

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 613.96:616-092.11-057.875-074

Коленчукова О.А.^{1,2,3}, Долгушина Е.Н.¹, Рюпина А.А.², Кратасюк В.А.², Медведева Н.Н.³

АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС КАК МАРКЕР ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОЙ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ

¹ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), 660022, Красноярск;

²ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Минобрнауки РФ, 660041, Красноярск;

³ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава РФ, 660022, Красноярск

Введение. В настоящее время является актуальным внедрение инновационных неинвазивных методов контроля состояния организма человека при стрессовых ситуациях. Длительные интеллектуальные нагрузки вызывают хронический стресс и могут привести к истощению антиоксидантной системы. Целью исследования является изучение особенностей антиоксидантного статуса в слюне в условиях интенсивной интеллектуальной нагрузки.

Материал и методы. Для проведения эксперимента была отобрана группа студентов второго и третьего курса КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, в количестве 123 человек в возрасте 20–22 лет. Исследуемый материал – слюна, собирался путём прямого сплевывания в пробирку. Было проведено анкетирование студентов с помощью тестов Spielbergera – Ханина и Немчина – Тейлора. С помощью тестов определяли ситуативную и личностную тревожность, а также склонность к развитию стресса. Антиоксидантный статус оценивали по методу H_2O_2 -люминол зависимой хемилюминесценции. Хемилюминесцентное исследование проводили с использованием планшетного люменометра TriStar LB 941, производства Berthold.

Результаты. Было доказано существование взаимосвязи антиоксидантного статуса слюны от состояния интеллектуального напряжения. Отмечено, что по обеим шкалам ЛТ и СТ по второму срезу в группе с высоким уровнем тревожности показатели выросли, в группе с низким уровнем тревожности, напротив, снизились. В период сессии происходит увеличение общего уровня тревожности при снижении антиоксидантной активности. При интеллектуальном стрессе антиоксидантная система менее интенсивно перехватывает радикалы, так как уменьшена скорость нейтрализации активных форм кислорода (АФК). В условиях интенсивной интеллектуальной нагрузки наблюдается деградация антиоксидантной защиты, предположительно, вследствие уменьшения активности ферментов пероксидазной защиты. Прооксидантная система тоже работает менее эффективно, о чём говорит спад таких индикаторов ХЛ-свечения как максимальная интенсивность, амплитуда и светосумма, которые показывают количество АФК.

Ключевые слова: стресс; тревожность; интеллектуальная нагрузка; антиоксидантный статус; хемилюминесценция, слюна.

Для цитирования: Коленчукова О.А., Долгушина Е.Н., Рюпина А.А., Кратасюк В.А., Медведева Н.Н. Антиоксидантный статус как маркер здоровья студентов в период интенсивной умственной нагрузки. Гигиена и санитария. 2018; 97(4): 332-336. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-4-332-336>

Для корреспонденции: Коленчукова Оксана Александровна, доктор биол. наук, доц., вед. науч. сотр. ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН. E-mail: Kalina-chyikova@mail.ru

Kolenchukova O.A.^{1,2,3}, Dolgushina E.N.¹, Ryupina A.A.², Kratasyuk V.A.², Medvedeva N.N.³

ANTIOXIDANT STATUS AS THE MARKER OF THE HEALTH IN STUDENTS IN THE TIME OF THEIR INTENSIVE INTELLECTUAL ACTIVITIES

¹Scientific Research Institute for Medical Problems of the North» FASE RF, 660022, Krasnoyarsk, Russian Federation;

²Institute for Biology and Biotechnologies of the Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation;

