

Взаимосвязь процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты у спортсменов-кикбоксёров по исследованию слюны

Л. В. Бельская^{1,2}, А. В. Турманидзе³, В. Г. Турманидзе³

¹ФГБОУ ВО Омский государственный технический университет,

Министерство образования и науки РФ, г. Омск, Россия

²ООО «ХимСервис», г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского,

Министерство образования и науки РФ, г. Омск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить состояние процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты в слюне спортсменов при выполнении физической нагрузки и в восстановительный период после нее. **Материалы и методы:** в исследование включены 20 профессиональных спортсменов и 40 добровольцев, не имеющих регулярных высоких физических нагрузок. Образцы слюны у спортсменов забирались трижды: в состоянии покоя, через 10-15 минут после тренировки и снова в состоянии покоя; у контрольной группы – однократно. В образцах определяли содержание продуктов липопероксидации, эндогенной интоксикации, активность антиоксидантных ферментов. **Результаты:** показано, что тренировочный процесс сопровождается интенсификацией процессов липопероксидации и эндогенной интоксикации. В восстановительном периоде уровень продуктов липопероксидации остается повышенным, а содержание белковых токсинов достаточно быстро приходит в норму. Активность антиоксидантных ферментов после нагрузки снижается, однако в восстановительном периоде растет. Это обусловлено компенсаторными механизмами в системе антиоксидантной защиты. **Выводы:** необходим мониторинг исследуемых параметров для своевременной коррекции последствий окислительного стресса.

Ключевые слова: слюна, липопероксидация, эндогенная интоксикация, физическая нагрузка, восстановительный период

Для цитирования: Бельская Л.В., Турманидзе А.В., Турманидзе В.Г. Взаимосвязь процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты у спортсменов-кикбоксёров по исследованию слюны // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №1. С. 10-16. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.10.

The relationship of endogenous intoxication processes, lipid peroxidation and antioxidant protection in the saliva of kickboxing athletes

Lyudmila V. Belskaya^{1,2}, Anton V. Turmanidze³, Valeriy G. Turmanidze³

¹Omsk State Technical University, Omsk, Russia

²«ChemService» LLC, Moscow, Russia

³Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia

ABSTRACT

Objective: to study the state of the processes of endogenous intoxication, lipoperoxidation and antioxidant protection in the saliva of athletes during exercise and during the recovery period after it. **Materials and methods:** the study includes 20 professional athletes and 40 volunteers who do not have regular high physical exertion. Samples of saliva in athletes were taken three times: at rest, 10-15 minutes after training and again at rest; in the control group – once. In the samples, the content of products of lipoperoxidation, endogenous intoxication, activity of antioxidant enzymes was determined. **Results:** it is shown that the training process is accompanied by an intensification of the processes of lipoperoxidation and endogenous intoxication. In the recovery period, the level of lipid peroxidation products remains elevated, and the content of protein toxins quickly returns to normal. The activity of antioxidant enzymes after exercise is reduced, but increases in the recovery period. This is due to compensatory mechanisms in the antioxidant defense system. **Conclusions:** it is necessary to monitor the parameters of the subjects for timely correction of the effects of oxidative stress.

Key words: saliva, lipid peroxidation, endogenous intoxication, exercise stress, recovery period

For citation: Belskaya LV, Turmanidze AV, Turmanidze VG. The relationship of endogenous intoxication processes, lipid peroxidation and antioxidant protection in the saliva of kickboxing athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(1):10-16. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.1.10.

