

УДК 612.12:613.731:613.65

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

С. А. КОЛЕСОВ, Р. С. РАХМАНОВ, Т. В. БЛИНОВА, Л. А. СТРАХОВА, Р. Ш. ХАЙРОВ

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА ОРГАНИЗМА ХОККЕИСТОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ХОДЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д.20, г. Нижний Новгород, Россия, 603950.

АННОТАЦИЯ

Цель. Оценить особенности метаболического статуса организма в динамике всего соревновательного периода у хоккеистов (с шайбой) высшей квалификации.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 33 хоккеиста высшей квалификации. Их средний возраст составил 26,4±0,8 года. Обследование спортсменов проводилось во время соревновательного периода. Было проведено 3 отбора проб крови: через 2,5 мес., 4 мес. и 6 мес. от начала игр. Образцы сыворотки крови анализировались с помощью стандартизованных коммерческих наборов реагентов «Thermo Fisher Scientific Inc.» на биохимическом автоматическом анализаторе «Konelab-20». Ферритин, миоглобин, эритропоэтин, тестостерон и кортизол определяли методом ИФА. Для интегральной оценки состояния организма спортсменов рассчитывался индекс анаболизма. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы статистической обработки данных StatEX-2004.2.

Результаты. Хоккейный сезон осуществлялся хоккеистами на фоне психоэмоционального напряжения, о чем свидетельствовали высокие уровни кортизола. Проведенные биохимические исследования свидетельствуют, что функционирование организма хоккеистов во время соревновательного периода осуществляется на фоне ряда неблагоприятных изменений метаболизма. Состояние перетренированности отмечалось на протяжении большей части исследуемого периода. Для организма спортсменов в этом состоянии характерны катаболические процессы, способствующие максимальной оптимизации энергетических процессов в организме спортсменов. Об этом свидетельствует как снижение уровня общего белка, так и повышение концентрации продуктов разрушения белка: мочевины и мочевой кислоты до патологических значений, а так же разбалансировка нормальных метаболических механизмов обмена липидов. Высокие физические и моральные нагрузки способствуют утомлению сердечной мышцы. А выявленный недостаток магния может усугублять эти процессы и вызывать мышечную слабость и заболевания сердечно-сосудистой системы. Следует отметить, что патологические значения показателей липидного обмена сами по себе являются факторами риска кардиоваскулярной патологии.

Заключение. Выявленные неблагоприятные особенности метаболических процессов в организме хоккеистов высшей квалификации во время соревновательного периода требуют их коррекции посредством мероприятий, направленных на поддержание сердечной мышцы и оптимизацию ее работы, снижение процессов атерогенеза и коррекцию питания спортсменов.

Ключевые слова: хоккеисты, метаболизм, соревновательный период, биохимические показатели

Для цитирования: Колесов С.А., Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Хайров Р.Ш. Особенности метаболизма хоккеистов высшей квалификации в ходе соревновательного периода. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018; 25(1): 82-87. DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-1-82-97

For citation: Kolesov S.A., Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Strakhova L.A., Khayrov R.Sh. Metabolism features in highly trained hockey-players during contest season. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik*. 2018; 25(1): 82-87. (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207 / 1608-6228-2018-25-1-82-87

S. A. KOLESOV, R. S. RAKHMANOV, T. V. BLINOVA, L. A. STRAKHOVA, R. SH. KHAYROV

METABOLISM FEATURES IN HIGHLY TRAINED HOCKEY-PLAYERS DURING CONTEST SEASON

Federal Budget Scientific Institution "Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology" of the Russian Federal Consumer Rights Protection and Human Health Control Service, Semashko str. 20, Nizhny Novgorod, Russia, 603950.

ABSTRACT

Aim. To evaluate the dynamics of metabolic status features in highly trained hockey-players during contest season.