³V.F.Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

Currently, the implementation of innovative non-invasive methods for controlling the state of the human organism under stress conditions is highly actual. Long-time intellectual burdens lead to the chronic stress and may result in the exhaustion of antioxidant system. The aim of the research is to study the characteristics of the antioxidant status in saliva under the conditions of intensive intellectual activities. In order to carry out the experiment, we collected the cohort of 123 students aged from 20 to 22 years of the second and third years of the V.F.Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University. The examined materials, namely saliva, had been taken by direct spitting into test-tubes. Saliva was collected twice: firstly background sampling had been taken during the course of regular classes when the students were supposed to be in the state of emotional balance; secondly, the test sampling had been made in the time of examination session characterized by considerable intellectual burdens. We carried out questionnaire survey for the students using Spielberger-Hanin and Nemchin-Taylor tests. With the help of these tests, we determined the situational and personal anxiety as well as the predisposition to stress development. Antioxidant status was evaluated by H_2O_2 -luminol-dependent chemiluminescence technique. Chemiluminescent tests were performed by tablet luminometer TriStar LB 941, (made by Berthold). We had proved the existence of the association between the

antioxidant status of saliva and the state of intellectual tension. We have noted that during a session in a group with the high level of uneasiness indices have grown, in a group with the low level of uneasiness they have decreased. We can suppose that in the time of examination sessions there is an increase in the common level of anxiety under the lowering of antioxidant activity. In intellectual stress, the antioxidant system performs the interception of radicals less intensively, because the speed of active forms of oxygen (AFO) neutralization is decreased. So, under the conditions of intensive intellectual activities, the degradation of antioxidant protection is observed. It is caused, supposedly, by the lowering of the activity of the enzymes of peroxidase protection. The pro-oxidant system also works less efficiently. This is confirmed by the decline of such markers of CL-fluorescence as maximum intensity, amplitude and light sum, which showed AFO number.

Key words: stress; anxiety; antioxidant status; chemiluminescence; saliva.

For citation: Kolenchukova O.A., Dolgushina E.N., Rupina A.A., Kratasuk V.A., Medvedeva N. N. antioxidant status as the marker of the health in students in the time of their intensive intellectual activities. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(4): 332-336. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-4-332-336>

For correspondence: Oksana A. Kolenchukova, MD, Ph.D., DSci., associate professor, leading researcher of the molecular and cellular physiology and pathology of the Scientific Research Institute for Medical Problems of the North, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; Professor of the Department of Biophysics of the Institute for Biology and Biotechnologies of Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation; Professor of the Department of Human Anatomy and Histology of the V.F.Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, 660022, Krasnoyarsk, Russian Federation. E-mail: Kalina-chyikova@mail.ru

Information about authors: Kolenchukova O.A., <http://orcid.org/0000-0001-9552-447X>;
Dolgushina E.N., <http://orcid.org/0000-0001-5457-9079>; Rupina A. A., <http://orcid.org/0000-0002-2978-9266>;
Kratasuk V. A., <http://orcid.org/0000-0002-6995-879X>; Medvedeva N. N., <http://orcid.org/0000-0002-7757-6628>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. Research is supported by the Russian Foundation for basic research in the framework of the project 16-06-00439.

Received: 09 January 2017

Accepted: 18 October 2017

Введение

В настоящее время становится всё более актуальным внедрение инновационных неинвазивных методов контроля состояния организма человека для клинической лабораторной диагностики [1]. Это связано с увеличением количества стрессовых ситуаций в современном обществе и необходимостью профилактики перегрузок [2].

Длительные интеллектуальные нагрузки вызывают хронический стресс и могут привести к истощению нервной системы, что ведёт за собой негативные последствия: разлад в работе органов и систем, обострение хронических заболеваний [3, 4]. Существует большое количество подтверждений тому, что хронический стресс – это спутник студенческой жизни. Стресс, испытываемый студентами, может оказывать негативное влияние на обучение и препятствовать академической успеваемости. В психофизиологии под стрессом понимают неспецифические психофизиологические проявления адаптации организма при действии любых значимых для него факторов (стрессоров) [5, 6]. Одним из критериев адаптационных возможностей личности является активность работы системы антиоксидантной защиты (АОЗ), обезвреживающей свободные радикалы [7]. В настоящее время большое внимание уделяется исследованию влияния свободных радикалов на организм человека, которые оказывают обширное цитотоксическое воздействие, разрушая генетический аппарат клетки. При этом нарушается синтез белка и повреждается липидная мембрана клетки [8, 9]. Изменения метаболических процессов организма под влиянием стресса, отражаются на составе биологических жидкостей организма и в частности на слюне. Исследование метаболических изменений в слюне под воздействием стрессоров позволит создать простой в использовании высокотехнологичный инструмент для индивидуализированного формирования схем, контроля адаптации организма к стрессовым ситуациям [10–12].

