

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ БАЛАНС СПОРТСМЕНОВ
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ
(на примере следж-хоккеистов)¹**

С.В. Нотова*, Е.В. Кияева*, О.В. Маршинская*,
Т.В. Казакова*, И.Э. Ларюшина*

*Оренбургский государственный университет
(г. Оренбург)

Спортивная деятельность связана со значительными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, при этом высокая интенсивность тренировок провоцирует изменение элементного баланса спортсменов. Данная проблема особенно актуальна в адаптивном спорте, т. к. спортсмены с ограниченными возможностями подвергаются более сильным нагрузкам. Цель исследования – оценить элементный состав биосубстратов (сыворотка крови, волосы) спортсменов следж-хоккейного клуба г. Оренбурга ($n = 15$). Содержание элементов в сыворотке крови сравнивали с референтными значениями; уровень элементов в волосах – со среднепопуляционными значениями и с показателями в контрольной группе, состоящей из здоровых мужчин аналогичного возраста, не занимающихся спортом ($n = 25$). Исследование проводилось методами атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой. При оценке элементного состава сыворотки крови выявлены повышенное содержание Fe и Zn у 46 и 13 % спортсменов соответственно и дефицит Mg у 26 %. При исследовании образцов волос установлено, что для спортсменов характерны статистически значимо более высокие уровни Na, K, P, Zn и более низкие концентрации Fe, Ca, I, Cr, Si, Li по сравнению с показателями группы контроля. Элементный профиль, составленный с учетом частоты отклонений от нормы, показал, что для подавляющего большинства обследуемых мужчин, независимо от уровня физической активности, характерен дефицит Co и Se. Установленный дефицит этих элементов в волосах подтверждает результаты ранее проведенных исследований и отражает биогеохимические особенности территории. Для большинства спортсменов характерен дефицит Ca, Cr и избыток Na, K, P, Zn в волосах. Полученные данные свидетельствуют о состоянии дисэлементоза и служат основанием для коррекции питания и назначения минералосодержащих биологически активных добавок к пище спортсменам с ограниченными физическими возможностями.

Ключевые слова: элементный состав волос, элементный состав крови, спортсмены с ограниченными возможностями, паралимпийцы, следж-хоккей.

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (отделение гуманитарных и общественных наук) и правительства Оренбургской области в рамках научного проекта № 17-16-56005.

Ответственный за переписку: Маршинская Ольга Владимировна, адрес: 460050, г. Оренбург, ул. Новая, д. 25/1, кв. 51; e-mail: m.olja2013@yandex.ru

Для цитирования: Нотова С.В., Кияева Е.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В., Ларюшина И.Э. Элементный баланс спортсменов с ограниченными физическими возможностями (на примере следж-хоккеистов) // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 2. С. 147–155. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.147

Реабилитация людей с ограниченными возможностями и интеграция их в общество является одним из наиболее актуальных и приоритетных направлений государственной политики в социальной сфере. Эта проблема в значительной степени решается за счет развития физкультуры и спортивного паралимпийского движения, которые мотивируют и вдохновляют таких людей. Как отмечают многие авторы научных публикаций, спорт помогает преодолеть последствия инвалидности, улучшает самовосприятие, повышает качество жизни и позволяет включиться в полноценные социальные связи [1–4].

Любой спорт связан со значительными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками. Длительное функционирование организма в таких условиях, особенно в сочетании с несбалансированным рационом, может стать причиной истощения его резервных возможностей и вызвать изменения в обмене веществ [5]. Проведенные ранее исследования показывают, что высокая интенсивность тренировок провоцирует изменение элементного баланса [6, 7]. Диагностика таких нарушений и их своевременная коррекция позволяют предотвратить развитие различных заболеваний.