1.1 Введение

Особое внимание исследователей в последнее время привлекают активные формы кислорода (АФК). Считается, что АФК составляют отдельную систему в организме, которая участвует в ряде физиологических и патологических процессов [1]. Высокий уровень физических нагрузок, характерный для профессионального спорта, оказывает существенное влияние на систему АФК, вызывая комплекс изменений в ферментных системах [2, 3]. Эти изменения могут носить компенсаторный характер, однако в ряде случаев могут приводить к декомпенсации и угнетению активности антиоксидантных механизмов. Это в свою очередь ведет к накоплению в тканях АФК, вызывающих различные повреждения клеточных мембран [4]. Повреждения белковых и липидных структур клеток характеризуют через показатели системы перекисного окисления липидов (диеновые и триеновые конъюгаты, основания Шиффа, малоновый диальдегид) и параметры эндогенной интоксикации – молекулы средней массы (МСМ) [5]. Защита организма от АФК осуществляется антиоксидантной системой, которая включает систему ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные превращения и элиминирующих пероксиды, в частности супероксиддисмутазу (СОД) и каталазу [6, 7].

Показатели эндогенной интоксикации, продукты перекисного окисления липидов, а также активность антиоксидантных ферментов традиционно определяют в сыворотке и плазме крови, однако существует возможность использования смешанной слюны в качестве субстрата [8]. Исследование слюны имеет преимущества по сравнению с использованием венозной или капиллярной крови [9, 10]. Это прежде всего обуславливается неинвазивностью сбора и отсутствием риска инфицирования при получении биоматериала. При этом слюна адекватно отражает биохимический статус и физиологическое состояние человека, что позволяет использовать ее как в клинической лабораторной диагностике, так и в специальных научных целях [11, 12].

Цель исследования – изучить состояние процессов эндогенной интоксикации, липопероксидации и антиоксидантной защиты в слюне спортсменов при выполнении физической нагрузки и в восстановительный период после нее.

1.2 Материалы и методы

В исследовании принимали участие 20 профессиональных спортсменов мужского пола (средний возраст – $20,3 \pm 0,8$ лет) (вид спорта – кикбоксинг, стаж занятия спортом – 3-5 лет, уровень спортивного мастерства – 1 разряд, КМС), которые составили основную (I) группу. В качестве контрольной (II) группы обследовано 40 условно здоровых лиц мужского пола, (средний возраст – $21,4 \pm 1,2$ года) не имеющих регулярных высоких физических нагрузок.

У всех участников проводили забор слюны в количестве 2 мл путем сплевывания в стерильные пробирки, центрифугировали при 7 000 об/мин. Образцы слюны у каждого из спортсменов забирались трижды: в состоянии покоя как минимум через 12 часов после окончания физической нагрузки, через 10-15 минут после окончания тренировки и снова в состоянии покоя; у лиц из контрольной группы – однократно.

Содержание субстратов для процессов липопероксидации – диеновых конъюгатов, триеновых конъюгатов и оснований Шиффа определяли спектрофотометрически по методу И.А. Волчегорского [13]. Содержание конечного продукта перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА) в мкмоль/л определяли в реакции с тиобарбитуровой кислотой методом В.Б. Гаврилова [14]. Уровень МСМ определяли методом ультрафиолетовой спектрофотометрии при длинах волн 254 и 280 нм [15]. Результаты выражали в единицах, количественно равных показателям экстинкции. Дополнительно оценивали значение коэффициента распределения (МСМ 280/254 нм) как отношение экстинкций при длинах волн 280 и 254 нм соответственно.

Дополнительно оценивали активность ферментов, устраняющих активные формы кислорода: супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Активность СОД определялась по степени ингибирования аутоокисления адреналина в щелочной среде при длине волны 347 нм, активность каталазы – по скорости разложения перекиси водорода, концентрацию которой определяли по образованию окрашенных в желтый цвет комплексов с молибденово-кислым аммонием [16]. Антиоксидантную активность (АОА) определяли по регистрации скорости окисления восстановленной формы 2,6-дихлорфенолиндофенола кислородом, растворенным в реакционной среде [17].