Таким образом целью исследования является изучение особенностей антиоксидантного статуса в слюне в условиях интенсивной интеллектуальной нагрузки.

Материал и методы

Для проведения эксперимента была отобрана группа студентов второго и третьего курса КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, специальностей «Лечебное дело» и «Педиатрия». Всего в эксперименте приняло участие 123 человека: из которых 51 мужчина и 81 женщина. Возраст испытуемых 20–22 лет. Исследуемый материал – слюна, собирался путем прямого сплевывания в пробирку. Забор слюны производили два раза: фоновая проба отбиралась на обычных занятиях, когда студенты, предположительно находились в состоянии эмоционального покоя; тестовая проба отбиралась в период сессии сопряженный со значительной интеллектуальной нагрузкой.

Было проведено анкетирование студентов на обычных занятиях, когда студенты, предположительно находились в состоянии эмоционального покоя и в период сессии сопряженный со значительной интеллектуальной нагрузкой. Были использованы тесты: Спилбергера-Ханина для выяснения общего уровня тревожности; определяющие склонность к развитию стресса (по Т.А. Немчину и Тейлору). При интерпретации данных учитываются показатели по СТ (ситуативной тревожности) и ЛТ (личностной тревожности): до 30 баллов – низкая, 31–45 баллов – умеренная, 46 и более – высокая. А также уровень тревоги (вероятность развития стресса): при показателях 5 – 15 баллов можно предполагать низкий уровень тревоги, при показателях выше 15 прогнозируется повышенный уровень тревоги (снижение стрессоустойчивости), при показателях 40–50 вероятно прогнозируется развитие дистресса. Для прогноза эустресса рассматривается количественная сторона утверждений до 25 баллов.

Антиоксидантный статус оценивали по методу H_2O_2 -люминол зависимой хемилюминесценции [13]. Хемилюминесцентное исследование проводили с использованием планшетного люменометра TriStar LB 941, производства Berthold, по следующей методике: 200 мкл слюны; 25 мкл люминола; 25 мкл 3% H_2O_2 . Измерение ХЛ проходило в течение 5 мин, в ходе чего получали график динамики свечения проб. Эксперимент проводился при комнатной температуре.

