

## АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СЫВОРОТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ РЯДА ГОРМОНОВ В УСЛОВИЯХ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА

Олег Владимирович Лавров, Василий Фёдорович Пятин, Игорь Викторович Широлапов\*

Самарский государственный медицинский университет

### Реферат

**Цель.** Исследовать особенности показателей сердечно-сосудистой системы и сыровоточных концентраций ряда гормонов и биогенных аминов у студентов в условиях воздействия экзаменационного стресса.

**Методы.** Исследование выполнено на группе молодых условно здоровых добровольцев. Стартовая группа испытуемых включала 203 студента, которые до участия в исследовании прошли медицинское обследование, включающее сбор анамнеза, вычисление индекса массы тела, физикальное, инструментальное и лабораторное исследования. В результате были отобраны 93 студента, в качестве контроля были использованы их же показатели вне экзаменационной сессии. Испытуемые проходили за 1 ч до экзамена и в течение 1 ч после него обследование на состояние вегетативных реакций (определение систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений, вегетативного индекса Кердо). Гормональный статус исследовали методом иммуноферментного анализа. Результаты исследования обрабатывали с использованием пакета прикладных программ «StatPlus».

**Результаты.** Преобладал симпатикотонический характер вегетативного ответа, согласно которому были выделены две категории студентов: с устойчивым и значительным ростом вегетативного индекса Кердо (53%) и отсутствием роста показателя (47%). При изучении гормонального профиля выявлены снижение сыровоточной концентрации тиреотропного гормона и кортизола, увеличение содержания в крови тестированных биогенных аминов — гистамина, эпинефрина (адреналина), серотонина.

**Вывод.** Установленные изменения показателей сердечно-сосудистой и эндокринной систем подчёркивают индивидуальный характер реакций каждого испытуемого, в связи с чем необходима кластеризация студентов на группы согласно особенностям вегетативных и гормональных реакций на психоэмоциональный стресс.

**Ключевые слова:** вегетативный индекс Кердо, нейроиммуноэндокринология, психоэмоциональный стресс.

**ADAPTIVE CHANGES OF THE INDICES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND SERUM CONTENT OF A NUMBER OF HORMONES UNDER EXAMINATION STRESS CONDITION** O.V. Lavrov, V.F. Pyatin, I.V. Shirolapov. *Samara State Medical University, Samara, Russia.* **Aim.** To study the features of the indices of the cardiovascular system and serum concentrations of several hormones and biogenic amines among the students under the impact of examination stress. **Methods.** The study was conducted on a group of young conditionally healthy volunteers. The starting group of study subjects consisted of 203 students who prior to participation in the study passed a medical examination, including medical history, calculation of body mass index, physical, instrumental and laboratory investigations. As a result, 93 students were selected; their own indicators outside the examination period were used as controls. The study individuals had an investigation of the state of autonomic reactions (measurement of systolic and diastolic blood pressure, heart rate, Kerdo autonomic index) conducted 1 hour before and within 1 hour after the examination. The hormonal status was investigated by enzyme immunoassay. The results of the study were verified using the software package «StatPlus». **Results.** Sympathicotonic nature of the vegetative response dominated, according to which two categories of students were allocated: with a steady and significant increase in Kerdo autonomic index (53%) and with the lack of such growth rate (47%). In the study of the hormonal profile a reduction in the serum concentrations of thyroid-stimulating hormone and cortisol levels, an increase in blood content of the tested biogenic amines — histamine, epinephrine (adrenaline), serotonin was revealed. **Conclusion.** The established changes in the indices of the cardiovascular and endocrine systems emphasize the individual nature of each subject's reactions, and therefore require clustering of students into groups according to the characteristics of autonomic and hormonal responses to psychoemotional stress. **Keywords:** Kerdo autonomic index, neuroimmunoendocrinology, psycho-emotional stress.

Во время экзаменационной сессии студентам приходится сталкиваться с широким диапазоном синергично действующих стрессогенных факторов (эмоциональное напряжение, изменение режима сна, неопределённость, частичная иммобилизация, дефицит времени, нарушение биологических ритмов), приводящих в итоге к развитию выраженного психоэмоционального стресса [2, 4].

