

## ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МИКРОНУТРИЕНТАМИ С АНТИОКСИДАНТНЫМ СПЕКТРОМ ДЕЙСТВИЯ У ЮНОШЕЙ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Т.Я. Корчина\*, Е.П. Федорова, В.И. Корчин, Л.А. Миняйло

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Ханты-Мансийск,  
Российская Федерация, 628010, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40

**РЕЗЮМЕ.** Высокий уровень физической активности вызывает интенсификацию энергетических и пластических процессов, что приводит к увеличению потребности как в субстратах физиологического окисления, так и в микронутриентах: витаминах и биоэлементах.

**Цель работы** – изучение содержания в волосах у юношей – спортсменов и студентов Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) селена, цинка и меди: биоэлементов, входящих в состав ферментов антиоксидантной защиты организма и концентрации в сыворотке крови витаминов-антиоксидантов А, Е, С.

**Материалы и методы.** Обследовано 92 юноши: 50 спортсменов циклических видов спорта (биатлон, лыжные гонки) и 42 студента-медика, средний возраст  $19,4 \pm 0,48$  лет. В волосах содержание биоэлементов изучали с использованием методов АЭС-ИСП и МС-ИСП, в сыворотке крови концентрацию витамина С определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, а витаминов А и Е – флуориметрическим методом.

**Результаты.** Средние значения селена, цинка и меди, а также витаминов А, Е, С соответствовали референтным значениям, но находились ближе к минимальному пределу. Выявлена худшая обеспеченность микронутриентами-антиоксидантами организма спортсменов – в 1,2–1,1 раза ниже соответствующих показателей у студентов, достоверно более низкое содержание селена ( $p=0,013$ ) в волосах и витамина Е ( $p=0,003$ ) в сыворотке крови в группе спортсменов.

**Выводы.** Установлена широко распространенная недостаточность биоэлементов с антиоксидантным спектром действия и витаминов-антиоксидантов у юношей Севера, отличающихся высоким уровнем физической активности сравнительно со студентами, чья физическая активность может быть оценена как низкая.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** северный регион, юноши, спортсмены, студенты, окислительный стресс, Se, Zn, Cu, витамины А, Е, С.

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенный путь улучшения функциональных резервов организма спортсменов – интенсификация физических нагрузок (Алиев, 2020). При этом усиленные физические нагрузки являются значимым фактором, оказывающим негативное влияние на организм спортсмена, в результате которого развивается окислительный стресс с образованием переизбытка концентрации пероксидных радикалов в организме (Barzegar Amiri et al., 2014; Гребенчиков и др., 2016; Блинова и др., 2019).

Интенсивные физические нагрузки у спортсменов запускают процесс образования в митохондриях свободных радикалов, оказывающих негативное влияние на антиоксидантные резервы организма (Mrakic-Sposta et al., 2015; Burgos et al., 2016).

Высокий уровень физической активности вызывает интенсификацию энергетических и пластических процессов, что приводит к увеличению потребности как в субстратах физиологического окисления, так и в микронутриентах: витаминах и биоэлементах (McClung et al., 2014).

\* Адрес для переписки:  
Корчина Татьяна Яковлевна  
E-mail: t.korchina@mail.ru

Доказано возрастание потребности в микронутриентах у человека во время значительных физических нагрузок. Поэтому группой риска по микроэлементному и витаминному дефициту наряду с другими группами (дети и подростки, беременные женщины, больные и пр.) являются спортсмены с максимальным уровнем физической активности. В этой связи недостаточная обеспеченность организма спортсменов микронутриентами способна привести к многоплановым нарушениям витаминно-микроэлементного баланса с развитием в последующем функциональных и даже патологических изменений в организме (Орджоникидзе и др., 2001). Исследованиями установлено часто наблюдаемое состояние гиповитаминозов и гипозлементозов у лиц, интенсивно занимающихся спортом, в первую очередь, это относится в витаминам-антиоксидантам А, Е, С и микроэлементам, входящим в активный центр ферментов с антиоксидантным спектром действия – селену (Se), цинку (Zn), меди (Cu). Состояние гиповитаминозов и гипозлементозов приводит, в свою очередь, к понижению активности фундаментальных физиологических систем организма (Скальный, 2005; McClung et al., 2014; Горбачев, 2018).

Актуальность представленного исследования обусловлена также тем, что проблема повышения работоспособности и устойчивости к высокому уровню физической активности рассматривается и у работающих лиц, трудовая деятельность которых связана с физическими нагрузками, особенно в условиях Севера на открытом воздухе (Панин, 2013; Никитин и др., 2015; Корчин, 2021).