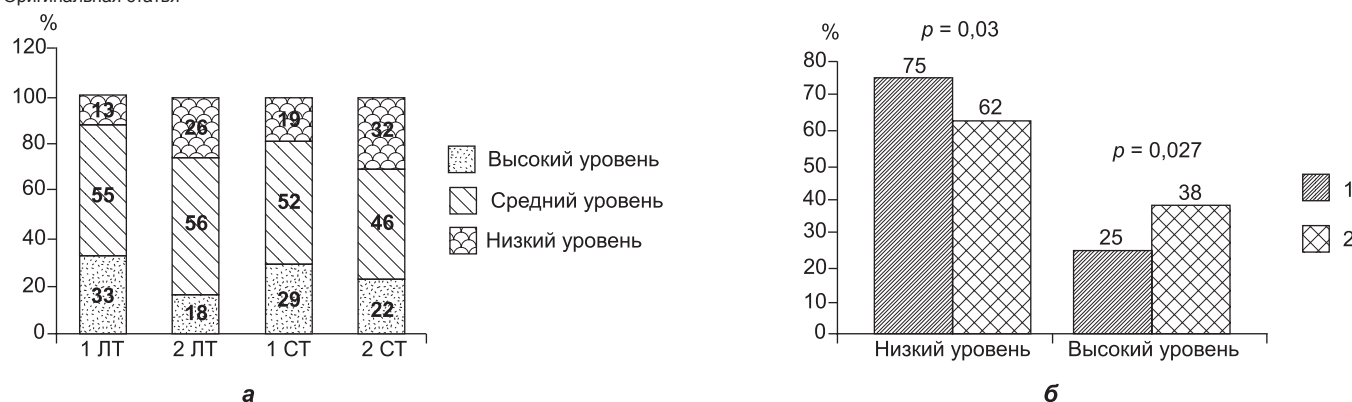


Рис. 1. Параметры психологического тестирования: 1 – период покоя; 2 – период сессии; а – уровень ситуационной (СТ) и личностной тревожности (ЛТ) ($p < 0,01$); б – склонность к развитию стресса.

Выделяли такие параметры свечения:

I_0 – начальное свечение до добавления H_2O_2 ;

I_{max} – максимальное свечение после добавления свободных радикалов в систему;

A – амплитуда свечения, которую получали вычитанием I_{max} от среднего значения свечения;

S – светосумма (S), оценивали по площади фигуры под графиком [2];

U – скорость снижения вспышки за 60 с находили по величине тангенса по формуле:

$$U = \tan\left(\frac{I_{max} - I(60 \text{ с})}{60 \text{ с}}\right),$$

где U – скорость снижения вспышки за 60 с; I_{max} – максимальное свечение; $I(60)$ – уровень свечения через 60 с после добавления перекиси; t_{max} – время наступления максимальной интенсивности свечения.

Статистический анализ данных производили в программе Statistica 10. Достоверность различия средних величин оценивали по непараметрическому критерию Вилкоксона. Обработку данных проводили с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного разброса ($C_{25}-C_{75}$ перцентили). Для исследования силы взаимосвязей показателей проведена корреляция по методу Спирмена.

Результаты

Исследование проводилось по двум срезам. Первый срез – начало учебного года, второй срез – конец первого полугодия (сдача сессии). При анализе полученных данных по методике «Шкала реактивной (ситуативной) и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина» нами были выделены 3 группы с низким, умеренным и высоким уровнем по шкале ситуативная тревожность (СТ) и личностная тревожность (ЛТ). Половина испытуемых вошла в группу со средним уровнем тревожности, что явилось весьма предсказуемым. Показатели, полученные у студентов в период покоя и в период сессии, не вышли за рамки нормы (умеренная тревожность). Однако показатели с высоким уровнем тревожности по обеим шкалам ЛТ и СТ, полученные в период, когда студенты предположительно находились в состоянии эмоционального покоя, выросли на 12 и 13% соответственно по сравнению с периодом сессии (рис. 1,а). В группе с низким уровнем тревожности во втором срезе показатели снизились. Соотношение показателей в группе со средним уровнем тревожности незначительно колеблется в зависимости от ситуации.

При анализе данных, полученных из опросника, определяющего склонность к развитию стресса (по Т.А. Немчину и Тейлору) нами были выделены 2 группы с низким и высоким уровнями тревоги. Далее мы проанализировали, как изменяется уровень тревожности по каждому студенту в период сессии и представили результаты на рисунке 1,б. Было зафиксировано повышение тревожности у 13% студентов в группе с высоким уровнем, и снижение в группе с низким уровнем тревожности в период сессии.

Исследование антиоксидантной активности у студентов в период покоя и интенсивной эмоциональной нагрузки показало достоверное снижение хемилюминесцентной активности в тестовой пробе, взятой на сессии, по сравнению с фоновой пробой, характеризующей спокойное состояние. Как видно из рис. 2, различие в 43,2% было зафиксировано уже при сравнении свечения до добавления перекиси водорода, что говорит о снижении синтеза АФК при стрессе.