Целью настоящего исследования было выявление особенностей показателей сердечно-сосудистой системы и сыровоточных концентраций ряда гормонов и биогенных аминов у студентов в условиях воздействия экзаменационного стресса.

Исследование выполнено на группе молодых условно здоровых добровольцев (стартовая группа испытуемых включала 203 студента медицинского вуза), которые до участия в исследовании прошли детальное медицинское обследование, включающее сбор анамнеза, вычисление индекса массы тела, физикальное, инструментальное и лабораторное исследования. В результате были отобраны 93 студента, в качестве контроля выступали показатели тех же испытуемых вне экзаменационной сессии.

Содержание ряда гормонов и биогенных аминов (тиреотропного гормона, кортизола, инсулиноподобного фактора роста, лептина, адреналина, серотонина, гистамина) у испытуемых исследовали методом иммуноферментного анализа сывотки крови с

Таблица 1

Исследуемые показатели до и после экзамена (средние значения)

Показатели	До экзамена	После экзамена	p
Систолическое АД, мм рт.ст.	126,3±15,5	126,1±12,9	0,886
Диастолическое АД, мм рт.ст.	78,0±10,4	77,1±8,6	0,487
Частота сердечных сокращений, в минуту	92,1±16,2	92,3±15,3	0,997
Вегетативный индекс Кердо, баллы	13,6±14,2	14,7±14,8	0,59
Тиреотропный гормон, мЕД/л	0,61±0,67	0,56±0,53	0,701
Кортизол, нмоль/л	101,2±71,1	79,3±38,6	0,145
Инсулиноподобный фактор роста, нг/мл	256,3±94,5	262,5±89,4	0,516
Лептин, нг/мл	4,98±2,58	4,70±3,02	0,236
Серотонин, мг/мл	162,2±73,4	139,1±61,7	0,02
Гистамин, нг/мл	2,42±2,03	2,21±2,70	0,001
Эпинефрин (адреналин), пг/мл	0,42±0,36	0,84±1,12	0,001

Примечание: p – статистическая значимость различий до и после экзамена; АД – артериальное давление.

использованием наборов моноклональных антител, планшетного фотометра «OPSYS MR THERMOLABSYSTEMS», аппарата для промывки.

Все отобранные для исследования добровольцы (93 студента) проходили за 1 ч до экзамена и в течение 1 ч после него обследование на состояние вегетативных реакций. В перечень регистрируемых вегетативных реакций входили систолическое и диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС). Для оценки состояния вегетативной нервной системы вычисляли индекс Кердо по формуле:

$$\text{вегетативный индекс Кердо} = \frac{\text{ДАД}}{\text{ЧСС}} \times 100\% - 100\%,$$

где ДАД – диастолическое АД.

Повышение индекса Кердо более чем на 15% считали признаком симпатикотонии, а снижение на эту же величину и более – парасимпатикотонии.

Результаты исследования обрабатывали с использованием пакета прикладных программ «StatPlus». Достоверность измерений оценивали в парном и гомоскедастическом двухвыборочном Т-тесте. Различия принимали за статистически значимые при  $p < 0,05$ . Также применяли методы непараметрической статистики (в том случае, если данные не давали нормального распределения) с использованием критериев Манна-Уитни для сравнения средних величин, Колмогорова-Смирнова для сравнения разномасштабных отклонений средних величин.

Средние параметры вегетативных реакций студентов до и после экзамена достоверно не различались (табл. 1), в связи с чем была предпринята попытка определения частоты отклонений и диапазонов анализируемых отклонений у студентов до и после экзамена от контрольных значений.

Таблица 2

Частота и степень отклонения показателей вегетативных реакций у студентов до и после экзамена

Тестируемые показатели	Средняя величина коэффициента отклонения, %	Частота сдвигов, %		p
		до экзамена	после экзамена	
Систолическое АД	3,5±10,5	30	35	0,637
Диастолическое АД	6,1±16,0	50	44	0,18
Частота сердечных сокращений	22,3±24,3	66	63	0,068
Вегетативный индекс Кердо	47,0±34,3	70	68	0,001

Примечание: p – статистическая значимость различий частоты сдвигов до и после экзамена по сравнению с контрольными значениями; АД – артериальное давление.

