

УДК 612.8.04+37.062

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2304.10](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2304.10)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

Оценка уровня психоэмоционального стресса у обучающихся с использованием биохимического анализа слюны

Е. А. Сарф¹, Л. В. Бельская¹¹ Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия

Проблема и цель. На начальной стадии профессионализации будущих педагогов особое значение имеет оценка нервно-психической устойчивости. Наиболее подвержены стрессу студенты I курса, так как устойчивость психики (нравственная, личностная, эмоциональная) находится в процессе становления, поэтому именно от успешности адаптационного периода зависит их способность преодолеть учебный стресс и сформировать у себя устойчивую мотивацию на дальнейшее профессиональное обучение. Для достижения оптимальной адаптации студентов разработаны различные тактические и стратегические программы, однако существует большое количество методик для оценки полученных результатов, которые не унифицированы и требуют длительной обработки данных при разнообразных тестированиях, в связи с чем необходим новый подход к оценке уровня стресса для оперативного контроля в процессе адаптационных мероприятий. Цель исследования – обосновать применимость биохимического анализа слюны для оценки уровня психоэмоционального стресса при проведении комплекса адаптационных мероприятий, направленных на преодоление учебного стресса и формирование устойчивой мотивации к обучению.

Методология. В работе использовались социологический (анкетирование), аналитический (биохимический) и статистический методы исследования. В исследование включены 105 студентов (возраст $18,3 \pm 0,3$ года). Всем участникам проведено анкетирование для определения интегрального показателя психической напряженности в соответствии со шкалой Лемюра – Тесье – Филлиона в модификации Н. Е. Водопьяновой. У всех добровольцев в слюне определяли содержание кортизола, тиреотропного гормона, тестостерона, секреторного иммуноглобулина класса А, а также минеральный состав, содержание общего белка и активность каталазы, содержание субстратов процессов перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации. Исследование проведено в два этапа: в первую неделю учебного года и после зимней сессии.

Результаты. Показано, что в начале учебного года уровень психоэмоционального стресса у студентов высокий, тогда как после зимней сессии происходит адаптация. Более подверженная стрессу подгруппа характеризуется повышенным уровнем кортизола как в начале года, так

Библиографическая ссылка: Сарф Е. А., Бельская Л. В. Оценка уровня психоэмоционального стресса у обучающихся с использованием биохимического анализа слюны // Science for Education Today. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 218–240. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2304.10>

✉ Автор для корреспонденции: Людмила Владимировна Бельская, ludab2005@mail.ru

© Е. А. Сарф, Л. В. Бельская, 2023

и после зимней сессии. Авторы выявили статистически значимые различия по содержанию общего белка, продуктов эндогенной интоксикации, концентрации катионов слюны между группами с разной стрессоустойчивостью. Авторы предполагают, что биохимический состав слюны характеризует «фоновый» уровень стресса, который не выявляется традиционными методами анкетирования

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что субъективная оценка уровня стрессоустойчивости коррелирует с изменением биохимических показателей слюны, которые могут дополнять методы анкетирования и применяться в процессе контроля за комплексом адаптационных мероприятий.

Ключевые слова: психоэмоциональный стресс; психическая напряженность; стрессоустойчивость; слюна; биохимия; гормоны; студенты; адаптация.

Постановка проблемы

В последнее время в центре внимания врачей, педагогов и ученых находится здоровье студентов, что обусловлено увеличением числа хронических заболеваний, сформированных в молодом возрасте [1]. Годы студенчества совпадают с периодами достижения физической зрелости и социального взросления [2]. Современные исследования в области педагогики и психологии доказывают, что образовательный процесс может быть сопряжен с непреднамеренным негативным влиянием на психическое здоровье, что может приводить к депрессии, тревоге и стрессу [3]. Обучение в вузе характеризуется высоким уровнем нервно-эмоционального напряжения, а возрастающий объем информации, постоянная модернизация учебного процесса и усложнение программ способствуют ухудшению самочувствия и здоровья студентов. Как правило, стресс возникает в том случае, если давление извне превышает адаптивные возможности организма [4]. Особое значение оценка нервно-психической устойчивости имеет на начальной стадии профессионализации будущих педагогов, поскольку профессия учителя относится к разряду стрессогенных, требующих больших резервов самообладания и саморегуляции. Наиболее подвержены стрессу студенты 1 курса, так как устойчивость психики

(нравственная, личностная, эмоциональная) находится в процессе становления, что обуславливает ее уязвимость, особенно в ситуациях, предъявляющих повышенные требования к способности преодолевать трудности, поэтому именно от успешности адаптационного периода зависит способность студентов преодолеть учебный стресс и сформировать у себя устойчивую мотивацию на дальнейшее профессиональное обучение [5; 6]. Очень важно своевременно реагировать на стрессоры и грамотно применить психологические ресурсы для преодоления учебного стресса [7].

Традиционно уровень стресса определяют, опираясь на поведенческие и физиологические ответы. К объективным критериям уровня стресс-реакции относят: вегетативные реакции, определяющиеся визуально, гемодинамические показатели (ЧСС, пульс, артериальное давление), функции дыхательной системы (частота дыхания, глубина дыхания, ритмичность дыхательных актов), показатели кожно-гальванической реакции (электрической активности кожи), а также данные плевтизмографии (реакция сужения сосудов) [8]. К методам экспресс-диагностики уровня

стресса относят большое количество психодиагностических методик¹. Для выявления степени эмоционального напряжения применяют методы наблюдения, опроса, анкетирования и тестирования. Для всесторонней оценки влияния стресса на организм необходим комплексный анализ как психофизиологических, так и биохимических маркеров. Для достижения оптимальной адаптации студентов разработаны различные тактические и стратегические программы [5; 9; 10], однако существует большое количество методик для оценки полученных результатов, которые не унифицированы и требуют длительной обработки данных при разнообразных тестированиях, в связи с чем необходим новый подход к оценке уровня стресса для оперативного контроля в процессе адаптационных мероприятий.

В качестве перспективной биологической жидкости, отражающей общее состояние организма, в последнее время используют слюну [11–14]. Преимущества слюны, по сравнению с венозной или капиллярной кровью, обуславливаются неинвазивностью сбора и отсутствием риска инфицирования при получении биоматериала [15–17]. При этом слюна адекватно отражает биохимический статус и физиологическое состояние человека [18–20]. Химический состав слюны может меняться при эмоциональном напряжении, кроме того, скорость секреции и состав слюны зависят и от функционального состояния нервной системы: изменение состава слюны в большей степени выражено у лиц с лабильной нервной системой [21; 22].

Стрессовая реакция осуществляется путем активации гипоталамо-симпато-адренормедуллярной, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и ренин-ангиотензиновой систем

[23]. При этом в коре надпочечников стимулируется секреция кортизола [24]. Концентрацию гормона кортизола в сыворотке крови или в слюне рассматривают как объективный индикатор уровня стресса. Кортизол и ряд иммунорелевантных молекул (sIgA), выявляемых в слюне, играют важную роль в протективных механизмах и могут использоваться в качестве биохимических маркеров, показывающих связь между психологическим стрессом, эндокринной и иммунной системами. Функциональное состояние эндокринной системы можно оценивать по уровню ТТГ и тестостерона. Известно, что в случае психического перенапряжения активизируется выделение ТТГ гипофизом для усиленной стимуляции образования Т3 и Т4 щитовидной железой [25]. Стресс как физический, так и психоэмоциональный приводит к подавлению продукции тестостерона через центральные механизмы [26]. Кортизол и тестостерон являются антагонистами: при увеличении концентрации одного уровень второго снижается. Показано, что чем больше концентрация тестостерона в крови в границах нормы, тем выше уровень стрессоустойчивости [27]. Увеличение степени напряжения механизмов адаптации может стать основой повреждения, проявлением которого будет развитие синдрома эндогенной интоксикации [28; 29]. При этом активизируется процесс перекисного окисления липидов и система антиоксидантной защиты [30]. Учебный стресс способствует формированию функциональных нарушений в организме, в том числе нарушению баланса электролитов, метаболизм которых зависит от состояния вегетативной нервной системы, от гормональной активности гипофиза и надпочечников [4; 31]. Так, магний – один из ключевых неорганических

¹ Водопьянова Н. Е. Стресс-менеджмент: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2020. – 283 с.

