

УДК (571.1 + 612.1) -796.12

ЭЛЕМЕНТНЫЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ СПОРТСМЕНОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

© 2018 г. ^{1,2}С. В. Нотова, ¹Е. В. Кияева, ³Н. В. Ермакова, ¹Т. В. Казакова, ¹О. В. Маршинская¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Институт биоэлементологии;²ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург; ³ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва

Целью исследования было изучить элементный и биохимический профили спортсменов с ограниченными физическими возможностями. В исследовании приняли участие мужчины-спортсмены следж-хоккейного клуба. Контрольную группу составили мужчины, не занимающиеся спортом, работающие на вредном производстве. *Методы.* Определение биохимических показателей крови проводили с помощью анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай). Содержание химических элементов в волосах изучали в лаборатории «Центр биотической медицины» (г. Москва) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Elan 9000 и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V. Обработка данных проводилась при помощи методов вариационной статистики, с использованием статистического пакета StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single. *Результаты.* В биохимическом анализе крови у следж-хоккеистов выявлен статистически более высокий уровень глюкозы ($p = 0,003$), более низкие значения общего белка ($p = 0,01$), креатинина ($p = 0,001$), триглицеридов ($p = 0,005$) и холестерина ($p = 0,005$) по сравнению с контролем. У спортсменов содержание Na превышало таковое в контрольной группе в 2,3 раза ($p = 0,008$), K – в 2,5 раза ($p = 0,001$) и P – в 1,2 раза ($p = 0,001$). Уровень Fe в 2,9 раза ($p = 0,001$), I – в 3,4 раза ($p = 0,001$) и Ni в 2,8 раза ($p = 0,003$) был ниже, чем в контроле. Кроме того, уровень Cr в 2,5 раза ($p = 0,0001$) и V в 4,3 раза ($p = 0,0001$) был ниже у следж-хоккеистов. *Вывод.* Для поддержания здоровья и спортивной формы следж-хоккеистов необходимо использование специализированных минеральных комплексов с учетом индивидуальных показателей элементного статуса, биохимического профиля и особенностей биогеохимической провинции.

Ключевые слова: спортсмены, следж-хоккей, биохимические показатели крови, элементный статус

THE ELEMENTAL AND BIOCHEMICAL PROFILES OF DISABLED ATHLETES

^{1,2}S. V. Notova, ^{1,2}E. V. Kiyeva, ³N. V. Ermakova, ¹T. V. Kazakova, ¹O. V. Marshinskaya¹Orenburg State University, Orenburg; ²Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg; ³Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

The aim of the research was to study the elemental and biochemical profiles of disabled athletes. Male athletes of sledge hockey club took part in the research. The control group consisted of men not going in for sports and working in hazardous industry. *Methods.* Biochemical blood characteristics were determined using a biochemical analyzer CS-T240 ("Dirui Industrial Co., Ltd", China). The study of hair trace elements content was carried out in the laboratory "Center for Biotic Medicine" (Moscow) using atomic-emission and mass spectrometry methods by means of Elan 9000 mass spectrometer and Optima 2000 V atomic-emission spectrometer. Data processing was carried out using the methods of variation statistics and by means of statistical package StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single. *Results.* Biochemical blood test of sledge hockey players showed higher level of glucose ($p = 0.003$), lower values of the common protein ($p = 0.01$), creatinine ($p = 0.001$), triglycerides ($p = 0.005$) and cholesterol ($p = 0.005$) in comparison with the control group. When comparing the elemental composition of hair of the sledge hockey players with the control group, higher content of Na by 2.3 times ($p = 0.008$), K by 2.5 times ($p = 0.001$) and P by 1.2 times ($p = 0.001$) in athletes was revealed. Fe level by 2.9 times ($p = 0.001$), I by 3.4 times ($p = 0.001$) and Ni by 2.8 times ($p = 0.003$) was lower, than in the control group. Besides, athletes had the lower level of Cr in 2.5 times ($p = 0.0001$) and V in 4.3 times ($p = 0.0001$). *Conclusion.* To maintain the health and athletic form of sledge hockey players, it is necessary to use specialized mineral complexes taking into account indicators of individual elemental status, biochemical profile and peculiarities of biogeochemical area.

