

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБМЕНА КОЛЛАГЕНА ПРИ ЭМОЦИОНАЛЬНОМ СТРЕССЕ

В работе рассматривается влияние эмоционального стресса на функциональную активность систем, обеспечивающих адаптацию и изменение интенсивности процессов обмена коллагена в этих условиях. В качестве модели эмоционального стресса был выбран экзаменационный стресс. На экзамене у студентов наблюдались активация симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, снижение интенсивности процессов синтеза коллагена. Уровень деградации коллагена при экзаменационном стрессе у студентов-нормостетиков и конкордантов остается неизменным, в то время как у студентов-дискордантов активность процессов деградации коллагена возрастает.

Ключевые слова: коллаген, стресс, феназепам, крыса.

Введение

В ходе развития цивилизации значительно снизилось давление природных факторов на организм человека. Вместе с тем социальные условия жизни человека, связанные с его трудовой деятельностью и внутриобщественными отношениями, породили специфические факторы, к которым необходимо адаптироваться. В этой связи увеличилось давление стресса на человека, при этом на первый план вышли стрессоры, имеющие психологическую и социальную природу.

Факторы, обуславливающие эмоциональный стресс и имеющие социальный характер, могут действовать на человека достаточно долгий период времени, приводя к состоянию дистресса. С дистрессом связаны возможные патологии дыхательной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, иммунной системы, нарушение половой функции. Кроме того, дистресс может явиться причиной ряда психических заболеваний [1]. Все это делает актуальными исследования, посвященные реакции организма человека и животных на действие факторов, обуславливающих эмоциональный стресс.

Несмотря на то, что исследованиям эмоционального стресса посвящено много работ, метаболизм соединительной ткани при остром и хроническом стрессе, на наш взгляд, исследован недостаточно полно. Поэтому целью настоящей работы было исследовать обмен коллагена у человека в условиях эмоционального стресса.

Материалы и методы

В качестве модели эмоционального стресса в работе был выбран экзаменационный стресс. Согласно классификации С.А. Разумова [9] экзамен относится к группе стрессоров активной деятельности, связанных с формированием психосоциальной мотивации, которая обуславливает возникновение эмоционального напряжения.

В работе было обследовано 57 студентов второго курса биологического факультета Самарского государственного университета, в возрасте 18-21 года. Всех студентов делили на группы в соответствии с их эмоциональным статусом. Эмоциональность определяли по Айзенку с помощью методики ЕРІ [5]. Согласно балльной шкале «нейротизм», приведенной в ключе теста, студентов делили на эмоционально стабильный (конкорданты), эмоционально нестабильный (дискорданты) и промежуточный (нормостетики) типы. Внутри каждой группы студентов делили в зависимости от условий сдачи экзамена. Студенты, получившие оценку по итогам текущей успеваемости (автомат), служили контролем.

Обследование студентов проводили дважды, на занятии за 1 месяц до сдачи экзамена и на экзамене, непосредственно перед получением экзаменационных билетов. При каждом обследовании у студентов определяли артериальное давление и частоту сердечных сокращений, собирали слюну для биохимического анализа. На основании полученных показателей сердечно-сосудистой системы вычисляли вегетативный индекс Кердо (ВИК) по формуле:

$$ВИК = (1 - \frac{ДАД}{ЧСС}) \times 100,$$

где ДАД – диастолическое артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений. Отрицательные значения индекса указывают на преобладание ваготонии, а положительные – симпатикотонии. При скомпенсированном влиянии обоих отделов вегетативной нервной системы значения ВИК равны 0 [13].

Содержание общего белка в слюне определяли биуретовым методом [4], в качестве стандарта использовали бычий сывороточный альбумин. В работе [16] увеличение содержания общего белка в слюне при экзаменационном стрессе происходило наряду с изменением скорости слюноотделения, при этом изменение уровня белка было более информативным по сравнению с показателем слюноотделения. Поэтому содержание общего белка можно использовать для оценки симпатических влияний на слюнные железы. При симпатикотонии концентрация общего белка в слюне увеличивается.

Уровень 11-оксикортикостероидов (11-ОКС) в слюне, свидетельствующий об активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), определяли по методу Ю.А. Панкова, И.Я. Усватовой, в модификации В.Г. Подковкина [6].

