

© СТЕПАНОВА Л. В., ВЫШЕДКО А. М., КОЛЕНЧУКОВА О. А., ЖУКОВА Г. В., КРАТАСЮК В. А.

УДК 796.015.132:591.131.3:577.151.6

DOI: 10.20333/2500136-2017-6-63-69

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СЛЮНЫ В ОЦЕНКЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Л. В. Степанова¹, А. М. Вышедко¹, О. А. Коленчукова³, Г. В. Жукова¹, В. А. Кратасюк^{1,2}

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск 660041, Российская Федерация

²Обособленное подразделение Институт биофизики СО РАН, Красноярск 660036, Российская Федерация

³Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера, Красноярск 660022, Российская Федерация

Цель исследования. Выявление влияния слюны спортсменов разной квалификации на интенсивность биoluminesцентного свечения ферментативной тест - системы для оценки их физической подготовленности.

Материал и методы. Исследована слюна нетренированных студентов и спортсменов разной спортивной квалификации. Функциональное состояние испытуемых оценивали по показателям ФЖЕЛ, ортостатической пробы, ЧСС за минуту в покое и после физической нагрузки. Тестирование слюны проводили до и после тренировок биoluminesцентным методом на основе биферментной системы НАДН:ФМ-оксидоредуктаза+люцефераза и методом H₂O₂-люминол-зависимой хемилюминесценции.

Результаты. Снижение ингибирования интенсивности свечения биoluminesценции и повышение активности антиоксидантной системы слюны зависело от уровня тренированности спортсмена. Выявлено снижение величины остаточного свечения после тренировки при низкой физической нагрузке и возрастание – при большой нагрузке на организм. Наибольшие значения изменения остаточного свечения коррелируют с высокими значениями ЧСС. Спортсмены высокой квалификации, отличающиеся высокими показателями функционального состояния, такими как ФЖЕЛ и ЧСС после тренировки, имели наибольшее изменение остаточного свечения в день большой физической нагрузки, что свидетельствовало об их хорошей физической подготовленности. Максимальное значение изменения остаточного свечения у спортсменов средней квалификации достигалось в середине тренировочного процесса и ниже, чем у высококвалифицированных спортсменов, что характеризовало их физическую подготовленность невысокой.

Заключение. Биoluminesцентное ферментативное тестирование слюны спортсменов можно считать перспективным направлением в спортивной медицине в качестве тест - контроля в тренировочном процессе с целью его коррекции.

Ключевые слова: слюна, биoluminesцентное тестирование, хемилюминесцентный анализ, спортсмены, спортивная квалификация, физическая подготовленность, спортивная медицина.

Для цитирования: Степанова ЛВ, Вышедко АМ, Коленчукова ОА, Жукова ГВ, Кратасюк ВА. Использование биoluminesцентного тестирования слюны в оценке физической подготовленности спортсменов разной квалификации. *Сибирское медицинское обозрение.* 2017;(6): 63-69.

DOI: 10.20333/2500136-2017-6-63-69

USE OF BIOLUMINESCENT SALIVA TESTING IN EVALUATING OF PHYSICAL PREPAREDNESS OF ATHLETES WITH DIFFERENT QUALIFICATIONS

L. V. Stepanova¹, A. M. Vyshedko¹, O. A. Kolenchukova³, G. V. Zhukova¹, V. A. Kratasyuk^{1,2}

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk 660041, Russian Federation

²Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, Krasnoyarsk 660036, Russian Federation

³Scientific Research Institute of Medical Problems of the North, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

The aim of the research. To identify the influence of athletes saliva of different qualifications on the intensity of bioluminescent glow at the enzymatic test system for assessing their physical preparedness.

Material and methods. The saliva of untrained students and athletes of different sports qualifications has been studied. Functional status of the subjects was assessed by FVC, orthostatic test, HR for one minute at rest and after exercise. Saliva testing was performed before and after training by bioluminescent method based on bifermental NADH system: FM- oxidoreductase+luciferase and by H₂O₂ of luminol-dependent chemiluminescence method.

Results. The reduction in inhibition of the luminescence intensity of bioluminescence and the growth the activity of the antioxidant system of saliva depended on the level of the athlete's fitness. A decrease in residual glow after training at a low physical activity and an increase in the case of the intensive physical activity are revealed. The highest values of the change in the residual luminescence correlate with high values of heart rate. Highly qualified athletes with high functional status, such as FVC and heart rate after training had the greatest change in residual glow in the day of intensive physical activity, which indicated their good physical fitness. The maximum value of the change in the residual luminescence in mid-level athletes was achieved in the middle of the training process and lower than that of highly qualified athletes, which characterized their physical preparedness to be low.