Цель работы – изучить у юношей Ханты-Мансийского автономного округа с различным уровнем физической активности содержание в волосах биоэлементов с антиоксидантным спектром действия – селена, цинка, меди и в сыворотке крови концентрацию витаминов-антиоксидантов – А, Е, С.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 92 юноши, постоянно проживающих в условиях Севера (Ханты-Мансийском автономном округе – ХМАО) и отличающихся разным уровнем физической активности.

*Первая группа (основная):* 50 студентов колледжа-интерната олимпийского резерва с направлением подготовки «биатлон» и «лыжные гонки», из которых 27 (54%) имели спортивные разряды: 12 (24%) – первый разряд, 7 (14%) яв-

лялись кандидатами в мастера спорта, а 8 (16%) – мастерами спорта. В зависимости от периода тренировочного процесса его продолжительность составляет 6 дней в неделю по 3-4 часа.

*Вторая группа (контроль):* 42 студента Ханты-Мансийской государственной медицинской академии, имеющих низкую физическую активность, средний возраст обследованных лиц  $19,4 \pm 0,48$  лет.

Во время проведения исследования обследованные лица обеих групп не принимали витаминно-минеральные комплексы. Данное исследование проведено с соблюдением принципов, изложенных в Хельсинской декларации WMA, и одобрено этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии № 157 от 18.11.2020.

В АНО «Центр биотической медицины» (Москва) в волосах обследованных лиц проведена оценка концентрации селена, цинка, меди методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС) и масс-спектрометрии (МС) (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03) с применением атомно-эмиссионного спектрометра Optima DV 2000 (Perkin Elmer Corp., США) и масс-спектрометра ELAN 9000 (Perkin Elmer – Sciex, Канада), а также системы микроволнового разложения Multiwave 3000 (Perkin Elmer – A. Paag, Австрия). Полученные результаты сравнивали с физиологически оптимальными значениями (Скальный, 2003; Skalny et al., 2015).

Концентрацию в сыворотке крови витамина С определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с масс-селективным флуоресцентным детектированием на приборе «Agilent 1260 Infinity» (Agilent Technologies Inc, США). Определение концентрации жирорастворимых витаминов А и Е проводили в липидном экстракте сыворотки крови флуориметрическим методом на приборе «Флюорат 02-АБЛФ» (Люмекс, Россия). Полученные данные сопоставляли с физиологически оптимальными значениями (Спиричев и др., 2001).

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием пакета программ Statistica 10 и MS EXCEL. При помощи критерия Шапиро–Уилка определяли нормальность распределения. В случае параметрического распределения цифровых значений использовали среднее арифметическое значение (M), среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ), минимальное (min),

максимальное (max) значения и медиану (Me). При непараметрическом распределении вычисляли 25-й и 75-й квартили.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приоритетные задачи спортивной медицины – сохранение здоровья спортсменов в сочетании с улучшением их спортивных результатов. С учетом значимых физических и эмоциональных нагрузок в спорте высших достижений, способных вызвать утомление, состояние перетренированности и даже развитие заболеваний, особое внимание уделено как медицинскому обеспечению спортсменов во время тренировочного процесса и соревнований, так и восстановлению физиологических резервов их организма после тренировок (Алебастров и др., 2019; Королев и др., 2021).

Средние значения изучаемых микроэлементов находились в диапазоне физиологически оптимальных значений, но ближе к нижней границе референтных величин (табл. 1).

Установлено статистически значимо меньшее содержание селена в волосах у спортсменов по сравнению со студентами ( $p=0,013$ ). При этом недостаточность 1–2-й степени выраженности характеризовала элементный статус 7 (14%) спортсме-

нов и только 2 (4,8%) обследованных лиц, не занимающихся спортом профессионально (табл. 2).

Не было выявлено достоверных межгрупповых различий между содержанием цинка и меди в биосубстрате юношей северного региона, однако средние величины концентрации цинка оказались выше в группе студентов в 1,2 раза, а меди – в 1,1 раза по сравнению с группой спортсменов.

Жизненная важность селена определена участием в функционировании антиоксидантной системы защиты организма человека в результате присутствия в составе таких ее ферментов, как глутатионпероксидаза, глицинредуктаза, цитохром С.

