

DOI: <https://doi.org/10.34921/amj.2025.4.017>**İMTAHAN STRESSİ ŞƏRAİTİNDƏ TƏLƏBƏLƏRİN QANINDA
KORTİZOLUN SƏVİYYƏSİNİN DƏYİŞİKLİKLƏRİ****R.R.Rəhimova¹, G.İ.Əzizova¹, N.A.Sadıqova¹, A.E.Rəhimzadə²**¹Azərbaycan Tibb Universitetinin Biokimya kafedrası, Bakı, Azərbaycan²Maynts Johannes Gutenberg Universiteti, Almaniya

Xülasə. Məqalədə tələbələrin imtahan stressi altında kortizol səviyyələrinin dəyişiklikləri və fərdi emosional həssaslığın stress cavabına necə təsir etdiyi barədə tədqiqat işinin nəticələri təqdim olunur. Tədqiqatın məqsədi tələbələrin fərdi emosional həssaslığının imtahan stressinə cavab olaraq kortizol səviyyəsində artmasına necə təsir etdiyini qiymətləndirmək olmuşdur. İmtahanı əsas stress mənbəyi kimi göstərən 58 könüllü ikinci kurs tələbəsinin (18-26 yaş) qan serumundakı kortizol səviyyəsi akademik sabitlik dövründə və imtahan günü (imtahandan əvvəl) ölçülmüşdür. Kortizol səviyyəsində artım dərəcəsinə görə tələbələr qruplara ayrılmışdır. Əksər iştirakçılarda (76%) hormon səviyyəsi üç dəfəyə qədər yüksəlmiş, 24%-də isə daha güclü (3 dəfədən yüksək) dəyişiklik müşahidə edilmişdir. Bu, ilkin emosional həssaslıq ilə əlaqələndirilmişdir. Hormonun üç dəfədən çox artması diqqət toplama qabiliyyətinin zəifləməsi və akademik effektivliyin aşağı düşməsi ilə müşayiət olunmuşdur. Tələbələrin ilkin emosional həssaslıq fərqlilikləri Stressin Qəbul Edilməsi metodu (PSS-10) ilə qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: kortizol, biokimyəvi markerlər, emosional həssaslıq, imtahan stressi, akademik nailiyyət

Ключевые слова: кортизол, биохимический маркер, эмоциональная восприимчивость, экзаменационный стресс, академическая эффективность

Keywords: cortisol, biochemical marker, emotional susceptibility, exam stress, academic performance

**ДИНАМИКА КОРТИЗОЛА У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ
ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА****Р.Р.Рагимова¹, Г.И. Азизова¹, Н.А.Садыхова¹, А.Э.Рагимзаде²**¹Кафедра биохимии Азербайджанского Медицинского Университета, Баку, Азербайджан²Университет Майнц им. Иоганна Гутенберга, Германия

В статье представлены результаты исследования изменений уровня кортизола у студентов под воздействием экзаменационного стресса и того, как индивидуальная эмоциональная чувствительность влияет на стрессовую реакцию. Целью исследования было оценить, как индивидуальная эмоциональная восприимчивость студентов влияет на повышение уровня кортизола в ответ на экзаменационный стресс. У 58 добровольцев второго курса (18–26 лет), указавших экзамен как основной источник стресса, определяли уровень кортизола в сыворотке крови дважды — в период академической стабильности и в день экзамена (перед экзаменом) методом иммунохемилюминесцентного анализа. Индивидуальные различия в исходной восприимчивости студентов оценивались с помощью шкалы восприятия стресса (PSS-10). В зависимости от степени повышения уровня кортизола студенты были распределены на группы. У большинства участников (76%) уровень гормона повышался не более, чем в три раза, тогда как у 24% — превышал этот порог, что коррелировало с более выраженной исходной эмоциональной восприимчивостью. Повышение концентрации гормона в крови сопровождалось снижением концентрации внимания и меньшей академической эффективностью, тогда как умеренная активация стресс-реализующих систем могла иметь адаптивное значение.