компонентов в организме, он влияет на состояние нервной системы, чрезвычайно важен в регуляции нервно-мышечной активности сердца. Уровень магния определяет способность организма к адаптации, а также стрессоустойчивость [32].

Цель работы – обосновать применимость биохимического анализа слюны для оценки уровня психоэмоционального стресса при проведении комплекса адаптационных мероприятий, направленных на преодоление учебного стресса и формирование устойчивой мотивации к обучению.

Методология исследования

В исследовании приняли участие 105 студенток первого курса Омского государственного педагогического университета (возраст $18,3 \pm 0,3$ года). Исследование проведено дважды: в первую учебную неделю сентября 2022 г., а также после зимней сессии в феврале 2023 г. Предварительно получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Всем добровольцам было предложено пройти анкетирование для определения интегрального показателя психической напряженности (ППН) в соответствии со шкалой PSM-25 Лемура – Тесье – Филлиона в модификации Н. Е. Водопьяновой [6]. Цель данного анкетирования – измерение стрессовых ощущений в соматических, поведенческих и эмоциональных показателях. Испытуемым было предложено оценить частоту переживаний в категориях: 1 – «никогда»; 2 – «крайне редко»; 3 – «очень редко»; 4 – «редко»; 5 – «иногда»; 6 – «часто»; 7 – «очень часто»; 8 – «постоянно (ежедневно)» по 25 утверждениям. Ответы на 1 и 2 балла оценивали как низкий уровень стресса (ППН меньше 50 баллов), что свидетельствует о состоянии психологической

адаптированности к рабочим нагрузкам. Ответы на 3 и 4 балла оценивали как средний уровень стресса ($50 < \text{ППН} < 100$). ППН больше 100 баллов оценивали как высокий уровень стресса, что свидетельствует о состоянии дезадаптации и психического дискомфорта, необходимости применения широкого спектра средств и методов для снижения нервно-психической напряженности, психологической разгрузки, изменения стиля мышления и жизни. После обработки тестов добровольцы были разделены на 3 группы: низкий уровень стресса ($n = 13$), средний уровень стресса ($n = 68$) и высокий уровень стресса ($n = 24$). Группу с низким уровнем стресса рассматриваем как стрессоустойчивую, с повышением уровня стресса стрессоустойчивость снижается.

В качестве биологического материала использовали слюну. Сбор проб слюны проводили натошак после полоскания рта водой в промежутке 8–10 часов утра путем сплевывания в стерильные полипропиленовые пробирки, подсчитывали скорость слюноотделения (мл/мин) [33]. Достоверных различий скорости слюноотделения в исследуемых группах мы не обнаружили, поэтому в таблицах ниже они не представлены. Образцы слюны центрифугировали ($10000 \times g$ в течение 10 мин) (ЦЛн-16), после чего сразу же проводили биохимический анализ без хранения и замораживания с использованием полуавтоматического биохимического анализатора StatFax 3300 (Awareness Technology, США). Биохимические показатели слюны включали минеральный состав (кальций, фосфор, натрий, калий, магний, хлориды), содержание общего белка и активность каталазы, содержание субстратов процессов перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты – ДК, триеновые конъюгаты – ТК, основания Шиффа – ОШ) и пока-

затели эндогенной интоксикации (ММ – средние молекулы). Мы определяли ММ при длинах волн 254 и 280 нм, они обозначены ММ 254 и ММ 280 соответственно, дополнительно было рассчитано соотношение ММ 254/280 нм. Определение минерального состава слюны проводили с использованием системы капиллярного электрофореза КАПЕЛЬ-105М (Люмэкс, Санкт-Петербург). Также во всех образцах определяли концентрацию кортизола, тиреотропного гормона (ТТГ), тестостерона, секреторного иммуноглобулина класса А (sIgA) методом твердофазного иммуноферментного анализа (Thermo Scientific Multiscan FC, США).

Наличие хронических, воспалительных и инфекционных заболеваний было исключено при осмотре терапевтом в рамках плановой диспансеризации. Дополнительно проведен осмотр стоматолога, чтобы исключить наличие воспалительных заболеваний полости рта, способных повлиять на результаты анализа слюны.

Статистическую обработку проводили с использованием критерия Манна – Уитни при сравнении двух групп и критерия Краскела–Уоллиса при сравнении трех групп по отдельным показателям, данные представлены в виде медианы, 25 и 75 перцентилей. Для изучения корреляционных взаимосвязей применяли коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали различия с уровнем значимости $p < 0,05$.

Для оценки возможности разделения исследуемых групп по комплексу показателей использовали метод дискриминантного

анализа Statistica 13.0 (StatSoft). Для трех наборов данных (группы с разным уровнем стресса) были построены две дискриминационные (канонические) функции: (1) функция для различения между набором 1 и наборами 2 и 3, взятыми вместе, и (2) функция для различения между наборами 2 и 3. Диаграмма рассеяния канонических значений по горизонтальной оси показывает результат различения по первой функции (Основание 1), по вертикальной оси – по второй функции (Основание 2). Качество дискриминации оценивали по смещению соответствующих точек относительно вертикальной и горизонтальной осей «0-0».

Результаты исследования

Показано, что в исследуемой группе преобладают студенты со средним уровнем стресса (64,8 %), высокий уровень стресса отмечен у 22,9 % добровольцев, максимально редко встречается низкий уровень стресса (12,3 %). Очень высокий уровень стресса (ППН более 150 баллов) не был идентифицирован ни у одного добровольца.

На первом этапе проведено сравнение уровня гормонов в слюне при разном уровне стресса (табл. 1). Отмечена тенденция к увеличению концентрации кортизола при увеличении уровня стресса, однако статистическая значимость изменений не подтверждена. Изменений концентрации тестостерона и ТТГ в группах с разным уровнем стресса не выявлено (табл. 1).

Таблица 1

Содержание slgA и гормонов в слюне при разном уровне стресса

Table 1

The content of slgA and hormones in saliva at different levels of stress

Показатель Indicator	ППН < 50, n = 13 ИМТ < 50, n = 13	ППН 50–100, n = 68 ИМТ 50–100, n = 68	ППН > 100, n = 24 ИМТ > 100, n = 24
ППН, баллы ИМТ, points	42 [38; 48]	75 [63; 89]	112 [106; 136]
slgA, мг/л slgA, mg/L	8.9 [5.9; 11.5]	8.8 [7.7; 12.4]	10.5 [6.8; 12.6]
Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/L	19.9 [17.1; 22.6]	20.0 [16.5; 24.0]	21.9 [18.3; 26.8]
Тестостерон, нмоль/л Testosterone, nmol/L	0.603 [0.567; 0.706]	0.626 [0.571; 0.687]	0.625 [0.568; 0.709]
ТТГ, мМЕ/л TSH, mMU/L	0.098 [0.051; 0.137]	0.066 [0.051; 0.126]	0.063 [0.054; 0,138]

На следующем этапе оценивали изменения биохимического состава слюны при разных уровнях стресса (табл. 2). Статистически значимые различия выявлены по содержанию

общего белка, продуктов эндогенной интоксикации МСМ 254 и 280 нм, концентрации катионов слюны (аммоний, магний, кальций) (табл. 2).