Интенсивность процессов обмена коллагена оценивали по содержанию свободного и белковосвязанного оксипролина в слюне, уровень которого определяли по реакции с *n*-диметиламинобензальдегидом [10].

Полученные результаты оценивались на нормальное распределение согласно критерию Колмогорова – Смирнова. Средние результа-

ты в группах сравнивались с помощью стандартного *t*-критерия Стьюдента [12].

Результаты

В результате экзаменационного стресса у студентов наблюдалась активация симпатического отдела вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует увеличение вегетативного индекса Кердо и увеличение содержания белка в слюне (табл. 1).

У дискордантов, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, наблюдалось повышенное содержание белка в слюне, которое не изменялось во время экзамена. Вероятно, это обстоятельство связано с активной работой студентов во время семестра. Значения ВИК у студентов этой группы не отличались от показателей студентов-дискордантов, сдававших экзамен.

Необходимо отметить, что у нормостетиков, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, значения ВИК на экзамене не отличались от значений этого показателя, измеренных во время сессии, в то время как содержание белка у студентов данной группы во время экзамена увеличивалось. Расхождение результатов ВИК и содержания белка, на наш взгляд, объясняется различиями в механизмах регуляции функции сердца и слюнных желез.

Вместе с активацией симпато-адреналовой системы студентов в условиях экзаменационного стресса наблюдалось изменение активности ГГНС, определяемой по уровню 11-ОКС в слюне (табл. 2). При этом у студентов с различным эмоциональным статусом реакция коры надпочечников на экзаменационный стресс была различной. У конкордантов и нормостетиков ак-

Таблица 1. Изменение значения вегетативного индекса Кердо и содержания белка в слюне студентов во время экзаменов

Эмоциональный статус	Условия сдачи экзамена	Значение вегетативного индекса Кердо		Содержание белка, мг/мл	
		На занятии	На экзамене	На занятии	На экзамене
Конкордант	Экзамен	-6,09±7,50	17,54±4,65*	1,33±0,03	2,67±0,58*
	Без экзамена	-	-	-	-
Нормостетик	Экзамен	-15,15±7,89	13,90±5,17*	1,56±0,20	2,93±0,32*
	Без экзамена	-3,48±3,65	3,82±6,46	2,01±0,21	3,31±0,47*
Дискордант	Экзамен	-1,35±4,15	12,31±3,12*	1,37±0,08#	1,82±0,15#*
	Без экзамена	-8,82±6,23	13,31±3,20*	2,48±0,23	2,58±0,33

Примечание: * - отличие показателя от его значений на занятии статистически значимо, $p < 0,05$

- отличие показателя от его значений у студентов с той же эмоциональностью, получивших оценку автоматом, статистически значимо, $p < 0,05$

тивность коры надпочечников на экзамене повышалась. Для дискордантов, напротив, было характерно снижение активности ГГНС. Содержание 11-ОКС в слюне студентов, получивших оценку автоматом, не отличалось достоверно от значений этого показателя у студентов с тем же эмоциональным статусом, но сдававших экзамен.

Напряжение систем, обеспечивающих адаптацию, у студентов, получивших оценку по итогам успеваемости в семестре, вероятно, связано с подготовкой к сдаче других экзаменов. Так как эмоциональное напряжение, обусловленное необходимостью сдавать экзамены, действует на протяжении всей экзаменационной сессии [14].

Интенсивность процессов деградации коллагена, определяемая по уровню свободного оксипролина, у студентов-конкордантов и нормостетиков в условиях экзаменационного стресса не изменялась (табл. 3).

У студентов-дискордантов, получивших оценку по итогам текущей успеваемости, содержание свободного оксипролина снижалось. У дискордантов, сдававших экзамен, наблюдалась активизация процессов деградации коллагена, выражающаяся в увеличении уров-

ня сводного оксипролина. Однако изначальный уровень свободного оксипролина, определяемый на занятии, у этих студентов был ниже.

Вместе с этим в результате экзаменационного стресса у всех студентов снижалась интенсивность процессов синтеза коллагена, определяемая по уровню белковосвязанного оксипролина в слюне. Такое изменение значений показателей обмена коллагена, вероятно, связано с напряжением систем, обеспечивающих адаптацию при экзаменационном стрессе, и повышением в крови уровня глюкокортикоидов – гормонов, способных как прямо, так и косвенно влиять на метаболизм коллагена в организме.