The conclusion. Bioluminescent fermentative testing of athlete's saliva can be considered a perspective direction in sports medicine as a test - control in the training process with the aim of correcting it.

Key words: saliva, bioluminescent testing, chemiluminescence analysis, athletes, sports qualification, physical fitness, sports medicine.

Citation: Stepanova LV, Vyshedko AM, Kolenchukova OA, Zhukova GV, Kratasyuk VA. Use of bioluminescent saliva testing in evaluating of physical preparedness of athletes with different qualifications. *Siberian Medical Review.* 2017;(6):63-69. DOI: 10.20333/2500136-2017-6-63-69

Введение

Постоянно возрастающие нагрузки в тренировочном процессе спортсменов обуславливают необходимость ускорения процессов восстановления работоспособности спортсмена в разные периоды их подготовки к соревнованиям. Наблюдения за текущим состоянием здоровья спортсменов проводят систематически с помощью стандартных спортивных и медицинских тестов [1, 2, 3].

Ежегодно технологии лабораторной и функциональной диагностики дополняются альтернативными методиками, которые позволяют безболезненно и в короткие сроки проводить исследование состояния спортсменов по анализу их биологических жидкостей [4, 5, 6, 7, 8]. Для неинвазивного анализа в качестве биологической жидкости используется слюна, быстро реагирующая изменением своего состава на состояние организма спортсмена, легкодоступная и позволяющая проводить мониторинг, как во время тренировки, так и на соревнованиях [9, 10, 11].

К настоящему времени разработан и используется в спортивной медицине хемилюминесцентный метод измерения активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутазы, пероксидазы, каталазы) в слюне [4, 5, 6]. Эффективное экспрессное лабораторное диагностирование влияния физической нагрузки на организм спортсмена можно проводить по слюне с использованием биолюминесцентного метода. Биолюминесцентный метод, основанный на изменении (уменьшении или увеличении) интенсивности свечения биолюминесцентной ферментативной реакции в ответ на добавление анализируемых образцов, разработан для оценки качества, загрязнения образцов и апробирован нами ранее для выявления степени эндотоксикоза у пациентов при различных заболеваниях [12, 13, 14, 15]. Предварительные исследования показали, что биолюминесцентный метод может быть использован также для мониторинга биохимических изменений в слюне спортсменов, как во время физических нагрузок, так и в восстановительный период, и позволяет оптимизировать тренировочный процесс, предупреждать перегрузки для достижения спортсменами рекордных результатов [16]. Однако при этом не были выявлены закономерности и факторы влияния физической нагрузки на результаты биолюминесцентного анализа, такие как, например, зависимость от спортивной квалификации испытуемых спортсменов.

Поэтому целью настоящего исследования явилось выявление влияния слюны спортсменов разной квалификации на биолюминесцентное свечение ферментативной тест-системы для оценки их физической подготовленности.

Материал и методы

В исследовании принимало участие 12 студентов, составляющие учебную группу для занятий физической культурой и не занимающиеся спортом (контрольная группа) и 26 спортсменов (экспериментальная группа). Спортсмены профессионально занимались спортом и имели спортивные разряды кандидата в мастера спор-

та (КМС), мастера спорта (МС), заслуженного мастера спорта (ЗМС) согласно международной спортивной квалификации. Исследуемые были в возрасте от 20 до 30 лет. Все исследования выполнены с информированного согласия испытуемых.

Исследования проводили в течение 5 дней, входящих в микроцикл тренировочного процесса для экспериментальной группы и на занятиях физической культуры для контрольной группы. В тренировочный график входило 3 дня с возрастающей скоростно-силовой нагрузкой, день длительной объемной нагрузки и восстановительный день. Продолжительность тренировочного дня составляло 90 минут. Испытуемые экспериментальной группы на тренировках получали одинаковую физическую нагрузку, также как участники контрольной группы на тренировочных занятиях.

Материалом исследования служила слюна. Сбор слюны проводили сплевыванием до и после каждого тренировочного дня. Образцы слюны перед исследованием центрифугировали в течение 15 минут при частоте 5000 об/мин на центрифуге Eppendorf Centrifuge 5810 r (Eppendorf, Германия) и для анализа использовали надосадочную жидкость

Функциональные показатели организма, такие как функциональная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) и ортостатическая проба, измерялись до начала тренировок в течение всех тренировочных дней. Активную ортостатическую пробу испытуемые проводили самостоятельно: утром после сна, лежа на спине, считали пульс за 1 минуту, далее, встав и отдохнув, стоя одну минуту, считали пульс в положении стоя за 1 минуту, затем вычисляли разницу между первым и вторым измерением пульса. ФЖЕЛ определяли по максимальному объему воздуха, выдыхаемого из легких после максимального вдоха. Измерения проводили на спирометре. Отклонение ФЖЕЛ от должной жизненной емкости легких (ДЖЕЛ) составляло не более $\pm 15\%$. ДЖЕЛ рассчитывали по формулам Болдуина, Курнана и Ричардсона:

для мужчин ДЖЕЛ = $(27,63 - 0,112V) \cdot H$,

для женщин ДЖЕЛ = $(21,78 - 0,101V) \cdot H$,

где V - возраст в годах, H - рост в см.