Таблица 2

Биохимический состав слюны при разном уровне стресса

Table 2

Biochemical composition of saliva at different levels of stress

Показатель Indicator	ППН < 50, n = 13 ИМТ < 50, n = 13	ППН 50–100, n = 68 ИМТ 50–100, n = 68	ППН > 100, n = 24 ИМТ > 100, n = 24	Критерий Краскела – Уоллиса p-value Kruskal – Wallis test
1	2	3	4	5
Диеновые конъюгаты, у. е. Diene conjugates, c. u.	3.86 [3.63; 4.12]	3.77 [3.60; 3.87]	3.71 [3.63; 3.88]	0.0093; 0.9954
Триеновые конъюгаты, у. е. Triene conjugates, c. u.	0.893 [0.727; 0.995]	0.917 [0.738; 1.055]	0.902 [0.772; 1.035]	0.6940; 0.7068
Основания Шиффа, у. е. Schiff bases, c. u.	0.459 [0.405; 0.513]	0.468 [0.385; 0.544]	0.469 [0.387; 0.577]	1.151; 0.5628
Каталаза, нкат/л Catalase, ncat/L	4.37 [3.23; 5.87]	4.03 [2.73; 4.92]	4.09 [3.42; 5.38]	0.2780; 0.8702
Белок, г/л Protein, g/L	1.43 [1.33; 1.62]	1.11 [0.85; 1.57]	0.78 [0.55; 1.06]	10.36; 0.0056*
МСМ 254, у.е. ММ 254, с.у.	0.117 [0.103; 0.118]	0.220 [0.171; 0.361]	0.229 [0.187; 0.270]	8.464; 0.0550*

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
МСМ 280, у.е. ММ 280, с.у.	0.102 [0.075; 0.133]	0.198 [0.140; 0.293]	0.197 [0.145; 0.232]	9.053; 0.0360*
МСМ 280/254 ММ 280/254	0.792 [0.640; 0.863]	0.812 [0.729; 0.911]	0.827 [0.773; 0.964]	0.7291; 0.6945
Аммоний, мг/л Ammonium, mg/L	203.5 [148.9; 356.8]	154.3 [117.8; 204.5]	142.1 [102.9; 165.8]	4.184; 0.0935**
К, ммоль/л K, mmol/L	11.6 [10.2; 21.4]	11.5 [8.9; 15.5]	12.0 [8.5; 13.4]	0.2533; 0.8811
Na, ммоль/л Na, mmol/L	9.8 [8.3; 13.6]	6.4 [5.0; 8.3]	7.4 [4.9; 8.9]	2.026; 0.3631
Mg, ммоль/л Mg, mmol/L	0.291 [0.225; 0.421]	0.252 [0.188; 0.322]	0.225 [0.187; 0.286]	5.952; 0.0410*
Ca, ммоль/л Ca, mmol/L	0.65 [0.47; 0.91]	0.60 [0.42; 0.82]	0.73 [0.55; 0.87]	4.693; 0.0957**
Cl, ммоль/л Cl, mmol/L	11.11 [9.45; 17.22]	9.50 [6.67; 15.59]	11.74 [8.51; 15.90]	0.4723; 0.7879
Фосфаты, мг/л Phosphate, mg/L	215.5 [152.8; 333.1]	183.3 [120.7; 300.9]	210.4 [122.1; 297.5]	0.0049; 0.9976
Na/K	0.730 [0.610; 0.831]	0.532 [0.401; 0.850]	0.560 [0.520; 1.13]	3.852; 0.1574
Ca/P	0.452 [0.135; 0.612]	0.337 [0.142; 0.499]	0.427 [0.153; 0.557]	1.715; 0.2892

Примечание. * – различия между 3 группами статистически значимы, $p < 0,05$; ** – различия между 3 группами статистически значимы, $p < 0,10$, где p – уровень статистической значимости, у. е. – единицы оптической плотности.

Note. * – the differences between the 3 groups are statistically significant, $p < 0.05$; ** – the differences between the 3 groups are statistically significant, $p < 0.10$, where p – is the level of statistical significance, u. e. – units of optical density.

При более детальном анализе видно, что с ростом уровня стресса наблюдается тенденция к снижению содержания первичных продуктов липопероксидации (ДК), тогда как уровень более токсичных ТК и ОШ растет при одновременном снижении активности антиоксидантных ферментов, в частности каталазы (рис. 1, А), однако выявленные изменения не имеют статистической значимости и могут рассматриваться только как тенденция. Содержание белка значимо снижается, тогда как концентрация средне молекулярных токсинов (МСМ 254 и МСМ 280 нм) растет (рис. 1, Б).

С ростом уровня стресса наблюдается существенный дисбаланс электролитов в слюне (рис. 2). Так, уровень аммония, натрия, магния и фосфатов снижается, тогда как для калия, кальция и хлоридов зависимость неоднозначная: сначала происходит снижение концентрации, в группе с максимальным уровнем стресса концентрация увеличивается (рис. 2). Для кальция и хлоридов различия между группами с ППН 50–100 и ППН > 100 статистически значимы ($p = 0,0324$ и $p = 0,0047$ для кальция и хлоридов соответственно).

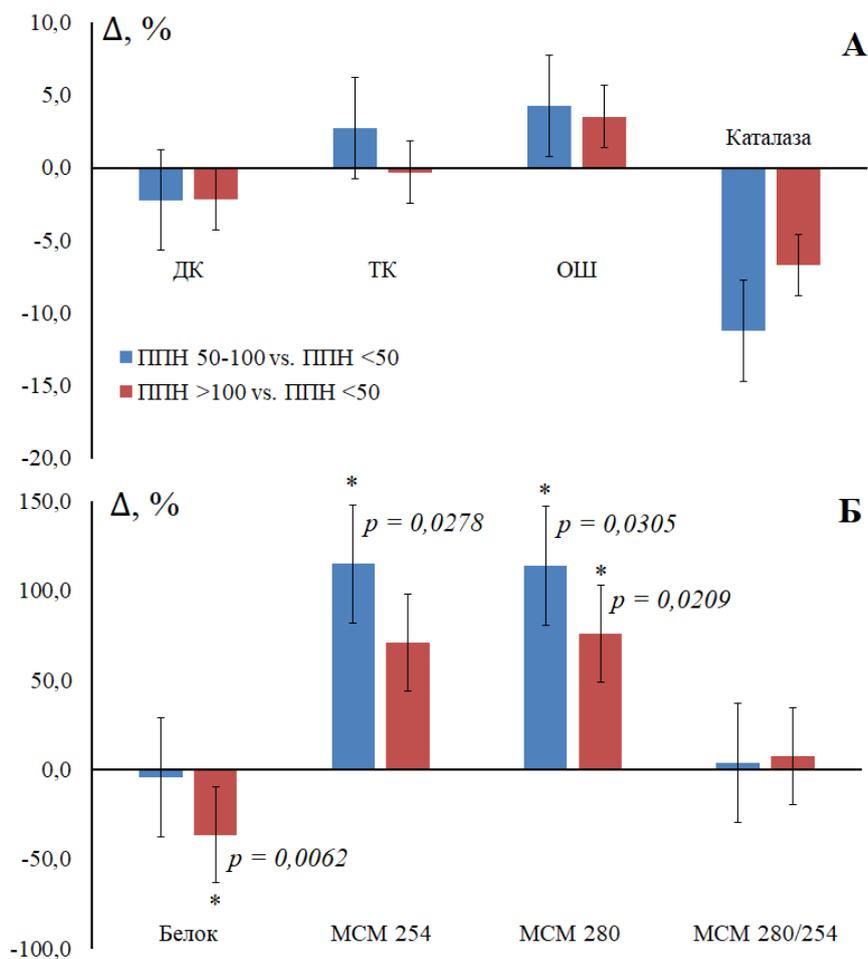


Рис. 1. Относительное изменение уровня продуктов липопероксидации и активности каталазы (А), а также концентрации белка и средне молекулярных токсинов (Б) в слюне в зависимости от уровня стресса.

Примечание. * – различия с группой ИПТ < 50 статистически достоверны, $p < 0,05$.

Fig. 1. Relative change in the level of lipid peroxidation products and catalase activity (A), as well as the concentration of protein and medium molecular toxins (B) in saliva depending on the level of stress.

Note. * – differences with the group IMT (indicator of mental tension) < 50 are statistically significant, $p < 0.05$.

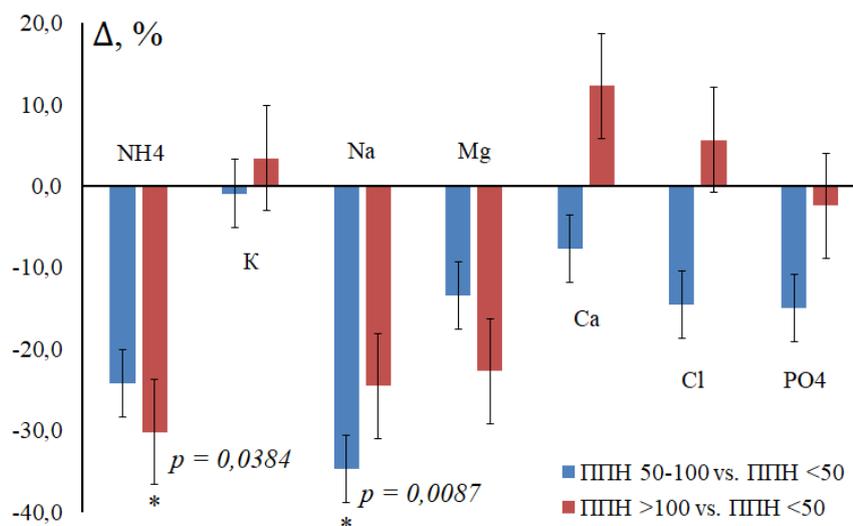


Рис. 2. Относительное изменение концентрации электролитов в слюне в зависимости от уровня стресса.