Доказана превентивная роль селена в отношении сердечно-сосудистых, иммунных и инфекционных заболеваний, злокачественных новообразований, оптимизации репродуктивной функции и работы головного мозга (Голубкина и др., 2006; Rayman, 2012; Michlska-Mosiej et al., 2016; Скальный, 2018). Установлена способность цинка накапливаться в тканях организма человека в присутствии селена, что обуславливает позитивное воздействие в случае совместного применения данных микроэлементов в комплексном лечении ряда заболеваний (Mertens et al., 2015).

Таблица 1. Обеспеченность микронутриентами, обладающими антиоксидантной активностью, организма юношей с различным уровнем физической активности, проживающих в г. Ханты-Мансийске

Юноши, проживающие в г. Ханты-Мансийске ( $n=92$ )					
Спортсмены ( $n=50$ )			Студенты ( $n=42$ )		
Содержание биоэлементов с антиоксидантной активностью в волосах, мкг/г					
Показатель	$M\pm\sigma$	25 пс↔75 пс	$M\pm\sigma$	25 пс↔75 пс	$p$
Se	0,53±0,05	0,33↔0,98	0,78±0,09	0,42↔1,19	<b>0,013</b>
Zn	189,6±12,1	124,2↔512,3	219,3±14,5	139,8↔576,9	0,129
Cu	11,8±0,52	9,6↔17,9	13,2±0,68	9,9↔19,6	0,100
Концентрация витаминов-антиоксидантов в сыворотке крови, мкг/мл					
Показатель	$M\pm\sigma$	min↔max	$M\pm\sigma$	min↔max	$p$
Витамин А	0,47±0,02	0,37↔0,72	0,53±0,03	0,45↔0,79	0,091
Витамин Е	5,1±0,23	4,3↔8,5	6,3±0,34	4,5↔9,1	<b>0,003</b>
Витамин С	5,2±0,32	4,1↔16,5	5,9±0,44	4,7↔18,2	0,193

Таблица 2. Распределение обследованных лиц по уровням обеспеченности микронутриентами, абс/%

Показатель	Обследованные юноши северного региона (n=92)							
	Спортсмены (n=50)				Студенты (n=42)			
	Уровень обеспеченности микронутриентом							
	Оптимальный	Повышенный	Недостаточный	Низкий	Оптимальный	Повышенный	Недостаточный	Низкий
Se	43/86	–	7/14	–	40/95,2	–	2/4,8	–
Zn	41/82	–	9/18	–	39/92,9	–	3/7,1	–
Cu	38/76	–	12/24	–	38/90,5	1/2,4	3/7,1	–
Витамин А	43/86	1/2	6/12	–	40/95,2	–	2/4,8	–
Витамин Е	39/78	–	11/22	–	34/81,0	–	8/19,0	–
Витамин С	37/74	–	10/20	3/6	33/78,6	–	7/16,7	2/4,8

Эссенциальные микроэлементы медь и цинк являются составной частью фермента антиоксидантной защиты организма человека супероксиддисмутазы (CuZnСОД), которая принимает активное участие в разрушении супероксиданион-радикала с образованием перекиси водорода. Медь участвует в процессах тканевого дыхания, кроветворения, поддержания оптимальной конструкции костно-суставной системы, соединительной ткани, в первую очередь, сосудистой стенки. Данный элемент активизирует функциональную активность эссенциальных ферментов: аскорбиназу, тирозиназу, цитохромоксидазу и др. (Скальная и др., 2015; Linder, 2016; Michlska-Mosiej et al., 2016).

Цинк – жизненно важный микроэлемент, являющийся незаменимым для всех живых организмов, содержание которого в организме человека приблизительно в 10–5 раз выше, чем меди. Цинк является активатором более 200 энзимных систем, принимающих участие в регулировании деления и развития клеток, жировом, белковом и углеводном обмене, кроветворении, функционировании иммунной системы, синтезе тестостерона, инсулина и др. Антиокислительные свойства цинка обусловлены связыванием биоэлемента с тиоловыми группами, что защищает их от последующего окисления, и стимуляции активности антиоксидантных ферментов (Gammoh et al., 2017; Скальный, 2018; Сальникова и др., 2019).

По мнению отечественных и зарубежных исследователей, спортивные результаты и оптимальность восстановления после выраженных фи-

зических нагрузок способны значительно улучшаться благодаря здоровому питанию со сбалансированным содержанием всех макро- и микроэлементов и витаминов (Lee et al., 2017; Раджаб-кадиев и др., 2018; Потолицына и др., 2021).