Частоту сердечных сокращений (ЧСС) за минуту измеряли до тренировок и сразу после физической нагрузки.

Биолюминесцентное тестирование проводили на основе биферментной системы NADH: FMN-оксидоредуктаза+люцифераза, входящей в комплект реактивов КРАБ (ИБФ СО РАН, Красноярск), который содержал лиофилизированные препараты высокоочищенных ферментов люциферазы EC 1.14.14.3 (0,4 мг/мл) из рекомбинантного штамма *E.coli* и NADH:FMN-оксидоредуктазы EC 1.5.1.29 (*Ph. leiognathi*) (0,18 ед. активности).

Для приготовления реакционной смеси использовали 80 мкл 0,05 М калий – фосфатного буфера (pH 6,8-7), 5 мкл раствора КРАБ, 10 мкл 0,032% раствора тетрадеканала (Merck, Германия), 50 мкл 0,07 мМ раствора никотинамидадениндинуклеотида (NADH) (Sigma, США), 10 мкл

0,16 мМ раствора флавиномононуклеотида (FMN) (Serva, Германия).

Биолюминесцентное тестирование проводили на планшетном люминометре TriStar LB 941 (TriStar LB 941, Германия). В ячейку планшета последовательно вносили реакционную смесь с добавлением 40 мкл буфера (контрольное измерение) или 40 мкл слюны (экспериментальное измерение) и регистрировали величину максимальной интенсивности свечения биолюминесцентной реакции. По отношению максимальных интенсивностей биолюминесценции опытного измерения (I) к контрольному (I_0) рассчитывали величину остаточного свечения (T , %).

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100\%$$

Для регистрации скорости образования активных форм кислорода (АФК) использовали метод H_2O_2 -люминол-зависимой хемилюминесценции, основанный на фиксации потока фотонов, образующихся при окислении химического активатора реакции – люминола [6]. Реакционная смесь для измерения свечения содержала 25 мкл люминола (AppliChem, Германия), 25 мкл 3 % пероксид водорода (H_2O_2) (MCD Chemical, Москва), 200 мкл нецентрифугированной слюны.

Хемилюминесцентное тестирование проводили на планшетном люминометре TriStar LB 941 (Berthold Technologies, Германия). Регистрировали динамики свечения реакционной смеси в присутствии слюны в течение 5 мин. Для анализа АФК использовали время начала хемилюминесцентной реакции в слюне (t_0), максимальную интенсивность хемилюминесцентной реакции (I_{max}), максимальную площадь хемилюминесцентной кривой (S_{max}), скорость снижения хемилюминесцентной кривой (U), амплитуду свечения (A), угол снижения кривой хемилюминесценции (k).

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 10 (StatSoft Inc., США). Распределение исследуемых величин проходило проверку на нормальность Шапиро-Вилка. Показатели функционального состояния организма за исследуемый период соответ-

ствовали нормальному распределению. Для данных показателей определяли средние значения (M) и стандартное отклонение (s). Для оценки степени достоверности различий между группами использовали критерий Стьюдента (t). Данные ежедневных тестирований ЧСС, биолюминесцентного и хемилюминесцентного анализов не соответствовали нормальному распределению. Статистическая обработка этих данных проводилась с подсчетом медианы (Me) и интерквартильных разбросов (C_{25} - C_{75} перцентили). Различия между показателями независимых выборок оценивали по непараметрическому критерию Манна-Уитни, корреляционную связь - по критерию Спирмена. Уровень статистической значимости считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты тестирования функционального состояния организма испытуемых (табл.) показали, что контрольная группа имела более низкие показатели ФЖЕЛ, чем экспериментальная. Достоверно повышенные показатели ФЖЕЛ спортсменов высшей квалификации (со спортивными разрядами МС и ЗМС) вызваны высокими функциональными возможностями системы дыхания.

Низкие показатели ортостатической пробы контрольной группы свидетельствовали о наличии хорошего адаптационного потенциала к нагрузкам. Показатели ортостатической пробы экспериментальной группы превышены от уровня восстановления. Видимо, организм спортсменов испытывал большие тренировочные нагрузки, после которых не успевал восстанавливаться.