Статистический анализ выполнен при помощи программ Statistica 10.0 (StatSoft, США) и пакета R (версия 3.2.3) непараметрическим методом с использованием U-критерия Манна-Уитни. Описание выборки производили с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25-го и 75-го процентилей [LQ; UQ]. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

1.3 Результаты

На первом этапе проведена проверка характера распределения и гомогенности дисперсий в группах. Согласно тесту Шапиро-Уилка содержание всех определяемых параметров не соответствует нормальному распределению ($p < 0,05$). Проведенный тест на гомогенность дисперсий в группах (тест Бартлетта) позволил отклонить гипотезу, что дисперсии гомогенны по группам ($p = 0,00021$). Поэтому для обработки полученных данных были применены непараметрические методы статистики.

Установлено, что показатели эндогенной интоксикации и липопероксидации существенно отличаются в состоянии покоя в группах профессиональных спортсменов и контрольной группе (табл. 1).

Отмечено, что содержание как отдельных фракций МСМ, так и коэффициент распределения МСМ 280/254 нм ниже в основной группе. Также наблюдается тенденция снижения первичных продуктов липопероксидации и увеличения содержания триеновых конъюгатов и оснований Шиффа. Снижение концентрации МДА в основной группе статистически достоверно ($p_1 < 0,001$).

Выявленные особенности обусловлены соответствующими изменениями системы антиоксидантной защиты, а именно: более высоким уровнем антиоксидантной активности, а также достоверно более низкой активностью каталазы в слюне спортсменов основной группы (табл. 2).

На следующем этапе определены показатели липопероксидации и антиоксидантной активности после нагрузки и восстановления (табл. 3, 4). Показано, что характер изменения исследуемых параметров неоднозначный. Так, уровень белковых токсинов растет после нагрузки, но снижается после восстановления до показателей ниже первоначальных значений. Тоже характерно и для коэффициента распределения МСМ 280/254 нм (табл. 3). Соотношение продуктов липопероксидации после нагрузки меняется: растет доля первичных продуктов, падает содержание триеновых конъюгатов и оснований Шиффа. Однако после отдыха не наблюдается возврата к первоначальным значениям, напротив, содержание всех продуктов остается высоким. Дополнительно отмечается рост концентрации МДА.

Динамика показателей антиоксидантной защиты в ходе тренировочного процесса характеризуется умень-

шением общей антиоксидантной активности после нагрузки (табл. 4). Также наблюдается снижение активности СОД, которая резко растет в период восстановления.

1.4 Обсуждение результатов

При интенсивных физических нагрузках усиливаются процессы перекисного окисления липидов и происходит накопление продуктов липопероксидации, что является одним из факторов, лимитирующих физическую работоспособность [18]. Однако исходный уровень данных продуктов существенно различается в зависимости от первоначальной физической подготовки спортсмена. Так, в слюне студентов, не имеющих регулярных высоких физических нагрузок, уровень первичных продуктов липопероксидации выше, чем триеновых конъюгатов и оснований Шиффа, тогда как в слюне спортсменов профессионалов наоборот. Можно предположить, что во втором случае выше скорость обмена веществ, за счет чего равновесие сдвигается в сторону образования вторичных продуктов. Однако накопление конечного продукта МДА в большей степени происходит в слюне добровольцев контрольной группы (+28,6%), что доказывает более низкую эффективность процессов детоксикации организма. Аналогичная ситуация наблюдается и с белковыми токсинами: содержание как фракции МСМ 254 нм, так 280 нм уменьшается в слюне профессиональных спортсменов (на 9,8 и 16,7% соответственно). Фракция МСМ 254 нм является интегральным показателем содержания УФ-поглощающих веществ, к которым, помимо продуктов протеолиза, относят не-

Таблица 1

Показатели эндогенной интоксикации и перекисного окисления липидов в слюне спортсменов и контрольной группы

Table 1

Indicators of endogenous intoxication and lipid peroxidation in the saliva of athletes and control group