По аналогии с исследуемыми биоэлементами средние значения концентрации витаминов А, Е, С в сыворотке крови не выходили за пределы физиологически оптимальных значений в обеих группах юношей ХМАО, но расположились у самого нижнего их предела (Спиричев и др., 2001). При этом выявлено достоверно большее содержание витамина Е в крови в группе студентов, по сравнению с группой спортсменов ( $p=0,003$ ). При отсутствии статистически значимых межгрупповых различий в отношении витаминов А и С, их концентрация в сыворотке крови в группе сравнения (студенты) оказалась в 1,1 раза выше, чем в основной группе (спортсмены) (см. табл. 1). Подавляющее большинство юношей Севера оказались оптимально обеспечены витамином А, но у 6 (12%) спортсменов и 2 (4,8%) студентов выявлен неглубокий дефицит ретинола, а у 1 (2%) спортсмена даже зафиксировано избыточное содержание данного витамина в крови. Умеренная недостаточность витаминов Е и С характеризовала витаминный статус 11 (22%), 10 (20%) спортсменов и 8 (19%), 7 (16,7%) студентов соответственно. Нелишне отметить наличие глубокого дефицита аскорбиновой кислоты у 3 (6%) обследованных лиц с выраженной физической активностью и у 2 (4,8%) с низким ее уровнем (табл. 2).

Жирорастворимый витамин А повышает активность интерферонов, защищающих вилочковую железу, играющую важнейшую роль в иммунитете, от пероксидных радикалов. Ретинол также активизирует фагоцитарную роль лейкоцитов и выработку антител. Присутствие в молекуле ретинола двойных связей служат основой его антиоксидантных свойств, сохраняя устойчивое функционирование клеточных мембран и блокировку свободных радикалов. Жирорастворимые витамины-антиоксиданты А и Е выступают в качестве синергистов, однако роль витамина Е является доминирующей в обеспечении сохранности витамина А от деструкции (Жорчин и др., 2015; Скальный и др., 2018).

Доказана наиболее мощная биологическая активность витамина Е в восстановлении гидроперекисей путем присоединения атома водорода и нейтрализации свободных радикалов. Установленная мембранотропная активность токоферола и способность к стабилизации структуры мембран клеток обусловлены жирорастворимостью этого витамина (Трегубова и др., 2012; Traber, 2014). Исследованиями выявлена также способность витамина Е предупреждать разрушение SH-группы белков клеточных мембран (Yamanashi et al., 2017).

Обладая нейропротекторным действием, водорастворимый витамин С является ключевым антиоксидантом для ЦНС, принимая участие в передней полосе антиоксидантной защиты мембран клеток от свободно-радикального повреждения (May, 2012). Исследованиями показано, что участие аскорбиновой кислоты в процессах окисления и восстановления базируется на ее способности свободно передавать 2 атома водорода нужным атомам, образуя промежуточные продукты окисления – ион-радикалы, и регенерировать окисленные формы витаминов А и Е (Коденцова и др., 2013; Карпухина и др., 2019).

При совместном функционировании витаминов-антиоксиданты Е и С инициативно способствуют присоединению селена к активному центру фермента антиоксидантной системы защиты глутатионпероксидазе. Доказана наибольшая активность витамина Е в присутствии витамина А и селена и, напротив, в случае отсутствия токоферола ретинол и селен могут потерять способность к антиоксидантному действию ввиду собственного окисления (Чанчаева и др., 2013).

Во время интенсивных физических упражнений поток кислорода может возрасти в сто раз

с образованием активных форм кислорода (Yimcharoen et al., 2019), в нейтрализации которых важнейшая роль отведена витаминам-антиоксидантам (Lee et al., 2017).

Помимо этого, известно, что в результате увеличенной потери витаминов с потом, понижения уровня абсорбции и усиления активности ферментов, спортсменам необходимы более высокие количества потребляемых витаминов, чем лицами, отличающимися средним и низким уровнем физической активности (Потолицына и др., 2019).

В результате проведенного исследования установлена широко распространенная недостаточность биоэлементов с антиоксидантным спектром действия и витаминов-антиоксидантов у юношей Севера, отличающихся высоким уровнем физической активности сравнительно со студентами, чья физическая активность может быть оценена как низкая.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важнейшим условием реализации адаптационного потенциала организма спортсменов, повышения эффективности тренировок, ускорения восстановления после выраженных физических нагрузок, поддержания работоспособности в период соревнований является адекватная обеспеченность организма спортсменов микроэлементами с антиокислительным действием. Благодаря микроэлементам-антиоксидантам осуществляется поддержание структурной и функциональной целостности мембран клеток, значительно снижается возможность повреждения ткани мышечных волокон продуктами перекисного окисления липидов, ускоряется процесс восстановления в мышечной ткани после экстремальных физических нагрузок (Учасов, 2016; Скальный и др., 2018).