Если обычный спортсмен при тренировках испытывает стресс и нагрузку на организм, то физические нагрузки паралимпийцев выше в несколько раз. Во время тренировок и проведения соревнований достаточно часто фиксируются жалобы на ухудшение самочувствия от спортсменов-паралимпийцев [8], что подтверждает необходимость создания специальных профилактических программ. В связи с этим специалистам, работающим в области спортивной медицины, следует обращать повышенное внимание на обеспеченность паралимпийцев химическими элементами, необходимыми для достижения более высоких результатов и сохранения здоровья спортсменов.

Целью нашего исследования явилось изучение элементного состава биосубстратов (сыворотка крови и волосы) следж-хоккеистов² для составления, при необходимости, программы коррекции элементного баланса.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие спортсмены следж-хоккейного клуба ($n = 15$). Состав команды – разновозрастной, от 20 до 40 лет. У всех спортсменов в анамнезе была проведена ампутация нижних конечностей по поводу различных травм и заболеваний. Контрольная группа ($n = 25$) состояла из здоровых мужчин аналогичного возраста, не занимающихся спортом. Участники исследования на протяжении 5 лет проживали в г. Оренбурге. Исследование проводили в соответствии с Хельсинкской декларацией и принципами надлежащей лабораторной практики. Все обследуемые дали информированное согласие на включение в программу исследования.

Для изучения элементного статуса организма в качестве биосубстратов использовали образцы волос и сыворотки крови обследованных. Забор образцов у спортсменов осуществлялся во время тренировочного сбора.

Аналитические исследования проводились в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва), использовались приборы атомно-эмиссионного («Optima 2000DV», «PerkinElmer Corp.», США) и масс-спектрального («Elan 9000», «PerkinElmer Corp.», США) анализа с индуктивно связанной плазмой.

Собственные результаты по содержанию химических элементов в сыворотке крови следж-хоккеистов сравнивали с референтными значениями, результаты исследования волос – со среднепопуляционными значениями, полученными при проведении исследований в различных регионах России, и с результатами контрольной группы.

Обработку полученных данных проводили при помощи методов вариационной статисти-

²Следж-хоккей – один из видов спорта в зимней паралимпийской программе, аналог обычного хоккея с шайбой, в котором участники передвигаются не на коньках, а на специальных санях.

ки с использованием статистического пакета «StatSoft STATISTICA 6.1.478». Хранение полученных результатов исследования и первичную обработку материала осуществляли в оригинальной базе данных «Microsoft Excel 2010». Проверку соответствия полученных данных нормальному закону распределения проводили при помощи критерия согласия Колмогорова. Гипотеза о принадлежности данных нормальному распределению отклонена во всех случаях с вероятностью 95 %, что обосновало применение непараметрических процедур обработки статистических совокупностей (*U*-критерий Манна–Уитни). Полученные данные представлены в виде медианы (*Me*) и 25–75-го квартилей (Q_{25} – Q_{75}).

Результаты. В ходе исследования было выявлено, что содержание элементов в сыворотке крови следж-хоккеистов находилось в пределах нормальных значений (*табл. 1*), за исключением уровня железа (значение Q_{75} превышало рекомендованное в 1,15 раза). При рассмотрении индивидуальных анализов было установлено, что у 46 % обследованных спортсменов повышено содержание Fe, у 13 % повышено содержание Zn, а у 26 % – понижен уровень Mg.

При сравнении элементного состава волос следж-хоккеистов (*табл. 2*, см. с. 150) со среднероссийскими значениями (Q_{25} – Q_{75}) были установлены следующие особенности. Среди макроэлементов у спортсменов обнаружено избыточное содержание Na и K, при этом Q_{25} этих элементов превышал Q_{75} среднероссийских значений в 1,1 и 1,2 раза соответственно. В группе спортсменов также отмечено повышенное содержание P (Q_{75} превышал среднероссийские значения в 1,2 раза). Обращает на себя внимание пониженное содержание Ca у следж-хоккеистов: Q_{25} меньше среднероссийского значения в 1,6 раза.

При анализе микроэлементов у спортсменов выявлены повышенное содержание в волосах Zn (Q_{75} превышал среднероссийские значения в 1,5 раза) и пониженный уровень Fe (Q_{75} ниже среднероссийских значений в 1,2 раза).

