритма и систолического артериального давления (АДС) низкочастотной составляющей LF, что может рассматриваться как признак повышения симпатической активности [3]. Причем группа показателей мощности диапазона LF в разных спектрах изменяет свои величины как при регистрации в состоянии покоя, так и при проведении функциональных нагрузочных проб.

Изучение биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние организма, показало, что на протяжении соревновательного периода у регбисток выявлены транзиторные изменения в ЛК-спектрах РГС, с «нормализацией» показателей в июле (рис. 1) и восстановлении исходного статуса к ноябрю, и усиливающиеся к ноябрю нормологически направленные сдвиги в ЛК-спектрах крови (рис. 2).

На фоне коррекции биоэлементного статуса, за период с апреля по ноябрь, показано, что значимых изменений в содержании в крови и моче биоэлементов Fe, Mg, и P, исходно сниженных, не произошло, тогда как содержание As в моче нормализовалось, а содержание Zn в крови еще больше снизилось. Степень изменений в содержании данных биоэлементов не коррелировала со степенью изменения ни одного из биохимических и физиологических показателей. Из элементов, входящих в состав БАДП (Mg, Ca, Co, Zn и I), отмечено значимое снижение содержания в крови Co и Zn. Из элементов, содержание которых в исходном тестировании не было изменено, обнаружено снижение в крови Co, Mn и Se, а также снижение в моче Cu. При этом выявлена корреляционная связь степени изменения содержания Co, Cu и Se со степенью изменения биохимических показателей ЛК-спектров, и связь между степенью изменения содержания Mn со степенью изменения минутного

объема кровообращения при регистрации в состоянии покоя (табл. 1).

В ноябре, после окончания приема корригирующих препаратов, был проведен анализ содержания биоэлементов в волосах. Выявлено повышенное содержание Ca, Cu, Mg и Si, и сниженное содержание Se. Учитывая, что значимыми изменениями в сердечно-сосудистой системе к этому периоду являются снижение ЧБР,

возрастание УО, возрастание общей мощности спектра вариабельности АДС (TPS), а также мощности диапазона низких частот LF во всех спектрах, был проведен корреляционный анализ между степенью изменения этих показателей и содержанием в волосах биоэлементов. Выявлено наличие связи между степенью изменения ряда функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и содержанием в во-