Вместе с тем доказано, что, помимо повреждения клеточных и субклеточных микроструктур, свободные радикалы эффективно регулируют адаптационные процессы к физическим и психическим нагрузкам (Григорьева, 2020). В этой связи обоснованность добавленного приема антиоксидантных препаратов, с одной стороны, не вызывает сомнений, а, с другой стороны, добавленный прием антиоксидантных препаратов возможен только после предварительного биохимического анализа на обеспеченность организма спортсменами биоэлементами и витаминами, обладающими антиоксидантной активностью.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алебастров В.И., Половодов И.В. Проблемы и перспективы спортивной медицины в России. Наука-2020. 2019; 11(36): 127–135.
- Алиев С.А. Влияние интенсивных физических нагрузок на оксидативный стресс и антиоксидантные изменения организма спортсменов. Chronos: естественные и технические науки. 2020; 2(30): 17–22.
- Блинова Т.В., Страхова Л.А., Колесов С.А. Влияние интенсивных физических нагрузок на биохимические показатели систем антиоксидантной защиты и оксида азота у спортсменов-пловцов. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 10: 860–865.
- Голубкина Н.А., Папазян Т.Г. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: «Печатный город», 2006. 254 с.
- Горбачев А.Л. Физиологическая роль микроэлементов в поддержании физической формы спортсменов. Магадан: СВГУ, 2018: 65.
- Григорьева Н.М. Использование антиоксидантов в спортивной практике. Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. 2020; 1(25): 23–36.
- Гребенчиков О.А., Забелина Т.С., Филипповская Ж.С., Герасименко О.Н., Плотников Е.Ю., Лихванцев В.В. Молекулярные механизмы окислительного стресса. Вестник интенсивной терапии. 2016; 3: 13–21.
- Карпухина О.В., Бокиева С.Б., Гумаргалиева К.З., Иноземцев О.Н. Изучение протективной роли аскорбиновой кислоты в отношении обучения и памяти при токсическом воздействии свинца. Микроэлементы в медицине. 2019; 20(2): 39–46.
- Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Мазо В.К. Витамины и окислительный стресс. Вопросы питания. 2013; 3(82): 8–11.
- Королев Д.С., Ивкина М.В., Архангельская А.Н., Гуревич К.Г. Особенности гормонального, макро – и микроэлементного статуса в борцов. Спортивная медицина: наука и практика. 2021; 11(1): 11–18.
- Корчин В.И., Лапенко И.В., Макаева Ю.С. Сравнительная обеспеченность витаминами А, Е, С взрослого населения северного региона. Символ науки. 2015; 12: 212–216.
- Корчин В.И., Корчина Т.Я., Бикбулатова Л.Н., Терникова Е.М., Лапенко В.В. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения. Журнал медико-биологических исследований. 2021; 1: 77–88.
- Никитин Ю.П., Хаснулин Ю.В., Гудков А.Б. Итоги деятельности полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению. Медицина Кыргызстана. 2015; 1(2): 8–14.
- Орджоникидзе З.Г., Громова О.А., Скальный А.В. Значение микроэлементов для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов. Микроэлементы в медицине. 2014; 2(2): 40–45.
- Панин Л.Е. Гомеостаз и проблемы приполярной медицины: (методологические аспекты адаптации). Бюллетень СО РАМН. 2010; 3(3): 6–11.
- Потолицына Н.Н., Нутрихин А.В., Бойко Е.Р. Витаминный статус у представителей различных видов спорта перед соревнованиями. Человека. Спорт. Медицина. 2019; 19(3): 20–27.
- Раджабканиев Р.М., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Выборная К.В. и др. Содержание некоторых витаминов в рационе питания и сыворотке крови высококвалифицированных спортсменов. Вопросы питания. 2018; 87(5): 43–51.
- Сальникова Е.В., Бурцева Т.И., Скальный А.В. Микроэлементный статус Оренбургской области. Экология человека. 2019; 1: 10–14.
- Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ). Микроэлементы в медицине. 2003; 4(1): 55–56.
- Скальный А.В. Физиологические аспекты применения макро – и микроэлементов в спорте. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2005: 210.
- Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. Фабрика блокнотов. 2018: 295.
- Скальный А.В., Зайцева И.П., Тиньков А.А. Микроэлементы и спорт. Персональная коррекция элементного статуса спортсменов. М.: Спорт, 2018. 288 с.
- Скальная М.Г., Скальный А.В. Микроэлементы: биологическая роль для медицинской практики. Сообщение 1. Медь. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015; 1: 15–31.
- Спиричев В.Б., Коденцова В.М., Вржесинская О.А. и др. Методы оценки витаминной обеспеченности населения: учебно-методическое пособие. М.: Альтекс. 2001. 68 с.
- Трегубова И.А., Косолапов В.А., Спасов А.А. Антиоксиданты: современное состояние и перспективы. Успехи физиологических наук. 2012; 43(1): 75–94.
- Чанчаева Е.А., Аизман Р.И., Герпсев А.Д. Современное представление об антиоксидантной системе организма человека. Экология человека. 2013; 7: 50–58.
- Учасов Д.С. Витамины в нутритивной поддержке спортсменов. Наука-2020. 2016; 4(10): 207–213.
- Barzegar Amiri O.M., Schiesser C., Taylor M. New reagents for detecting free radicals and oxidative stress. Organic and Bio-molecular Chemistry. 2014; 12(35): 6757.

