

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.9>

УДК 616-098

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original Article



Роль системы антиоксидантной защиты в развитии детренированности у спортсменов

А.В. Еликов^{1*}, М.М. Коростелева^{2,3}

¹ ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Минздрава России, Киров, Россия

² ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» («ФИЦ питания и биотехнологии»), Москва, Россия

³ ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить основные показатели свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты в плазме крови бывших спортсменов в зависимости от срока прекращения занятий спортом.

Материалы и методы: обследовано 24 бывших спортсмена мужского пола в возрасте 19–29 лет, которые были разделены на 2 группы по 12 человек (1-я группа — бывшие спортсмены, прекратившие занятия сроком до 2 лет; 2-я — свыше 2-х лет). Контрольную группу составили 15 практически здоровых нетренированных студентов-добровольцев аналогичного возраста. Для изучения состояния свободнорадикального окисления использовали определение содержания активных продуктов тиобарбитуровой кислоты по реакции с тиобарбитуровой кислотой, спектрофотометрически при длине волны 535 нм. Определение диеновых конъюгатов проводили в гептановой фазе после предварительной экстракции смесью гептан-изопропанол при длине волны 233 нм.

Результаты: установлена направленность сдвигов состояния оксидантного баланса в зависимости от срока детренированности. Концентрация малонового диальдегида у бывших спортсменов 1-й группы увеличивалась на 38,6%. При исследовании содержания диеновых конъюгатов установлена стадийность изменения изучаемого показателя с максимальными значениями у бывших спортсменов 1-й группы и более низкими у 2-й, превышающими величину этого показателя у лиц контрольной группы на 8,0%.

Заключение: полученные данные можно рекомендовать для контроля за состоянием спортсменов, прекративших занятия спортом, и учитывать при назначении реабилитационных мероприятий для соответствующего контингента.

Ключевые слова: детренированность, спортсмены, свободнорадикальное окисление, антиоксидантная защита

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Еликов А.В., Коростелева М.М. Роль системы антиоксидантной защиты в развитии детренированности у спортсменов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021;11(4):78–83. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.9>

Поступила в редакцию: 05.10.2021

Принята к публикации: 01.12.2021

Online first: 20.12.2021

Опубликована: 30.12.2021

* Автор, ответственный за переписку

Role of antioxidant protection system in development of detachment in athletes

Anton V. Elikov^{1*}, Margarita M. Korosteleva^{2,3}

¹ Kirov State Medical University, Kirov, Russia

² Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety (Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology), Moscow, Russia

³ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the main indicators of free radical oxidation and antioxidant protection in the blood plasma of former athletes, depending on the period of cessation of sports.

Materials and methods: 24 former male athletes aged 19–29 years were examined, who were divided into 2 groups of 12 people each (1st group — former athletes who stopped training for up to 2 years; 2nd — over 2 years). The control group consisted of 15 practically healthy untrained student volunteers of the same age. To study the state of free radical oxidation, we used the determination of the content of active products of thiobarbituric acid by reaction with thiobarbituric acid, spectrophotometrically at a wavelength of 535 nm. Determination of diene conjugates was carried out in the heptane phase after preliminary extraction with a heptane-isopropanol mixture at a wavelength of 233 nm.

Results: the direction of the shifts in the state of the oxidative balance was established depending on the period of detraining. The concentration of malondialdehyde in former athletes of the 1st group increased by 38.6 %. In the study of the content of diene conjugates, the staging of changes in the studied indicator was established with the maximum values in the former athletes of the 1st group and lower in the 2nd, exceeding the value of this indicator in the control group by 8.0 %.

Conclusions: the obtained data can be recommended for monitoring the state of athletes who stopped playing sports and taken into account when prescribing rehabilitation measures for the corresponding contingent.