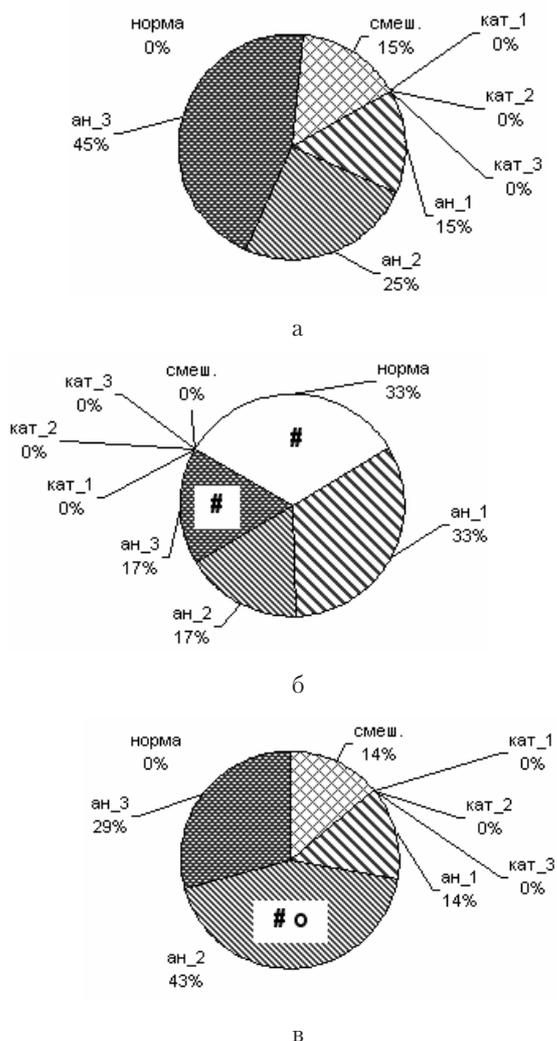


Рисунок 1. Динамика представленности в % метаболических сдвигов (по результатам анализа рото-глоточных смывов) разной направленности в группе «регби» (n = 14): А – апрель, Б – июнь, В – ноябрь. Отсутствие сдвигов обозначено «норма», сдвиги анаболической направленности обозначены «ан» с соответствующей степенью выраженности (от 1 до 3), сдвиги катаболической направленности обозначены «кат» с соответствующей степенью выраженности (от 1 до 3), смешанные сдвиги обозначены «смеш.». Статистическая значимость отличий от точки «апрель» (p < 0,05 по точному методу Фишера) обозначена «#», от точки «июнь» – «o»

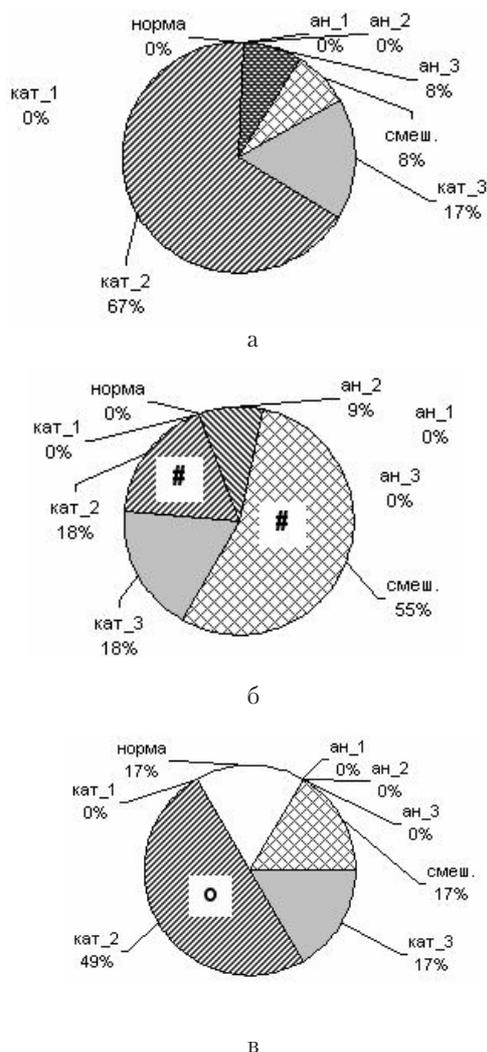


Рисунок 2. Динамика представленности в % метаболических сдвигов (по результатам анализа крови) разной направленности в группе «регби» (n = 11): А – апрель, Б – июнь, В – ноябрь. Отсутствие сдвигов обозначено «норма», сдвиги анаболической направленности обозначены «ан» с соответствующей степенью выраженности (от 1 до 3), сдвиги катаболической направленности обозначены «кат» с соответствующей степенью выраженности (от 1 до 3), смешанные сдвиги обозначены «смеш.». Статистическая значимость отличий от точки «апрель» (p < 0.05 по точному методу Фишера) обозначена «#», от точки «июнь» – «o»

лосах Mn, Se, Co и Fe (табл. 2). Из этих элементов только по Se в ноябре было отмечено значимое снижение в 6 случаях из 7 (86%).

Использование витаминно-минеральных комплексов в спорте высших достижений является довольно эффективным вспомогательным методом поддержания пика спортивной формы на весь соревновательный период [11], в том числе, за счет снижения проявлений оксидативного стресса [10]. В нашей работе использован метод индивидуальной коррекции биоэлементного статуса спортсменов. Для определения дефицита или избытка того или иного элемента в работе проанализированы различные биосубстраты: цельная кровь, моча, волосы. Цельная кровь, являющаяся транспортной средой, отражает текущее состояние обмена конкретного человека, а содержание элементов в ней выше, чем в плазме или сыворотке [2]. Анализ содержания мочи отражает функцию почек, процесс выведения веществ и загрязнения токсическими веществами внутренней среды организма. Использование волос дает возможность проведения ретроспективных анализов за определенный промежуток времени.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что у профессиональных регбисток за соревновательный период, даже с учетом употребления БАДП, происходит существенное снижение содержания Zn и Se. Цинк является эссенциальным элементом, и в контексте нашей