Таблица 1

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ СЫВОРОТКИ КРОВИ
СЛЕДЖ-ХОККЕИСТОВ, мкг/мл**

Элемент	Фактическое содержание, <i>Me</i> (Q_{25} – Q_{75})	Норма
<i>Макроэлементы</i>		
K	200 (195–204)	150–285
Ca	109 (107,5–110,5)	90–120
Mg	21,7 (20,2–22,3)	20–25
<i>Микроэлементы</i>		
Fe	1,92 (1,7–2,3)	0,65–2
Zn	1,2 (1,1–1,2)	0,75–1,5
Cu	1,13 (0,9–1,2)	0,75–1,5
Mn	0,001 (0,001–0,002)	0,0015–0,004
Co	0,0005 (0,0005–0,0006)	0,00045–0,001
Se	0,09 (0,09–0,1)	0,07–0,12
I	0,05 (0,05–0,06)	0,05–0,1
Ni	0,001 (0,001–0,002)	0–0,01
As	0,001 (0,001–0,002)	0–0,01
V	0,000085 (0,000085–0,00015)	0–0,01
<i>Токсичные элементы</i>		
Al	0,01 (0,01–0,01)	0–0,04
Cd	0,00006 (0,00006–0,00006)	0–0,00015

Таблица 2

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС СЛЕДЖ-ХОККЕИСТОВ В СРАВНЕНИИ С КОНТРОЛЬНЫМИ И СРЕДНЕПОПУЛЯЦИОННЫМИ ДАННЫМИ, мг/кг

Элемент	Содержание, $Me (Q_{25}-Q_{75})$		Среднероссийское содержание, $Q_{25}-Q_{75}$	p
	Следж-хоккеисты	Контрольная группа		
<i>Макроэлементы</i>				
Na	700 (361–1156)	191 (93,3–311,5)	73–331	0,001
K	368 (190–752)	92 (43,4–254,9)	29–159	0,006
Ca	373 (318–544)	632,9 (498,3–1169)	494–1619	0,010
Mg	71,5 (52,8–95,0)	86,6 (58,7–174,1)	39–137	0,144
P	200 (162–208)	138,1 (129,8–148,8)	135–181	0,001
<i>Микроэлементы</i>				
Fe	13,7 (10,3–17,2)	22 (18,2–28,5)	11–24	0,001
Zn	237 (178–306)	168,3 (139,9–209,6)	155–206	0,003
Cu	12,3 (10,9–13,1)	10,9 (10–12)	9–14	0,076
Mn	0,55 (0,4–0,66)	0,4 (0,3–0,9)	0,32–1,13	0,232
Co	0,01 (0,01–0,02)	0,015 (0,012–0,019)	0,04–0,16	0,095
Cr	0,24 (0,19–0,27)	0,35 (0,26–0,51)	0,32–0,96	0,001
Se	0,29 (0,25–0,34)	0,25 (0,16–0,32)	0,69–2,2	0,118
I	0,37 (0,27–0,71)	0,74 (0,47–1,74)	0,27–4,2	0,008
Si	27,4 (21,7–36,2)	42,9 (30,1–67,6)	11–37	0,033
Ni	0,27 (0,22–0,32)	0,35 (0,23–0,57)	0,14–0,53	0,112
V	0,02 (0,02–0,03)	0,04 (0,03–0,09)	0,005–0,5	0,157
As	0,05 (0,04–0,06)	0,05 (0,04–0,07)	0,00–0,56	0,421
Li	0,02 (0,01–0,03)	0,02 (0,02–0,03)	0,00–0,02	0,035
<i>Токсичные элементы</i>				
Cd	0,05 (0,03–0,11)	0,05 (0,02–0,07)	0,02–0,12	0,284
Hg	0,23 (0,18–0,49)	1,1 (0,63–1,7)	0,05–2,0	0,001
Pb	0,73 (0,67–1,05)	0,73 (0,5–1,2)	0,38–1,4	0,493
Sn	0,07 (0,06–0,09)	0,07 (0,04–0,12)	0,05–1,5	0,397
Al	6,98 (4,4–9,1)	7,2 (4,5–9,4)	1–18	0,482

Примечание: p – уровень значимости отличий от данных контрольной группы.