Key words: athletes, sledge hockey, biochemical blood indexes, elemental status

Библиографическая ссылка:

Нотова С. В., Кияева Е. В., Ермакова Н. В., Казакова Т. В., Маршинская О. В. Элементный и биохимический профиль спортсменов с ограниченными физическими возможностями // Экология человека. 2018. № 6. С. 52–58.

Notova S. V., Kiyeva E. V., Ermakova N. V., Kazakova T. V., Marshinskaya O. V. The Elemental and Biochemical Profile of Disabled Athletes. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 6, pp. 52-58.

В России со стороны государства и общества уделяется все большее внимание паралимпийскому спорту. Благодаря активному развитию системы управления адаптивной физической культурой число людей с ограниченными возможностями, занимающихся спортом, за последнее десятилетие возросло в несколько

раз. К 2016 году в России количество таких граждан составило 12,1 % от числа инвалидов, не имеющих противопоказаний для занятий. В 2004 году данный показатель был всего лишь 2 %.

Спорт связан со значительными физическими и психоэмоциональными нагрузками. Длительное функ-

ционирование организма в таких условиях, особенно в сочетании с несбалансированным рационом, может стать причиной истощения резервных возможностей и вызвать изменения в обмене веществ [1, 2, 5]. Отдельно стоит отметить паралимпийский спорт, в котором люди с ограниченными возможностями испытывают еще большие нагрузки на организм и при этом показывают хорошие достижения. Один из видов спорта в зимней паралимпийской программе — следж-хоккей. Следж-хоккей, или хоккей на санях, представляет командную игру на льду для мужчин с поражением опорно-двигательного аппарата нижней части тела (ампутация, паралич и т. п.).

Для достижения более высоких спортивных результатов и сохранения здоровья паралимпийцев специалисты, работающие в области спортивной медицины, обращают повышенное внимание на обеспеченность организма химическими элементами, так как макро- и микроэлементы играют важнейшую роль, прямо или косвенно участвуя во всех процессах жизнедеятельности.

В последние годы начинают приобретают популярность медицинские технологии повышения функциональных возможностей организма путем оптимизации минерального обмена с использованием препаратов, содержащих необходимые макро- и микроэлементы [6]. Они имеют целый ряд преимуществ, включая отсутствие побочных эффектов, более адекватную и направленную коррекцию метаболизма, иммунной системы и их регуляции [3]. Однако для применения данной медицинской технологии необходима детализация особенностей минерального обмена различных групп, объединенных территорией проживания, состоянием здоровья, местом работы и образом жизни. Благодаря этому будет возможна целенаправленная коррекция функционального состояния организма спортсмена.

Цель исследования — изучить биохимические показатели крови и элементный состав волос спортсменов с ограниченными возможностями здоровья.

Методы

В исследовании приняли участие мужчины-спортсмены следж-хоккейного клуба ($n = 15$) в возрасте от 20 до 40 лет, у которых в анамнезе была ампутация нижних конечностей. Все участники команды обследовались спортивным врачом и допускались к тренировкам.

Контрольную группу ($n = 20$) представляли практически здоровые мужчины аналогичного возраста, не занимающиеся спортом, работающие на вредном производстве. Все обследованные на протяжении последних 5 лет проживали в г. Оренбурге. Критерием исключения из исследования явилось наличие острых и обострение хронических заболеваний.

Определение биохимических показателей крови проводили с помощью биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай) с ис-

пользованием коммерческих биохимических наборов Randox (США).

Изучение содержания металлов в волосах человека является неинвазивным и достаточно информативным методом. Отбор проб осуществлялся в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ, путем состригания с 3–5 мест на затылочной части головы в количестве не менее 0,1 г. Анализ образцов волос проводился в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», Москва (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.Ц.О.А.311, регистрационный номер в государственном реестре РОСС R.U.001. 513118 от 29.05.2003). Содержание химических элементов в волосах определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Elan 9000 (Perkin Elmer, США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V (Perkin Elmer, США). В общей сложности были получены данные о содержании 23 химических элементов. Результаты сопоставлялись со среднероссийскими значениями содержания химических элементов в волосах (25–75q), принятыми за рекомендуемый диапазон [15].