Materials and methods. 33 highly trained hockey-players were examined. Their mean age was 26.4±0.8 years old. The study was performed during contest season. The blood samples were taken 3 times: after 2.5, 4 and 6 months from the

beginning of the games. Blood samples were analyzed with the use of standardized reagent kits and automatic biochemical analyzer "Konelab-20" company "Thermo Fisher Scientific Inc" (Finland). Ferritin, myoglobin, erythropoietin, testosterone and cortisol were detected using ELISA. Anabolism index was calculated for integrated evaluation of body status. The statistical data processing was conducted with the use of statistical program StatEX-2004.2.

Results. High levels of cortisol in hockey-players provided evidence about psychoemotional strain during hockey season. Performed biochemical analyses showed unfavorable changes of metabolism in functioning of hockey-players' organisms. The sportsmen were overtrained during the most part of competition period. The catabolic processes in sportsmen are typical during overtraining; these processes promote to maximum optimization of energetic processes in human body. The decrease of total protein level, increase of concentration of protein degradation products (urea and uric acid up to pathologic values), misbalance of normal mechanisms of lipid metabolism provided evidence on these processes. High physical and mental loads lead to cardiac muscle fatigue. A deficiency of magnesium may aggravate the processes and causes muscular weakness and cardiovascular diseases. It should be noted that pathologic values of lipid metabolism are risk factors of cardiovascular pathologies.

Conclusion. The revealed unfavorable features of metabolic processes in highly trained hockey-players during contest season cause the need to correct them by measures aimed to support cardiac muscle and optimize its work, to decrease atherogenesis and to correct the nutrition of sportsmen.

Keywords: hockey-players, metabolism, contest season, biochemical values

Введение

Спорт высших достижений (профессиональный спорт) предъявляет к функционированию организма спортсменов очень высокие требования, особенно в соревновательный период, поскольку спортивные состязания являются вершиной деятельности любого спортсмена.

Основа спортивных соревнований – определение иерархического уровня спортсмена, поэтому его мотивация к достижению высших результатов является основой спорта [1]. Высокие достижения в спорте возможны лишь при условии высокой толерантности спортсмена к интенсивным физическим нагрузкам, что достигается оптимальным состоянием биохимического метаболизма. Такое состояние формирует важнейшую составляющую спортивного успеха – производительность спортсмена. Ее определение широко используется для оценки и прогноза спортивной деятельности в индивидуальных видах спорта [2]. В командных видах спорта, например в хоккее с шайбой, такой подход является малоэффективным [3], что и обуславливает крайне малое количество печатных работ, посвященных исследованию особенностей метаболизма организма хоккеистов.

Цель исследования: оценить особенности метаболического статуса организма в динамике всего соревновательного периода у хоккеистов высшей квалификации.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие мужчины, профессионально занимающиеся хоккеем с шайбой и имеющие высшую спортивную квалификацию (мастера спорта России и мастера спорта международного класса) из команды, входящей в континентальную хоккейную лигу. Всего было обследовано 33 человека. Их средний возраст составил 26,4±0,8 года. Обследование спортсменов проводилось во время соревновательного периода (хоккейного сезона). От всех участников

исследования было получено информированное согласие.

Хоккеисты ежедневно принимали пищевые добавки: по 1 капсуле мультивитаминов; препарат, содержащий магний; электролитный напиток; добавку, содержащую аминокислоты (L-лейцин, L-изолейцин и L-валин, L-глутамин), витамин С, витамин В₆, лизофосфатидил холин и метоксиизофлавонол; сывороточный протеин с пептидами аминокислот. В день игр они принимали углеводный напиток, перед и после игры – изотонический напиток, а во время игры – изотонический раствор.

Отбор крови проводили, исходя из положения о том, что после периода отдыха и при нормальном функционировании организма величины биохимических показателей возвращаются в пределы своих референтных границ [4, 5]. Всего было проведено 3 отбора проб крови: через 2,5, 4 и 6 месяцев от начала игр. Первый отбор проб крови провели после проведения 8 спортивных встреч и через 1 сутки после последней игры. Второй отбор провели через 4 дня после возвращения хоккеистов с выездных игр (16 игр). Третий отбор провели через 2 суток после последней игры (проведено 17 игр). Взятие крови осуществлялось утром, натощак посредством венепункции локтевой вены. Обработка крови и получение сыворотки проводились стандартными методами.