После добавления перекиси водорода наблюдается быстрая вспышка свечения, результаты по параметрам, характеризующим её, представлены на рис. 3. Показатель I_{max} вспышки снижен в тестовой пробе на 72,9% по медиане, а амплитуда изменилась на 75,5%, что говорит о меньшем окислении люминола под воздействием свободных радикалов. Светосумма, характеризующая общее количество радикалов, в тестовой пробе снизилась на 72,8% относительно фона.

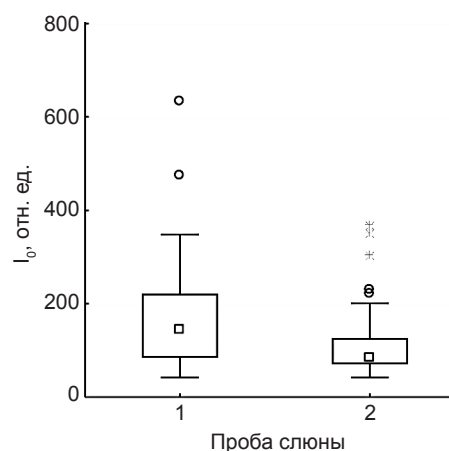


Рис. 2. Параметр начального свечения (I_0) проб слюны: 1 – фоновая проба, 2 – тестовая проба, ($p < 0,001$).