Стрессовые ситуации являются распространённым явлением в академической среде и затрагивают как преподавателей, так и студентов. Особое внимание в этом контексте

уделяется кортизолу, являющемуся ключевым физиологическим и биохимическим маркером реакции организма на стресс [1]. В умеренных концентрациях кортизол связы-

вается с глюкокортикоидными и минералокортикоидными рецепторами нейронов гипоталамуса, активируя транскрипцию генов, поддерживающих синаптическую пластичность и нейротрофическую активность [2, 3]. Кроме того, кортизол способствует поддержанию глюкозного метаболизма в нейронах, обеспечивая необходимую энергию для когнитивной активности [4]. При избыточном повышении кортизола наблюдается снижение чувствительности рецепторов и экспрессии нейротрофических факторов, а также проникновение глюкозы в нейроны, что снижает их энергетическое обеспечение и временно подавляет синаптическую активность, ухудшая когнитивные функции и консолидацию памяти [5-7]. Таким образом, уровень кортизола является информативным биохимическим индикатором физиологических реакций на стресс.

Экзаменационный период выступает важным стрессовым фактором для студентов, оказывая влияние на их подготовку и результаты. Но, с другой стороны, индивидуальные биохимические различия и особенности гомеостаза студентов приводят к вариациям уровня кортизола и, как следствие, к различиям в реакции на стресс [8]. Повышенный уровень тревожности при экзаменах ассоциируется с такими нарушениями, как снижение концентрации внимания, затруднения в принятии решений и ухудшение памяти [9-11]. Экзамены, как острые стрессоры, представляют собой удобную модель для изучения влияния стрессовых факторов на биохимический и физиологический гомеостаз. Под воздействием стресса наблюдаются изменения метаболической и нейроэндокринной регуляции, что может приводить к снижению когнитивной эффективности и академических результатов студентов [12, 13].

Настоящее исследование направлено на изучение изменений уровня кортизола как показателя активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси у студентов в период академической стабильности и в день экзамена, а также на выявление причинно-следственной связи между выраженностью биохимического ответа на стресс и исходной эмоциональной восприимчивостью. Исследование реакции организма на

экзаменационный стресс позволяет выявить ключевые биохимические и нейроэндокринные факторы, оказывающие влияние на когнитивные функции и академическую успеваемость студентов, подчеркивая значимость данной темы для академической среды.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на кафедре биохимии Медицинского университета в период с декабря 2024 по январь 2025 года. Сначала, для выявления основных источников стресса в академической среде было проведено анкетирование среди 280 студентов второго курса (18–26 лет), не имеющих хронические патологии. Критериями исключения являлись заболевания, влияющие на иммунную систему (псориаз, аутоиммунный тиреоидит, целиакия, ревматоидный артрит и др.), гормональную систему (сахарный диабет, ожирение и др.) или наследственные патологии. Вопросы анкеты касались субъективно воспринимаемых источников стресса. Согласно результатам опроса, 45 студентов отметили академическую нагрузку как фактор стресса, что составило 16%; 28 — домашнее задание, что соответствовало 10%; 72% студентов (202 человека) указали экзамены в качестве основного источника стресса, Около 2% студентов (5 человек) не дали однозначного ответа.

В опросе студенты сообщали не только о субъективных ощущениях стресса, но и о физиологических проявлениях, сопровождавших стресс: учащённое сердцебиение (тахикардии), потливости ладоней, похолодании конечностей, незначительных абдоминальных болях и др. Эти симптомы отражают активацию гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы, что может сопровождаться увеличением секреции кортизола — ключевого гормона стрессовой реакции.

Динамика уровня кортизола исследовалась у 58 студентов-добровольцев второго курса (18–26 лет), указавших экзамен как основной источник стресса. Концентрация кортизола в сыворотке крови определялась дважды — в период академической стабильности и в день экзамена — на аппарате IMMULITE 2000 Xpi (США) методом иммунохемилюминесцентного анализа (ИХЛА), отличающимся высокой чувствительностью и специфичностью при исследовании биохимических маркеров в сыворотке. Все участники исследования предоставили письменное информированное согласие. Распределение концентраций кортизола отличалось от нормального (Shapiro–Wilk, $p < 0,05$), в связи с чем описательная статистика представлена в виде медианы (Me) и

межквартильного размаха (IQR). Для оценки различий между связанными выборками использовали критерий Уилкоксона, позволяющий выявить различия между медианами.