Образцы сыворотки крови анализировались с помощью стандартизованных коммерческих наборов реагентов на биохимическом автоматическом анализаторе «Konelab-20» фирмы "Thermo Fisher Scientific Inc." (Финляндия) на содержание общего белка (ОБ), мочевины (М), мочевой кислоты (МК), креатинина (Кр), глюкозы (Г), общего холестерина (ХС), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС-ЛПВП), холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС-ЛПНП), триглицеридов (ТГ), креатинкиназы – МВ (КК-МВ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), гаммаглута-

милтранспептидазы (ГТПП) и общего билирубина (ОБр), а также макроэлементов (кальций (Ca), магний (Mg), фосфор (P)). Ферритин (ФТ), миоглобин (Мг), эритропоэтин (ЭП), тестостерон (ТС) и кортизол (К) определяли при помощи ИФА-диагностикумов, производства фирмы «Вектор-Бест» (Россия). Пировиноградная кислота (ПВК) определялась в соответствии с методикой производителя М-2001 к анализатору биожидкостей «ФЛЮОРАТ – 02 – АБЛФ – Т». Для интегральной оценки состояния организма спортсменов рассчитывался индекс анаболизма (ИА) по формуле:

$$\text{ИА} (\%) = (\text{тестостерон}/\text{кортизол}) \times 100\%.$$

Значение ИА от 3% и менее свидетельствует о перетренированности организма спортсмена и о преобладании в нем катаболических процессов [6].

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы статистической обработки данных StatEX-2004.2. Рассчитывали среднюю величину оцениваемых показателей, а достоверность различий определялась по критерию Вилкоксона (для зависимых выборок).

Результаты и их обсуждение

У спортсменов были определены в сыворотке крови концентрации гормонов К, ТС и рассчитан ИА (табл. 1), что позволило оценить как уровень психоэмоционального напряжения у хоккеистов, так и состояние процессов анаболизма, характерных для этих спортсменов в соревновательном периоде.

Как свидетельствуют полученные данные, хоккейный сезон осуществлялся хоккеистами на фоне психоэмоционального напряжения – уровень К во все исследованные интервалы соревновательного периода был повышенным. Особенно высоки эти значения были в начале и середине сезона игр, к концу соревновательного периода наблюдалось их достоверное снижение. Этот высокий уровень оказывал неблагоприятное значение на функциональное состояние организма спортсменов. Об этом свидетельствовали уровни ИА, выявившие у спортсменов на протяжении большей части хок-

кейного сезона состояние перетренированности.

Данные биохимических показателей, характеризующих особенности метаболизма спортсменов, а так же функциональное состояние различных систем организма хоккеистов представлены в таблице 2.

Анализ уровня ОБ в ходе хоккейного сезона показал, что на всем его протяжении содержание этого анализата находилось в пределах референтного интервала, но к концу соревновательного периода количество ОБ статистически значимо снизилось на 6% относительно исходного уровня.

Значения М, МК и Кр в анализируемом периоде обнаруживают сходную динамику, при этом в середине сезона игр для М и МК отмечены патологические уровни этих показателей, а к концу соревновательного периода выявлено их достоверное снижение. Подобная динамика показателей белкового обмена подтверждает преобладание в организме хоккеистов катаболических процессов [7], физиологической целью которых является получение максимального количества энергии для успешного выполнения спортивной деятельности в ходе соревновательного периода.

Полученные показатели углеводного обмена и энергетических процессов в организме спортсменов находились в пределах референтного диапазона и не обнаруживали какой – либо динамики. Однако уровень ЭП во все периоды наблюдения был достаточно низким и обнаруживал тенденцию к снижению величины этого показателя к концу сезона игр. Учитывая важную роль этого почечного гормона как стимулятора кроветворения подобная ситуация является неблагоприятной для обеспечения высокого уровня производительности спортсменов.