Показатели ЧСС в покое выше в контрольной группе по сравнению с экспериментальной, что характеризует низкую физическую подготовленность контрольной группы. Известно, что квалифицированные спортсмены имеют низкие показатели ЧСС в покое [1, 3]. Однако после физической нагрузки показатели ЧСС возрастали у всех испытуемых, но значения ЧСС у спортсменов были выше. Возможно, что студенты, не имеющие спортивного разряда, достигая высоких для себя показателей ЧСС, самопроизвольно снижали нагрузку. Спортсмены же тренировались на грани возможностей, испытывая и преодолевая большие нагрузки на организм.

Таблица

Показатели функционального состояния организма студентов, не занимающихся спортом, и спортсменов разной квалификации до и после тренировок ($M \pm s$)

Испытуемые группы	ФЖЕЛ, л	Ортостатическая проба	ЧСС в покое, уд/мин	ЧСС после тренировки, уд/мин
Контрольная группа	3,3±1,2*	10,0±4,8*	79,6±8,9*	130±12,8*
Экспериментальная группа со спортивным разрядом КМС	4,5±1,3**	15,1±4,6**	66,1±4,9**	142±11,6*
Экспериментальная группа со спортивным разрядом МС, ЗМС	5,6±1,2**	21,2±7,3**	62,0±4,1**	147±8,4*

Примечание: * статистически значимое различие между показателями экспериментальных групп и контрольной группой при $p < 0,05$; ** статистически значимое различие между показателями экспериментальных групп со спортивными разрядами КМС и МС, ЗМС при $p < 0,05$.

Таким образом, функциональное состояние организма спортсменов различимо от нетренированных студентов в показателях ФЖЕЛ и ЧСС в покое, а также в достижении высоких значения ЧСС после тренировок, что характеризовало их хорошую физическую подготовленность. Наибольшие показатели выявлены у спортсменов высшей квалификации, что указывало на их высокий уровень тренированности.

Биолюминесцентное тестирование слюны испытуемых показало, что величина ингибирования биолюминесцентного свечения тест-системы зависело от уровня тренированности.

Показано, что слюна экспериментальных групп после тренировок меньше ингибировала свечение биолюминесцентной тест-системы, чем в контрольной группе (рис. 1). Достоверного различия между величинами оста-

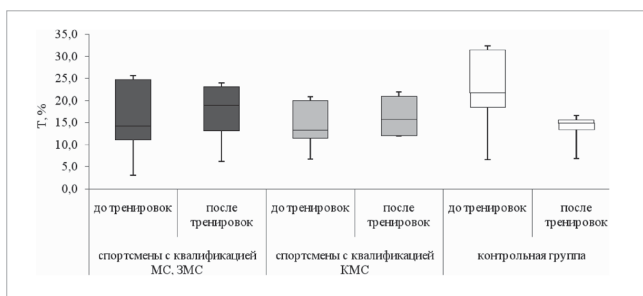


Рисунок 1. Изменение остаточного свечения биферментной системы в присутствии слюны контрольной группы и экспериментальных групп с разными спортивными квалификациями до и после тренировок.

точного свечения спортсменов и нетренированных студентов до и после тренировок не выявлено. Однако при увеличении выборки статистических данных биолюминесцентный метод тестирования слюны мог бы быть пригодным для выявления тренированного спортсмена по величине остаточного свечения биферментной системы.

Биолюминесцентное тестирование слюны испытуемых на протяжении 5-и тренировочных дней показало, что характер физической нагрузки по-разному влиял на изменение величины остаточного свечения. Величина остаточного свечения после тренировки уменьшалась при низкой физической нагрузке (1, 2 дни тренировок) и увеличивалась - при высоких нагрузках (3, 4 дни тренировок) (рис.2). По величине изменения остаточного свечения биферментной системы можно полагать, что

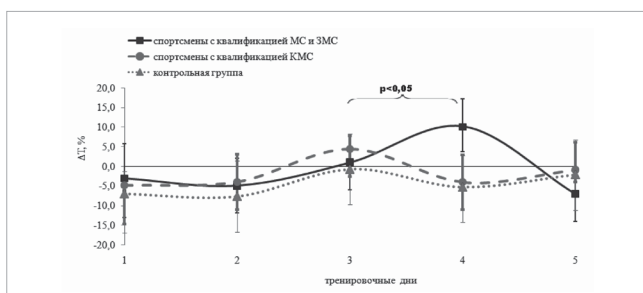


Рисунок 2. Изменение остаточного свечения в тренировочных днях с увеличивающейся физической нагрузкой в контрольной группе и экспериментальных группах с разной спортивной квалификацией.