Для мужчин контрольной группы были характерны более высокие значения Q_{75} по K, Mg, Fe, Si, Li в сравнении со среднероссийскими значениями. Независимо от уровня физической нагрузки у всех обследуемых отмечено низкое содержание Co, Cr и Se.

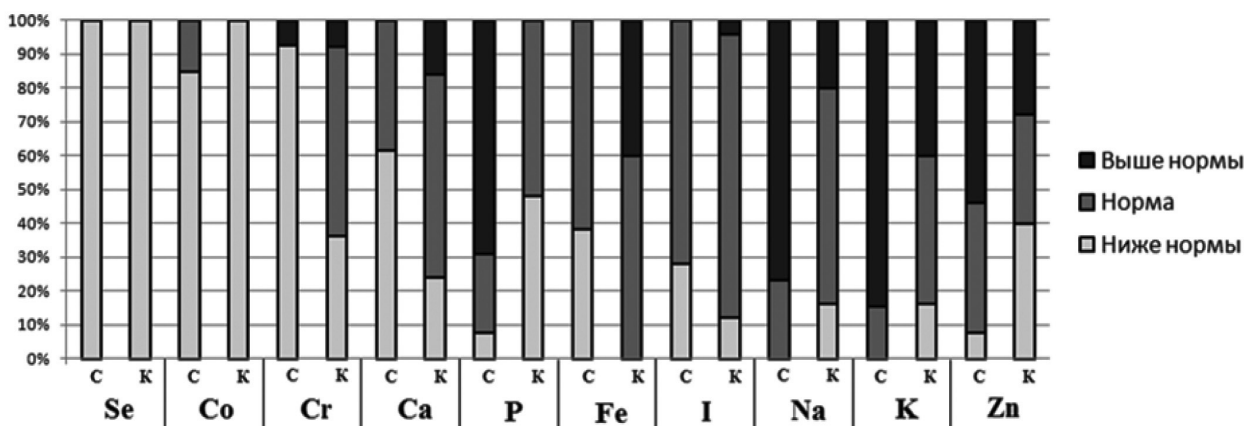
Содержание токсичных элементов (Cd, Hg, Pb, Sn, Al) в волосах обеих групп находилось в пределах среднероссийских значений.

При сравнении элементного состава волос спортсменов с показателями контрольной группы установлено, что у следж-хоккеистов статистически значимо более высокие значения Na, K, P, Zn и более низкие значения Ca, Fe, Cr, I, Si, Li и Hg.

Для более полного рассмотрения элементного статуса была проведена оценка индивидуальных анализов, выявлена частота встречаемости отклонений от нормы (см. рисунок). Как видно из представленного рисунка, для большинства обследованных спортсменов характерен избыток K (84,6 %), Na (76,9 %), P (69,2 %) и Zn (53,8 %). В контрольной группе избыток K и Na встречался гораздо реже – у 40 и 20 % обследуемых соответственно. Только в группе контроля наблюдался избыток Fe (40 % случаев).

У большинства спортсменов выявлен дефицит Cr (92,3 %), Co (84,6 %), Ca (61,5 %). Достаточно часто в этой группе встречался дефицит Fe (38,4 %) и I (30 %). Среди представителей контрольной группы наблюдался дефицит Co (100 %), P (48 %), Zn (40 %), Cr (36 %), Ca (24 %), I (12 %). У всех обследуемых, вне зависимости от уровня физической нагрузки, наблюдался дефицит Se (100 %).