Данные обрабатывались при помощи методов вариационной статистики, с использованием статистического пакета StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single. Хранение результатов исследования и первичная обработка материала проводились в оригинальной базе данных Microsoft Excel 2010. Проверка соответствия полученных данных нормальному закону распределения осуществлялась при помощи критерия согласия Колмогорова. Гипотеза о принадлежности данных нормальному распределению была отклонена во всех случаях с вероятностью 95 %, что дало обоснование применять непараметрические процедуры обработки статистических совокупностей. Взаимосвязи между параметрами оценивали при помощи метода ранговых корреляций Спирмена. Для определения тесноты связи между изучаемыми признаками проводили вычисление коэффициента корреляции (r). Коэффициенты корреляции оценивались следующим образом: менее 0,3 — слабая связь, от 0,3 до 0,5 — умеренная, от 0,5 до 0,7 — значительная, от 0,7 до 0,9 — сильная и более 0,9 — очень сильная.

Результаты

При оценке биохимических показателей крови были получены следующие результаты (табл. 1).

Как видно из представленной таблицы, медиана биохимических показателей всех обследованных соответствовала рекомендуемым значениям. Однако значения 75 квартиля были выше у спортсменов по глюкозе, билирубину, АлАТ и АсАТ. При рассмотрении индивидуальных анализов повышенные значения глюкозы выявлены у 40 % спортсменов, АлАТ — у 33 %, прямого билирубина и щелочной фосфатазы — у 47 %. В контроле за рамки нормы выходили показатели креатинина у 35 %, щелочной фосфатазы

Таблица 1
Биохимические показатели сыворотки крови,
Ме (q25 – q75)

Показатель	Группа		P
	Контроль	Следж-хоккеисты	
Глюкоза, ммоль/л	4,9 (4,4–5,6)	5,6 (5,35–6,2)	0,003
Триглицериды, ммоль/л	0,84 (0,56–1,52)	0,76 (0,605–0,985)	0,144
Холестерин, ммоль/л	5,5 (5,0–6,3)	4,49 (3,665–4,98)	0,005
Общий белок, г/л	76,0 (74–79)	72,5 (70,2–76,75)	0,01
Альбумин, г/л	50,0 (48–51)	45,9 (44,6–47,15)	0,001
Креатинин, мкмоль/л	105,0 (105–114)	93,0 (88–97)	0,001
Мочевина, ммоль/л	5,8 (5,3–6,9)	5,0 (4,65–5,75)	0,041
Мочевая кислота, мкмоль/л	309,0 (254–388)	269,0 (209,5–311,5)	0,037
Билирубин общий, мкмоль/л	10,6 (8,5–14,6)	9,6 (7,55–16,7)	0,255
Билирубин прямой, мкмоль/л	4,3 (2,1–4,7)	3,9 (2,55–6,05)	0,134
АлАТ, Ед/л	21,1 (17–31)	28,4 (19,1–47,1)	0,083
АсАТ, Ед/л	26,0 (21–30)	28,6 (24,7–36,75)	0,127
Щелочная фосфатаза, Ед/л	164,0 (124–196)	166 (139,5–186,5)	0,211

– у 40 %, также наблюдалась гиперхолестеринемия у 20 % обследуемых.

При сравнении групп был зафиксирован статистически значимый более высокий уровень глюкозы ($p = 0,003$) у спортсменов. Наблюдалась тенденция к росту активности АлАТ и АсАТ и более высокому уровню общего и прямого билирубина в крови следж-хоккеистов. Также были отмечены более низкие значения общего белка ($p = 0,01$), креатинина ($p = 0,001$), триглицеридов и холестерина ($p = 0,005$) по сравнению с контролем. Прослеживалась тенденция к снижению уровня альбумина.

У следж-хоккеистов содержание Na превышало таковое в контрольной группе в 2,3 раза ($p = 0,008$), К – в 2,5 раза ($p = 0,001$) и Р – в 1,2 раза ($p = 0,001$) (табл. 2). Уровень Fe в 2,9 раза ($p = 0,001$), I – в 3,4 раза ($p = 0,001$) и Ni в 2,8 раза ($p = 0,003$) был значимо ниже, чем в контроле. Также отмечен статистически значимо более низкий уровень Cr в 2,5 раза ($p = 0,0001$) и V в 4,3 раза ($p = 0,0001$) у следж-хоккеистов. Наблюдалась тенденция к более высокому содержанию Zn и более низкому уровню Ca, Mg, Mn, Co, Se, As в волосах спортсменов.