экспериментальная группа испытывала большую физическую нагрузку на организм, чем контрольная.

Спортсмены высшей квалификации имели наибольшие показатели изменения остаточного свечения биферментной системы (рис.2) и изменения ЧСС в 4-ый тренировочный день (рис. 3). Изменение остаточного свечения

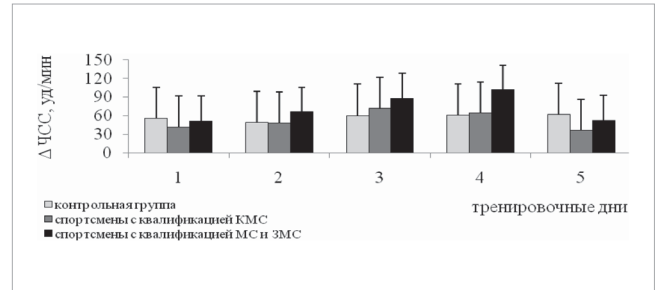


Рисунок 3. Изменение ЧСС в тренировочных днях с увеличивающейся физической нагрузкой в контрольной группе и экспериментальной группе с разной спортивной квалификацией.

у спортсменов средней квалификации (со спортивным разрядом КМС) достигало максимума на 3-ий тренировочный день с меньшей величиной, чем у высококвалифицированных спортсменов. При этом изменение ЧСС в этот день для спортсменов средней квалификации также была максимальной. В контрольной группе наблюдали низкую величину изменения остаточного свечения во всех тренировочных днях при высоких изменениях ЧСС для этой группы.

При этом ежедневные показатели ЧСС после физических нагрузок достоверно коррелировали с изменением остаточного свечения в экспериментальной группе ($r=0,48$, $p<0,05$) и не выявлена корреляция в контрольной группе ($r=0,21$, $p<0,05$).

Достоверное высокое значение изменения остаточного свечения, наблюдаемое у спортсменов высшей квалификации в день наибольшей физической нагрузки (4-ый день) с высоким значением ЧСС, свидетельствовало об их хорошей физической подготовленности. Максимальное значение изменения остаточного свечения биферментной системы у спортсменов средней квалификации достигалось в середине тренировочного микроцикла (3-ий день) и ниже на 5,9 %, чем у спортсменов с высшей квалификацией, что характеризовало их физическую подготовленность не высокой. Контрольная группа хоть и тренировалась с высоким для себя ЧСС, но с незначительным повышением изменением остаточного свечения, что характеризовало отсутствие у них физической подготовленности.

Хемилюминесцентное тестирование слюны в течение 5-ти дневных физических нагрузок подтвердило различия уровня тренированности между спортсменами разной спортивной квалификации по показателям антиоксидантного статуса.

Хемилюминесценция в экспериментальной группе, представленной спортсменами со средней квалификацией, проходила с одинаковым временем начала реакции и

амплитудой свечения в сравнении с контрольной группой. Регистрировали повышение максимальной интенсивности свечения и уменьшение площади под кривой по отношению к контрольной группе. При этом угол и скорость снижения хемилюминесцентной кривой были низкими.

Следовательно, антиоксидантная система низкоквалифицированных спортсменов и нетренированных студентов начинала процесс утилизации АФК в одинаковое время и характеризовалась одинаковой по величине работой. Однако количество обезвреженных свободных радикалов было меньше у спортсменов со средней квалификацией. При этом их антиоксидантная система слюны обладала меньшей скоростью обезвреживания свободных радикалов и снижением скорости нейтрализации АФК.

Хемилюминесцентная реакция в экспериментальной группе, представленной высококвалифицированными спортсменами, начиналась раньше и имела достоверно повышенное значение амплитуды свечения в сравнении с контрольной группой и экспериментальной группой с низкоквалифицированными спортсменами. Хемилюминесценция имела достоверно низкую максимальную интенсивность свечения. Показатель площади под хемилюминесцентной кривой достоверно возрастал. Наблюдалась большая скорость снижения хемилюминесцентной кривой при высокой скорости.

Следовательно, антиоксидантная система слюны высококвалифицированных спортсменов работала очень активно: процесс утилизации АФК начинала быстро и характеризовалась наибольшей по величине работой, чем в других группах. Количество обезвреженных свободных радикалов у высококвалифицированных спортсменов было также наибольшим. При этом снижение нейтрализации АФК и обезвреживание свободных радикалов происходило с высокими скоростями.