Обсуждение. Кровь обладает гомеостатичностью высокого уровня, поэтому изменения в ее составе свидетельствуют о серьезных нарушениях в организме. Практически у половины обследованных спортсменов было выявлено повышенное содержание Fe в сыворотке крови. Повышение сывороточного Fe возможно при заболеваниях печени, приеме препаратов железа и онкологических заболеваниях [9]. Известно, что при избыточном содержании Fe высока вероятность возникновения порочного круга и нарушения его выведения, в результате чего данный элемент способен откладываться во внутренних органах и нарушать их функционирование [10]. Поэтому выявленное повышенное содержание Fe требует проведения тщательной диагностики.



Распространенность отклонений содержания химических элементов в волосах следж-хоккеистов (С) и представителей контрольной группы (К)

У двух обследованных следж-хоккеистов диагностировано повышенное содержание Zn. Высокий уровень этого элемента в крови может быть связан с приемом цинксо­дер­жащих лекарственных препаратов и биологически активных добавок, потреблением так называемого спортивного питания с высоким содержанием протеинов или заболеваниями печени. Изменение содержания Zn является важным диагностическим признаком костных заболеваний, в частности остеомиелита [11]. Кроме того, высокий уровень сывороточного Zn может угнетать железосодержащие ферменты, участвующие в синтезе коллагена остеобластами.

У четырех спортсменов обнаружено пониженное содержание Mg. Дефицит магния является самым распространенным видом минеральной недостаточности и может возникать в силу целого ряда причин [12]. Существует тесная взаимосвязь между Zn и Mg, эти элементы входят в группу остеогенных элементов и активируют щелочную фосфатазу. Дисбаланс Zn и Mg нарушает костный метаболизм [13].

Отклонения в содержании Fe, Zn и Mg в сыворотке крови согласуются с анамнестическими данными спортсменов (курсы химиотерапии, по поводу заболеваний мышц и костей; гепатит). Таким образом, элементный состав крови претерпел изменения в силу заболеваний и приема различных препаратов, а не под влиянием физической нагрузки.

При исследовании элементного состава волос спортсменов наблюдались статистически значимые изменения целого ряда элементов. В частности, у спортсменов выявлены более высокие уровни P на фоне более низкого содержания Ca по сравнению с группой контроля. Как известно, избыточный уровень P повышает выведение Ca, и наши результаты еще раз подтверждают антагонистические взаимодействия этих элементов в организме человека [14]. Большее содержание Na и K, вероятно, связано с высокой стрессовой нагрузкой

спортсменов с ограниченными физическими возможностями.

Пониженное содержание Cr наблюдается при интенсивной физической нагрузке и сопровождается нарушением углеводного обмена [15], это еще раз подтверждается в нашем исследовании. Низкие значения I и Li влияют на энергетический обмен, что может негативно отразиться на профессиональной деятельности спортсменов [16].

Суммируя полученные данные о распространенности отклонений от среднероссийских значений, элементный статус обследуемых групп можно представить в виде формул, где в числителе и знаменателе расположены элементы, содержание которых в волосах соответственно выше или ниже физиологической нормы более чем у 50 % мужчин:

для следж-хоккеистов

$$C = \frac{\uparrow P, Na, K, Zn}{\downarrow Se, Co, Cr, Ca};$$

для контрольной группы

$$K = \frac{\quad}{\downarrow Se, Co}.$$

Элементный профиль наглядно показывает, что независимо от уровня физической активности для подавляющего большинства обследованных мужчин характерен дефицит Se и Co, обусловленный биогеохимическими особенностями территории проживания [17, 18].

Для большинства обследуемых спортсменов характерен дефицит Ca, Cr и избыток Na, K, P, Zn в волосах. Повышение содержания элементов в волосах часто указывает на их предефицитное состояние [12]. Таким образом, можно заключить, что для следж-хоккеистов характерен дисэлементоз по Ca, Cr, Na, K, P, Zn.

Полученные результаты служат основанием для коррекции питания и назначения минералосодержащих биологически активных добавок к пище спортсменам с ограниченными физическими возможностями.