При сравнении полученных результатов элементного состава волос со среднероссийскими рекомен-

Таблица 2

Содержание элементов в волосах у обследованных, Ме (q25–q75), мг/кг

Элемент	Контроль	Следж-хоккеисты	Рекомендуемые значения				P
			Среднероссийские		Региональные		
			q25	q75	q25	q75	
Макроэлементы							
Na	245,7 (154,9–510,8)	700 (361–1156)	73	331	81	403	0,008
K	93,3 (28,13–305,3)	368 (190–752)	29	159	25	193	0,001
Ca	483,9 (361,2–1009)	373 (318–544)	494	1619	479	2156	0,055
Mg	69,2 (42,9–137,2)	71,5 (52,8–95)	39	137	65	248	0,408
P	156,8 (133,3–173,3)	200 (162–208)	135	181	122	160	0,001
Микроэлементы							
Fe	29,4 (16,03–51,23)	13,7 (10,3–17,2)	11	24	12,8	29,6	0,001
Zn	183,1 (157,9–195,3)	237 (178–306)	155	206	155	199	0,024
Cu	12,06 (10,1–13,8)	12,3 (10,9–13,1)	9	14	9,98	14,4	0,336
Mn	0,8 (0,35–1,08)	0,55 (0,4–0,66)	0,32	1,13	0,38	1,3	0,127
Co	0,02 (0,016–0,03)	0,01 (0,01–0,02)	0,04	0,16	0,012	0,03	0,029
Cr	0,59 (0,47–1,07)	0,24 (0,19–0,27)	0,32	0,96	0,25	0,57	0,0001
Se	0,37 (0,3–0,45)	0,29 (0,25–0,34)	0,69	2,2	0,2	0,42	0,01
I	1,05 (0,65–2,46)	0,37 (0,27–0,71)	0,27	4,2	0,21	1,24	0,001
Si	23,46 (19,52–33,29)	27,4 (21,7–36,2)	11	37	19,5	58	0,123
Ni	0,64 (0,41–0,9)	0,27 (0,22–0,32)	0,14	0,53	0,25	0,65	0,003
V	0,09 (0,05–0,13)	0,02 (0,02–0,03)	0,005	0,5	0,057	0,11	0,0001
As	0,07 (0,05–0,11)	0,05 (0,04–0,06)	0,00	0,56	0,02	0,07	0,027
Li	0,03 (0,02–0,13)	0,02 (0,01–0,03)	0,00	0,02	0,016	0,07	0,017
Токсичные элементы							
Cd	0,05 (0,03–0,11)	0,13 (0,05–0,33)	0,02	0,12	0,019	0,12	0,028
Hg	0,23 (0,18–0,49)	0,64 (0,35–0,87)	0,05	2,0	0,17	0,64	0,004
Pb	0,73 (0,67–1,05)	1,37 (0,75–2,9)	0,38	1,4	0,32	1,38	0,012
Sn	0,07 (0,06–0,09)	0,11 (0,07–0,16)	0,05	1,5	0,04	0,15	0,009
Al	6,98 (4,4–9,1)	12,07 (5,22–18,65)	1	18	4,37	14,2	0,024

двумя значениями выявлено, что у спортсменов показатели 75 квартиля значительно превышали норму по Na (в 3,4 раза) и K (в 4,7 раза). На фоне этого было отмечено значительное снижение уровня Co, Se и Cr: значения 75 квартиля содержания данных элементов были ниже 25 квартиля в 2, 2 и 1,2 раза соответственно. В контрольной группе также наблюдалось превышение верхней границы рекомендуемых значений по Na, K, Fe, Ni, Li. Однако по сравнению с региональными показателями как у спортсменов, так и у мужчин контрольной группы уровни Co и Se находились в допустимых пределах.

Уровни токсичных элементов у спортсменов находились в пределах среднероссийских и региональных значений. В контрольной группе медиана по токсичным элементам находилась в пределах нормы, однако значения 75 квартиля превышали значения 75 квартиля рекомендуемых значений. Для спортсменов были характерны более низкие показатели всех изученных токсичных элементов по сравнению с контролем. Выявленная особенность объясняется сферой деятельности мужчин контрольной группы.