Burgos C., Henríquez-Olguín C., Andrade D. C., Ramírez Campillo R., Oscar F. A., White A. et al. Effects of Exercise Training under Hyperbaric Oxygen on Oxidative Stress Markers and Endurance Performance in Young Soccer Players: A Pilot Study. *J. Nutr. Metab.* 2016; 19: 5647407.

Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients.* 2017; 17: 9–60.

Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A., Queen R.M., Pryor J.L., Casa D.J. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res.* 2017; 31(10): 2920–2937.

Linder M.C. Ceruloplasmin and other copper binding components of blood plasma and their functions: an update. *Metallomics.* 2016; 8(9): 887–905.

May J.M. Vitamin C transport and its role in the central nervous system. *Subcell. Biochem.* 2012; 56: 85–103.

McClung J.P., Gaffney-Stomberg E., Lee J.J. A population at risk of vitamin and mineral-deficiencies affecting health and performance. *J. Trace Elem Med Biol.* 2014; 6: 22.

Mertens K., Lowes D.A., Webster N.R., Talib J, Hall L, Davies M.J. Low zinc and selenium concentration in sepsis are associated with oxidative damage and inflammation. *Br J Anaesth.* 2015; 114(6): 990–999.

Michlska-Mosiej M. Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological trace element research.* 2016: 1–5.

Mrakic-Sposta S., Gussoni M., Porcelli S., Pugliese L., Pavei G., Bellistri G., et al. Training effects on ROS production determined by electron paramagnetic resonance in master swimmers. *Oxid Med. Cell Longev.* 2015; 22: 8047944.

Rayman M.P. Selenium and human health. *Lancet.* 2012; 379 (9822): 1256–1268.

Skalny A.V., Tinkov A.A., Skalnaya M.G., Demidov V.A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environmental monitoring and assessment.* 2015; 187(11): 1–8.

Traber M.G. Vitamin E inadequacy in humans: causes and consequences American Society for Nutrition. *Adv Nutr.* 2014; 5: 503–514.

Yamanashi Y., Takada T., Kurauchi R. Transporters for the intestinal absorption of cholesterol, vitamin E, and vitamin K. *J. Atheroscler. Tromb.* 2017; 24: 347–359.

Yimcharoen M., Kittikunnathum S., Suknikorn C., Nak-On W., Yeethong P., Anthony T.G., Bunpo P. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019; 16(1): 2.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE SECURITY OF MICRONUTRIENTS WITH ANTIOXIDANT SPECTRUM OF ACTION IN YOUTH IN THE NORTHERN REGION WITH DIFFERENT LEVEL OF MOTOR ACTIVITY

*T.Ya. Korchina, E.P. Fedorova, V.I. Korchin, L.A., Minyailo*

Khanty-Mansiysk State Medical Academy,  
Mira st., 40, Khanty-Mansiysk, 628010, Russian Federation

**ABSTRACT.** A high level of physical activity causes an intensification of energy and plastic processes, which leads to an increase in the need for both physiological oxidation substrates and micronutrients: vitamins and bioelements.

**The purpose of this work** was to study the content in the hair of young athletes and students of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug (KhMAO) of Se, Zn and Cu: trace elements that are part of the body's antioxidant defense enzymes and the concentration of antioxidant vitamins A, E, C in blood serum 92 young men were examined: 50 athletes of cyclic sports (biathlon, cross-country skiing) and 42 medical students, average age 19,4±0,48 years.