Таблица 3

Показатели гормонального статуса до и после экзамена у студентов в разных подгруппах вегетативных ответов

Показатели	До экзамена	После экзамена	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>4</sub>
				p <sub>3</sub>	p <sub>5</sub>
Устойчивое повышение вегетативного индекса Кердо (n=49)					
Тиреотропный гормон, мЕД/л	0,54±0,44	0,70±0,86	0,469	<0,001*	—
				<0,001*	
Кортизол, нмоль/л	116,4±91,3	91,1±64,4	0,138	<0,001*	—
				<0,001*	
Серотонин, мг/мл	163,9±66,4	152,8±59,5	0,465	<0,001*	—
				<0,001*	
Гистамин, нг/мл	2,52±1,54	2,29±1,78	0,107	<0,001*	—
				<0,001*	
Адреналин, пг/мл	0,39±0,29	0,46±0,42	0,486	0,008*	—
				0,004*	
Без устойчивого роста вегетативного индекса Кердо (n=44)					
Тиреотропный гормон, мЕД/л	0,50±0,38	0,62±0,66	0,284	<0,001*	0,749
				<0,001*	0,751
Кортизол, нмоль/л	87,5±45,1	70,2±27,5	0,075	<0,001*	0,288
				<0,001*	0,307
Серотонин, мг/мл	146,0±68,5	130,4±504,4	0,444	0,016*	0,15
				0,026*	0,056
Гистамин, нг/мл	2,26±2,33	1,81±2,02	0,195	<0,001*	0,010*
				<0,001*	0,005*
Адреналин, пг/мл	0,75±0,59	0,78±0,77	0,723	<0,001*	<0,001*
				<0,001*	0,007*

Примечание: p<sub>1</sub> — статистическая значимость различий до и после экзамена; p<sub>2</sub> и p<sub>3</sub> — значимость различий с контролем данных до и после экзамена; p<sub>4</sub> и p<sub>5</sub> — значимость различий в подгруппах до и после экзамена; \*значимость различий по критерию Манна-Уитни при p < 0,05.

Для вычисления коэффициентов отклонения (КО) использовали следующую формулу:

$$КО = \frac{\text{показатель после экзамена} - \text{показатель до экзамена}}{\text{показатель до экзамена}} \times 100\%$$

После экзамена отмечалось отклонение систолического и диастолического артериального давления от контрольных показателей в сторону повышения (табл. 2). Для систолического артериального давления частота регистрации сдвигов до и после экзамена составляла соответственно 30 и 35%, а для диастолического — 50 и 44%. Таким образом, увеличение диастолического артериального давления встречалось чаще (у половины студентов) и только в 6% случаев носило транзиторный характер, быстро восстанавливаясь после экзамена. Рост ЧСС отмечен у 66% студентов. В то же время частота отклонений

показателя ЧСС, так же как и в случаях с артериальным давлением, не является достоверной (p > 0,05).

Выделено две категории вегетативных реакций при стрессе: с устойчивым ростом вегетативного индекса Кердо (сипатикотония, 53% испытуемых в нашем исследовании) и без устойчивого роста вегетативного индекса Кердо (у 47% студентов).

По данным лабораторного исследования выявлена достоверная разница содержания биогенных аминов (серотонина, гистамина, адреналина) в крови до и после экзамена (см. табл. 1).

Проведён анализ изменения каждого тестируемого гормона в сопоставлении с нормативными для данной возрастной группы контрольными значениями. Отмечено достоверное снижение концентрации

тиреотропного гормона и кортизола в крови студентов при экзаменационном стрессе (до и после экзамена) ниже нормативных значений ( $p < 0,05$ ). Увеличение концентрации инсулиноподобного фактора роста и снижение количества лептина в крови в процессе экзаменов не были статистически значимыми.

Отклонение в сторону увеличения содержания серотонина в крови на достоверном уровне было отмечено до экзамена у 65,5% студентов, а после экзамена сохранилось у 46,2%. Стабильное повышение содержания гистамина в крови при экзаменационном стрессе сохранялось в пределах достоверности частотного анализа — в 65,6% случаев измерений после экзамена.