Список литературы

1. Кадушина В.А. Социальное пространство реабилитации инвалидов: развитие и информационное освещение паралимпийского движения в России // Вестн. ПАГС. 2009. № 4. С. 165–169.
2. Кулик А.А. Личностный потенциал как психологическое условие качества жизни (на примере спортсменов-паралимпийцев) // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2014. № 4-1(60). С. 130–134.
3. Coates J., Vickerman P.B. Paralympic Legacy: Exploring the Impact of the Games on the Perceptions of Young People with Disabilities // Adapt. Phys. Activ. Q. 2016. Vol. 33, № 4. P. 338–357.
4. Sobiecka J. Sports Activity as a Form of Increasing Efficiency in Rehabilitation of Handicapped People // Wiad. Lek. 2002. № 55, suppl. 1. P. 454–458.
5. Алиджанова И.Э. Влияние физической нагрузки и различных рационов питания на элементный статус и морфофункциональное состояние организма в эксперименте: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010. 21 с.
6. Wang L., Zhang J., Wang J., He W., Huang H. Effects of High-Intensity Training and Resumed Training on Macroelement and Microelement of Elite Basketball Athletes // Biol. Trace Elem. Res. 2012. Vol. 149, № 2. P. 54–68.
7. Otag A., Hazar M., Otag I., Gürkan A.C., Okan I. Responses of Trace Elements to Aerobic Maximal Exercise in Elite Sportsmen // Glob. J. Health Sci. 2014. Vol. 6, № 3. P. 90–96.
8. Kubosch E.J., Kosel J., Steffen K., Konstantinidis L., Kubosch D., Südkamp N.P., Hirschmüller A. Upcoming Paralympic Summer Games in Rio: What Did the German Medical Team Learn from the London Games? // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2017. Vol. 57, № 11. P. 1486–1493.
9. Chellan P., Sadler P. The Elements of Life and Medicines // Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci. 2015. Vol. 373.
10. Лукина Е.А., Дженкова А.В. Метаболизм железа в норме и при патологии // Клин. онкогематология. 2015. Т. 8, № 4. С. 355–361.
11. Родионова Л.В., Леонова С.Н. Изменение показателей минерального обмена у больных хроническим остеомиелитом // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2006. № 4(50). С. 278–282.
12. Болодурина И.П., Скальный А.В., Цыганова И.А. Интеллектуальная система предварительной диагностики уровня содержания микроэлементов в организме человека // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2016. № 10(198). С. 42–48.
13. Думанский Ю.В., Столярова О.Ю., Сняченко О.В., Егудина Е.Д. Костный метаболизм и остеопороз в онкологической практике // Боль. Суставы. Позвоночник. 2015. № 3(19). С. 5–9.
14. Алиджанова И.Э., Нотова С.В., Кияева Е.В., Мирошников С.В. К вопросу об особенностях изменения макро- и микроэлементного обмена на фоне интенсивной физической нагрузки // Вестн. ОГУ. 2011. № 15(134). С. 19–21.
15. Троегубова Н.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Микронутриенты в питании спортсменов // Практ. медицина. 2014. № 1(77). С. 46–49.
16. Цикуниб А.Д., Джривах Б., Тлехуч С.А., Кайтмесова С.Р., Филимонова Т.А. Оптимизация йодного статуса организма в условиях высоких энергетических трат. «Йодсберегающий» рацион // Вестн. Адыг. гос. ун-та. Сер. 4: Естеств.-матем. и техн. науки. 2012. № 1. С. 51–59.
17. Нотова С.В., Мирошников С.А., Болодурина И.П., Дидикина Е.В. Необходимость учета региональных особенностей в моделировании процессов межэлементных взаимодействий в организме человека // Вестн. ОГУ. 2006. № 2 (прил.). С. 59–63.
18. Скальный А.В., Мирошников С.А., Нотова С.В., Болодурина И.П., Алиджанова И.Э. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека. 2014. № 9. С. 14–17.