Особый интерес представляло выявление взаимосвязей между биохимическими показателями крови и содержанием химических элементов в волосах. Согласно корреляционному анализу, большинство показателей белкового обмена взаимосвязаны с уровнем Cu, As, Al, Hg, Se, Cd и Mg. Так, уровень общего белка был статистически значимо взаимосвязан с уровнем As ($r = 0,53$), Cu ($r = 0,53$), Al ($r = 0,38$), Mg ($r = -0,48$). Уровень альбумина взаимосвязан с уровнем Li ($r = 0,39$) и Se ($r = 0,36$), креатинина — с уровнями Cu ($r = -0,35$), Hg ($r = 0,61$), Sn ($r = 0,6$). Показатель мочевины коррелировал со значениями Cd ($r = -0,38$), Al ($r = 0,4$) и I ($r = 0,43$).

Показатели пигментного обмена (общий и прямой билирубин) были взаимосвязаны с уровнями Al ($r = -0,67$; $r = -0,59$), Ni ($r = 0,4$; $r = 0,45$), Pb ($r = -0,53$; $r = -0,35$) и Sn ($r = 0,40$; $r = 0,42$).

Углеводный обмен был взаимосвязан с такими элементами, как Cr, Mn, K, Se, Zn, P, Na, I. Корреляция была отмечена между уровнями глюкозы и I ($r = 0,64$), Cr ($r = 0,43$) и Na ($r = 0,44$), Mn ($r = 0,4$).

Показатели липидного обмена коррелировали с уровнями многих элементов. Однако умеренная и сильная связь была характерна только для триглицеридов и K ($r = -0,4$), Li ($r = -0,4$), Pb ($r = -0,51$) и Na ($r = -0,5$).

Обсуждение результатов

В результате проведенного исследования были выявлены особенности биохимических показателей и элементного состава волос у следж-хоккеистов.

При биохимическом анализе крови у следж-хоккеистов отмечены более высокие показатели глюкозы, а у 40 % они превышали норму. На первый взгляд, полученные результаты парадоксальны, так как многие авторы утверждают, что физическая нагрузка способствует снижению уровня глюкозы

в крови [4, 20, 23]. Однако большинство таких наблюдений связаны с умеренной нагрузкой на организм. В данной работе представлены результаты анализов следж-хоккеистов, которые подвергались интенсивным как физическим, так и эмоциональным нагрузкам. По нашему мнению, с одной стороны, именно это и приводит к повышению глюкозы за счет усиленной мобилизации гликогена печени. С другой стороны, следует отметить, что повышение уровня глюкозы у спортсменов сопровождалось снижением уровня Cr и Mn в волосах. Данные элементы являются главными метаболитами глюкозы [21]. Полученные результаты были также подтверждены данными корреляционного анализа, где Cr и Mn были статистически значимо взаимосвязаны с глюкозой. Хром выполняет в организме много важных функций, одна из которых связана с его влиянием на фактор толерантности к глюкозе. Физические нагрузки, как правило, увеличивают потерю Cr организмом, что и наблюдалось в исследовании. При этом активность фактора толерантности падает, это способствует возрастанию уровня глюкозы [11]. Марганец активно влияет на метаболизм инсулина [22]. У спортсменов также отмечают повышенные потери данного элемента под действием физических нагрузок, сопровождающихся ростом уровня глюкозы в крови. Таким образом, повышенные показатели глюкозы у следж-хоккеистов в первую очередь связаны с интенсивными физическими нагрузками, которые способствуют вымыванию из организма важных для углеводного обмена элементов Cr и Mn, а также усиливают иммобилизацию гликогена.

Бесспорно, физические нагрузки следж-хоккеистов оказывают положительное влияние на липидный профиль, сопровождающийся статистически значимым снижением холестерина.

Статистически значимое снижение уровня общего белка и креатинина, а также тенденция к снижению уровня альбумина говорят о нарушении метаболических процессов, сопровождающихся расстройствами белкового обмена в организме в целом, а также отдельно в мышечной ткани спортсменов. Отмеченная взаимосвязь общего белка с As, Al и Mg вполне закономерна. Так, As взаимодействует с тиоловыми группами белков, Al участвует в образовании белковых комплексов, а Mg — в синтезе и обмене белков [11].

Увеличение активности ферментов АлАТ и АсАТ происходит в первую очередь при повреждении клеток мышц [19]. В условиях кислородного дефицита при выполнении физической работы разрушаются клеточные мембраны, и это способствует выходу ферментов в кровь [16].