Keywords: detraining, athletes, free radical oxidation, antioxidant protection

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Elikov A.V., Korosteleva M.M. Role of antioxidant protection system in development of detachment in athletes. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* (Sports medicine: research and practice). 2021;11(4):78–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.4.9>

Received: 5 October 2021

Accepted: 1 December 2021

Online first: 20 December 2021

Published: 30 December 2021

* Corresponding author

1. Введение

Высокая регулярная двигательная активность является непереносимым условием существования спорта высоких достижений. Известно, что адаптация к регулярной напряженной мышечной деятельности сопровождается активацией свободнорадикальных реакций на фоне меняющегося уровня функционирования системы антиоксидантной защиты [1, 2]. Баланс между свободнорадикальным окислением (СРО) и системой антиоксидантной защиты (АОЗ) во многом будет определять устойчивость организма к физическим нагрузкам [3]. Прекращение занятий спортом также будет предопределять изменения существующего оксидантного баланса, связанные со снижением повседневной двигательной активности бывшего спортсмена (относительная гиподинамия), особенно если это сопровождается травмами и психологическим дискомфортом [4, 5]. Таким образом, изучение состояния свободнорадикального окисления (СРО) и антиоксидантной защиты представляется весьма актуальной задачей как диагностики влияния развивающейся относительной гиподинамии на функциональное состояние лиц, оставивших спорт, так и разработки подходов в плане их коррекции с целью минимизировать неблагоприятные последствия.

Цель исследования: изучить основные показатели свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты в плазме крови бывших спортсменов в зависимости от срока прекращения занятий спортом.

2. Материалы и методы

Проведено биохимическое обследование 24 бывших спортсменов мужского пола в возрасте от 19 до 29 лет. Они подразделялись на 2 группы по 12 человек (1-я группа — обследуемые, прекратившие занятия до 2-х лет назад; 2-я — обследуемые, прекратившие занятия спортом свыше 2-х лет). Спортивная квалификация

детренированных лиц была от 3-го взрослого разряда до КМС, специализация включала как циклические, так и ациклические виды спорта. Контрольную группу составили 15 практически здоровых нетренированных студентов-добровольцев аналогичного возраста, занимающихся физической культурой только в объеме вузовской программы.

Все исследования проводили в осенне-зимний сезон. Обследуемые находились на общем рационе питания. За неделю до эксперимента исключался прием поливитаминных комплексов, биологически активных добавок и пищевых продуктов с высоким содержанием витаминов С и Е, превышающим среднюю рекомендованную суточную дозу для данного возраста и пола.

Забор крови проводили из локтевой вены. Кровь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 мин на центрифуге ОПн-3 (АО ТНК «ДАСТАН», Кыргызстан).

Биохимические показатели определяли в плазме крови. Для изучения состояния СРО использовали определение содержания активных продуктов тиобарбитуровой кислоты (ТБКап) по реакции с тиобарбитуровой кислотой, спектрофотометрически при длине волны 535 нм. Определение диеновых конъюгатов (ДК) проводили в гептановой фазе после предварительной экстракции смесью гептан-изопропанол при длине волны 233 нм [6]. Значение ДК выражали по отношению к содержанию общих липидов (ОЛ), которые определяли по реакции с сульфифосфотанилиновым реактивом. Для определения первичных продуктов СРО и общей антиоксидантной активности (ОАА) измеряли интенсивность хемилюминесценции (ХЛ), инициированной пероксидом водорода, в присутствии избытка ионов двухвалентного железа, за 30 с (S30) и 60 с (S60), а также максимальную вспышку ХЛ (Im) за исследуемое время на хемилюминиметре Emilite 1105 (Biochemmack, РФ) [7]. ОАА оценивали по отношению уровней максимальной вспышки/

Таблица 1

Показатели, характеризующие состояние СРО в плазме крови у детренированных лиц ($M \pm m$)

Table 1

Indicators characterizing the state of FRO in blood plasma in detrained individuals ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	Контрольная группа ($n = 15$)	Бывшие спортсмены	
		1-я группа ($n = 12$)	2-я группа ($n = 12$)
ТБКап, мкмоль/л	$5,38 \pm 0,26$	$7,46 \pm 0,30^*$	$5,65 \pm 0,26$
ДК, у.е./г ОЛ	$0,25 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,03^*$	$0,27 \pm 0,02$
ХЛ (пик) (Im), кФотон	$80,5 \pm 2,3$	$98,2 \pm 3,5^*$	$84,8 \pm 2,7$
ХЛ (S60), кФотон	$1685,3 \pm 41,9$	$2097,5 \pm 57,3^*$	$1741,6 \pm 42,7$
ХЛ (S30), кФотон	$1104,2 \pm 34,1$	$1361,8 \pm 40,6^*$	$1169,3 \pm 36,4$

Примечание: * — различия с контролем статистически достоверны ($p < 0,05$).Note: * — differences with control are statistically significant ($p < 0.05$).

светосумма за 30 с (Im/S). Метод определения антирадикальной активности (АРА) основан на обесцвечивании раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила продуктами свободнорадикального окисления [8].