В дополнение к биохимическим измерениям в период академической стабильности каждому участнику был выполнен опрос по шкале восприятия стресса Perceived Stress Scale (PSS-10). Для оценки различий между группами использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с вычислением критерия Фишера (F). Исходные показатели воспринимаемого стресса собирались с целью последующего сопоставления с индивидуальными изменениями уровня кортизола и интерпретации выявленных гормональных изменений.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно полученным данным, в период академической стабильности (задолго до экзаменов) уровень кортизола у студентов характеризовался выраженной индивидуальной вариабельностью и имел ненормальное распределение. Медианное значение составило 182,5 нмоль/л, межквартильный размах — 150,2–233,6 нмоль/л. Вместе с тем, в этот период у каждого студента был определён исходный показатель воспринимаемого стресса с помощью теста шкалы восприятия стресса PSS, отражающий индивидуальные различия в эмоциональной восприимчивости. В день экзамена (перед началом) наблюдалось статистически значимое повышение концентрации гормона стресса у студентов, испытывающих экзаменационное напряжение ($p \leq 0,05$). Медиана уровня гормона стресса увеличилась до 389,1 нмоль/л, при межквартильном размахе 317,6–459,7 нмоль/л. Различия между периодом академической стабильности и днем экзамена были статистически значимыми по критерию Уилкоксона ($p < 0,001$), что свидетельствует об увеличении стрессо-

вой нагрузки у студентов в экзаменационной ситуации. Для более детальной характеристики индивидуальных различий студенты были распределены на четыре группы в зависимости от степени повышения уровня кортизола в день экзамена по сравнению с показателями, зарегистрированными в стабильный период: 1. Умеренное повышение ($<1,5$ раза) — 18 человек; 2. среднее повышение (1,5–3 раза) — 26 человек; 3. выраженное повышение (3–5 раз) — 13 человек; 4. высокое повышение (≥ 5 раз) – 1 человек.

Для оценки влияния исходной эмоциональной восприимчивости на выраженность повышения кортизола в день экзамена были сопоставлены результаты PSS среди четырёх групп студентов. Сравнение исходного уровня воспринимаемого стресса среди студентов, распределённых по степени повышения кортизола в день экзамена, показало статистически значимые различия между группами ($F=85,32$, $p < 0,001$). Медианные значения PSS по группам были следующими: группа 1 (умеренное повышение кортизола, $<1,5$ раза) – 16,5 балла, группа 2 (среднее повышение, 1,5–3 раза) – 18,3 балла, группа 3 (выраженное повышение, 3–5 раз) – 24,6 балла, группа 4 (высокое повышение, ≥ 5 раз) – 27,8 балла (представлен только одним участником). Чтобы определить, между какими парами групп наблюдались статистически значимые различия, был проведён пост-хок анализ с использованием критерия Тьюки. Пост-хок анализ выявил, что студенты с более выраженным повышением кортизола имели существенно более высокие показатели исходного воспринимаемого стресса по сравнению с группами с умеренным и средним повышением (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнение исходного уровня воспринимаемого стресса (PSS) между группами студентов с различной степенью стресс-индуцированного повышения кортизола

Сравниваемые группы	Разница средних показателей	p
Группа 1 vs Группа 2	1,75	$p > 0,05$
Группа 1 vs Группа 3	8,10	$p < 0,001$
Группа 1 vs Группа 4	11,33	$p < 0,001$
Группа 2 vs Группа 3	6,35	$p < 0,001$
Группа 2 vs Группа 4	9,58	$p < 0,001$
Группа 3 vs Группа 4	3,23	$p < 0,05$

$p < 0,05$, разница между группами статистически значима

$p > 0,05$, разница между группами статистически незначима

Как видно из таблицы, различие средних значений при сравнении 1-ой и 2-ой групп оказалось статистически незначимым ($p > 0,05$), тогда как остальные сравнения были достоверными. Следует отметить, что интерпретация результатов для 4-ой группы требует осторожности из-за наличия всего одного участника. Тест Тьюки выявил значимые различия в уровне воспринимаемого стресса (PSS) между группами 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3, 2 и 4, а также 3 и 4, тогда как различие между группами 1 и 2 оказалось статистически незначимым.

Наше исследование показало, что уровень кортизола у студентов значительно повышался в день экзамена по биохимии по сравнению с периодом академической стабильности. Как было отмечено, студенты были распределены на четыре группы в зависимости от степени повышения исследуемого гормона: умеренное ($< 1,5$ раза), среднее ($1,5-3$ раза), выраженное ($3-5$ раз) и высокое (≥ 5 раз). Сопоставление этих данных с результатами теста PSS показало, что участники с более выраженным повышением кортизола изначально демонстрировали высокий уровень воспринимаемого стресса, тогда как студенты с умеренным и средним повышением содержания гормона характеризовались более низкими показателями PSS. Физиологически такая реакция объясняется активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси в ответ на стресс, что приводит к повышению секреции кортизола [14]. Одновременно активируется симпатическая нервная система (СНС), вызывая выброс адреналина и норадреналина, увеличение частоты сердечных сокращений и повышение артериального давления [15]. Эти механизмы обеспечивают организму быстрый адаптивный ответ на стрессовую ситуацию, но степень их активации варьирует в зависимости от индивидуальной восприимчивости к стрессу [16]. Интересно отметить, что студенты с наибольшим повышением уровня кортизола