Тенденция к повышению билирубина связана с непрерывным гемолизом, который возникает при физических нагрузках и является фактом перетренированности спортсменов [17].

Концентрация химических элементов в волосах, как правило, наиболее полно отражает их содер-

жание в организме и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и времени. Содержание элементов в волосах является отображением длительной экспозиции металлов в организме. Повышенный уровень Na и K в волосах следж-хоккеистов можно рассматривать как нарушение водно-солевого обмена. По мнению А. В. Скального, повышенная концентрация эссенциальных элементов в волосах свидетельствует о предефицитном состоянии. В своих исследованиях он показал, что большинство случаев дисэлементозов у спортсменов относится к разряду профессиональных, которые обусловлены большими физическими и психоэмоциональными нагрузками [13]. Повышение концентрации K и Na в волосах следж-хоккеистов является показателем усиленного метаболизма элементов в организме и, вероятно, свидетельствует о возрастании их подвижности и риске возникновения дефицита. Также в научных источниках указывается, что увеличение содержания K и Na в волосах характерно для лиц с напряжением симпатoadренальной системы. Данные результаты отражают повышенный уровень стрессовых воздействий на организм.

Избыточный уровень P, выявленный у следж-хоккеистов, способствует выведению Ca, что и наблюдалось в проведенном исследовании. Подобный результат еще раз подтверждает антагонистическое взаимодействие этих элементов в организме человека. Тенденция к более высоким значениям Zn в волосах свидетельствует о предефицитном состоянии и может повышать склонность спортсменов к иммунодефицитным состояниям, воспалительным процессам, повышать чувствительность к гипоксии [11]. Даже относительный дефицит Zn влияет на скорость заживления ран и восстановление после травм и переломов костей [12].

Железо является важным микроэлементом для нормального функционирования организма, что определяется множеством его функций и незаменимостью другими металлами в биохимических процессах. Дефицит данного элемента довольно часто встречается у спортсменов [18]. Пониженный уровень Fe у следж-хоккеистов является фактором возникновения анемии.

Следует отметить, что адаптация организма человека к условиям окружающей среды в условиях отдельно взятой биогеохимической провинции сопровождается изменением элементного состава волос в сравнении со среднероссийскими показателями. Результаты данной работы подтверждают ранее проведенные исследования, свидетельствующие о том, что для мужчин-оренбуржцев независимо от уровня физической активности характерен дефицит содержания Se и Co в волосах по сравнению со среднероссийскими значениями [8, 14].

Таким образом, при физической нагрузке происходит перестройка в организме спортсменов. Это

способствует развитию адаптивных процессов к выполняемой работе, прослеживаемых в изменении биохимических показателей крови. Полученные результаты показали, что элементный статус волос профессиональных спортсменов с ограниченными возможностями существенно отличается от такового у здоровых мужчин, не занимающихся спортом.

Проблема влияния больших физических нагрузок и стресса на здоровье спортсменов приобретает важное медицинское значение, поскольку может нанести существенный вред их здоровью. Своевременная коррекция макро- и микроэлементного состава является важнейшим средством профилактики нарушений обменных процессов в организме спортсменов в условиях напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок [7, 9]. С учетом выявленных отличий от среднероссийских, региональных и контрольных значений, а также индивидуальных анализов составлены рекомендации: мужчинам контрольной группы, работающим на вредном производстве, для выведения токсичных металлов необходим прием антагонистов этих элементов — Zn, Cu, Se, Mg, а также пищевых волокон, способных абсорбировать тяжелые металлы [10]; спортсменам следж-хоккеистам рекомендован прием минеральных комплексов, содержащих Fe, Sg, Ca, Se и Co. Благодаря использованию минеральных комплексов будет возможно поддержание спортивной формы следж-хоккеистов весь соревновательный период.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (отделение гуманитарных и общественных наук) и Правительства Оренбургской области в рамках научного проекта № 17-16-56005