работы наибольший интерес представляет его участие в регуляции биосинтеза белка [12, 13]. Интенсивность белкового обмена в организме профессиональных спортсменов активируется постоянными высокими физическими нагрузками, которые стимулируют как процессы гипертрофии мышечной ткани, так и скорость ресинтеза функциональных белков. В связи с этим понятен исходно низкий уровень содержания Zn в крови и моче профессиональных регбисток, а также еще более снижение его содержания за соревновательный период. По-видимому, те дозы элемента, которые были рекомендованы для компенсации недостатка Zn, оказались недостаточны для условий повышенной физической нагрузки. Следует, однако, отметить, что корреляционной связи степени снижения содержания Zn с изменениями функциональных показателей организма спортсменок нами не выявлено, что может в некоторой степени быть объяснено наличием положительного корректирующего эффекта введения в рацион цинк-содержащих БАДП.

Содержание селена в организме функционально связано с уровнем активности антиоксидантных систем, в частности, с содержанием альфа-токоферола [2]. Ранее нами было показано, что состояние содержания в крови продуктов перекисного окисления липидов, как показателя работы антиоксидантных систем, у профессиональных регбисток в начале соревновательного периода близко к верхней границе нормы [4]. За первые недели сезона, на фоне

Таблица 1. Коэффициенты непараметрической корреляции (по Спирмену) между степенью изменения (в %) содержания элементов и степенью изменения (в %) функциональных показателей организма регбисток (n = 4)

Показатель	R	p
Co		
диапазон I ЛК-спектров PГC	0,949	0,051
диапазон III ЛК-спектров PГC	0,949	0,051
Cu		
диапазон I ЛК-спектров крови	0,949	0,051
диапазон II ЛК-спектров крови	0,949	0,051
диапазон II ЛК-спектров PГC	-0,949	0,051
Se		
диапазон I ЛК-спектров PГC	0,949	0,051
диапазон III ЛК-спектров PГC	0,949	0,051
Mn		
Минутный объем кровообращения (в покое)	0,949	0,051

Таблица 2. Коэффициенты непараметрической корреляции (по Спирмену) между содержанием элементов в волосах и степенью изменения (в %) функциональных показателей организма регбисток (n = 7)

Показатель	R	p
TPS (в покое) и Mn	-0,900	0,037
LF% спектра вариабельности CP (в покое) и Se	0,872	0,054
LFS спектра вариабельности АДC (в покое) и Co	-0,990	0,037
LFS спектра вариабельности АДC (в покое) и Fe	-0,821	0,089
LF/HF (в покое) и Fe	-0,975	0,005
ЧБР (в покое) и Mn	0,900	0,037
МОК (в покое) и Se	0,975	0,005
LFD спектра АДД (реактивность в функциональной пробе) и Mn	-0,900	0,037

приема препаратов, в том числе, и селен-содержащих, отмечена стабилизация данных показателей. Однако в данном исследовании мы выявили, что к ноябрю содержание Se снижается в крови, а также в волосах. Причиной здесь также может быть недостаточная дозировка препаратов, не позволившая поддержать активность селен-зависимых процессов на должном уровне на протяжении всего соревновательного периода. Отметим, что со снижением к ноябрю содержания Se коррелировали выявленные ранее [4] сдвиги в обмене веществ и повышение функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции.

Также с работой системы антиоксидантной защиты мы связываем изменения в содержании меди, хотя динамика содержания в организме спортсменов Cu менее очевидна. Данный элемент участвует в значительном количестве разнообразных ферментативных реакциях, в частности, в работе СОД, входящей в систему антиоксидантной защиты. В нашей работе выявлено, что за соревновательный период происходит снижение содержания Cu в моче, тогда как в ноябре в волосах содержание этого элемента оказалось повышенным. По-видимому, здесь имеет место повышение содержания в организме Cu за счет снижения выведения с мочой (удерживание в организме). Эти сдвиги коррелировали с динамикой ЛК-спектров крови и РГС.