Примечание. * – различия с группой ППН < 50 статистически достоверны, $p < 0,05$.

Fig. 2. Relative change in the concentration of electrolytes in saliva depending on the level of stress.

Note. * – differences with the group IMT (indicator of mental tension) < 50 are statistically significant, $p < 0.05$.

Одновременный учет всех исследуемых параметров методом дискриминантного анализа показал, что наблюдается статистически значимое разделение на группы по уровню стресса (рис. 3). При этом вертикальная ось

«0-0» отделяет группу с низким уровнем стресса от остальных (левее вертикальной оси), тогда как горизонтальная ось «0-0» позволяет дополнительно разделить группы со средним и высоким уровнями стресса.

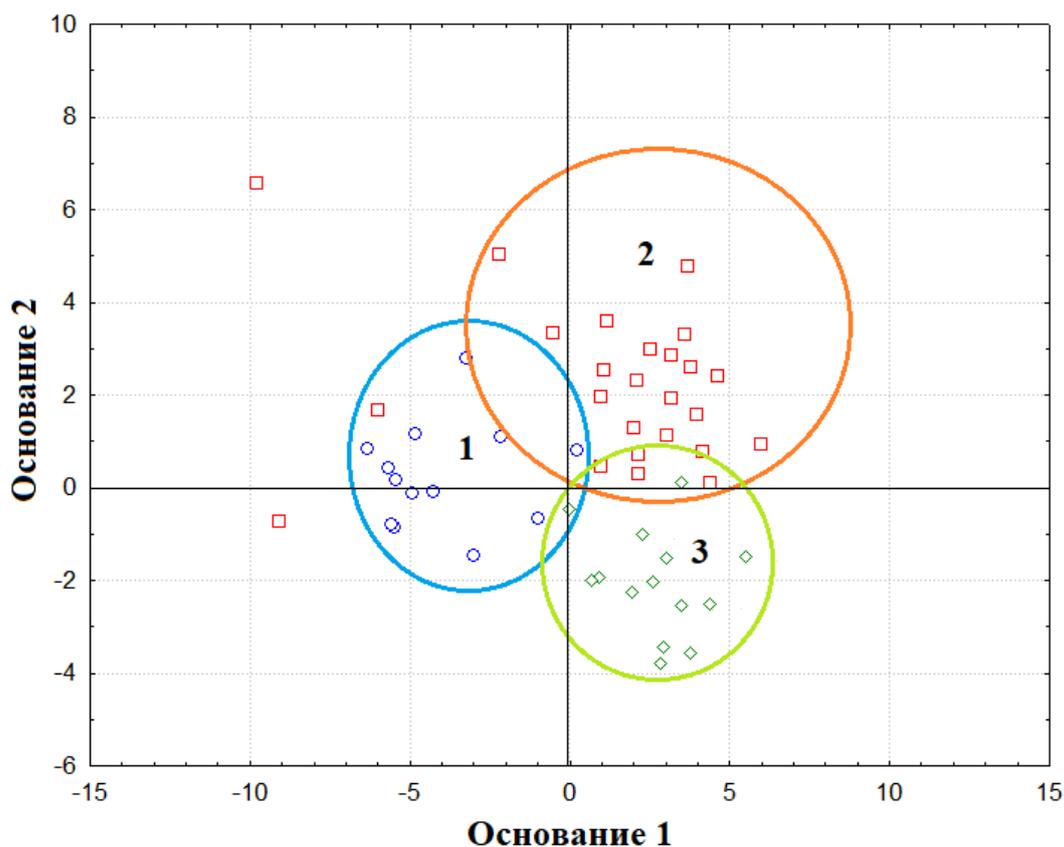


Рис. 3. Диаграмма рассеяния канонических значений для групп с разным уровнем стресса

Примечание. 1 – ППН < 50, 2 – ППН 50–100, 3 – ППН > 100.

Fig. 3. Scatterplot of canonical values for groups with different levels of stress

Note. 1 – indicator of mental tension < 50, 2 – indicator of mental tension 50–100, 3 – indicator of mental tension > 100.

Проведен корреляционный анализ между ППН и биохимическими показателями слюны. Показано, что между ППН и содержанием sIgA и гормонов в слюне корреляций нет. Выявлена отрицательная корреляция средней силы между ППН и содержанием белка ($r = -0,4296$).

В начале второго семестра у всех участников эксперимента было проведено повторное определение тех биохимических показателей, для которых на первом этапе были показаны различия между группами с разным ППН (табл. 3).

Таблица 3

Биохимический состав слюны при разном уровне стресса при повторном измерении

Table 3

Biochemical composition of saliva at different levels of stress during repeated measurements

Показатель Indicator	ППН < 50, n = 13 ИМТ < 50, n = 13	ППН 50–100, n = 68 ИМТ 50–100, n = 68	ППН > 100, n = 24 ИМТ > 100, n = 24	Критерий Краскела – Уоллиса p-value Kruskal – Wallis test
Кортизол, нмоль/л Cortisol, nmol/L	10.0 [6.72; 10.8]	9.97 [7.50; 14.9]	12.1 [9.11; 16.6]	0.7963; 0.6716
Белок, г/л Protein, g/L	1.74 [1.40; 2.39]	1.54 [1.15; 2.31]	1.27 [0.71; 1.91]	5.990; 0.0500*
МСМ 254, у. е. ММ 254, с. у.	0.227 [0.147; 0.351]	0.233 [0.152; 0.313]	0.188 [0.132; 0.298]	1.221; 0.5430
МСМ 280, у. е. ММ 280, с. у.	0.178 [0.114; 0.315]	0.202 [0.135; 0.251]	0.171 [0.121; 0.242]	0.6921; 0.7075
МСМ 280/254 ММ 280/254	0.784 [0.777; 0.898]	0.845 [0.801; 0.897]	0.900 [0.827; 0.965]	4.988; 0.0715**
Mg, ммоль/л Mg, mmol/L	0.264 [0.148; 0.420]	0.234 [0.111; 0.444]	0.198 [0.149; 0.386]	3.803; 0.1138
Ca, ммоль/л Ca, mmol/L	0.80 [0.65; 1.07]	0.81 [0.59; 1.44]	0.86 [0.69; 1.53]	0.7154; 0.6993

Примечание. * – различия статистически значимы, $p < 0,05$; ** – различия статистически значимы, $p < 0,10$, где p – уровень статистической значимости, у. е. – единицы оптической плотности.

Note. * – the differences are statistically significant, $p < 0.05$; ** – the differences are statistically significant, $p < 0.10$, where p – is the level of statistical significance, у. е. – units of optical density.

Показано, что содержание кортизола в целом по группе снижается ($p < 0,0001$). Тем не менее по-прежнему отмечается тенденция увеличения содержания кортизола в группе с ППН > 100. Для остальных показателей выявленные ранее закономерности сохраняются: при увеличении ППН концентрация белка снижается ($p = 0,0500$), соотношение МСМ 280/254 растет ($p = 0,0715$). Концентрация магния также уменьшается при увеличении ППН, однако по сравнению с началом первого семестра изменения статистически незначимы (табл.1 и 3).

Обсуждение

Из литературных данных известно, что у здоровых людей концентрация утреннего кортизола в слюне на 100 % соответствует его концентрации в крови и составляет 3–19 мкг/л (8,2–52,4 нмоль/л) [34], 0,06–33,98 нмоль/л [35]. Концентрация тестостерона в слюне у здоровых мужчин 270–544 пмоль/л [26], у здоровых женщин – 4,34–1049 пмоль/л [35]. Концентрация ТТГ в слюне в норме была определена в одном исследовании и находилась в интервале 0,70–1,03 МЕ/л [36]. Для sIgA нормальная концентрация в смешанной слюне составила 3,9–68,1 мг/л [37]. Таким образом,

определенные в настоящем исследовании значения концентраций находятся в пределах физиологической нормы. Тем не менее уровень кортизола незначительно возрастает в группе с низкой стрессоустойчивостью. Это может быть связано с тем, что в момент сбора образцов студенты не подвергались интенсивной когнитивной нагрузке и организм не испытывал явного психологического стресса, который бы привел к неспецифическим изменениям активности психики и выработки стресс-гормона кортизола [38]. Однако результаты тестирования показали, что уровень психической напряженности неодинаков и, по-видимому, отражает уровень базовой тревожности («хронический стресс»), а не уровень стресса в момент проведения исследования [39]. Наблюдается повышение содержания sIgA в группе с большим уровнем стресса. Возможно, что у студентов данной группы, находящихся в состоянии «хронического стресса», формируется иммунная недостаточность, на фоне которой могут возникнуть заболевания, в том числе сопряженные с повышенным уровнем микробной микрофлоры в полости рта, для нейтрализации которой вырабатываются секреторные иммуноглобулины [40].