Количество эпинефрина (адреналина) до экзамена было повышенным у 53,8% студентов, при этом частота регистрации этого феномена носила достоверный характер. После экзамена зарегистрировано 80,6% случаев увеличения концентрации адреналина в сыворотке крови студентов, то есть реакция в большинстве случаев носила отсроченный характер.

Проведено сопоставление между показателями гормонального статуса и характером вегетативных реакций до и после экзамена, а также с контролем (табл. 3).

Изменение ряда вегетативных и гормональных показателей в нашем исследовании доказывает наличие адаптивных ответных реакций на действие стрессорных факторов со стороны сердечно-сосудистой и эндокринной систем. В формировании таких реакций существенную роль играют межсистемные связи путём активации вегетативной нервной системы, гормональных механизмов и иммунологических посредников [1, 3, 5].

Физиологическая основа стресса и развития общего адаптационного синдрома — активация симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, через которые реализуется регуляция функциональной активности эффекторных систем. При этом диэнцефальные структуры, в частности функции гипоталамуса, в большей степени определяют характер начальных нервно-гуморальных реакций в ответ на психоэмоциональный стресс [6, 7].

## ВЫВОДЫ

1. Адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы на экзаменационный стресс в большинстве случаев характеризуются увеличением ЧСС и вегетативного индекса Кердо.

2. Экзаменационный стресс у студентов в большинстве случаев проявлялся снижением содержания в сыворотке крови тиреотропного гормона и кортизола и увеличением количества биогенных аминов — гистамина, адреналина, серотонина; при этом указанные изменения не приходили к нормативным значениям в постэкзаменационный период, за исключением концентрации серотонина. У испытуемых с различным характером вегетативных ответов (с устойчивым повышением индекса Кердо и без него) достоверные различия гормонального статуса зарегистрированы в виде значительного увеличения содержания в крови гистамина до экзамена и адреналина после экзамена.

3. Считаем необходимой и правомерной кластеризацию студентов на отдельные группы согласно особенностям вегетативных и эндокринных реакций на стресс, отражающим степень риска развития дистресса. В основу кластеризации по подгруппам должны быть положены следующие признаки: пол, год обучения, величина вегетативного индекса Кердо, содержание гистамина до экзамена, концентрация адреналина после экзамена. Длительное и значительное психоэмоциональное напряжение может приводить к развитию транзиторных состояний, сопровождающихся нарушением вегетативного и гормонального статуса и повышенной лабильностью реакций сердечно-сосудистой и эндокринной систем на стресс.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Широлапов И.В., Лавров О.В., Пятин В.Ф. К вопросу об иммунологическом реагировании при психоэмоциональном стрессе // Рос. аллергол. ж. — 2011. — №4, вып. 1. — С. 428–429.
2. Щербатых Ю.В. Связь особенностей личности студентов-медиков с активностью вегетативной нервной системы // Психологич. ж. — 2002. — №1. — С. 118–122.
3. Buchanan T.W., Tranel D. Stress and emotional memory retrieval: effects of sex and cortisol response // Neurobiol. Learn. Mem. — 2008. — Vol. 89, N 2. — P. 134–141.
4. Dahlin M., Joneborg N., Runeson B. Stress and depression among medical students: a cross-sectional study // Med. Educ. — 2005. — Vol. 39, N 6. — P. 594–604.
5. Isowa T., Ohira H., Murashima S. Immune, endocrine and cardiovascular responses to controllable and uncontrollable acute stress // Biol. Psychol. — 2006. — Vol. 71. — P. 202–213.
6. Joca S.R.L., Ferreira F.R., Guimaraes F.S. Modulation of stress consequences by hippocampal monoaminergic, glutamatergic and nitergic neurotransmitter systems // Stress. — 2007. — Vol. 10. — P. 227–249.
7. Schommer N.C., Hellhammer D.H., Kirschbaum C. Dissociation between reactivity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis and the sympathetic-adrenal-medullary system to repeated psychosocial stress // Psychosom. Med. — 2003. — Vol. 65, N 3. — P. 450–460.