Роль кобальта в организме человека в большей степени связана с витамином В<sub>12</sub>. В этом плане снижение содержания в крови Co за соревновательный период закономерно связывается с повышенной физической нагрузкой, предъявляющей высокие требования к кислородтранспортной системе организма, а динамика его изменения коррелирует с динамикой ЛК-спектров РГС. Также функционально обоснованна связь степени изменения содержания данного элемента с изменениями показателей вегетативной регуляции сосудистого русла (LFS).

Мы не выявили изменений в содержании магния, хотя он входил в состав рекомендован-

ных БАДП, поскольку в исходном тестировании содержание Mg в крови было сниженным, и это коррелировало с показателями ЛК [5]. Однако в ноябрьском тестировании содержание Mg в волосах было повышенным, хотя корреляционной связи содержания данного элемента с функциональными показателями организма на этом сроке тестирования мы не выявили.

Положительная динамика выявлена в отношении As, от исходно повышенных значений содержания в апреле в моче, коррелировавшего с повышенным уровнем в сыворотке крови диеновых конъюгатов [5], к нормализации в ноябре.

Наиболее выраженные корреляционные связи с динамикой показателей сердечно-сосудистой системы показала динамика содержания марганца, участвующего в работе СОД (система антиоксидантной защиты), а также в работе ферментов цикла лимонной кислоты, обеспечивающего аэробные энергетические потребности организма [2]. Снижение содержания Mn коррелировало с изменением минутного объема кровообращения, а содержание данного элемента в волосах (не выходящее за пределы нормы) находилось в корреляционной связи с величиной тех показателей сердечно-сосудистой системы, которые изменились за соревновательный период (ЧБР, суммарная мощность спектра variability АДС, мощность диапазона LF спектра variability АДД).

### **Заключение**

Таким образом, полученные нами данные позволяют считать, что сочетанное применение в спорте высших достижений персонализированной оценки функционального состояния спортсменов на основе полисистемного саногенетического мониторинга, и его коррекции с использованием нелекарственных средств пищевого происхождения позволяет своевременно компенсировать возникающие в ходе тренировочного и соревновательного периодов метаболические нарушения на донологическом уровне.

8.09.2011

### **Список литературы:**

1. Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, 4.1.1483-3). – М.: ФЦГСН России, 2003. – 56 с.
2. Оберлис Д., Харланд, Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб., Наука, 2008. – 544 с.

3. Панкова Н.Б., Архипова Е.Н., Фесенко А.Г., Алчинова И.Б., Карганов М.Ю. Влияние коррекции элементного статуса на динамику функционального состояния организма девушек-регбисток в соревновательный период (по результатам полисистемного мониторинга) // Вестник восстановительной медицины, 2011 (в печати).
4. Панкова Н.Б., Фесенко А.Г., Алчинова И.Б., Архипова Е.В., Карганов М.Ю. Результативность выполнения функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства у спортсменов разного квалификационного уровня // Валеология, 2011. – №1. – С. 34–40.
5. Фесенко А.Г. Микроэлементный статус организма профессиональных регбисток в предсоревновательный период.
6. Finaud J., Scislowski V., Lac G., Durand D., Vidalin H., Robert A., Filaire E. Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season // Int J Sports Med. 2006. – V. 27. – №2. – P. 87–93.
7. Gabbett T.J. Science of rugby league football: a review // J Sports Sci., 2005. – V. 23. – №9. – P. 961–976.
8. Gabbett T.J. Physiological and anthropometric characteristics of elite women rugby league players // J Strength Cond Res., 2007. – V.21. – №3. – P. 875–881.
9. Gabbett T., King T., Jenkins D. Applied physiology of rugby league // Sports Med., 2008. – V. 38. – №2. – P. 119–38.
10. Hamed S.A., Abdellah M.M. Trace elements and electrolytes homeostasis and their relation to antioxidant enzyme activity in brain hyperexcitability of epileptic patients // J Pharmacol Sci., 2004. – V. 96. – №4. – P. 349–359.
11. Machefer G., Groussard C., Vincent S., Zouhal H., Faure H., Cillard J., Radók Z., Gratas-Delamarche A. Multivitamin-mineral supplementation prevents lipid peroxidation during «the Marathon des Sables» // J Am Coll Nutr., 2007. – V. 26. – №2. – P. 111–120.
12. Plum L.M., Rink L., Haase H. The essential toxin: impact of zinc on human health // Int J Environ Res Public Health, 2010. – V.7. – №4. – P. 1342–1365.
13. Saper R.B., Rash R. Zinc: an essential micronutrient // Am Fam Physician., 2009. – V. 79. – №9. – P. 768–772.