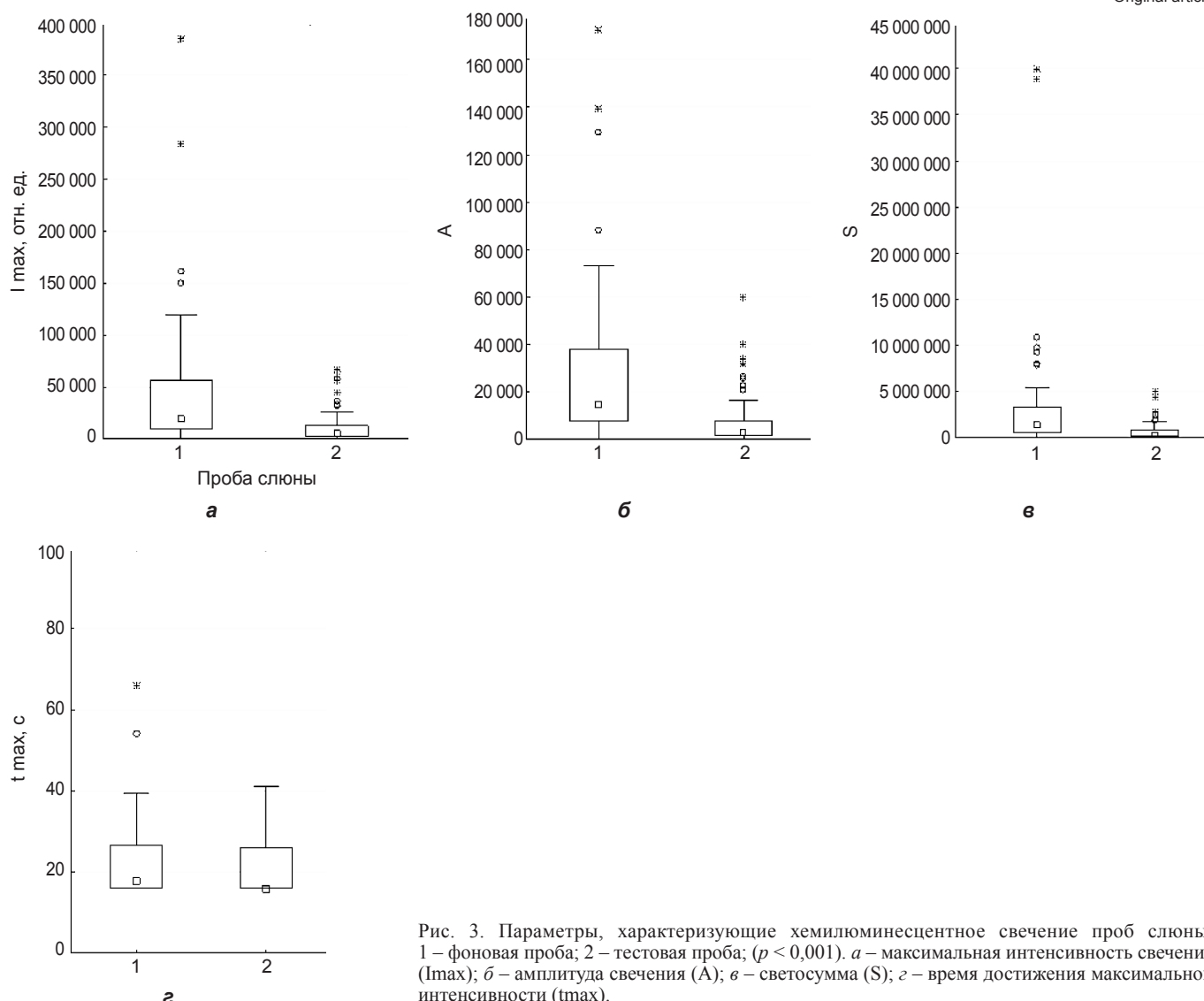


Рис. 3. Параметры, характеризующие хемилюминесцентное свечение проб слюны: 1 – фоновая проба; 2 – тестовая проба; ($p < 0,001$). а – максимальная интенсивность свечения ($I_{\max}$); б – амплитуда свечения (A); в – светосумма (S); г – время достижения максимальной интенсивности ($t_{\max}$).

Иной параметр, характеризующий изменение кривой, – скорость снижения вспышки за 60 с (U), представлен на рис. 4. Параметр в тестовой пробе снизился на 81,6% относительно фона.

Корреляционный анализ между показателями антиоксидантного статуса и уровнем стрессовой нагрузки выявил положительную взаимосвязь между уровнем ситуативной тревожности и скоростью хемилюминесцентной реакции ($r = 0,34$; $p = 0,006$) в период, когда студенты предположительно находились в состоянии эмоционального покоя, и отрицательную корреляцию между личностным уровнем тревожности и скоростью хемилюминесцентной реакции ($r = -0,24$; $p = 0,015$) в период сессии.

Обсуждение

Тест Спилбергера – Ханина принадлежит к числу методик, исследующих психологический феномен тревожности. Реактивная (ситуативная) тревожность – состояние субъекта в данный момент времени, которое характеризуется субъективно переживаемыми эмоциями: напряжением, беспокойством, озабоченностью, нервнойностью в данной конкретной обстановке [14]. Это состояние возникает как эмоциональная реакция на экстремальную или стрессовую ситуацию, может быть разным по интенсивности и

динамичным во времени. Под личностной тревожностью понимается устойчивая индивидуальная характеристика, отражающая предрасположенность субъекта к тревоге и предполагающая наличие у него тенденции воспринимать достаточно широкий «веер» ситуаций как угрожающие, отвечая на каждую из них весьма выраженным состоянием тревожности. Измерение тревожности как свойства личности особенно важно, так как это свойство во многом обуславливает поведение субъекта. Определённый уровень тревожности – естественная и обязательная особенность активной деятельной личности. У каждого человека существует свой оптимальный, или желательный уровень тревожности – это так называемая полезная тревожность. Оценка человеком своего состояния в этом отношении является для него существенным компонентом самоконтроля и самовоспитания [15, 16].