В плазме крови исследовано содержание витаминов-антиоксидантов — аскорбиновой кислоты (АК) и α -токоферола (α -ТФ). Уровень АК определяли колориметрическим методом с динитрофенилгидразином, α -ТФ — с альфа-2-, альфа-2-дипиридиллом [6]; содержание церулоплазмина (ЦП) — антиоксиданта плазмы крови — определяли модифицированным методом с парафенилендиамином [6].

Исследование содержания холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП) проводили в их фракциях по реакции с хлорным железом по методу Златкиса — Зака после осаждения апоВ-содержащих липопротеинов гепарином в присутствии солей марганца и разделения центрифугированием [6]. Надосадочную жидкость, содержащую ЛПВП, использовали для определения содержания холестерина и интенсивности ХЛ. Осадок, содержащий липопротеины низкой и очень низкой плотности (ЛПНП+ЛПОНП), растворяли в 2-М растворе сульфата аммония и также использовали для последующего определения содержания холестерина и интенсивности ХЛ. На основании биохимических исследований липопротеиновых фракций рассчитывали диагностические коэффициенты:

$$\{K_1\} = \frac{\text{ХЛ(ЛПНП + ЛПОНП)} \times \text{ХС(ЛПНП + ЛПОНП)}}{\text{ХЛ(ЛПВП)} \times \text{ХС(ЛПВП)}} \text{ и}$$

$$\{K_2\} = \frac{\text{ТБКап(ЛПНП + ЛПОНП)} \times \text{ХС(ЛПНП + ЛПОНП)}}{\text{ТБКап(ЛПВП)} \times \text{ХС(ЛПВП)}},$$

где ХЛ(ЛПНП+ЛПОНП) и ХЛ(ЛПВП) — общая светосумма интенсивности хемилюминесценции за 60 с фракций (ЛПНП+ЛПОНП) и ЛПВП соответственно; ТБКап(ЛПНП + ЛПОНП) и ТБКап(ЛПВП) — содержание ТБКап в соответствующих фракциях; ХС(ЛПНП +

ЛПОНП) и ХС(ЛПВП) — уровень холестерина соответствующих фракций.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с использованием программы Biostat и Statistica 6.0. с определением $M \pm m$, достоверность разницы определяли по t -критерию Стьюдента. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Основные показатели, характеризующие СРО в плазме крови у бывших спортсменов и обследуемых контрольной группы, представлены в таблице 1. Установлено, что состояние детренированности сопровождается активацией реакций СРО, что подтверждается исследованием содержанием первичных (интенсивность ХЛ), промежуточных (содержанием ДК) и вторичных (содержание ТБКап) продуктов ПОЛ.

Содержание ТБКап, главным из которых является малоновый диальдегид (МДА), у бывших спортсменов 1-й группы увеличивалось на 38,6 %, что, по нашему мнению, говорит, с одной стороны, об интенсификации процессов СРО, которая связана с развитием стрессовой реакции при переходе от состояния повышенной повседневной двигательной активности к обычной (относительная гиподинамия), с другой — о деструктивных процессах в клеточных мембранах. Известно, что продукты СРО, в первую очередь МДА, являются лабилизаторами мембран лизосом. Накопление продуктов СРО будет приводить к выходу лизосомальных ферментов и развитию атрофических процессов в мышечной ткани и снижению объема мышечной массы при прекращении занятий спортом. Кроме того, деструкция мембран, обусловленная интенсификацией СРО, будет приводить к нарушению мембранно-зависимых процессов, в частности нарушению работы транспортных систем и элиминации липопротеиновых комплексов, что, в свою очередь, не только способствует атрофическому процессу в скелетной мышце, но и будет оказывать неблагоприятное воздействие на общий метаболический статус

организма, в частности атерогенные изменения липопротеинового спектра. В то же время у бывших спортсменов 2-й группы, по сравнению с лицами контрольной группы, показатель содержания ТБКап был выше на 5,0 %, что говорит о стабилизации процесса детренированности и его стадийности.

При исследовании содержания ДК также установлена стадийность изменения изучаемого показателя с максимальными значениями у бывших спортсменов 1-й группы и более низкими у 2-й, превышающими величину этого показателя у лиц контрольной группы на 8,0 %. То есть в целом динамика данного показателя соответствует сдвигам содержания ТБКап, вместе с тем амплитуда сдвигов ДК была существенно выше, что свидетельствует о большей чувствительности данного показателя при исследовании реакций СРО.