(в $3-5$ раз и более) чаще выражали недовольство результатами экзамена. В то же время, студенты с умеренным ростом кортизола (не более, чем в 3 раза) в основном получили оценки, соответствующие их ожиданиям. Эти данные согласуются с результатами других исследований, показывающих, что разная выраженность физиологической реакции на экзаменационный стресс у студентов может по-разному отражаться на их когнитивных способностях, ограничивающих проявление навыков [17]. Психофизиологическое благополучие студентов медицинских факультетов является предметом многочисленных исследований. К сожалению, у студентов-медиков взаимосвязь между уровнем воспринимаемого стресса, физиологической реакцией и когнитивными результатами проявляется более выраженно, чем у студентов других специальностей, что, вероятно, связано с высокой учебной нагрузкой и ответственностью их подготовки. По мнению авторов, такие результаты могут иметь дальновидные последствия, отрицательно влияя на будущую карьеру [18]. В одном из исследований было показано, что воспринимаемый студентами стресс может существенно воздействовать на результаты отдельных показателей крови, включая кортизол. Это, в свою очередь, может приводить к нежелательным биохимическим и физиологическим изменениям [19].

Таким образом, полученные результаты показали, что в день экзамена студенты с более высокой исходной эмоциональной восприимчивостью демонстрируют более выраженное повышение уровня кортизола по сравнению с периодом академической стабильности. Таким образом, исходная эмоциональная восприимчивость студентов может влиять на выраженность биохимического ответа на стресс, что свидетельствует о наличии причинно-следственной взаимосвязи между психологическими и биохимическими аспектами стресс-реакции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bilash S., Oliinichenko Y., Pronina O., Donchenko S., Koptev M., Pirog-Zakaznikova A., Onipko V., Oliinichenko M., Bezeha O., Mamai O. Formation of stress resistance and changes in cognitive functions under the influence of a complex of chemical food additives // *Azerbaijan Medical Journal*, 2024, (3), 24–30. <https://doi.org/10.34921/amj.2024.3.004>