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Кислицын А. Н. Горный климат, спорт и здоровье. Москва — Сочи: тип. ОАО «СП», 2005. 195 с.
2. Алиджанова И. Э. Влияние физической нагрузки и различных рационов питания на элементный статус и морфофункциональное состояние организма в эксперименте: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Москва, 2010. 21 с.
3. Быков А. Т. Восстановительная медицина и экология человека. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 688 с.
4. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р. Характер метаболических изменений у рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 3. С. 138–142.
5. Гудков А. Б., Дёмин А. В., Долгобородова А. А., Быков А. В. Характеристика пострального контроля у флорболисток национальной сборной России в соревновательном периоде // Теория и практика физической культуры. 2017. № 2. С. 23–26.
6. Зайцева И. П., Грабеклис А. Р., Детков В. Ю., Фесюн А. Д. Зависимость показателей физического развития и функциональной подготовленности от элементного статуса организма // Микроэлементы в медицине. 2016. № 17 (4). С. 16–20.
7. Иорданская Ф. А., Ценкова Н. К. Кальций в крови: диагностическое и прогностическое значение в мониторинге функционального состояния высококвалифицированных

спортсменов // Вестник спортивной науки. 2009. № 3. С. 33–35.

8. Конюхов А. В. Влияние экологических факторов среды на ситуацию по йодному дефициту у населения Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Оренбург, 2010. 18 с.

9. Макарова Г. А. Фармакологическое обеспечение в системе подготовки спортсменов. М.: Советский спорт, 2003. 480 с.

10. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей – жителей г. Мончегорска // Экология человека. 2004. № 2. С. 30–32.

11. Радыш И. В., Скальный А. В., Нотова С. В., Маршинская О. В., Казакова Т. В. Введение в элементологию. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2017. 182 с.

12. Рылова Н. В., Середа А. П., Самойлов А. С. Содержание биоэлементов в волосах у девочек, занимающихся спортом // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. С. 4–10.

13. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: ОНИКС 21 век, 2004. 216 с.

14. Скальный А. В., Мирошников С. А., Нотова С. В., Мирошников С. В., Болодурина И. П., Алиджанова И. Э. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека. 2014. № 9. С. 14–17.

15. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр Биотической Медицины) // Микроэлементы в медицине. 2003. № 1 (4). С. 55–56.

16. Brancaccio P., Giuseppe P., Nicola M. Biochemical markers of muscular damage // Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2010. N 2. P. 57–67.

17. Banfi G., Colombini A., Lombardi G. Metabolic markers in sports medicine // Advances in clinical chemistry. 2012. N 4. P. 67–76.

18. Clenin G., Cordes M., Huber A., Kriemler S. Iron deficiency in sports – definition, influence on performance and therapy // Swiss Medical Weekly. 2015. N 3. P. 126–134.

19. Hammouda O., Chitourou H., Chaouachi A., Chahed H. Effect of Short-Term Maximal Exercise on Biochemical Markers of Muscle Damage, Total Antioxidant Status, and Homocysteine Levels in Football Players // Asian Journal of Sports Medicine. 2012. N 3 (4). P. 239–246.

20. Hatamoto Y., Goya R., Yamada Y., Yoshimura S., Nishimura S. Effect of exercise timing on elevated postprandial glucose levels // Journal of Applied Physiology Published. 2017. N 1. P. 12–26.

21. Kibiti M., Afolayan A. The Biochemical Role of Macro and Micro-Minerals in the Management of Diabetes Mellitus and its Associated Complications: A Review // Journal for Vitamin and Nutrition Research. 2015. N 9. P. 167–178.

22. Lin C., Huang Y. Chromium, zinc and magnesium status in type 1 diabetes // Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. 2015. N 15. P. 23–38.

23. Sytow L., Rattigan S., Richter E. Exercise Increases Human Skeletal Muscle Insulin Sensitivity via Coordinated Increases in Microvascular Perfusion and Molecular Signaling // Diabetes. 2017. N 66 (6). P. 1501–1510.

References

1. Agadzhanyan N. A., Kisilitsyn A. N. *Gornyi klimat, sport i zdorov'e* [Mountain climate, sport and health] Moscow - Sochi, 2005, 195 p.

2. Alidzhanova I. E. *Vliyanie fizicheskoi nagruzki i razlichnykh ratsionov pitaniya na elementnyi status i morfofunktsional'noe sostoyanie organizma v eksperimente (avtoref. kand. diss.)* [The Influence of physical activity and various diets on elemental status and functional state of the organism in the experiment. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 2010, 21 p.

3. Bykov A. T. *Vosstanovitel'naya meditsina i ekologiya cheloveka* [Regenerative medicine and human ecology]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2009, 688 p.