Детальный анализ сдвигов показателей ХЛ дает возможность сделать вывод о существенной интенсификации образования первичных продуктов СРО при развитии состояния детренированности, что проявлялось наибольшими значениями показателей ХЛ у бывших спортсменов 1-й группы. При анализе сдвигов ХЛ с образованием промежуточных и вторичных продуктов ПОЛ следует отметить сопоставимую амплитуду этих сдвигов, что говорит о полной цепи СРО и характеризует снижение эффективности системы АОЗ у детренированных лиц, что связано, по нашему мнению, с развитием состояния относительной гиподинамии. Колебания маркеров окислительного стресса также была показана в фундаментальной работе [9] в условиях длительной антиортостатической гипокинезии.

Однако интенсивность протекания реакций СРО лимитируется не только силой воздействия различных неблагоприятных факторов. Важнейшее значение имеет состояние системы АОЗ, эффективность которой и формирует состояние оксидантного баланса организма. Нами исследованы следующие показатели системы

АОЗ в плазме крови: АОА, АРА, ЦП, АК и α -ТФ, а также суммарный показатель состояния оксидантного баланса организма в виде диагностических коэффициентов $\{K_1\}$ и $\{K_2\}$. Результаты представлены в таблице 2.

Расчет АОА плазмы крови и величина АРА не выявило достоверных отличий данных показателей у бывших спортсменов по сравнению с лицами контрольной группы. Однако ранее проведенные исследования свидетельствуют о повышенной АОА и АРА в плазме крови у активных спортсменов [10], поэтому в целом можно говорить снижении эффективности АОЗ у детренированных лиц.

Увеличение содержания ЦП у бывших спортсменов 1-й группы может носить не только компенсаторный характер на активацию процессов СРО, но и говорить о наличии стрессовой реакции [11, 12]. У бывших спортсменов 2-й группы содержание ЦП было ниже по сравнению с 1-й группой на 25,5% и выше по сравнению с лицами контрольной группы на 15,2%, что также будет свидетельствовать о сопровождении снижения привычной двигательной активности стадийной стрессовой реакцией.

Снижение эффективности системы АОЗ в состоянии детренированности подтверждается и достоверно более низкими значениями у бывших спортсменов витаминов-антиоксидантов С и Е. Данное явление можно связать с повышенным расходом неферментативных антиоксидантов для компенсации интенсификации реакций СРО и будет указывать на необходимость дополнительного поступления антиоксидантов с пищей.

Особый интерес представляет изучение оксидантного баланса в липопротеиновых фракциях, который оценивали по величине предложенных нами диагностических коэффициентов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что при состоянии детренированности существенно снижается роль ЛПВП в поддержании оксидантного баланса, что проявляется в достоверно

Таблица 2

Показатели, характеризующие состояние АОЗ и оксидантного баланса в плазме крови у детренированных лиц ($M \pm m$)

Table 2

Indicators characterizing the antioxidant protection state and oxidative balance in blood plasma in detrained individuals ($M \pm m$)

Исследуемый показатель	Контрольная группа (n = 15)	Бывшие спортсмены	
		1-я группа (n = 12)	2-я группа (n = 12)
АОА, Im/S30	0,073 $\pm$ 0,002	0,072 $\pm$ 0,002	0,073 $\pm$ 0,002
АРА, % ингибирования	51,8 $\pm$ 2,6	49,4 $\pm$ 1,9	50,6 $\pm$ 2,5
ЦП, мг/л	256 $\pm$ 12	396 $\pm$ 18*	295 $\pm$ 14*
АК, мг/л	6,82 $\pm$ 0,23	5,66 $\pm$ 0,17*	6,29 $\pm$ 0,22
α -ТФ, мг/л	10,63 $\pm$ 0,56	7,98 $\pm$ 0,49*	8,88 $\pm$ 0,52*
$\{K_1\}$	2,90 $\pm$ 0,14	4,11 $\pm$ 0,19*	3,15 $\pm$ 0,15
$\{K_2\}$	3,61 $\pm$ 0,14	4,85 $\pm$ 0,21*	3,92 $\pm$ 0,16

Примечание: * — различия с контролем статистически достоверны ($p < 0,05$).

Note: * — differences with control are statistically significant ($p < 0.05$).