Таким образом, антиоксидантная система слюны спортсменов работала активнее, чем у нетренированных студентов. С повышением уровня тренированности спортсменов интенсивность реакций возрастала. В слюне высококвалифицированных спортсменов наблюдали снижение обеззараживания продуктов свободнорадикального окисления при высокой скорости реакции, у спортсменов средней квалификации – показатели работы антиоксидантной системы были достоверно ниже.

Заключение

Использование билюминесцентного метода является приемлемым для оценки физической подготовленности спортсменов разной спортивной квалификации. По изменению остаточного свечения биферментной системы после тренировок можно определить характер физической нагрузки на организм спортсменов. Снижение величины остаточного свечения после тренировки происходило при низкой физической нагрузке, возрастание – при большой нагрузке на организм. Выявленные измене-

ния остаточного свечения биферментной тест-системы хорошо коррелируют с изменением ЧСС и согласуются с результатами хемилюминесцентного анализа. Выявлено повышение интенсивности работы антиоксидантной системы слюны в зависимости от уровня тренированности спортсмена. Величина изменения остаточного свечения биферментной системы при больших нагрузках на организм позволила выявить разную физическую подготовленность спортсменов. Высококвалифицированные спортсмены, отличающиеся высокими показателями функционального состояния, ФЖЕЛ и ЧСС, после тренировки, имели наибольшее изменение остаточного свечения в день высокой физической нагрузки на организм, что свидетельствовало об их хорошей физической подготовленности. Максимальное значение изменения остаточного свечения биферментной системы у спортсменов низкой квалификации достигалось в середине тренировочного микроцикла и ниже на 5,9 %, чем у спортсменов с высшей квалификацией, что характеризовало их физическую подготовленность невысокой.

Билюминесцентный метод по оценке физической подготовленности спортсменов по слюне хорошо коррелирует с функциональными показателями организма, потому имеет преимущество перед стандартными спортивными тестами по неинвазивности, скорости, простоте проведения анализа и возможность многократного проведения тестирования, как во время тренировки, так и на соревновании. Билюминесцентное тестирование слюны для определения физической подготовленности спортсмена можно применять в качестве тест - контроля в тренировочном процессе с целью его коррекции и может являться перспективным направлением в спортивной медицине.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 16-06-00439) и КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» (проект КФ-537).

Литература

1. Матвеев ЛП. Теория и методика физической культуры (общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры). Учебник для ин-тов физ. культуры. М.: Физкультура и спорт; 1991. 543с.
2. Модельные характеристики спортсменов высокого класса. В кн: Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора. М.: Физкультура и спорт; 1984:151-10.
3. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Мурманск: Издательство Тулома; 2006.160с.
4. Papacosta E. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011;14(5):424-34.
5. Cavas L. Possible interactions between antioxidant

enzymes and free sialic acids in saliva: a preliminary study on elite judoists. *International Journal of Sports Medicine*. 2005;26(10):832-35.

6. Винник ЮС, Савченко АА, Перьянова ОВ, Теплякова ОВ, Якимов СВ, Тепляков ЕЮ, Мешкова ОС. Клинические аспекты хемилуминесцентных анализов. *Сибирское медицинское обозрение*. 2006;(3):3-6.

7. Karatosun H. Blood and saliva lactate levels during recovery from supramaximal exercise. *Saudi Medical Journal*. 2005;26(11):1831-32.

8. Базарин КП. Метаболические механизмы хемилуминесцентной активности нейтрофильных гранулоцитов у квалифицированных спортсменов. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2015;6(106):7-10.

9. Бельская ЛВ. Перспективы использования результатов анализа слюны при планировании тренировочного режима спортсменов. *Омский научный вестник*. 2011;102(6):175-78.

10. Розенгарт ЕВ. Слюна как объект биохимического контроля в спорте. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. 2008;6(40):57-61.

11. Хаустова СА. Перспективы использования молекулярной оптоволоконной спектроскопии при оценке метаболических изменений состава биологических жидкостей при воздействии физической нагрузки. *Медицинская физика*. 2009;44(4):80-5.

12. Esimbekova E. Application of enzyme bioluminescence in ecology. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 2014;(144):67-109. DOI: 10.1007/978-3-662-43385-0_3.

13. Kratasyuk V. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology. *Combinatorial Chemistry and High Throughput Screening*. 2015;18(10):952-59.

14. Воеводина ТВ. Биолюминесцентный метод оценки степени тяжести состояния больных с выраженной эндогенной интоксикацией организма. *Лабораторное дело*. 1990;(9):23-5.

15. Гриценко ЕВ. Биолюминесцентный контроль тренировочного процесса: сборник материалов 7 Всероссийской конференции по гомеостазу. 1996;232-33.