При исследовании показателей липидного обмена у хоккеистов выявлен ряд особенностей. Так, для ХС получено превышение верхней границы референтного интервала этого показателя в середине соревновательного периода (второе исследование). ХС-ЛПВП на всем протяжении хоккейного сезона в сыворотке крови спортсменов был на уровне этого показателя, характерном для сред-

Таблица 1 / Table 1

Уровни кортизола, тестостерона сыворотки крови (M±m) и анаболический индекс спортсменов хоккеистов в период игр

Levels of cortisol, testosterone in blood serum (M±m) and anabolic index in hockey-players during contest season

№ п/п	Показатель (референтный интервал и единицы измерения)	Периоды исследования (время от начала сезона игр)		
		1 (2,5 месяца)	2 (4 месяца)	3 (6 месяцев)
1	Кортизол (190,0-690,0 нмоль/л)	1017,2±56,7	921,7±44,6 p1-2=0,117	815,7±32,0 p1-3=0,006
2	Тестостерон (4,5-35,4 нмоль/л)	22,2±2,9	23,8±2,6 p1-2=0,249	26,2±1,79 p1-3=0,150
3	Индекс анаболизма (>3%)	2,2	2,6	3,2

Биохимические показатели ($M \pm m$) состояния процессов метаболизма организма хоккеистов в различные периоды хоккейного сезона
Biochemical values ($M \pm m$) reflecting metabolic processes in hockey-players during different periods of hockey season

№ п/п	Показатель, референтный интервал и единицы измерения	Периоды исследования (время от начала сезона игр)		
		1 (2,5 месяца)	2 (4 месяца)	3 (6 месяцев)
<i>Показатели белкового обмена</i>				
1	Общий белок, 64,0-83,0 г/л	75,0 \pm 1,1	78,0 \pm 1,4 p1-2=0,020	70,6 \pm 1,1 p1-3=0,013; p2-3=0,001
2	Мочевина, 2,2-7,2 ммоль/л	5,44 \pm 0,7	7,4 \pm 0,49 p1-2=0,008	6,3 \pm 0,26 p1-3=0,33; p2-3=0,002
3	Мочевая кислота, 210,0-420,0 мкмоль/л	330,8 \pm 21,4	435,4 \pm 28,0 p1-2=0,008	313,3 \pm 14,9 p1-3=0,480; p2-3=0,000
3	Креатинин, 62,0-115,0 мкмоль/л	85,1 \pm 5,3	105,4 \pm 3,9 p1-2=0,013	91,4 \pm 3,0 p1-3=0,089; p2-3=0,001
<i>Показатели, характеризующие углеводный обмен и энергетические процессы</i>				
5	Глюкоза, 3,3-6,2 ммоль/л	4,6 \pm 0,3	5,2 \pm 0,2 p1-2=0,088	4,8 \pm 0,11 p1-3=0,430; p2-3=0,010
6	Пировиноградная кислота, 7,0-14,0 мкг/мл	11,9 \pm 0,71	10,1 \pm 1,0 p1-2=0,071	9,03 \pm 0,5 p1-3=0,002; p2-3=0,210
7	Эритропоэтин, 5,6-28,9 ММЕ/м	7,4 \pm 1,1	8,0 \pm 0,7 p1-2=0,117	6,6 \pm 0,8 p1-3=0,230; p2-3=0,060
<i>Показатели липидного обмена</i>				
8	Общий холестерин, <5,2 ммоль/л	4,7 \pm 0,35	5,5 \pm 0,35 p1-2=0,009	4,7 \pm 0,26 p1-3=0,370; p2-3=0,074
9	Холестерин липопротеидов высокой плотности, 0,8-1,6 ммоль/л	1,3 \pm 0,0	1,4 \pm 0,1 p1-2=0,190	1,38 \pm 0,04 p1-3=0,47; p2-3=0,43
10	Холестерин липопротеидов низкой плотности, <3,3 ммоль/л	3,3 \pm 0,3	3,5 \pm 0,2 p1-2=0,11	3,5 \pm 0,1 p1-3=0,227; p2-3=0,465
11	Триглицериды, 0,5-1,6 ммоль/л	0,9 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1 p1-2=0,300	0,6 \pm 0,1 p1-3=0,100; p2-3=0,020
<i>Показатели минерального обмена</i>				
12	Кальций общий, 2,1-2,5 ммоль/л	2,5 \pm 0,0	2,4 \pm 0,0 p1-2=0,030	2,4 \pm 0,0 p1-3=0,005; p2-3=0,090
13	Магний, 0,8-1,0 ммоль/л	0,8 \pm 0,0	0,8 \pm 0,0, p1-2=0,118	0,9 \pm 0,0, p1-3=0,0003; p2-3=0,008
14	Фосфор неорганический, 0,9-1,4 ммоль/л	1,2 \pm 0,0	1,2 \pm 0,0 p1-2=0,360	1,3 \pm 0,0 p1-3=0,010; p2-3=0,450
15	Ферритин, 20,0-350,0 нг/мл	181,8 \pm 44,4	194,9 \pm 43,8 p1-2=0,310	114,3 \pm 12,2 p1-3=0,040; p2-3=0,010
<i>Показатели, характеризующие состояние мышечной системы</i>				
16	Миоглобин, до 100,0 нг/мл	30,4 \pm 4,0	29,0 \pm 4,9 p1-2=0,199	19,0 \pm 2,2 p1-3=0,005; p2-3=0,004