References

1. Kadushina V.A. Sotsial'noe prostranstvo reabilitatsii invalidov: razvitie i informatsionnoe osveshchenie paralimpiyskogo dvizheniya v Rossii [Social Space of the Disabled Rehabilitation: The Development and Information Coverage of Paralympics Movement in Russia]. *Vestnik PAGES*, 2009, no. 4, pp. 165–169.
2. Kulik A.A. Lichnostnyy potentsial kak psikhologicheskoe uslovie kachestva zhizni (na primere sportsmenov-paralimpiytssev) [Personal Potential as a Psychological Requirement for Life Quality (the Example of Paralympic Athletes)]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 4-1, pp. 130–134.
3. Coates J., Vickerman P.B. Paralympic Legacy: Exploring the Impact of the Games on the Perceptions of Young People with Disabilities. *Adapt. Phys. Activ. Q.*, 2016, vol. 33, no. 4, pp. 338–357.
4. Sobiecka J. Sports Activity as a Form of Increasing Efficiency in Rehabilitation of Handicapped People. *Wiad. Lek.*, 2002, no. 55, suppl. 1, pp. 454–458.
5. Alidzhanova I.E. *Vliyanie fizicheskoy nagruzki i razlichnykh ratsionov pitaniya na elementnyy status i morfofunktsional'noe sostoyanie organizma v eksperimente* [Effect of Physical Load and Various Diets on the Elemental Status and Morphofunctional State of the Body in Experiment]. Moscow, 2010. 21 p.
6. Wang L., Zhang J., Wang J., He W., Huang H. Effects of High-Intensity Training and Resumed Training on Macroelement and Microelement of Elite Basketball Athletes. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2012, vol. 149, no. 2, pp. 54–68.
7. Otag A., Hazar M., Otag I., Gürkan A.C., Okan I. Responses of Trace Elements to Aerobic Maximal Exercise in Elite Sportsmen. *Glob. J. Health Sci.*, 2014, vol. 6, no. 3, pp. 90–96.
8. Kubosch E.J., Kosel J., Steffen K., Konstantinidis L., Kubosch D., Südkamp N.P., Hirschmüller A. Upcoming Paralympic Summer Games in Rio: What Did the German Medical Team Learn from the London Games? *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 2017, vol. 57, no. 11, pp. 1486–1493.
9. Chellan P., Sadler P.J. The Elements of Life and Medicines. *Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci.*, 2015, vol. 373.
10. Lukina E.A., Dzhenkova A.V. Metabolizm zheleza v norme i pri patologii [Iron Metabolism in Normal and Pathological Conditions]. *Klinicheskaya onkogematologiya*, 2015, vol. 8, no. 4, pp. 355–361.
11. Rodionova L.V., Leonova S.N. Izmenenie pokazateley mineral'nogo obmena u bol'nykh khronicheskim osteomielitom [Change of Mineral Metabolism Indices in Patients with Chronic Osteomyelitis]. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*, 2006, no. 4, pp. 278–282.
12. Bolodurina I.P., Skal'nyy A.V., Tsyganova I.A. Intellektual'naya sistema predvaritel'noy diagnostiki urovnya sodержaniya mikroelementov v organizme cheloveka [Intelligent System for Pre-Diagnosis Levels of Trace Elements in the Human Body]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, no. 10, pp. 42–48.
13. Dumanskiy Yu.V., Stolyarova O.Yu., Sinyachenko O.V., Egudina E.D. Kostnyy metabolizm i osteoporoz v onkologicheskoy praktike [Bone Metabolism and Osteoporosis in Oncological Practice]. *Bol'. Sustavy. Pozvonochnik*, 2015, no. 3, pp. 5–9.
14. Alidzhanova I.E., Notova S.V., Kiyayeva E.V., Miroshnikov S.V. K voprosu ob osobennostyakh izmeneniya makro- i mikroelementnogo obmena na fone intensivnoy fizicheskoy nagruzki [Features of Changes of Macro- and Trace Element Exchange Under the Influence of Intense Physical Activity]. *Vestnik OGU*, 2011, no. 15, pp. 19–21.
15. Troegubova N.A., Rylova N.V., Samoylov A.S. Mikronutrienty v pitanii sportsmenov [Micronutrients in the Diet of Athletes]. *Prakticheskaya meditsina*, 2014, no. 1, pp. 46–49.
16. Tsikunib A.D., Dzhrivakh B., Tlekhuch S.A., Kaytmesova S.R., Filimonova T.A. Optimizatsiya yodnogo statusa organizma v usloviyakh vysokikh energeticheskikh trat. "Yodsbergayushchiy" ratsion [Optimization of the Iodic Status of an Organism in the Conditions of High Power Expenditures. "Iodine-Preserving" Diet]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki*, 2012, no. 1, pp. 51–59.
17. Notova S.V., Miroshnikov S.A., Bolodurina I.P., Didikina E.V. Neobkhodimost' ucheta regional'nykh osobennostey v modelirovani protsessov mezhelementnykh vzaimodeystviy v organizme cheloveka [Necessity of Taking into Account Regional Peculiarities When Modelling the Processes of Element Interactions in a Human Body]. *Vestnik OGU*, 2006, no. 2 (suppl.), pp. 59–63.
18. Skal'nyy A.V., Miroshnikov S.A., Notova S.V., Bolodurina I.P., Alidzhanova I.E. Regional'nye osobennosti elementnogo gomeostaza kak pokazatel' ekologo-fiziologicheskoy adaptatsii [Regional Features of the Elemental Homeostasis as an Indicator of Ecological and Physiological Adaptation]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 9, pp. 14–17.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.147