Уровень тревожности во многом определяется характером, является личностным показателем; зависимость от внешних ситуаций наблюдается незначительная. Стоит отметить, что в объективно тревожной ситуации уровень как ЛТ, так и СТ может снизиться: личность как бы понижает порог стрессового воздействия, возможно в этом выражается адаптационный механизм [16]. Таким образом отмечено, что по обеим шкалам ЛТ и СТ по второму срезу

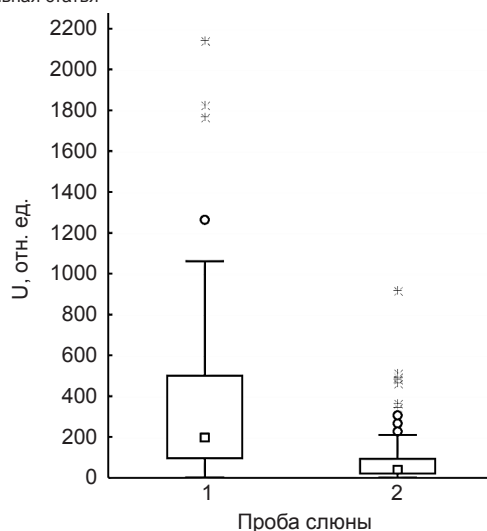


Рис. 4. Снижение максимальной вспышки – свечение (U) проб слюны: 1 – фоновая проба; 2 – тестовая проба; ($p < 0,001$).

в группе с высоким уровнем тревожности показатели выросли, в группе с низким уровнем тревожности, напротив, снизились. Также в период сессии было зафиксировано повышение тревожности у студентов в группе с высоким уровнем склонности к развитию стресса, и снижение тревожности в группе с низким уровнем тревожности.

Исследование антиоксидантного статуса показало повышение количества радикалов в тестовой пробе относительно фоновой, и таким образом можно предположить депрессию прооксидантной системы при стрессовой нагрузке. Обезвреживание радикалов в тестовой пробе происходило тоже менее интенсивно, с меньшей скоростью по сравнению с фоновой пробой, где снижение достаточно резко выражено. Соответственно, нейтрализация перекисных продуктов менее интенсивна во время интеллектуальной нагрузки.

Таким образом, корреляционный анализ подтвердил взаимосвязь между психологическим статусом человека и хемилюминесцентной активностью слюны. При этом в период покоя определена положительная взаимосвязь, а в период сессии – отрицательная, показывающая нарушение в системе АОЗ.

Выводы

1. По обеим шкалам ЛТ и СТ в период сессии в группе с высоким уровнем тревожности показатели выросли, а в группе с низким уровнем тревожности показатели снизились.

2. В период сессии было зафиксировано повышение тревожности у студентов в группе с высокой склонностью к развитию стресса, и снижение в группе с низким уровнем тревожности.

3. Исследование антиоксидантного статуса показало повышение количества радикалов в пробе слюны, взятой в период сессии относительно фоновой пробы, характеризующей спокойное состояние, что указывает на депрессию прооксидантной системы при стрессовой нагрузке.

4. Корреляционный анализ подтвердил взаимосвязь между психологическим статусом человека и хемилюминесцентной активностью слюны.

Финансирование. Исследование поддержано РФФИ. Проект № 16-06-00439.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 1–12 см. References)

13. Винник Ю.С., Савченко А.А., Перьянова О.В., Теплякова О.В., Якимов С.В., Тепляков Е.Ю., Мешкова О.С. Клинические аспекты применения хемилюминесцентного анализа. *Сибирское медицинское обозрение*. 2006; 3(40): 3-6. Доступно по: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11674410>
14. Урумова Л.Т., Хетагурова Л.Г., Ботоева Н.К., Тагаева И.Р. Психофизиологические аспекты экзаменационного стресса. *Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева*. 2007. XXXIX(3): 74-8. Доступно по: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11787340>
15. Севрюкова Г.А. Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения. *Гигиена и санитария*. 2006; 1: 72-3.
16. Мельников В.И. Экзаменационный стресс студентов и основные методы его оптимизации. *Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования*. 2012; 1: 45-60. Доступно по: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17307476>