17	Лактатдегидрогеназа, <450,0 Ед/л	285,4±12,4	332,4±36,3 p1-2=0,190	281,5±11,4 p1-3=0,380; p2-3=0,062
18	Креатинкиназа-МВ, <25,0 Ед/л	25,9±1,2	26,2±1,8 p1-2=0,400	25,9±2,5 p1-3=0,440; p2-3=0,470
Показатели, характеризующие функционирование печени				
19	Аланинаминотрансфераза, < 45,0 У/л	22,2±2,9	22,7±2,12 p1-2=0,440	24,2±1,6 p1-3=0,280; p2-3=0,270
20	Аспартатаминотрансфераза, < 35,0 У/л	36,5±3,2	36,4±1,9 p1-2=0,450	36,5±1,8 p1-3=0,380; p2-3=0,230
21	Щелочная фосфатаза, 60,0-275,0 Ед/л	206,1±19,4	153,8±19,5 p1-2=0,008	159,3±7,8 p1-3=0,013; p2-3=0,270
22	Гаммаглутамилтранс- пептидаза, до 50,0 Е/л	22,7±1,4	23,7±1,5 p1-2=0,028	25,3±1,0 p1-3=0,046; p2-3=0,180
23	Общий билирубин, 1,7-21,0 мкмоль/л	13,5±1,4	16,0±1,8 p1-2=0,030	12,0±1,1 p1-3=0,067; p2-3=0,059

него риска развития патологических изменений в сердечно – сосудистой системе. Выявленные в ходе всех исследований уровни ХС-ЛПНП, наоборот, были высокими и превышали верхнюю границу его нормальных значений. Уровни ТГ в ходе исследований – это единственные из полученных показателей липидного обмена, которые находились в зоне «благоприятных» значений референтного интервала этого показателя, хотя и достоверно снижались на 25% к концу сезона игр.

Значения практически всех показателей жирового обмена, полученных в ходе обследования хоккеистов в течение соревновательного периода (высокие уровни ХС и ХС-ЛПНП и недостаточно высокие уровни ХС-ЛПВП), демонстрируют признаки нарушения метаболизма липидов – дислипидемии, являющейся важнейшим фактором сердечно-сосудистого риска [8]. В литературе имеются данные о подобных нарушениях липидного обмена у спортсменов, но они касаются иных видов спорта [9]. Подобный дисбаланс в метаболизме жиров, по всей видимости, вызван тем, что повышенный уровень кортизола для усиления энергетических процессов вызывает мобилизацию липидов и жирных кислот, следствием чего может являться гиперхолестеринемия.