Параметр/Index	I группа (основная) до нагрузки (n=20)/ Group I (main) before exercise (n=20)	II группа (контрольная) (n=40)/ Group II (control) (n=40)
МСМ 254 нм, у.е./AWM 254 нм??? SU	0,225 [0,155; 0,371]	0,247 [0,167; 0,355]
	МСМ 280 нм, у.е./AWM 280 нм??? SU	0,251 [0,146; 0,345]
МСМ 280/254/AWM	0,840 [0,792; 0,901]	0,945 [0,832; 1,043]
	$p_1^* = 0,014$	-
Диеновые конъюгаты, у.е./DC, SU	4,04 [3,72; 4,22]	4,21 [3,99; 4,33]
	$p_1 = 0,002$	-
Триеновые конъюгаты, у.е./TC, SU	0,859 [0,792; 0,935]	0,736 [0,701; 0,800]
	$p_1 < 0,001$	-
Основания Шиффа, у.е./SB, SU	0,547 [0,530; 0,601]	0,516 [0,493; 0,556]
	$p_1 = 0,009$	-
МДА, мкмоль/л/MDA, umol/L	6,15 [5,47; 7,35]	7,91 [6,67; 10,37]
	$p_1 < 0,001$	-

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями II группы (контрольной)

* p_1 – statistically significant differences with the indicators of group II (control)

Таблица 2

Показатели системы антиоксидантной защиты в слюне спортсменов и контрольной группы

Table 2

Indicators of the antioxidant defense system in the saliva of the athletes and control groups

Параметр/Index	I группа (основная) до нагрузки (n=20)/ Group I (main) before exercise (n=20)	II группа (контрольная) (n=40)/ Group II (control) (n=40)
АОА, ммоль/л/AA,mmol/L	2,48 [2,06; 4,28]	1,91 [1,64; 2,27]
	$p_1^* < 0,001$	-
СОД, у.е./SOD, SU	59,2 [28,9; 97,4]	55,3 [31,6; 87,3]
Каталаза, мкат/л·10 ⁵ /Catalase, μ kat/L·10 ⁵	2,09 [2,00; 2,65]	2,73 [2,16; 3,38]
	$p_1 < 0,001$	-

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями II (контрольной) группы

* p_1 – statistically significant differences with indicators of II (control) group

Таблица 3

Динамика показателей эндогенной интоксикации и перекисного окисления липидов в ходе тренировочного процесса

Table 3

Dynamics of indicators of endogenous intoxication and lipid peroxidation during the training process

Параметр/Index	До нагрузки/ Before exercise	После нагрузки/ After exercise	После восстановления/ After recovery
МСМ 254 нм, у.е./ АВМ 254 нм??? SU	0,225 [0,155; 0,371]	0,292 [0,118; 0,569]	0,201 [0,146; 0,361]
		$p_1^* = 0,008$	
МСМ 280 нм, у.е./ АВМ 280 нм??? SU	0,215 [0,129; 0,300]	0,243 [0,095; 0,484]	0,161 [0,105; 0,332]
			$p_2^{**} = 0,037$
МСМ 280/254/ АВМ 280/254	0,840 [0,792; 0,901]	0,851 [0,792; 0,935]	0,801 [0,725; 0,879]
Диеновые конъюгаты, у.е./ DC, SU	4,04 [3,72; 4,22]	4,10 [3,77; 4,22]	4,21 [4,02; 4,27]
	-	-	$p_1 = 0,045$
Триеновые конъюгаты, у.е./ TC, SU	0,859 [0,792; 0,935]	0,826 [0,785; 0,864]	0,875 [0,839; 0,970]
	-	-	$p_2 = 0,015$
Основания Шиффа, у.е./ SB, SU	0,547 [0,530; 0,601]	0,541 [0,537; 0,576]	0,579 [0,523; 0,625]
МДА, мкмоль/л/ MDA, μ mol/L	6,15 [5,47; 7,35]	6,15 [5,56; 6,32]	6,67 [5,47; 7,61]