References

1. Matveyev LP. Theory and methods of physical training (general foundations of theory and methods of physical education, theoretical and methodical aspects of sports and professionally applied forms of physical culture). Textbook for Institutes of Physical Culture. Moscow: Physical Training and Sport; 1991. 543p. (In Russian)

2. Model characteristics of high-class athletes. In: *Medico-Biological Aspects of Sports Orientation and Selection*. Moscow: Physical Culture and Sports; 1984: 151-10. (In Russian)

3. Yansen P. HR, lactate and endurance training. Murmansk: Tuloma Publishing House; 2006. 160 p. (In Russian)

4. Papacosta E. Saliva as a tool for monitoring steroid,

peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011;14(5):424-34.

5. Cavas L. Possible interactions between antioxidant enzymes and free sialic acids in saliva: a preliminary study on elite judoists. *International Journal of Sports Medicine*. 2005;26(10):832-35.

6. Vinnik YuS, Savchenko AA, Peryanova OV, Teplyakova OV, Yakimov SV, Teplyakov EYu, Meshkova OS. The clinical aspects of chemiluminescent analysis. *Siberian Medical Review*. 2006;(3):3-6. (In Russian)

7. Karatosun H. Blood and saliva lactate levels during recovery from supramaximal exercise. *Saudi Medical Journal*. 2005;26(11):1831-32.

8. Bazarin KP. Metabolic mechanisms of chemiluminescent activity of neutrophilic granulocytes in qualified athletes. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2015;6(106):7-10. (In Russian)

9. Bel'skaya LV. Prospects of using the results of saliva analysis in planning the training regime of athletes. *Omsk Scientific Bulletin*. 2011;102(6):175-178. (In Russian)

10. Rosengart EV. Saliva as an object of biochemical control in sports. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgatha* 2008;6(40):57-61. (In Russian)

11. Haustova SA. Prospects for the use of molecular optical fiber spectroscopy in the evaluation of metabolic changes in the composition of biological fluids under the influence of physical exertion. *Medical Physics*. 2009;44(4):80-5. (In Russian)

12. Esimbekova E. Application of enzyme bioluminescence in ecology. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 2014;(144):67-109. DOI: 10.1007/978-3-662-43385-0_3.

13. Kratasyuk V. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology. *Combinatorial Chemistry and High Throughput Screening*. 2015;18(10):952-59.

14. Voevodina TV. Bioluminescent method for assessing the severity of the condition of patients with severe endogenous intoxication of the body. *Laboratornoe delo*. 1990;(9):23-5. (In Russian)

15. Gritsenko EV. Bioluminescent control of the training process: collection of materials of the 7-th all-Russian conference on homeostasis. 1996:232-33. (In Russian)

Сведения об авторах

Степанова Людмила Васильевна, Сибирский федеральный университет; адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, д.79; тел.: +7(391) 2062072; e-mail: slyudmila@mail.ru

Выshedko Александра Михайловна, Сибирский федеральный университет; адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, д.79б; тел.: +7 (391) 2062069; e-mail: sever_sasha@list.ru

Коленчукова Оксана Александровна, Научно-исследовательский институт медицинских проблем Север; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3Г, тел.: +7(391)2280683; e-mail: kalina-chyikova@mail.ru

Жукова Галина Викторовна, Сибирский федеральный университет; адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, д.79; тел.: +7(391) 2062072; e-mail: galchonokbio@mail.ru

Кратасюк Валентина Александровна, Сибирский федеральный университет; адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, д.79;

Обособленное подразделение Институт биофизики СО РАН, адрес: Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр. 50; тел.: +7 (391) 2062072; e-mail: valkrat@mail.ru

Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660022; Phone: +7 (391) 2280683; e-mail: kalina-chyikova@mail.ru

Galina V. Zhukova, Siberian Federal University; Address: 79, Svobodny Str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660041; Phone: +7 (391) 2062072; e-mail: galchonokbio@mail.ru

Valentina A. Kratasyuk, Siberian Federal University; Address: 79, Svobodny Str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660041; Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS; Address: Akademgorodok, Krasnoyarsk, Russian Federation, 660032; Phone: 50,+7(391)2062072; e-mail: valkrat@mail.ru

Author information

Lyudmila V. Stepanova, Siberian Federal University; Address: 79, Svobodny Str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660041; Phone: +7 (391) 2062072; e-mail: slyudmila@mail.ru

Alexandra M. Vyshedko, Siberian Federal University; Address: 79 b, Svobodny Str., Krasnoyarsk, Russian Federation, 660041; Phone: +7 (391) 2062069; e-mail: sever_sasha@list.ru

Oksana A. Kolenchukova, Research Institute of Medical Problems of the North, Address: 3G,

Поступила 23.04.2017 г.