*Svetlana V. Notova**, *Elena V. Kiyeva**, *Ol'ga V. Marshinskaya**,
*Tat'yana V. Kazakova**, *Inara E. Laryushina**

*Orenburg State University
(Orenburg, Russian Federation)

MINERAL BALANCE IN ATHLETES WITH PHYSICAL DISABILITIES (Exemplified by Sledge Hockey Players)

Sport is associated with significant physical as well as nervous and emotional loads. High intensity training causes changes in the mineral balance of athletes. This problem is especially acute in adaptive sports, since athletes with disabilities are subjected to heavier loads. The paper aimed to study the mineral content of blood serum and hair in male sledge hockey players ($n = 15$) living in Orenburg (Russia). The mineral content of blood serum was compared to the reference values, while that of hair, to the population mean and to the values of the control group consisting of healthy non-athletes of the same age ($n = 25$). The ICP-AES and ICP-MS techniques were applied. In the serum we found increased levels of Fe and Zn in 46 % and 13 % of the athletes, respectively, as well as Mg deficiency in 26 % of the athletes. The analysis of hair showed significantly higher values of Na, K, P and Zn and lower values of Fe, Ca, I, Cr, Si in the athletes' hair compared to the control group. The mineral profile, drawn up taking into account the frequency of abnormalities, showed Co and Se deficiency in the vast majority of the subjects, regardless of their level of physical activity. The detected deficiency of these minerals in the hair confirms earlier conducted research and reflects the biogeochemical conditions in that area. The majority of the athletes had Ca and Cr deficiency and Na, K, P and Zn excess in their hair. The data obtained indicate mineral imbalance and can be used to improve the diet and prescribe mineral supplements to athletes with physical disabilities.

Keywords: *mineral content of hair, mineral content of blood serum, athletes with physical disabilities, Paralympic athletes, sledge hockey.*

Поступила 29.06.2017
Received 29 June 2017

Corresponding author: Ol'ga Marshinskaya, *address:* ul. Novaya 25/1, kv. 51, Orenburg, 460050, Russian Federation; *e-mail:* m.olja2013@yandex.ru.

For citation: Notova S.V., Kiyeva E.V., Marshinskaya O.V., Kazakova T.V., Laryushina I.E. Mineral Balance in Athletes with Physical Disabilities (Exemplified by Sledge Hockey Players). *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 147–155. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.147