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями до нагрузки

* p_1 – statistically significant pre-load differences

** p_2 – статистически достоверные различия с показателями после нагрузки

** p_2 – statistically significant differences with post-load indicators

Таблица 4

Динамика показателей системы антиоксидантной защиты

Table 4

Dynamics of indicators of antioxidant protection system

Параметр/Index	До нагрузки/ Before exercise	После нагрузки/ After exercise	После восстановления/ After recovery
АОА, ммоль/л/AA,mmol/L	2,48 [2,06; 4,28]	1,93 [1,55; 4,19]	2,32 [1,76; 3,82]
СОД, у.е./SOD, SU	59,2 [28,9; 97,4]	50,0 [21,1; 94,7]	102,6 [76,3; 176,3]
	-	-	$p_1^* = 0,015$, $p_2^{**} = 0,013$
Каталаза, мкат/л·10 ⁵ / Catalase, μ kat/L·10 ⁵	2,09 [2,00; 2,65]	2,13 [2,06; 2,42]	2,29 [1,97; 3,21]

* p_1 – статистически достоверные различия с показателями до нагрузки

* p_1 – statistically significant pre-load differences

** p_2 – статистически достоверные различия с показателями после нагрузки

** p_2 – statistically significant differences with post-load indicators

белковые вещества нормального и аномального метаболизма. Интенсивность УФ-поглощения слюны при 280 нм определяется главным образом наличием ароматических хромофоров и ее увеличение происходит вследствие накопления тирозин- и триптофан содержащих пептидов. Коэффициент распределения МСМ 280/254 нм в состоянии покоя ниже в группе профессиональных спортсменов (-12,5%), что свидетельствует об усилении катаболических процессов, стимуляции процессов перекисного окисления липидов и иммуногенеза у добровольцев контрольной группы [19, 20].

Физическая нагрузка вызывает усиление перекисных процессов при снижении активности основного фермента антиоксидантной защиты – СОД, что приводит к повреждению целостности мембран миоцитов. Результатом повреждения клеточной мембраны является изменение ее проницаемости и выход в кровь как цитоплазматических, так и структурных белков. Повреждение тканей при гипоксии и вследствие развития процесса липопероксидации стимулирует выделение большого количества АФК. В результате непосредственно после физической нагрузки возрастает содержание белковых токсинов, растет коэффициент распределения МСМ 280/254 нм и уровень диеновых конъюгатов. Однако физическая нагрузка запускает более глубокие биодеструктивные процессы, приводящие к постепенному нарастанию повреждений липидной оболочки мембран клеток в результате каскада окислительно-восстановительных реакций. В частности, наблюдается рост уровня как первичных, так и вторичных продуктов липопероксидации, а также накопление МДА. Отмечено, что в течение восстановительного периода не происходит возврата биохимического состава слюны к первоначальным значениям, что свидетельствует о недостаточной активности антиоксидантного звена и необходимости его коррекции при планировании тренировочного режима спортсменов [21, 22].

В состоянии покоя АОА профессиональных спортсменов выше, чем студентов, не имеющих регулярных

высоких физических нагрузок, на 29,8%. Однако активность отдельных компонентов меняется разнонаправленно: активность СОД на 7,1% выше, каталазы на 23,4% ниже, чем в контрольной группе. В ходе тренировочного процесса наблюдается падение АОА (-22,2%), активности СОД (-15,5%) и незначительный рост активности каталазы (+2,0%). В восстановительном периоде АОА стремится к первоначальному значению, тогда как активность СОД и каталазы превышают исходные значения на 73,3 и 9,6% соответственно. Выраженный рост активности СОД может являться компенсаторным ответом на повышение уровня образования АФК при физической нагрузке. Статистически достоверных изменений активности каталазы после нагрузки и восстановления не выявлено, наблюдается тенденция незначительного увеличения. Однако даже после восстановительного периода активность каталазы остается на 19,2% ниже, чем в случае контрольной группы, что свидетельствует об истощении данного вида антиоксидантной защиты.