более высокими значениями диагностических коэффициентов у бывших спортсменов 1-й группы (соответственно {K1} на 41,2 %; $p < 0,001$, а {K2} на 34,3 %; $p < 0,001$). У бывших спортсменов 2-й группы {K1} и {K2} оставались выше, чем у лиц контрольной группы, но достоверно ниже по сравнению с бывшими спортсменами 1-й группы. Это позволяет рекомендовать данные коэффициенты в качестве надежного дополнительного критерия оценки функционального состояния бывших спортсменов и объясняет более низкие значения показателей АОА в плазме крови при состоянии детренированности. Эти механизмы следует учитывать в комплексной реабилитации бывших спортсменов.

4. Выводы

Резюмируя результаты исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Состояние детренированности у бывших спортсменов, возникающее после прекращения занятий спортом до 2-х лет, характеризуется усилением

Вклад авторов:

Еликов Антон Вячеславович — написание текста статьи, сбор и статистическая обработка данных.

Коростелева Маргарита Михайловна — редактирование, утверждение финальной версии статьи.

Список литературы

1. Бахарева А.С., Исаев А.П., Эрлих В.В., Аминов А.С. Особенности эффективной долговременной адаптации и регуляции метаболического состояния лыжников-гонщиков. Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2016;(3):4–10.
2. Овчинников А.Н., Дерюгина А.В. Ротовая жидкость как высокоинформативный субстрат неинвазивного исследования процессов липопероксидации и повреждения мышечной ткани в условиях физических нагрузок. Клиническая лабораторная диагностика. 2019;64(7):405–408.
3. Корнякова В.В., Конвай В.Д. Изменение антиоксидантного статуса крови у спортсменов циклических видов спорта в разные периоды тренировочного процесса. Успехи современного естествознания. 2015;(1-3):398–400.
4. Кокоулина О.П., Иванова В.А., Лубышев Е.А., Буянова Т.В. Социально-психологическая адаптация спортсменов после завершения профессиональной карьеры. Теория и практика физической культуры. 2019;(7):49–51.
5. Федотова И.В. Причины медико-психологической дезадаптации спортсменов высокой квалификации в постспортивном периоде. Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2012;(1(3)):125–129.
6. Камышников В.С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: справочник. 2-е изд. Минск: Интерпрессервис; 2003.
7. Цапок П.И., Галкин А.А. Хемилюминесцентный метод определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови. Инф. листок № 175-98 Кировского ЦНТИ. Киров; 1998.

свободнорадикального окисления на фоне снижения ресурсов антиоксидантной защиты, с последующей обратной тенденцией после 2-х лет с момента прекращения занятий спортом.

2. Комплексное исследование показателей свободно-радикального окисления (ТБК активные продукты, диеновые конъюгаты, интенсивность хемилюминесценции) и антиоксидантной защиты (общая антиоксидантная активность, антирадикальная активность, активность церулоплазмينا, содержание аскорбиновой кислоты и альфа-токоферола), а также расчетные диагностические коэффициенты) является надежным критерием для диагностики развития состояния детренированности.

3. Сдвиги оксидантного баланса, сопровождающие развитие состояния детренированности, рекомендуются учитывать в трактовке данных биохимических анализов, проведения комплексной реабилитации бывших спортсменов, а также создания продуктов функционального питания для бывших спортсменов.

Authors' contributions:

Anton V. Elikov — writing the text of the article, collecting and statistical processing of data.

Margarita M. Korosteleva — editing, approval of the final version of the article.

References

1. Bakhareva A.S., Isaev A.P., Erlich V.V., Aminov A.S. Features of effective long-term adaptation and regulation of the metabolic state of skiers-racers. Pedagogika, psikhologiya i medikobiologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta = Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports. 2016. (3):4–10 (In Russ.).
2. Ovchinnikov A.N., Deryugina A.V. Oral fluid as a highly informative substrate for non-invasive study of lipid peroxidation processes and muscle tissue damage under physical stress. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Russian Clinical Laboratory Diagnostics. 2019;64(7):405–408 (In Russ.).
3. Korniyakova V.V., Conway V.D. Changes in the antioxidant status of blood in athletes of cyclic sports in different periods of the training process. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances in Current Natural Sciences. 2015;(1-3):398–400 (In Russ.).
4. Kokoulina O.P., Ivanova V.A., Lubyshev E.A., Buyanova T.V. Socio-psychological adaptation of athletes after the end of their professional career. Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury = Theory and practice of physical culture. 2019;(7):49–51.
5. Fedotova I.V. Causes of medical and psychological maladjustment of highly qualified athletes in the post-sports period. Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka = Physical education and sports training. 2012;(1(3)):125–129 (In Russ.).
6. Kamyshnikov V.S. Clinical and biochemical laboratory diagnostics: reference book. 2nd ed. Minsk: Interpresservis Publ.; 2003 (In Russ.).
7. Tsapok P.I., Galkin A.A. Chemiluminescent method for determination of lipid peroxidation products in blood serum. Information sheet No. 175-98 of the Kirov Central Scientific and Technical Institute. Kirov; 1998 (In Russ.).