Принята к печати 10.10.2017 г.

© ТЕРЕХИНА Н. А., ЖИДКО Е. В., ТЕРЕХИН Г. А., ОРБИДАНС А. Г.

УДК 616-099-02:615.917:547.262].015.4

DOI: 10.20333/2500136-2017-6-69-76

ВЛИЯНИЕ СОРБЕНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Н. А. Терехина¹, Е. В. Жидко¹, Г. А. Терехин², А. Г. Орбиданс²

¹Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, Пермь 614990, Российская Федерация

²Пермская государственная фармацевтическая академия, Пермь 614990, Российская Федерация

Цель исследования. Оценить и сравнить влияние сорбентов на показатели антиоксидантной защиты в эритроцитах и плазме периферической крови крыс при острой алкогольной интоксикации.

Материал и методы. Исследование выполнено на 150 белых крысах. Острое отравление интактных животных вызывали внутрижелудочным введением 40 % раствора этанола в дозе 0,5 LD50. Сорбенты однократно вводили в дозе 3000 мг/кг через 30 минут после введения этанола. Моделировали острую интоксикацию этанолом и на фоне предварительной алкоголизации, которую осуществляли путем ежедневного внутрижелудочного введения 40 % раствора этанола в дозе 1/3 LD50 в течение месяца. С 15 дня исследования в течение двух недель животным с предварительной алкоголизацией вводили сорбенты в дозе 3000 мг/кг. Проведен хемилюминесцентный анализ эритроцитов и плазмы крови крыс при острой интоксикации этанолом. В эритроцитах определяли содержание восстановленного глутатиона и карбонильных производных белков, а в плазме крови — содержание церулоплазмина, трансферрина и цинка.

Результаты. При острой алкогольной интоксикации изменяются показатели хемилюминесценции эритроцитов и плазмы крови, усиливается окислительная модификация белков в эритроцитах крови, в плазме увеличивается содержание церулоплазмина, снижается уровень трансферрина и цинка. Содержание глутатиона в эритроцитах крови увеличивается при остром отравлении этанолом, но значительно снижается при острой интоксикации на фоне предварительной алкоголизации. Полисорб, литовит и сапропель способствовали нормализации показателей антиоксидантной защиты в эритроцитах и плазме крови при острой алкогольной интоксикации.

Заключение. При острой алкогольной интоксикации в эритроцитах крови усиливается окислительная модификация белков. Антиоксиданты глутатион, церулоплазмин и трансферрин являются мишенью для действия этанола. Выявлено нормализующее влияние сорбентов на показатели антиоксидантной защиты в эритроцитах и плазме крови крыс при острой алкогольной интоксикации.

Ключевые слова: острая алкогольная интоксикация, глутатион, церулоплазмин, трансферрин, цинк, окислительная модификация белков, сорбенты.

Для цитирования: Терехина НА, Жидко ЕВ, Терехин ГА, Орбиданс АГ. Влияние сорбентов на показатели антиоксидантной защиты и свободно-радикального окисления при алкогольной интоксикации. *Сибирское медицинское обозрение.* 2017;(6): 69-76. DOI: 10.20333/2500136-2017-6-69-76

INFLUENCE OF SORBENTS ON INDICATORS OF ANTIOXIDANT PROTECTION AND FREE RADICAL OXIDATION AT ALCOHOL INTOXICATION

N. A. Terekhina¹, E. V. Zhidko¹, G. A. Terekhin², A. G. Orbidans²

¹ Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, Perm 614070, Russian Federation

² Perm State Pharmaceutical Academy, Perm 614990, Russian Federation

The aim of the research. To evaluate and compare the effect of sorbents on antioxidant protection indicators in erythrocytes and plasma of rats peripheral blood at acute alcohol intoxication

Material and methods. The study was performed on 150 white rats. Acute poisoning of intact animals was caused by intragastric injecting of 40% solution of ethanol at a dose of 0.5 LD50. Sorbents were injected once at a dose of 3000 mg / kg in 30 minutes after the injecting of ethanol. Acute intoxication with ethanol and against a background of preliminary alcoholization, which was carried out by daily intragastric injecting of 40 % solution of ethanol at a dose of 1/3 LD50 was modeled for a month. From the 15th day of the study for two weeks, the animals with preliminary alcoholization were injected sorbents in a dose of 3000 mg / kg. Chemiluminescent analysis of erythrocytes and blood plasma of rats with acute intoxication with ethanol was carried out. In erythrocytes, the content of reduced glutathione and carbonyl derivatives of proteins was determined, and in the blood plasma - the content of ceruloplasmin, transferrin and zinc.