1.5 Выводы

Тренировочный процесс сопровождается интенсификацией процессов липопероксидации и эндогенной интоксикации. При этом в восстановительном периоде уровень продуктов перекисного окисления липидов остается повышенным, тогда как содержание белковых токсинов достаточно быстро приходит в норму. Активность антиоксидантных ферментов, в том числе СОД и каталазы после нагрузки снижается, однако в восстановительном периоде растет. Это обусловлено компенсаторными механизмами в системе антиоксидантной защиты. В целом, необходим мониторинг параметров липопероксидации и активности антиоксидантных ферментов для своевременного снижения последствий окислительного стресса, эндогенной интоксикации и выведения из организма токсичных продуктов перекисного окисления липидов. При недостаточной активности звена антиоксидантной защиты необходима коррекция для улучшения функционального состояния спортсменов и поддержания высокого уровня адаптации к регулярным и интенсивным физическим нагрузкам.

Список литературы

1. Базарин К.П., Титова Н.М. Динамические изменения активности ферментов антиоксидантной защиты в плазме крови у профессиональных регбистов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. Т.97, №3. С.9-13.
2. Alessio H.M., Hagerman A.E., Fulkerson B.K., Ambrose J., Rice R.E., Wiley R.L. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise // Medicine and Science in Sports and Exercise. 2000. V.32, №9. P.1576-1581.
3. Tanskanen M., Atalay M., Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes // J. Sports Sci. 2010. V.28, №3. P.309-317. DOI: 10.1080/02640410903473844.
4. Корнякова В.В., Конвай В.Д. Изменение антиоксидантного статуса крови у спортсменов циклических видов спорта в

References

1. Bazarin KP, Titova NM. Dynamic changes in the activity of antioxidant defense enzymes in the blood plasma of professional rugby players. Byulleten VSNTs SO RAMN. 2014;97(3):9-13. Russian.
2. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2000. V.32, №9. P.1576-81.
3. Tanskanen M, Atalay M, Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes. J. Sports Sci. 2010;28(3):309-17. DOI: 10.1080/02640410903473844.
4. Kornyakova VV, Konvay VD. The change of blood antioxidant status in athlete's cyclic sports in different periods

разные периоды тренировочного процесса // Успехи современного естествознания. 2015. №1. С.398-400.

5. **Niki E.** Lipid peroxidation products as oxidative stress biomarkers // Bio Factors. 2008. V.34. P.171-180. DOI: 10.1002/biof.5520340208.

6. **Чанчаева Е.А., Айзман Р.И., Герасев А.Д.** Современное представление об антиоксидантной системе организма человека // Экология человека. 2013. №7. С.50-58.

7. **Савлуков А.И., Камиллов Р.Ф., Самсонов В.М., Шакиров Д.Ф.** Оценка системы свободнорадикальное окисление – антиоксидантная защита при воздействии производственных факторов химической природы // Клиническая лабораторная диагностика. 2010. №6. С.22-27.

8. **Wong D.T.** Salivary Diagnostics. Wiley-Blackwell, 2008. 320 p.

9. **Malathi N., Mythili S., Vasanthi H.R.** Salivary Diagnostics: A Brief Review // ISRN Dentistry. 2014. Article ID: 158786, DOI: 10.1155/2014/158786.

10. **Miller C.S., Foley J.D., Bailey A.L., Campell C.L., Humphries R.L., Christodoulides N., Floriano P.N., Simmons G., Bhagwandin B., Jacobson J.W., Redding S.W., Ebersole J.L., McDevitt J.T.** Current developments in salivary diagnostics. Biomark Med. 2010. Vol.4, №1. P.171-189.

11. **Arunkumar S., Arunkumar J. S., Krishna N.B., Shakunthala G.K.** Developments in diagnostic applications of saliva in oral and systemic diseases – A comprehensive review // Journal of Scientific and Innovative Research. 2014. V.3, №3. P.372-387.

12. **Nunes L.A., Mussavira S., Bindhu O.S.** Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: a systematic review // Biochemia Medica. 2015. V.25, №2. P.177-192. DOI: 10.11613/BM.2015.018.