4. Gudkov A. B., Tedder Ju. R. Metabolic changes in workers under conditions of expedition shift work schedule beyond the Polar circle. *Fiziologiya cheloveka*. 1999, 25 (3), pp. 138-142. [In Russian]

5. Gudkov A. B., Demin A. V., Dolgoborodova A. A., Bykov A. V. Russian women's national floorball team in regular season: postural control rating study. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture]. 2017, 2, pp. 23-26. [In Russian]

6. Zaitseva I. P., Grabeklis A. R., Detkov V. Yu., Fesyun A. D. Dependence of physical development and functional reserves on body element status. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2016, 17 (4), pp. 16-20. [In Russian]

7. Iordanskaya I. A., Tsepikova N. K. Calcium in the blood: diagnostic and prognostic value in the monitoring of functional state of highly skilled athletes. *Vestnik sportivnoi nauki* [Bulletin of sports science]. 2009, 3, pp. 33-35. [In Russian]

8. Konyukhov A. V. *Vliyanie ekologicheskikh faktorov sredy na situatsiyu po iodnomu defitsitu u naseleniya orenburgskoi oblasti (avtoref. kand. diss.)* [Influence of ecological factors on the situation of iodine deficiency at the population of the Orenburg area. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Orenburg, 2010, 18 p.

9. Makarova G. A. *Farmakologicheskoe obespechenie v sisteme podgotovki sportsmenov* [Pharmacological support in the training of athletes]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2003, 480 p.

10. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Influence of laminaria and the drink "Algapekt" on blood mineral composition in children - residents of Monchegorsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30-32. [In Russian]

11. Radish I. V., Skalny A. V., Notova S. V., Marshinskaya O. V., Kazakova T. V. *Vvedenie v elementologiyu* [Introduction to Elementology]. Orenburg, 2017, 182 p.

12. Rylova N. V., Sereda A. P., Samoilov A. S. The content of Bioelements in the hair of girls involved in sport. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2017, 1, pp. 4-10. [In Russian]

13. Skalny A. V. *Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka* [Chemical elements in human physiology and ecology]. Moscow, ONIKS 21 Vek Publ., 2004, 216 p.

14. Skalny A. V., Miroshnikov S. A., Notova S. V., Miroshnikov S. V., Bolodurina I. P., Alidzhanova I. E. Regional features of the elemental homeostasis as an indicator of ecological and physiological adaptation. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 9, pp. 14-17. [In Russian]

15. Skalny A. V. Reference values of chemical elements concentration in hair, obtained by means of ICP-AES method in ANO Center for Biotic Medicine. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003, 1 (4), pp. 55-56. [In Russian]

16. Brancaccio P., Giuseppe P., Nicola M. Biochemical

markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2010, 2, pp. 57-67.

17. Banfi G., Colombini A., Lombardi G. Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*. 2012, 4, pp. 67-76.

18. Clenin G., Cordes M., Huber A., Kriemler S. Iron deficiency in sports - definition, influence on performance and therapy. *Swiss Medical Weekly*. 2015, 3, pp. 126-134.

19. Hammouda O., Chtourou H., Chaouachi A., Chahed H. Effect of Short-Term Maximal Exercise on Biochemical Markers of Muscle Damage, Total Antioxidant Status, and Homocysteine Levels in Football Players. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2012, 3 (4), pp. 239-246.

20. Hatamoto Y., Goya R., Yamada Y., Yoshimura S., Nishimura S. Effect of exercise timing on elevated postprandial glucose levels. *Journal of Applied Physiology Published*. 2017, 1, pp. 12-26.

21. Kibiti M., Afolayan A. The Biochemical Role of Macro and Micro-Minerals in the Management of Diabetes Mellitus

and its Associated Complications: A Review. *Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2015, 9, pp. 167-178.

22. Lin C., Huang Y. Chromium, zinc and magnesium status in type 1 diabetes. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2015, 15, pp. 23-38.

23. Sylow L., Rattigan S., Richter E. Exercise Increases Human Skeletal Muscle Insulin Sensitivity via Coordinated Increases in Microvascular Perfusion and Molecular Signaling. *Diabetes*. 2017, 66 (6), pp. 1501-1510.

Контактная информация:

Нотова Светлана Викторовна – доктор медицинских наук, профессор, первый заместитель директора ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»; профессор кафедры биохимии и микробиологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Адрес: 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29

E-mail: snotova@mail.ru