Сравнение уровня кортизола в начале учебного года и после зимней сессии показало: хотя значения и находятся в рамках физиологической нормы, происходит уменьшение содержания кортизола, что подтверждено парным тестом Вилкоксона ($Z = 6,251$; $p < 0,0001$). Можно предположить, что в начале учебного года уровень психоэмоционального стресса выше, тогда как после зимней сессии происходит адаптация. Однако более подверженная стрессу подгруппа по-прежнему характеризуется повышенным уровнем кортизола (табл. 3).

Другие биохимические показатели также подчеркивают различия между подгруппами с разным уровнем стресса. Так, практически при любой патологии или неблагоприятном (стрессовом) воздействии на организм активируются процессы свободно-радикального окисления, что приводит к накоплению токсичных веществ, которые относятся к эндотоксинам [41]. Это объясняет повышение уровня более токсичных ТК и ОШ при одновременном снижении активности антиоксидантных ферментов, в частности каталазы. Факторы интоксикации МСМ увеличиваются в группе лиц, подверженных большему уровню стресса. Поскольку значительную часть МСМ составляют метаболиты, образующиеся в процессе распада белков [42], в группе с наибольшим уровнем стресса наблюдается закономерное понижение белка. Одним из возможных механизмов нейротоксического действия МСМ является ингибирование механизма активного транспорта ионов натрия и калия через мембрану клеток. Во время стрессовых состояний происходит дисбаланс этих элементов, при этом содержание натрия уменьшается, а содержание калия, напротив, растет. Известно, что стресс и магниевая недостаточность являются взаимосвязанными процессами, усугубляющими друг друга [43]. Состояние как острого, так и хронического стресса приводит к истощению внутриклеточного содержания магния и повышению его потери с мочой, так как в условиях стресса выделяется большое количество катехоламинов, способствующих выведению магния из клеток. В результате дефицита магния повышается проницаемость клеточных мембран для ионов кальция, что может негативно влиять на фосфолипиды клеточных мембран [34; 40; 44]. Это объясняет понижение содержания магния и повышение содержания кальция в слюне в

группе с большим уровнем стресса. Все выявленные закономерности сохраняются при повторном измерении после зимней сессии, что снижает вероятность ошибки при интерпретации результатов.

Биохимические показатели слюны также находятся в физиологических концентрациях [42] (табл. 2), однако между подгруппами наблюдаются статистически достоверные различия для общего белка, продуктов эндогенной интоксикации МСМ 254 и 280 нм, концентрации катионов слюны (аммония, магния, кальция). При этом для аммония и МСМ значительно отличается группа с ППН < 50 от других групп, для кальция отличается группа с ППН > 100, тогда как для магния и общего белка различия между всеми подгруппами статистически достоверны. Следует отметить, что физиологические границы нормы достаточно широки и изменения даже в этих пределах могут иметь диагностическое значение. По-видимому, данные биохимические показатели позволяют характеризовать фоновое состояние («хронический стресс»), тогда как гормоны слюны значительно меняются при острых стрессовых нагрузках.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что субъективная оценка уровня стрессоустойчивости коррелирует с изменением биохимических показателей слюны, которые могут дополнять методы анкетирования и применяться в процессе контроля за комплексом адаптационных мероприятий. В случае «хронического стресса» традиционные методы (физиологические, психодиагностические) не всегда позволяют выявить отличия внутри группы и более применимы для состояний острой стрессовой нагрузки. Тогда как анализ предложенных биохимических показателей слюны позволяет выявить более тонкие различия. В целом донозологическая диагностика, оценка психологического статуса и уровня стресса студентов являются эффективным средством сохранения здоровья молодого поколения. Данные исследования могут быть использованы при разработке оценок эффективности адаптации студентов во время обучения и коррекции экзаменационного стресса. Адаптационные мероприятия, подобранные с учетом как психологических, так и метаболических особенностей обучающихся помогут нивелировать влияние неблагоприятных факторов, повысить академическую успеваемость и вовремя принять меры для оптимизации процесса обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геворкян Э. С., Минасян С. М., Абраамян Э. Т. Уровень электролитов и оксида азота в слюне студентов при умственно-эмоциональном напряжении // Гигиена и санитария. – 2014. – № 4. – С. 81–85. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22595201>
2. Негашева М. А., Манукян А. С. Комплексный подход к изучению морфофизиологической и психологической адаптации юношей и девушек – студентов московских университетов // Вестник Московского университета. Серия XXIII. – 2016. – № 2. – С. 49–58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wxfdav>
3. Вавилова Т. П., Рубцова О. Г., Смирнова А. Д., Самусенкова К. В., Истракова А. С. Комплексная оценка стрессорного состояния по показателям слюны и артериального давления // Российская стоматология. – 2016. – Т. 2, № 9. – С. 102. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26287632>



4. Новгородцева И. В., Мусихина С. Е., Пьянкова В. О. Учебный стресс у студентов медиков: причины и проявления // Медицинские новости. – 2015. – № 8. – С. 75–77. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24072939>
5. Молокова О. А. Психологическая диагностика адаптации студентов к обучению в вузе // Образование и наука. – 2014. – № 10. – С. 146–156. DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2015-10-146-156> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25069275>
6. Молокова, О. А. Теоретические предпосылки использования личностно-центрированного подхода к сопровождению студентов на этапе адаптации к новой среде // Психолого-педагогический поиск. – 2018. – № 1(45). – С. 79-88. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32688454>
7. Ермакова Е. Г. Профилактические меры борьбы со стрессом в жизни студентов, причины, способы и средства снятия стресса // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 9–2. – С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-11024> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44057084>
8. Еременко В. В., Абушкевич В. Г., Абушкевич Т. Н., Потягайло Е. Г. Взаимосвязь между уровнем стрессоустойчивости и концентрацией тестостерона в крови здорового мужчины // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – № 6. – С. 29–33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22868023>
9. Кашина Ю. В., Покровский В. М., Чередник И. Л., Бурлуцкая А. В. Комплексная оценка адаптации студентов к процессу обучения в вузе // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23, № 1. – С. 73–79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28340717>
10. Кашина Ю. В. Прогноз адаптации студентов к учебному процессу // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 16, № 4. – С. 415–416. DOI: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16099> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48170564>
11. Dawes C., Wong D. T. W. Role of Saliva and Salivary Diagnostics in the Advancement of Oral Health // Journal of dental research. – 2019. – Vol. 98 (2). – P. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034518816961>
12. Kaczor-Urbanowicz K. E., Wei F., Rao S. L., Kim J., Shin H., Cheng J., Tu M., Wong D. T. W., Kim Y. Clinical validity of saliva and novel technology for cancer detection // BBA – Reviews on Cancer. – 2019. – Vol. 1872. – P. 49–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2019.05.007>
13. Khurshid Z., Warsi I., Moin S. F., Slowey P. D., Latif M., Zohaib S., Zafar M. S. Chapter Six - Biochemical analysis of oral fluids for disease detection // Advances in Clinical Chemistry. – 2021. – Vol. 100. – P. 205–253. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2020.04.005>
14. Roblegg E., Coughran A., Sirjani D. Saliva: An all-rounder of our body // European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. – 2019. – Vol. 142. – P. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.06.016>
15. Malathi N., Mythili S., Vasanthi H. R. Salivary Diagnostics: A Brief Review // International Scholarly Research Notices. – 2014. – Vol. 2014. – P. 158786. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/158786>
16. Miller C. S., Foley J. D., Bailey A. L., Campell C. L., Humphries R. L., Christodoulides N., Floriano P. N. Current developments in salivary diagnostics // Biomark Med. – 2010. – Vol. 4 (1). – P. 171–189. DOI: <https://doi.org/10.2217/bmm.09.68>
17. Nunes L. A., Mussavira S., Bindhu O. S. Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: a systematic review // Biochem Med (Zagreb). – 2015. – Vol. 25 (2). – P. 177–192. DOI: <https://doi.org/10.11613/bm.2015.018>