13. **Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г.** Сопоставление различных подходов к определению продуктов в гептан-изопропанольных экстрактах крови // Вопросы медицинской химии. 1989. №1. С.127-131.

14. **Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М.** Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой // Вопросы медицинской химии. 1987. №1. С.118-122.

15. **Гаврилов В.Б., Бидула М.М., Фурманчук Д.А., Конева С.В., Алейникова О.В.** Оценка интоксикации организма по нарушению баланса между накоплением и связыванием токсинов в плазме // Клиническая лабораторная диагностика. 1999. №2. С.13-17.

16. **Бельская Л.В., Сарф Е.А., Косенок В.К., Массард Ж.** Антиоксидантная активность смешанной слюны человека в норме // Экология человека. 2017. №6. С.36-40.

17. **Кривова Н.А., Гвай Е.Г., Заева О.Б., Лаптева Т.А.** Развитие защитных функций пищеварительного тракта у свиней в онтогенезе // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2007. Т.93, №1. С.68-75.

18. **Еликов А.В., Цапок П.И.** Взаимосвязь показателей липопероксидации, липидного обмена и осмотической устойчивости эритроцитов у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта // Гигиена и санитария. 2012. №1. С.84-87.

19. **Чеснокова Н.П., Барсуков В.Ю., Понукалина Е.В., Агабеков А.И.** Закономерности изменений процессов свободно радикальной дестабилизации биологических мембран при аденокарциноме восходящего отдела ободочной кишки, их роль в развитии опухолевой прогрессии // Фундаментальные исследования. 2015. №1. С.164-168.

20. **Панкова О.В., Перельмутер В.М., Савенкова О.В.** Характеристика экспрессии маркеров пролиферации и регуляции

of the training process. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2015;1:398-400. Russian.

5. **Niki E.** Lipid peroxidation products as oxidative stress biomarkers. Bio Factors. 2008;34:171-80. DOI: 10.1002/biof.5520340208.

6. **Chanchaeva EA, Ayzman RI, Gerasev AD.** The modern idea of the antioxidant system of the human body. Human Ecology. 2013;7:50-8. Russian.

7. **Savlukov AI, Kamilov RF, Samsonov VM, Shakirov DF.** Evaluation system free radical oxidation – antioxidant protection under the influence of factors of production of the chemical nature. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2010;6:22-7. Russian.

8. **Wong DT.** Salivary Diagnostics. Wiley-Blackwell; 2008.

9. **Malathi N., Mythili S., Vasanthi H.R.** Salivary Diagnostics: A Brief Review // ISRN Dentistry. 2014. Article ID: 158786, DOI: 10.1155/2014/158786.

10. **Miller CS, Foley JD, Bailey AL, Campell CL, Humphries RL, Christodoulides N, Floriano PN, Simmons G, Bhagwandin B, Jacobson JW, Redding SW, Ebersole JL, McDevitt JT.** Current developments in salivary diagnostics. Biomark Med. 2010;4(1):171-89.

11. **Arunkumar S, Arunkumar JS, Krishna NB, Shakunthala GK.** Developments in diagnostic applications of saliva in oral and systemic diseases – A comprehensive review. Journal of Scientific and Innovative Research. 2014;3(3):372-87.

12. **Nunes LA, Mussavira S, Bindhu OS.** Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: a systematic review. Biochemia Medica. 2015;25(2):177-92. DOI: 10.11613/BM.2015.018.

13. **Volchegorskiy IA, Nalimov AG, Yarovinskiy BG.** A comparison of different approaches to defining the products in heptane-isopropanol extracts blood. Voprosy meditsinskoj khimii. 1989;1:127-31. Russian.

14. **Gavrilov VB, Gavrilova AR, Mazhul LM.** Analysis methods for the determination of lipid peroxidation products in blood serum test with thiobarbituric acid. Voprosy meditsinskoj khimii. 1987;1:118-2. Russian.