**Results.** In hair, the content of trace elements was studied using AES-ICP and MS-ICP methods, in blood serum, the concentration of vitamin C was determined by high-performance liquid chromatography, and vitamins A and E, by fluorimetric method. The average values of Se, Zn and Cu and vitamins A, E, C corresponded to the reference values, but were closer to the minimum limit. The worst provision of athletes with micronutrients-antioxidants was revealed – 1.2-1.1 times lower than the corresponding indicators in students, a significantly lower content of Se ( $p=0.013$ ) in the hair and vitamin E ( $p=0.003$ ) in the blood serum in the group of athletes.

**Conclusion.** A widespread insufficiency of bioelements with an antioxidant spectrum of action and vitamins-antioxidants has been established in young men of the North, who are distinguished by a high level of physical activity compared to students whose physical activity can be assessed as low.

**KEYWORDS:** northern region, young men, athletes, students, oxidative stress, Se, Zn, Cu, vitamins A, E, C.

## REFERENCES

- Alabaster V.I., Polovodov I.V. Problems and prospects of sports medicine in Russia. *Nauka-2020*. 2019; 11(36): 127–135 (in Russ.).
- Aliev S.A. Influence of intense physical activity on oxidative stress and antioxidant changes in the body of athletes. *Chronos: natural and technical sciences*. 2020; 2(30): 17–22 (in Russ.).
- Blinova T.V., Strakhova L.A., Kolesov S.A. The influence of intense physical activity on the biochemical parameters of antioxidant defense systems and nitric oxide in swimmers. *Occupational Medicine and Industrial Ecology*. 2019; 10: 860–865 (in Russ.).
- Golubkina N.A., Papazyan T.G. Selenium in nutrition: plants, animals, humans. M.: Printing City, 2006. 254 p. (in Russ.).
- Gorbachev A.L. The physiological role of trace elements in maintaining the physical form of athletes. Magadan: SVGU, 2018: 65 (in Russ.).
- Grigoryeva N.M. The use of antioxidants in sports practice. *Scientific and sports bulletin of the Urals and Siberia*. 2020; 1(25): 23–36 (in Russ.).
- Grebchenikov O.A., Zabelina T.S., Filipovskaya Zh.S., Gerasimenko O.N., Plotnikov E.Yu., Likhvantsev V.V. Molecular mechanisms of oxidative stress. *Bulletin of intensive therapy*. 2016; 3: 13–21 (in Russ.).
- Karpukhina O.V., Bokieva S.B., Gumargalieva K.Z., Inozemtsev O.N. The study of the protective role of ascorbic acid in relation to learning and memory under the toxic effects of lead. *Trace elements in medicine*. 2019; 20(2): 39–46 (in Russ.).
- Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Mazo V.K. Vitamins and oxidative stress. *Nutritional Issues*. 2013; 3(82): 8–11 (in Russ.).
- Korolev D.S., Ivkina M.V., Arkhangelskaya A.N., Gurevich K.G. Features of hormonal, macro- and microelement status in wrestlers. *Sports medicine: science and practice*. 2021; 11(1): 11–18 (in Russ.).
- Korchin V.I., Lapenko I.V., Makaeva Yu.S. Comparative supply of vitamins A, E, C of the adult population of the northern region. *Symbol of Science*. 2015; 12: 212–216 (in Russ.).
- Korchin V.I., Korchina T.Ya., Bikbulatova L.N., Ternikova E.M., Lapenko V.V. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the health of the population. *Journal of Biomedical Research*. 2021; 1: 77–88 (in Russ.).
- Nikitin Yu.P., Khasnulin Yu.V., Gudkov A.B. Results of the activity of polar medicine and extreme human ecology for 1995–2015: modern problems of northern medicine and efforts of scientists to solve them. *Medicine of Kyrgyzstan*. 2015; 1(2): 8–14 (in Russ.).
- Ordzhonikidze Z.G., Gromova O.A., Skalny A.V. The value of microelements for achieving high sports results and maintaining the health of athletes. *Microelements in medicine*. 20014; 2(2): 40–45 (in Russ.).
- Panin L.E. Homeostasis and problems of circumpolar medicine: (methodological aspects of adaptation). *Bulletin of the SB RAMS*. 2010; 3(3): 6–11 (in Russ.).
- Potolitsyna N.N., Nutrikhin A.V., Boyko E.R. Vitamin status among representatives of various sports before competitions. *Cheloveka. Sport. The medicine*. 2019; 19(3): 20–27 (in Russ.).
- Radzhabkadiev R.M., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A., Kosheleva O.V., Vybornaya K.V. et al. The content of some vitamins in the diet and blood serum of highly qualified athletes. *Food Issues*. 2018; 87(5): 43–51 (in Russ.).
- Salnikova E.V., Burtseva T.I., Skalny A.V. Trace element status of the Orenburg region. *Human ecology*. 2019; 1: 10–14. (in Russ.).
- Skalny A.V. Reference values of the concentration of chemical elements in the hair obtained by the ISP-AES (ANO CBM). *Trace elements in medicine*. 2003; 4(1): 55–56 (in Russ.).
- Skalny A.V. Physiological aspects of the use of macro- and microelements in sports. Orenburg: IPK GOU OGU. 2005: 210 (in Russ.).
- Skalny A.V. *Microelements*. Ed. 4th, revised. Factory of notebooks. 2018: 295. (in Russ.).
- Skalny A.V., Zaitseva I.P., Tinkov A.A. Micronutrients and sports. Personal correction of the elemental status of athletes. M.: Sport, 2018. 288 p [in Russ.].
- Skalnaya M.G., Skalny A.V. Trace elements: a biological role for medical practice. Message 1. Copper. *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2015; 1: 15–31 (in Russ.).
- Spirichev V.B., Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A. and others. Methods for assessing the vitamin supply of the population: a teaching aid. M.: Alteks. 2001. 68 p. (in Russ.).
- Tregubova I.A., Kosolapov V.A., Spasov A.A. Antioxidants: current state and prospects. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*. 2012; 43(1): 75–94 (in Russ.).
- Chanchaeva E.A., Aizman R.I., Gerpsev A.D. Modern understanding of the antioxidant system of the human body. *Human Ecology*. 2013; 7: 50–58 (in Russ.).
- Uchasov D.S. Vitamins in the nutritional support of athletes. *Nauka-2020*. 2016; 4(10): 207–213 (in Russ.).
- Barzegar Amiri O.M., Schiesser C., Taylor M. New reagents for detecting free radicals and oxidative stress. *Organic and Biomolecular Chemistry*. 2014; 12(35): 6757.
- Burgos C., Henríquez-Olguín C., Andrade D. C., Ramírez Campillo R., Oscar F. A., White A. et al. Effects of Exercise Training under Hyperbaric Oxygen on Oxidative Stress Markers and Endurance Performance in Young Soccer Players: A Pilot Study. *J. Nutr. Metab*. 2016; 19: 5647407.