18. 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. – Vol. 3 (3). – P. 372–387. DOI: <https://doi.org/10.31254/jsir.2014.3316> URL: https://www.jsirjournal.com/Vol3_Issue3_16.pdf
19. Liu J., Duan Y. Saliva: A potential media for disease diagnostics and monitoring // *Oral Oncology*. – 2012. – Vol. 48. – P. 569–577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2012.01.021>
20. Shipper R. G., Silletti E., Vingerhoeds M. H. Saliva as research material: Biochemical, physicochemical and practical aspects // *Archives of oral biology*. – 2007. – Vol. 52 (12). – P. 1114–1135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2007.06.009>
21. Григорьев И. В., Артамонов И. Д., Лапковский В. В. Изменение белкового состава слюны человека при моделировании психоэмоционального напряжения // *Физиология человека*. – 2006. – Т. 6, № 32. – С. 87–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9449582>
22. Giacomello G., Scholten A., Parr M. K. Current methods for stress marker detection in saliva // *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. – 2020. – Vol. 191. – P. 113604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2020.113604>
23. Datson N. A., van den Oever J. M., Korobko O. B., Magarinos A. M., de Kloet E. R., McEwen B. S. Previous history of chronic stress changes the transcriptional response to glucocorticoid challenge in the dentate gyrus region of the male rat hippocampus // *Endocrinology*. – 2013. – Vol. 154 (9). – P. 3261–3272. DOI: <https://doi.org/10.1210/en.2012-2233>
24. Kataoka H., Ohshima H., Ohkawa T. Simultaneous analysis of multiple steroidal biomarkers in saliva for objective stress assessment by on-line coupling of automated in-tube solid-phase microextraction and polarity-switching LC-MS/MS // *Talanta Open*. – 2023. – Vol. 7. – P. 100177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talo.2022.100177>
25. Fischer S., Strahler J., Markert C., Skoluda N., Doerr J. M., Kappert M., Nater U. M. Effects of acute psychosocial stress on the hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis in healthy women // *Psychoneuroendocrinology*. – 2019. – Vol. 110. – P. 104438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.104438>
26. Гончаров Н. П., Кацяя Г. В., Добрачева А. Д., Нижник А. Н., Колесникова Г. С., Хербст В., Вестерманн Ю. Диагностическая значимость определения общего тестостерона в сыворотке и свободного биологически активного тестостерона в слюне у мужчин // *Проблемы эндокринологии*. – 2007. – Т. 53, № 3. – С. 30–35. DOI: <https://doi.org/10.14341/probl200753330-35> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41155318>
27. Жетписбаева Х. С. Состояние перекисного окисления липидов, антиоксидантной защиты и гуморального иммунитета при действии хронического стресса // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. – 2008. – № 3. – С. 3–8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12827636>
28. Лапшина А. М., Марова Е. И., Гончаров Н. П., Арапова С. Д., Рожинская Л. Я. Исследование свободного кортизола в слюне для оценки функции коры надпочечников // *Проблемы эндокринологии*. – 2008. – Т. 2, № 54. – С. 22–27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10336931>
29. Узбеков М. Г. Эндогенная интоксикация и ее роль в патогенетических механизмах психических расстройств // *Социальная и клиническая психиатрия*. – 2019. – Т. 29, № 4. – С. 14–20. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41436105>
30. Залата О. А., Серeda Е. В., Кравченко А. Н., Гордиенко А. И., Химич Н. В. Психофизиологические и биохимические подходы к оценке уровня стресса у студентов-медиков // *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. – 2020. – Т. 4, № 10. – С. 17–23. DOI: <https://doi.org/10.37279/2224-6444-2020-10-4-17-23> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45736047>



31. Высоцкая А. Г., Щербатюк Т. Г. Свободнорадикальная активность и морфология слюнной жидкости студентов разных этнических групп в условиях психоэмоционального стресса // Экология человека. – 2016. – № 6. – С. 21–25. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-6-21-25> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26137623>
32. Тарасов Е. А., Блинов Д. В., Зимовина У. В., Сандакова Е. А. Дефицит магния и стресс: вопросы взаимосвязи, тесты для диагностики и подходы к терапии // Терапевтический архив. – 2015. – Т. 9, № 87. – С. 114–122. DOI: <https://doi.org/10.17116/terarkh2015879114-122> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25340624>
33. Bel'skaya L. V., Kosenok V. K., Sarf E. A. Chronophysiological features of the normal mineral composition of human saliva // Archives of Oral Biology. – 2017. – Vol. 82. – P. 286–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.06.024> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=31034530>
34. Григус Я. И., Михайлова О. Д., Горбунов А. Ю., Вахрушев Я. М. Значение магния в физиологии и патологии органов пищеварения // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2015. – № 6. – С. 89–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24125732>
35. Stern J., Arslan R. C., Penke L. Stability and validity of steroid hormones in hair and saliva across two ovulatory cycles // Comprehensive Psychoneuroendocrinology. – 2022. – Vol. 9. – P. 100114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2022.100114>
36. Асиятилов Г. А., Абусуев С. А., Асиятилов А. Х., Ордашев Х. А. Содержание тироксина и тиреотропного гормона в слюне и сыворотке крови у больных с сиалопатиями на фоне заболеваний щитовидной железы // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 2. – С. 176–177. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13072127>
37. Wang D., Zhuo J.-Q., Zhao M.-P. A simple and rapid competitive enzyme-linked immunosorbent assay (cELISA) for high-throughput measurement of secretory immunoglobulin A (sIgA) in saliva // Talanta. – 2010. – Vol. 1 (82). – P. 432–436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.04.040>
38. Догадкина С. Б., Ермакова И. В., Адамовская О. Н., Кмить Г. В., Рублева Л. В., Шарапов А. Н. Вариабельность сердечного ритма и уровень кортизола у детей школьного возраста при разной когнитивной нагрузке // Acta biomedica scientifica. – 2022. – Т. 3, № 7. – С. 169–179. DOI: <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.3.1> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48971119>
39. Куличенко А. М., Аликина М. А., Гордиенко А. И., Химич Н. В., Павленко В. Б. Взаимосвязь содержания свободного кортизола в слюне и мощности ритмов ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 82–96. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30731757>
40. Калинин М. Н., Жмакин И. А., Алексеева Ю. А., Евстифеева Е. А., Денисова Е. В., Андреева О. В. Оценка адаптационных возможностей, психологического статуса и уровня качества жизни современных подростков // Современные исследования социальных проблем. – 2014. – № 12. – С. 309–327. DOI: <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2014-12-12> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22961918>
41. Юрьева Э. А., Омарова З. М., Османов И. М., Воздвиженская Е. С., Окунева Т. С., Мусаев К. М., Белов В. А. Маркеры эндогенной интоксикации у детей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2013. – № 1. – С. 50–57. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18866857>
42. Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К. Корреляционные взаимосвязи состава слюны и плазмы крови в норме // Клиническая лабораторная диагностика. – 2018. – Т. 63, № 8. – С. 477–482. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35785230>
43. Huang Y.-H., Zeng B.-Y., Li D.-J., Cheng Y.-S., Chen T.-Y., Liang H.-Y., Yang W.-Ch., Lin P.-Y., Chen Y.-W., Tseng P.-T., Lin Ch.-H. Significantly lower serum and hair magnesium levels in children



- with attention deficit hyperactivity disorder than controls: A systematic review and meta-analysis // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2019. – Vol. 2 (90). – P. 134–141. DOI <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.11.012>
44. Захарова И. Н., Ершова И. Б., Творогова Т. М., Глушко Ю. Г. Стресс у детей и подростков – проблема сегодняшнего дня // Медицинский совет. – 2021. – № 1. – С. 237–246. DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-1-237-246> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44852800>

Поступила: 30 мая 2023

Принята: 05 июля 2023

Опубликована: 31 августа 2023

Заявленный вклад авторов:

Сарф Елена Александровна: сбор материала и обработка данных, написание текста.
Бельская Людмила Владимировна: концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, редактирование текста.

Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов:

Соблюдение этических стандартов: Было получено добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

Информация об авторах

Сарф Елена Александровна

научный сотрудник,
научно-исследовательская лаборатория биохимии,
Омский государственный педагогический университет
ул. Набережная Тухачевского, 14, 644099, Омск, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4918-6937>
E-mail: nemcha@mail.ru

Бельская Людмила Владимировна

заведующая лабораторией,
научно-исследовательская лаборатория биохимии,
Омский государственный педагогический университет
ул. Набережная Тухачевского, 14, 644099, Омск, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6147-4854>
E-mail: ludab2005@mail.ru



Assessing the level of psycho-emotional stress in students using biochemical analysis of saliva

Elena A. Sarf¹, Lyudmila V. Bel'skaya  ¹

¹ Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russian Federation

Abstract

Introduction. At the initial stage of professionalization of future teachers, the assessment of neuropsychic stability is of particular importance. The 1st-year students are most susceptible to stress, since the stability of the psyche (moral, personal, and emotional) is in the process of formation, therefore, their ability to overcome educational stress and develop a stable motivation for higher education depends on the success of the adaptation period. In order to achieve optimal adaptation of students, various tactical and strategic programs have been developed, however, there are a large number of methods for evaluating results that are not unified and require long-term data processing for various tests. In this connection, a new approach is needed to assess the level of stress for operational control in the process of adaptation measures.

The purpose of the study is to substantiate the usage of the biochemical analysis of saliva to assess the level of psycho-emotional stress during the implementation of a set of adaptive measures aimed at overcoming educational stress and the formation of sustainable motivation for learning.

Materials and Methods. We used sociological (questionnaire), analytical (biochemical) and statistical research methods. The study involved 105 students (age between 18.3 ± 0.3 years) who underwent a survey to determine the integral indicator of mental tension in accordance with the Lemoure-Tessier-Fillion scale modified by N. E. Vodopyanova. In all volunteers, we determined the content of cortisol, thyroid-stimulating hormone, testosterone, secretory immunoglobulin class A in saliva, as well as the mineral composition, the content of total protein and catalase activity, the content of substrates for peroxidation processes lipids and endogenous intoxication. The study was conducted twice: in the first week of the academic year and after the winter examination session.

Results. It is shown that at the beginning of the academic year, the level of psycho-emotional stress is higher, while after the winter examination session, adaptation takes place. The more stressed subgroup is characterized by increased levels of cortisol both at the beginning of the year and after the winter examination session. The authors revealed statistically significant differences in the content of total protein, products of endogenous intoxication, concentration of salivary cations between groups with different stress resistance.

For citation

Sarf E. A., Bel'skaya L. V. Assessing the level of psycho-emotional stress in students using biochemical analysis of saliva. *Science for Education Today*, 2023, vol. 13 (4), pp. 218–240. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2304.10>

  Corresponding Author: Lyudmila V. Bel'skaya, ludab2005@mail.ru

© Elena A. Sarf, Lyudmila V. Bel'skaya, 2023

The authors suggest that the biochemical composition of saliva characterizes the "background" level of stress, which is not detected by traditional questionnaire methods.

Conclusions. The article concludes that the study has shown that the subjective assessment of the level of stress resistance correlates to changes in the biochemical parameters of saliva, which can complement the questionnaire methods and be used in the process of monitoring a set of adaptive measures.

Keywords

Psycho-emotional stress; Mental tension; Stress resistance; Saliva; Biochemistry; Hormones; Students; Adaptation.

REFERENCES

1. Gevorkyan E. S., Minasyan S. M., Abraamyan E. T. The levels of electrolytes and nitric oxide in saliva of students under mental-emotional exertion. *Gigiyena i Sanitariya*, 2014, no. 4, pp. 81–85. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22595201>
2. Negasheva M. A., Manukyan A. S. An integrated approach to the study of morphophysiological and psychological adaptation of young men and women – students of Moscow universities. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII*, 2016, no. 2, pp. 49–58. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wxfdav>
3. Vavilova T. P., Rubtsova O. G., Smirnova A. D., Samusenkova K. V., Istrakova A. S. Comprehensive assessment of the stress state in terms of saliva and blood pressure. *Rossiyskaya Stomatologiya*, 2016, vol. 9 (2), pp. 102. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26287632>
4. Novgorodtseva I. V., Musikhina S. Ye., P'yankova V. O. Training stress of medical students: causes and manifestations. *Meditsinskiye Novosti*, 2015, vol. 8, pp. 75–77. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24072939>
5. Molokova O. A. Psychological diagnostics of students adaptation to university studies. *Obrazovaniye i Nauka*, 2014, no. 10, pp. 146–156. (In Russian) DOI: <http://dx.doi.org/10.17853/1994-5639-2015-10-146-156> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25069275>
6. Molokova, O. A. Theoretical prerequisites to a person-centered approach to students' adaptation to new academic environments. *Psychological and Pedagogical Search*, 2018, no. 1, pp. 79–88. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32688454>
7. Yermakova Ye. G. Preventive measures to deal with stress in the life of students, causes, methods and means of relieving stress. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2020, no. 9–2, pp. 49–52. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2020-11024> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44057084>
8. Yeremenko V. V., Abushkevich V. G., Abushkevich T. N., Potyagaylo Ye. G. Correlation between the level of stress resistance and testosterone concentration in a healthy males blood. *Kubanskiy Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik*, 2014, no. 6, pp. 29–33. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22868023>
9. Kashina Yu. V., Pokrovsky V. M., Cherednik I. L., Burlutskaya A. V. Comprehensive assessment of students' adaptation to the learning process at the university. *Chelovek. Sport. Meditsina*, 2023, vol. 6 (1), pp. 73–79. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28340717>



10. Kashina Yu. V. The forecast of students' adaptation to educational process. *Meditinskiy Vestnik Severnogo Kavkaza*, 2021, vol. 16 (4), pp. 415–416. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16099> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48170564>
11. Dawes C., Wong D. T. W. Role of saliva and salivary diagnostics in the advancement of oral health. *Journal of Dental Research*, 2019, vol. 98 (2), pp. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034518816961>
12. Kaczor-Urbanowicz K. E., Wei F., Rao S. L., Kim J., Shin H., Cheng J., Tu M., Wong D. T. W., Kim Y. Clinical validity of saliva and novel technology for cancer detection. *BBA – Reviews on Cancer*, 2019, vol. 1872, pp. 49–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2019.05.007>
13. Khurshid Z., Warsi I., Moin S. F., Slowey P. D., Latif M., Zohaib S., Zafar M. S. Chapter Six – Biochemical analysis of oral fluids for disease detection. *Advances in Clinical Chemistry*, 2021, vol. 100, pp. 205–253. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2020.04.005>
14. Roblegg E., Coughran A., Sirjani D. Saliva: An all-rounder of our body. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 2019, vol. 142, pp. 133–141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.06.016>
15. Malathi N., Mythili S., Vasanthi H. R. Salivary diagnostics: A brief review. *International Scholarly Research Notices*, 2014, vol. 2014, pp. 158786. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/158786>
16. Miller C. S., Foley J. D., Bailey A. L., Campell C. L., Humphries R. L., Christodoulides N., Floriano P. N. Current developments in salivary diagnostics. *Biomark Med*, 2010, vol. 4 (1), pp. 171–189. DOI: <https://doi.org/10.2217/bmm.09.68>
17. Nunes L. A., Mussavira S., Bindhu O. S. Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: A systematic review. *Biochem Med (Zagreb)*, 2015, vol. 25 (2), pp. 177–192. DOI: <https://doi.org/10.11613/bm.2015.018>
18. 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, vol. 3 (3), pp. 372–387. DOI: <https://doi.org/10.31254/jsir.2014.3316> URL: https://www.jsirjournal.com/Vol3_Issue3_16.pdf
19. Liu J., Duan Y. Saliva: A potential media for disease diagnostics and monitoring. *Oral Oncology*, 2012, vol. 48 (7), pp. 569–577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2012.01.021>
20. Shipper R. G., Silletti E., Vingerhoeds M. H. Saliva as research material: Biochemical, physicochemical and practical aspects. *Archives of Oral Biology*, 2007, vol. 52 (12), pp. 1114–1135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2007.06.009>
21. Grigor'yev I. V., Artamonov I. D., Lapkovskiy V. V. Changes in the protein composition of human saliva associated with model psychological and emotional stress. *Fiziologiya Cheloveka*, 2006, vol. 32 (6), pp. 87–94. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9449582>
22. Giacomello G., Scholten A., Parr M. K. Current methods for stress marker detection in saliva. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2020, vol. 191, pp. 113604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2020.113604>
23. Datson N. A., van den Oever J. M., Korobko O. B., Magarinos A. M., de Kloet E. R., McEwen B. S. Previous history of chronic stress changes the transcriptional response to glucocorticoid challenge in the dentate gyrus region of the male rat hippocampus. *Endocrinology*, 2013, vol. 154 (9), pp. 3261–3272. DOI: <https://doi.org/10.1210/en.2012-2233>
24. Kataoka H., Ohshima H., Ohkawa T. Simultaneous analysis of multiple steroidal biomarkers in saliva for objective stress assessment by on-line coupling of automated in-tube solid-phase microextraction and polarity-switching LC-MS/MS. *Talanta Open*, 2023, vol. 7, pp. 100177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talo.2022.100177>