8. Арутюнян А.В., Прокопенко В.М., Евсюкова И.И., Косов М.Н., Опарина Т.И. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная активность у здоровых доношенных новорожденных детей. Физиология человека. 2001;27(3):133–136.

9. Журавлева О.А., Маркин А.А., Кузичкин Д.С., Логинов В.И., Вострикова Л.В. Динамика маркеров окислительного стресса при длительной антиортостатической гипокинезии. Физиология человека. 2016;42(1):94–99. <https://doi.org/10.7868/S0131164615060107>

10. Еликов А.В., Гастян А.Г. Антиоксидантный статус у спортсменов при выполнении дозированной физической нагрузки и в восстановительном периоде. Вопросы питания. 2017;86(2):23–31.

11. Волчегорский И.А., Хребтова А.Ю. Влияние психологических особенностей личности на уровень продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови и ее антиокислительную активность. Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. 2004;90(3):339–344.

12. Волчегорский И.А., Цейликман В.Э., Львовская Е.И., Бубнов Н.В., Цейликман О.Б., Блюменталь О.Н., Синицкий А.И. Влияние повторных редко чередующихся иммобилизаций на устойчивость к гипоксии и на выраженность ангиогенного стресса у крыс. Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2005;91(4):394–399.

8. Arutyunyan A.V., Prokopenko V.M., Evsyukova I.I., Kosov M.N., Oparina T.I. Free radical oxidation and antioxidant activity in healthy full-term newborns. Human Physiology. 2001;27(3):378–381 <https://doi.org/10.1023/a:1010994510985>

9. Zhuravleva O.A., Markin A.A., Kuzichkin D.S., Loginov V.I., Vostrikova L.V. Dynamics of oxidation stress markers during long-term antiorthostatic hypokinesia: A retrospective study. Human Physiology. 2016;42(1):79–83 <https://doi.org/10.1134/s0362119715060109>

10. Elikov A.V., Gastyan A.G. Antioxidant status in athletes when performing dosed physical activity and in the recovery period. Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition. 2017;86(2):23–31

11. Volchegorskiy I.A., Khrebtova A.Yu. Influence of psychological characteristics of personality on the level of lipid peroxidation products in blood serum and its antioxidant activity. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova = Russian Journal of Physiology. 2004;90(3):339–344 (In Russ.).

12. Volchegorskiy I.A., Tseilikman V.E., L'vovskaya E.I., Bubnov N.V., Tseilikman O.B., Blyumental' O.N., Sinitskii A.I. Influence of repeated rarely alternating immobilizations on resistance to hypoxia and on the severity of angiogenic stress in rats. Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova = Russian Journal of Physiology. 2005;91(4):394–399 (In Russ.).

Информация об авторах:

Еликов Антон Вячеславович*, к.м.н, доцент ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Минздрава России, 610027, Россия, Киров, ул. К. Маркса, 112. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3042-8556> (anton_yelikov@mail.ru)

Коростелева Маргарита Михайловна, к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», 109240, Россия, Москва, Устьинский проезд, 2/14; доцент кафедры управления сестринской деятельностью ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (7 (985) 567-78-22, korostel@bk.ru)

Information about the authors:

Anton V. Elikov*, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of Chemistry, Kirov State Medical University, 112, K. Marks str., Kirov, 610027, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3042-8556> (anton_yelikov@mail.ru)

Margarita M. Korosteleva, M.D., Ph.D, Senior Researcher of Sports Anthropology and Nutrition Laboratory, Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, 2/14, bldg. 1, Ustyinsky side street, Moscow, 109240, Russia; Associate Professor, Department of Nursing Management of Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maclay str., Moscow, 117198, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2279-648X> (7 (985) 567-78-22, korostel@bk.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author