References

1. Rathnayake N., Åkerman S., Klinge B., Lundegren N., Jansson H., Tryselius Y. et al. Salivary biomarkers for detection of systemic diseases. *PLoS One*. 2013; 8(4): e61356. doi: 10.1371/journal.pone.0061356.
2. Tóthová L., Kamodová N., Červenka T., Celec P. Salivary markers of oxidative stress in oral diseases. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2015; 5: 73. doi: 10.3389/fcimb.2015.00073.
3. Yoshizawa J.M., Schafer Ch.A., Schafer J.J., Farrell J.J., Paster B.J., Wong D.T. Salivary biomarkers: toward future clinical and diagnostic utilities. *Clin. Microbiol. Rev.* 2013; 26(4): 781-91. doi: 10.1128/CMR.00021-13.
4. Cheng Y., Rees T., Wright J. A review of research on salivary biomarkers for oral cancer detection. *Clin. Transl. Med.* 2014; 3: 3. doi: 10.1186/2001-1326-3-3.
5. Slavish D.C., Graham-Engeland J.E., Smyth J.M., Engeland Ch.G. Salivary markers of inflammation in response to acute stress. *Brain Behav. Immun.* 2015; 44: 253-69. doi: 10.1016/j.bbi.2014.08.008.
6. Goodson J.M., Kantarci A., Hartman M., Denis G.V., Stephens D., Hasturk H. et al. Metabolic disease risk in children by salivary biomarker analysis. *PLoS One*. 2014; 9(6): e98799. doi: 10.1371/journal.pone.0098799.
7. Peluso I., Raguzzini A. Salivary and urinary total antioxidant capacity as biomarkers of oxidative stress in humans. *Patholog. Res. Int.* 2016; 2016: 5480267. doi: 10.1155/2016/5480267.
8. Bonne N.J., Wong D.T. Salivary biomarker development using genomic, proteomic and metabolomic approaches. *Genome Med.* 2012; 4(10): 82. doi: 10.1186/gm383.
9. Spielmann N., Wong D.T. Saliva: diagnostics and therapeutic perspectives. *Oral Dis.* 2011; 17(4): 345-54. doi: 10.1111/j.1601-0825.2010.01773.x.
10. Lowe F.J., Karsta L., Gregg E.O. Lung cancer biomarkers for the assessment of modified risk tobacco products: an oxidative stress perspective. *Biomarkers*. 2013; 18(3): 183-95. doi: 10.3109/1354750X.2013.777116.
11. Bergen A.W., Mallick A., Nishita D., Wei X., Michel M., Wacholder A. et al. Chronic psychosocial stressors and salivary biomarkers in emerging adults. *Psychoneuroendocrinology*. 2012; 37(8): 1158-70. doi: 10.1016/j.psycheneu.2011.11.010.
12. Maeshima E., Koshiba H., Furukawa K., Maeshima Sh., Sakamoto W. Residual salivary secretion ability may be a useful marker for differential diagnosis in autoimmune diseases. *Dis. Markers*. 2014; 2014: 534261. doi: 10.1155/2014/534261.
13. Vinnik Yu.S., Savchenko A.A., Per'yanova O.V., Teplyakova O.V., Yakimov S.V., Teplyakov E.Yu., Meshkova O.S. Klinicheskie aspekty primeneniya khemilyuminescentnogo analiza. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2006; 3(40): 3-6. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11674410> (in Russian)
14. Urumova L.T., Khetagurova L.G., Botoeva N.K., Tagaeva I.R. Psikhofiziologicheskie aspekty ekzamenatsionnogo stressa. *Nevrologicheskii vestnik. Zhurnal im. V.M. Bekhtereva*. 2007. XXXIX(3): 74-8. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11787340> (in Russian)
15. Sevryukova G.A. Adaptive functional changes and working capacity of students during a learning process. *Gigiena i sanitariya*. 2006; (1): 72-3. (in Russian)
16. Mel'nikov V.I. Ekzamenatsionnyy stress studentov i osnovnye metody ego optimizatsii. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya*. 2012; (1): 45-60. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17307476> (in Russian)

Поступила 09.01.2017

Принята к печати 18.10.2017