2. Chevais A., Gadzhimuradova M.M., Beltsevich D.G., Romanova A.N., Begova K.Sh., Bagirova H.V., Ebzeeva A.K., Melnichenko G.A. The functional role and properties of transcortin in the human body // *Problems of Endocrinology*. 2023, 70(6):27-34. DOI:10.14341/probl13482
3. Orlova O., Boyko D., Skoryk K., Paida Y., Zhivotovska L. The burden of caring for patients with dementia under quarantine restrictions // *Azerbaijan Medical Journal*, 2023, (1), 121–128. <https://doi.org/10.34921/amj.2023.1.020>
4. Jaszczuk A., Juszczak G. R. Glucocorticoids, metabolism and brain activity // *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 2021, 126, 113–145. DOI:10.1016/j.neubiorev.2021.03.007.
5. Jaszczuk A., Stankiewicz A. M., Goscik J., Majewska A., Jezierski T., Juszczak G. R. Overnight Corticosterone and Gene Expression in Mouse Hippocampus: Time Course during Resting Period // *International journal of molecular sciences*, 2023, 24(3), 2828. DOI:10.3390/ijms24032828
6. Knezevic E., Nenic K., Milanovic V., Knezevic N. N. The Role of Cortisol in Chronic Stress, Neurodegenerative Diseases, and Psychological Disorders // *Cells*, 2023, 12(23), 2726. DOI:10.3390/cells12232726
7. Sic A., Cvetkovic K., Manchanda E., Knezevic N. N. Neurobiological Implications of Chronic Stress and Metabolic Dysregulation in Inflammatory Bowel Diseases // *Diseases*, 2024, 12(9), 220. DOI:10.3390/diseases12090220
8. Azim S.R., Yusoff M.S.B., Roslan N.S. Mapping the multidimensional factors of medical student resilience development: A scoping review // *BMC medical education*, 2025, 25(1), 744. DOI:10.1186/s12909-025-07290-9
9. Gellisch M., Bablok M., Brand-Saberi B., Schäfer T. Neurobiological stress markers in educational research: A systematic review of physiological insights in health science education // *Trends Neurosci Educ.*, 2024, 37:100242. DOI:10.1016/j.tine.2024.100242
10. Rahaf M. Al-Zubaidi, Husni, S. Farah, Khaled. A. Ahmed, Esam. Y. Qnais, Sana. M. Audeh, Mahmoud .S. Abu-Samak. The Effect of Stressful Conditions on Biochemical and Hematological Parameters Among University Students // *Jordan Journal of Biological Sciences*, 2024, 17, 575 – 581. DOI:10.54319/jjbs/170321
11. Hinds J.A., Sanchez E.R. The Role of the Hypothalamus–Pituitary–Adrenal (HPA) Axis in Test-Induced Anxiety: Assessments, Physiological Responses, and Molecular Details. *Stresses*, 2022, 2(1), 146-155. DOI:10.3390/stresses2010011
12. Yunilaynen O.A., Starostina E.G., Oleichik I.V. Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis in Depressive Disorders and Treatment Resistance. *Psychiatry (Moscow) (Psikhiatriya)*. 2023, 21(1):73-90. DOI:10.30629/2618-6667-2023-21-1-73-90
13. Rahimova R.R., Efendiyev A.M., Shahverdiyeva I.J., Dashdamirova G.S. Changes in the activity of metalloproteinase-3 and neuron-specific enolase in autoimmune thyroiditis. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika* // *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2024; 69 (3): 134-139 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2024-69-3-134-139>
14. Ring M. An Integrative Approach to HPA Axis Dysfunction: From Recognition to Recovery // *The American journal of medicine*, 2025, 138(10), 1451–1463. DOI:10.1016/j.amjmed.2025.05.044
15. Loya N.S., Jiwane N.N. Exam anxiety in professional medical students // *Int J Innov Sci Res*, 2019, 4(8), 577–8. <https://www.ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT19AUG681.pdf>
16. Picker-Roesch C., Lang J. Stress and career aspirations: a longitudinal study with medical students // *Front Psychol.*, 2024, 15:1449111. DOI:10.3389/fpsyg.2024.1449111
17. Dadashova A., Aliyeva G., Rahimova R., Azizova G., Mammadova K. Hyperhomocysteinemia in pediatric β -thalassemia: links to vitamin cofactor deficiencies and oxidative stress // *Clinical and experimental pediatrics*, 2025, 68(10), 819–830. DOI:10.3345/cep.2025.00556
18. Yang T., Peng S., Oliffe J.L. Zhang W. Geographical Disparities of Uncertainty Stress and Life Stress Among University Students: A Study Across All Provinces in Mainland China. *Stress and Health*, 2025, 41: e70009. DOI:10.1002/smi.70009
19. Quidé Y, Girshkin L, Watkeys OJ, Carr VJ, Green MJ. The relationship between cortisol reactivity and emotional brain function is differently moderated by childhood trauma, in bipolar disorder, schizophrenia and healthy individuals // *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2021, 271(6):1089-1109. DOI:10.1007/s00406-020-01190-3

CORTISOL LEVELS IN STUDENTS UNDER EXAM STRESS

R.R.Rahimova¹, G.I. Azizova¹, N.A.Sadiqova¹, A.E.Rahimzade²

¹*Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan*

²*Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany*

Summary. The article presents the findings of a study on the changes in cortisol levels under exam stress in students and how individual emotional sensitivity affects the stress response. The aim of this study was to assess how individual emotional sensitivity of students influences the increase in cortisol levels in response to examination stress. In 58 second-year volunteers (aged 18–26 years) who identified examinations as their main source of stress, serum cortisol levels were measured twice — during a period of academic stability and

on the day of the exam (before the exam) using a chemiluminescent immunoassay. Depending on the degree of cortisol increase, students were divided into groups. In most participants (76%), hormone levels rose by no more than threefold, whereas in 24% this threshold was exceeded, which correlated with higher baseline emotional sensitivity. An increase of more than threefold in cortisol levels was associated with decreased attention and lower academic performance, whereas moderate activation of stress-response systems appeared to have adaptive significance. Individual differences in baseline sensitivity were assessed using the Perceived Stress Scale (PSS-10).

Müəlliflə əlaqə üçün:

Rəhimova Rəna, Azərbaycan Tibb Universitetinin Biokimya kafedrası

E-mail: r.rahimova1008@gmail.com

Təqdim edilmişdir: 23.06.2025

Qəbul edilmişdir: 01.10.2025