Изучение минерального обмена показало недостаточный уровень Mg в крови хоккеистов – он колебался на уровне нижней границы референтного интервала, установленного для этого показателя. Учитывая, что этот минерал является ко-фактором около 300 ферментов, регулирует проницаемость клеточных мембран, участвует в мышечном сокращении и работе синапсов [10] – все это свидетельствует, что низкий уровень Mg может являться неблагоприятным фактором для обеспечения оптимальной производительности спортсменов. Кроме недостатка Mg так же обнаружено снижение депо железа – уровень ФТ в конце

соревновательного периода понизился на 37%.

Биохимические показатели, характеризующие метаболизм в мышечной системе хоккеистов свидетельствуют о высокой степени их тренированности [5, 11], однако значения КК-МВ в ходе всего соревновательного периода превышают верхнюю границу референтного интервала, что свидетельствует о неблагоприятном состоянии сердечной мышцы. Есть мнение, что небольшое повышение значений креатинкиназы для спортсменов является нормальным [12], наряду с этим существует и иное мнение, что повышенные значения показателя являются ранними предвестниками миопатии [13].

Обнаруженная тенденция к повышению значений АлАТ так же свидетельствует о повреждении мышечных волокон в ходе спортивной деятельности [12].

Из ряда показателей, обычно используемых для оценки функционирования гепатобилиарной системы выявлено лишь снижение концентрации в крови ЩФ (на 23% от исходного уровня). Снижение концентрации ЩФ в ходе сезона игр, на наш взгляд, объясняется выявленным недостаточным количеством Mg в организме хоккеистов [10].

Заключение

Таким образом, проведенные биохимические исследования позволяют констатировать, что функционирование организма хоккеистов во время соревновательного периода осуществляется на фоне ряда неблагоприятных изменений метаболизма. Состояние перетренированности отмечалось на протяжении большей части исследуемого периода. Для организма спортсменов в этом состоянии характерны катаболические процессы, способствующие максимальной оптимизации энергетических процессов в организме спортсменов. Об этом свидетельствует как снижение уровня ОБ, так и повышение концентрации продуктов

разрушения белка: М и МК до патологических значений, а так же разбалансировка нормальных метаболических механизмов обмена липидов. Высокие физические и моральные нагрузки способствуют утомлению сердечной мышцы. А недостаток магния может усугублять эти процессы и вызывать мышечную слабость и заболевания сердечно – сосудистой системы [10]. Следует особо отметить, что патологические значения показателей липидного обмена сами по себе являются факторами риска кардиоваскулярной патологии.

Выявленные неблагоприятные особенности метаболических процессов, наличие донозологических сдвигов показателей в организме хоккеистов высшей квалификации во время соревновательного периода требуют их коррекции посредством мероприятий, направленных на поддержание сердечной мышцы и оптимизацию ее работы, снижение процессов атерогенеза и коррекцию питания спортсменов, прежде всего за счет введения в рацион натуральных, нерафинированных продуктов, содержащих большое количество биологически активных веществ [14].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Rohleder N., Beulen S.E., Chen E., Wolf J. M., Kirschbaum C. Stress on the dance floor: the cortisol stress response to social-evaluative threat in competitive ballroom dancers. *Personality and Social Psychology Bulletin*. 2007; 33(1): 69-84. DOI: 10.1177/014616720629386.
2. Карузин К.А., Бойцов В.И., Мартусевич А.К., Левушкин С.П. Влияние комплексной программы оптимизации метаболизма на работоспособность спортсменов. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2016; 6: 80-88. [Karuzin K.A., Boytsov V.I., Martusevich A.K., Levushkin S.P. Vliyaniye kompleksnoy programmy optimizatsii metabolizma na rabotosposobnost' sportmenov. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vesnik*. 2016; 6: 80-88 (In Russ.)].
3. Siart B., Nimmerichter A., Vidotto C., Wallner B. Status, Stress and Performance in Track and Field Athletes during the European Games in Baku (Azerbaijan). *Sci. rep.* 2017; 7(1): 6076. Doi: 10.1038/s41598-017-06461-z.
4. Колесов С.А., Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Чумаков Н.В. Сывороточный оксид азота и адаптация к физическим нагрузкам на фоне приема продукта спортивного питания. *Медицина труда и экология человека*. 2017; 1: 84-92. [Kolesov S.A., Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Strakhova L.A., Chumakov N.V. Serum nitric oxide and adaptation to physical loads during dietary administration of sport nutrition product. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2017; 1: 84-92 (In Russ.)].
5. Muhsin H., Aynur O., İlhan O., Mehmet S., Ozan S. Effect of

Increasing Maximal Aerobic Exercise on Serum Muscles Enzymes in Professional Field Hockey Players. *Glob J Health Sci*. 2015; 7(3): 69-74. Doi: 10.5539/gjhs.v7n3p69.