15. **Gavrilov VB, Bidula MM, Furmanchuk DA., Konev SV, Aleynikova OV.** Evaluation of intoxication on the imbalance between accumulation and binding toxins in the plasma. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 1999;2:13-7. Russian.

16. **Belskaya LV, Sarf YeA, Kosenok VK., Massard ZH.** Antioxidant activity of mixed human saliva in the norm. Human Ecology. 2017;6:36-40. Russian.

17. **Krivova NA, Gvay EG, Zaeva OB, Lapteva TA.** Development of protective functions of the digestive tract in pigs in ontogeny. Rossiyskiy fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova. 2007;93(1):68-75. Russian.

18. **Elikov AV, Tsapok PI.** The relationship of lipid peroxidation indices of lipid metabolism and osmotic stability of erythrocytes in athletes involved in cyclic and acyclic sports. Gigiena i sanitariya. 2012;1:84-97. Russian.

19. **Chesnokova NP, Barsukov VYu, Ponukalina EV, Agabekov AI.** Patterns of change processes free radical destabilization of biological membranes with adenocarcinoma of the ascending portion of the colon, and their role in promoting tumor progression. Fundamental Research. 2015;1:164-8. Russian.

20. **Pankova OV, Perelmutter VM, Savenkova OV.** Characteristic of expression of proliferation markers and apoptosis regulation

апоптоза в зависимости от характера дисрегенераторных изменений в эпителии бронхов при плоскоклеточном раке легкого // Сибирский онкологический журнал. 2010. Т.41, №5. С.36-41.

21. **Radak Z., Chung H.Y., Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise // Free Radic. Biol. Med. 2008. V.44, №2. P.153-159. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029.

22. **Xu X., Arriaga E.A.** Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine // Free Radic. Biol. Med. 2009. V.46, №7. P.905-913. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.12.019.

according to the nature disregeneratornyh changes in the bronchial epithelium with squamous cell carcinoma of the lung. Sibirskiy onkologicheskii zhurnal. 2010;41(5):36-41. Russian.

21. **Radak Z., Chung HY, Goto S.** Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radic. Biol. Med. 2008;44(2):153-9. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029.

22. **Xu X, Arriaga EA.** Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydroethidine. Free Radic. Biol. Med. 2009;46(7):905-13. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2008.12.019.

Сведения об авторах:

Бельская Людмила Владимировна, директор по науке ООО «ХимСервис», доцент кафедры химической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Омского государственного технического университета Минобрнауки России, к.х.н. ORCID ID: 0000-0002-6147-4854. (+7 (913) 641-35-77, ludab2005@mail.ru)

Турманидзе Антон Валерьевич, доцент факультета физической культуры, реабилитации и спорта ФГБОУ ВО Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского Минобрнауки России, к.б.н. ORCID ID: 0000-0001-5117-0104

Турманидзе Валерий Григорьевич, декан факультета физической культуры, реабилитации и спорта ФГБОУ ВО Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского Минобрнауки России, доцент, к.пед.н. ORCID ID: 0000-0002-8537-0478

Information about the authors:

Lyudmila V. Belskaya, Ph.D. (Chemistry), Director of Science of the «ChemService» LLC, Associate Professor of the Department of Chemical Engineering and Biotechnology of the Omsk State Technical University. ORCID ID: 0000-0002-6147-4854. (+7 (913) 641-35-77, ludab2005@mail.ru)

Anton V. Turmanidze, Ph.D. (Biology), Associate Professor of the Faculty of Physical Education, Rehabilitation and Sports of the Dostoevsky Omsk State University. ORCID ID: 0000-0001-5117-0104

Valeriy V. Turmanidze, Ph.D. (Pedagogics), Dean of the Faculty of Physical Education, Rehabilitation and Sports of the Dostoevsky Omsk State University. ORCID ID: 0000-0002-8537-0478

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 03.02.2018

Принята к публикации: 20.02.2018

Received: 3 February 2018

Accepted: 20 February 2018