Сведения об авторах: **Фесенко Алексей Георгиевич**, врач травматолог-ортопед Московского научно-практического центра спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы ул. Земляной Вал, д. 53, тел. (495) 9173897, e-mail: inst\_bioelement@mail.ru

#### UDC 61.612

**Fesenko A.G.**

Institute of bioelementology, Orenburg State University

#### **TRACE ELEMENT CORRECTION OF FUNCTIONAL STATE OF PROFESSIONAL RUGBY GIRL PLAYERS DURING COMPETITIVE SEASON**

The article presents the results of a study to assess the possibility of an increase in the functional reserves of professional players in rugby league by individual correction element status. It is shown that in pre-event period, the body of professional athletes show a deficit Fe, Mg, P and Zn, and an excess of As. Individually developed lated nutraceutical correction schemes have improved the content of Ca, Cu, Mg and Si, but not Se and Zn. Changes in the content of bioelements accompanied by pronounced shifts of the biochemical and physiological refractive and stayed with them in the correlation.

Key words: rugby, trace elements, cardiovascular system, lipid peroxidation

#### Bibliography:

1. Ivanov S.I., Podunova L.G., Skachkov V.B., Tutelyan V.A., Skalny A.V., Demidov, V.A., Skalnaya M.G., Serebryansky E.P., Grabeklis A. R., Kuznetsov V.V. Determination of the chemical elements in biological fluids and medications by atomic emission spectrometry with inductance coupled plasma and mass spectrometry: Guidelines (KMC 4.1.1482-03, 4.1.1483-3). – Moscow, Russia FTSGSN, 2003. – 56p.
2. Oberlis D., Harland., Skalny A.V. The biological role of macro-and micronutrients in humans and animals. SPB., Science, 2008. – 544 p.
3. Pankova, N.B., Arhipova E.N., Fesenko A.G., Alchinova I.B., Karganov M.Y. Effect of correction of elemental status on the dynamics of the functional state of girls in the competition period regbistok (based on monitoring polysystem) // Herald-Sun stanovitelnoy Medicine, 2011 (in press).
4. Pankova, N.B., Fesenko A.G., Alchinova I.B., Arkhipova E.V., Karganov M.Y. Results of the functional test execution efficiency with the increase of «dead» space breathing in athletes of different skill level // Valeology, 2011. – №1. – P. 34–40.
5. Fesenko A.G. Trace element status in the body of professional regbistok predsorevnovatelny period. (in press).
6. Finaud J., Scislowski V., Lac G., Durand D., Vidalin H., Robert A., Filaire E. Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season // Int J Sports Med. 2006, V. 27. №2. – P. 87–93.
7. Gabbett T.J. Science of rugby league football: a review // J Sports Sci., 2005. V. 23. №9. P. 961–976.
8. Gabbett T.J. Physiological and anthropometric characteristics of elite women rugby league players // J Strength Cond Res., 2007. – V.21. – №3. – P. 875–881.
9. Gabbett T., King T., Jenkins D. Applied physiology of rugby league // Sports Med., 2008. – V.38. – №2. – P. 119–138.
10. Hamed S.A., Abdellah M.M. Trace elements and electrolytes homeostasis and their relation to antioxidant enzyme activity in brain hyperexcitability of epileptic patients // J Pharmacol Sci., 2004. – V.96. – №4. – P. 349–359.
11. Machefer G., Groussard C., Vincent S., Zouhal H., Faure H., Cillard J., Radók Z., Gratas-Delamarche A. Multivitamin-mineral supplementation prevents lipid peroxidation during «the Marathon des Sables» // J Am Coll Nutr., 2007. – V.26. – №2. – P. 111–120.
12. Plum L.M., Rink L., Haase H. The essential toxin: impact of zinc on human health // Int J Environ Res Public Health, 2010. – V.7. – №4. – P. 1342–1365.
13. Saper R.B., Rash R. Zinc: an essential micronutrient // Am Fam Physician., 2009. – V.79. – №9. – P. 768–772.