6. Афанасьева И.А., Таймазов В.А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета. *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2011; 82(12): 24-30. [Afanas'eva I.A., Taymazov V.A. Sindrom peretrenirovannosti u sportmenov: endogennaya intoksikatsiya i faktory vrozhdennogo immuniteta. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafita*. 2011; 82(12): 24-30 (In Russ.)].

7. Ипатенко О.Н. Биохимический мониторинг работоспособности футболиста в тренировочных и игровых циклах. *Журнал практической спортивной медицины*. URL: https://sportdoktor.ru/genthemes/genthemes_712.html. [Ipatenko O.N. Biokhimicheskiy monitoring rabotosposobnosti futbolista v trenirovochnykh i igrovyykh tsiklakh. *Zhurnal prakticheskoy sportivnoy meditsiny*. URL: https://sportdoktor.ru/genthemes/genthemes_712.html (In Russ.)].

8. Куранов А.А., Балеев М.С., Митрофанова Н.Н., Мельников В.Л. Некоторые аспекты патогенеза атеросклероза и факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Фундаментальные исследования*. 2014; 10-6: 1234-1238. [Kuranov A.A., Baleev M.S., Mitrofanova N.N., Mel'nikov V.L. Nekotorye aspekty patogeneza ateroskleroza i faktory riska razvitiya serdechno-sosudistykh zabolevaniy. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; 10-6:1234-1238 (In Russ.)].

9. Nasseu J.R., Ama Moor V.J., Takam R.D.M., Zing-Awona B., Azabji-Kenfack M., Tankeu F., Tchoula C.M., Moukette B.M., Ngogang J.Y. Cameroonian professional soccer players and risk of atherosclerosis. *BMC Res Notes*. 2017; 10(1): 186. Doi: 10.1186/s13104-017-2508-x.

10. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир. 2004; 272 с. [Skal'nyy A.V., Rudakov I.A. Bioelementy v meditsine. М.: Izdatel'skiy dom «ONIKS 21 vek»: Mir. 2004; 272 s (In Russ.)].

11. Долгов В.В., Шевченко О.П. Лабораторная диагностика нарушений обмена белков. М.: ECO-MED-POLL. 1997; 68 с. [Dolgov V.V., Shevchenko O.P. Laboratornaya diagnostika narusheniy obmena belkov. М.: ECO-MED-POLL; 1997. 68 s (In Russ.)].

12. Baird M.F., Graham S.M., Baker J.S., Bickerstaff G.F. Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *J Nutr Metab*. 2012; 2012: 96036. Published online. Doi: 10.1155/2012/960363.

13. Brancaccio P., Maffulli N., Limongelli F.M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*. 2007; 81-82: 209-230.

14. Wadenaar F., Brinkmans N., Ceelen I., Van Rooij B., Mensink M., Witkamp R., De Vries J. Micronutrient Intakes in 553 Dutch Elite and Sub – Elite Athletes: Prevalence of Low and High Intakes in Users and Non – Users of Nutritional Supplements. *Nutrients*. 2017; 9(2): 142. Doi: 10.3390/nu9020142.

Поступила / Received 19.12.2017

Принята в печать / Accepted 30.01.2018

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest

Контактная информация: Колесов Сергей Алексеевич; тел.: 8-904-058-60-18; e-mail: sakdom2@mail.ru; Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Семашко, д. 20.

Corresponding author: Sergey A. Kolesov; tel.: 8-903-058-60-18; e-mail: sakdom2@mail.ru; 20, Semashko str., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.