25. Fischer S., Strahler J., Markert C., Skoluda N., Doerr J. M., Kappert M., Nater U. M. Effects of acute psychosocial stress on the hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis in healthy women. *Psychoneuroendocrinology*, 2019, vol. 110, pp. 104438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.104438>
26. Goncharov N. P., Katsia G. V., Dobracheva A. D., Nizhnik A. N., Kolesnikova G. S., Herbst V., Westermann Yu. Diagnostic value of the determination of total testosterone in the serum and free biologically active testosterone in the saliva in men. *Problemy Endokrinologii*, 2007, vol. 53 (3), pp. 30–35. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.14341/probl200753330-35> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41155318>
27. Zhetpisbayeva Kh. S. The state of lipid peroxidation, antioxidant protection and humoral immunity under the action of chronic stress. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Povolzhskiy Region. Meditsinskiye Nauki*, 2008, no. 3, pp. 3–8. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12827636>
28. Lapshina A. M., Marova E. I., Goncharov N. P., Arapova S. D., Rozhinskaya L. Ya. Study of free cortisol in the saliva for the evaluation of adrenal function. *Problemy Endokrinologii*, 2008, vol. 54 (2), pp. 22–27. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10336931>
29. Uzbekov M. G. Endogenous intoxication and its role in pathogenetic mechanisms of mental disorders. *Sotsial'naya i Klinicheskaya Psixiatriya*, 2019, vol. 29 (4), pp. 14–20. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41436105>
30. Zalata O. A., Sereda E. V., Kravchenko A. N., Gordienko A. I., Khimich N. V. Psychophysiological and biochemical approaches to assessing the level of stress in medical students. *Krymskiy Zhurnal Eksperimental'noy i Klinicheskoy Meditsiny*, 2020, vol. 10 (4), pp.17–23. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.37279/2224-6444-2020-10-4-17-23> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45736047>
31. Vysotskaya A. G., Shcherbatyuk T. G. Free radical activity and morphology of the salivary fluid in students from different ethnic groups in emotional stress conditions. *Ekologiya Cheloveka*, 2016, no. 6, pp. 21–25. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-6-21-25> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26137623>
32. Tarasov Ye. A., Blinov D. V., Zimovina U. V., Sandakova Ye. A. Magnesium deficiency and stress: issues of their relationship, diagnostic tests, and approaches to therapy. *Terapevticheskiy Arkhiv*, 2015, vol. 87 (9), pp. 114–122. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17116/terarkh2015879114-122> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25340624>
33. Bel'skaya L. V., Kosenok V. K., Sarf E. A. Chronophysiological features of the normal mineral composition of human saliva. *Archives of Oral Biology*, 2017, vol. 82, pp. 286–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.06.024> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=31034530>
34. Grigus Ya. I., Mikhailova O. D., Gorbunov A. Yu., Vakhrushev Ya. M. Significance of magnesium in physiology and pathology of the digestive system. *Eksperimental'naya i Klinicheskaya Gastroenterologiy*, 2015, no. 6, pp. 89–94. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24125732>
35. Stern J., Arslan R. C., Penke L. Stability and validity of steroid hormones in hair and saliva across two ovulatory cycles. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 2022, vol. 9, pp. 100114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpnc.2022.100114>
36. Asiyatillov G. A., Abusuev S. A., Asiyatillov A. Kh., Ordashev Kh. A. Thyroxin and thyreotropic hormon content in saliva and blood serum in patients with sialopathies on background of thyroid



- gland disease. *Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy*, 2008, vol. 15 (2), pp. 176–177. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13072127>
37. Wang D., Zhuo J.-Q., Zhao M.-P. A simple and rapid competitive enzyme-linked immunosorbent assay (cELISA) for high-throughput measurement of secretory immunoglobulin A (sIgA) in saliva. *Talanta*, 2010, vol. 82 (1), pp. 432–436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.04.040>
38. Dogadkina S. B., Yermakova I. V., Adamovskaya O. N., Kmit' G. V., Rubleva L. V., Sharapov A. N. Heart rate variability and cortisol levels in school-age children with different cognitive tests. *Acta Biomedica Scientifica*, 2022, vol. 7 (3), pp. 169–179. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.3.1> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48971119>
39. Kulichenko A. M., Alikina M. A., Gordiyenko A. I., Khimich N. V., Pavlenko V. B. Relationship between of free cortisol in salives and power of EEG rhythms in the state of quiet walking. *Uchenyye Zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta imeni V. I. Vernadskogo Biologiya. Khimiya*, 2017, vol. 3 (3), pp. 82–96. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30731757>
40. Kalinkin M. N., Zhmakin I. A., Alekseyeva Yu. A., Yevstifeyeva Ye. A., Denisova Ye. V., Andreyeva O. V. Assessment of adaptation opportunities, psychological status and level of life quality of modern teenagers. *Modern Research of Social Problems*, 2014, no. 12, pp. 309–327. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2014-12-12> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22961918>
41. Yur'yeva E. A., Omarova Z. M., Osmanov I. M., Vozdvizhenskaya Ye. S., Okuneva T. S., Musayev K. M., Belov V. A. Endogenous intoxication markers in children with gastrointestinal tract diseases. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*, 2013, no. 1, pp. 50–57. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18866857>
42. Belskaya L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K. Correlation interrelations between the composition of saliva and blood plasma in norm. *Clinical Laboratory Diagnostics*, 2018, vol. 63 (8), pp. 477–482. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35785230>
43. Huang Y.-H., Zeng B.-Y., Li D.-J., Cheng Y.-S., Chen T.-Y., Liang H.-Y., Yang W.-Ch., Lin P.-Y., Chen Y.-W., Tseng P.-T., Lin Ch.-H. Significantly lower serum and hair magnesium levels in children with attention deficit hyperactivity disorder than controls: A systematic review and meta-analysis. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 2019, vol. 2 (90), pp. 134–141. DOI <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.11.012>
44. Zakharova I. N., Yershova I. B., Tvorogova T. M., Glushko Yu. G. Stress in children and adolescent is a burning issue of today. *Medical Council*, 2021, no. 1, pp. 237–246. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-1-237-246> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44852800>

Submitted: 30 May 2023

Accepted: 05 July 2023

Published: 31 August 2023



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).





The authors' stated contribution:

Elena Alexandrovna Sarf

Contribution of the co-author: collection of material and data processing, writing the text.

Lyudmila Vladimirovna Bel'skaya

Contribution of the co-author: the concept and design of the study, statistical processing, text editing. All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

All authors reviewed the results of the work and approved the final version of the manuscript.

Information about competitive interests:

Compliance with ethical standards. Voluntary informed consent to participate in the study was obtained.

Conflict of interest: the authors declare no apparent or potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

Information about the Authors

Elena Alexandrovna Sarf

Researcher,
Biochemistry Research Laboratory,
Omsk State Pedagogical University,
14 Tukhachevsky Str., 644099, Omsk, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4918-6937>
E-mail: nemcha@mail.ru

Lyudmila Vladimirovna Bel'skaya

PhD in Chemistry, Head of Laboratory,
Biochemistry Research Laboratory,
Omsk State Pedagogical University,
14 Tukhachevsky Str., 644099, Omsk, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6147-4854>
E-mail: ludab2005@mail.ru