- Gammoh N.Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017; 17: 9–60.
- Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A., Queen R.M., Pryor J.L., Casa D.J. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*. 2017; 31(10): 2920–2937.
- Linder M.C. Ceruloplasmin and other copper binding components of blood plasma and their functions: an update. *Metallomics*. 2016; 8(9): 887–905.
- May J.M. Vitamin C transport and its role in the central nervous system. *Subcell. Biochem*. 2012; 56: 85–103.
- McClung J.P., Gaffney-Stomberg E., Lee J.J. A population at risk of vitamin and mineral-deficiencies affecting health and performance. *J. Trace Elem Med Biol*. 2014; 6: 22.
- Mertens K., Lowes D.A., Webster N.R., Talib J, Hall L, Davies M.J. Low zinc and selenium concentration in sepsis are associated with oxidative damage and inflammation. *Br J Anaesth*. 2015; 114(6): 990–999.
- Michlska-Mosiej M. Socha K., Soroczynska J., Karpinska E., Lazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological trace element research*. 2016: 1–5.
- Mrakic-Spota S., Gussoni M., Porcelli S., Pugliese L., Pavei G., Bellistri G. et al. Training effects on ROS production determined by electron paramagnetic resonance in master swimmers. *Oxid Med. Cell Longev*. 2015; 22: 8047944.
- Rayman M.P. Selenium and human health. *Lancet*. 2012; 379 (9822): 1256–1268.
- Skalny A.V., Tinkov A.A., Skalnaya M.G., Demidov V.A. Hair concentration of essential trace elements in adult non-exposed Russian population. *Environmental monitoring and assessment*. 2015; 187(11): 1–8.
- Traber M.G. Vitamin E inadequacy in humans: causes and consequences American Society for Nutrition. *Adv Nutr*. 2014; 5: 503–514.
- Yamanashi Y., Takada T., Kurauchi R. Transporters for the intestinal absorption of cholesterol, vitamin E, and vitamin K. *J. Atheroscler. Tromb*. 2017; 24: 347–359.
- Yimcharoen M., Kittikunnathum S., Suknikorn C., Nak-On W., Yeethong P., Anthony T.G., Bunpo P. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019; 16(1): 2.