Кроме того, необходимо отметить, что у студентов-нормостетиков и дискордантов, получивших оценку автоматом, в течение семестра значения показателя синтеза коллагена были выше по сравнению со значениями этого показателя у студентов, сдававших экзамен.

Обсуждение

Согласно определению К.В. Судакова, под эмоциональным стрессом понимается состояние ярко выраженного психоэмоционального

Таблица 2. Изменение уровня 11-ОКС в слюне студентов во время экзаменов

Эмоциональный статус	Условия сдачи экзамена	Содержание 11-ОКС, мкг/мл	
		На занятии	На экзамене
Конкордант	Экзамен	1,01±0,14	1,75±0,08*
	Без экзамена	-	-
Нормостетик	Экзамен	1,22±0,16	2,14±0,35*
	Без экзамена	1,60±0,11	2,68±0,48*
Дискордант	Экзамен	1,68±0,14	1,05±0,08*
	Без экзамена	1,86±0,22	1,30±0,14*

Примечание: * - отличие показателя от его значений на занятии статистически значимо, p<0,05

- отличие показателя от его значений у студентов с той же эмоциональностью, получивших оценку автоматом, статистически значимо, p<0,05

Таблица 3. Изменение содержания свободного и белковосвязанного оксипролина в слюне студентов во время экзамена

Эмоциональный статус	Условия сдачи экзамена	Содержание свободного оксипролина, мкг/мл		Содержание белковосвязанного оксипролина, мкг/мл	
		На занятии	На экзамене	На занятии	На экзамене
Конкордант	Экзамен	0,21±0,02	0,26±0,03	0,67±0,07	0,44±0,06*
	Без экзамена	-	-	-	-
Нормостетик	Экзамен	0,23±0,02	0,21±0,02	0,55±0,03#	0,40±0,06*
	Без экзамена	0,23±0,03	0,20±0,02	0,68±0,02	0,50±0,03*
Дискордант	Экзамен	0,11±0,01#	0,14±0,01*	0,62±0,03#	0,47±0,03*
	Без экзамена	0,20±0,02	0,16±0,02*	0,83±0,06	0,56±0,06*

Примечание: * - отличие показателя от его значений на занятии статистически значимо, p<0,05

- отличие показателя от его значений у студентов с той же эмоциональностью, получивших оценку автоматом, статистически значимо, p<0,05

переживания человеком конфликтных жизненных ситуаций, которые остро или длительно ограничивают удовлетворение его социальных или биологических потребностей [11]. В таком понимании экзаменационный стресс является разновидностью эмоционального стресса [9].

Повышенная активность симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем в условиях экзаменационного стресса, наблюдавшаяся в нашей работе, была отмечена и другими авторами [14, 15]. При этом у студентов усиливалось влияние симпатической нервной системы на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, изменялся уровень тремора, увеличивался показатель ситуативной тревожности [15], изменялся уровень гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и половых гормонов, наблюдалось нарушение менструального цикла [14].

Обмен соединительной ткани, и в частности костной, тесно связан с активностью желез внутренней секреции [3]. В нашей работе содержание свободного оксипролина в крови крыс увеличивалось вместе с повышением функциональной активности коры надпочечников при термическом воздействии [7]. На гистологических препаратах подвздошной кости этих крыс наблюдалась усиленная резорбция костной ткани [8]. Судя по схожему изменению уровня

11-ОКС и показателей обмена коллагена в слюне, можно предположить изменения морфофункционального состояния костной ткани у студентов в условиях экзаменационного стресса.

Согласно авторам работы [2], метаболическая активность коллагена в костной ткани выше, чем в других тканях, поэтому содержание метаболитов коллагена в виде свободного и белковосвязанного оксипролина в биологических жидкостях отражает в основном метаболизм костного коллагена. На основании этого можно полагать, что при эмоциональном стрессе в результате активации структур лимбической системы головного мозга активируется симпато-адреналовая система и функция коры надпочечников, что приводит к выбросу глюкокортикоидов в кровь. Увеличение уровня последних в крови оказывает непосредственно ингибирующее влияние на остеобласты, снижая интенсивность процессов синтеза коллагена, и активирует остеокласты, активируя процессы деградации коллагена. В результате этого происходит наблюдавшееся в работе изменение уровня белковосвязанного и свободного оксипролина. В силу того, что у студентов-дискордантов нервная система обладает большей лабильностью, предполагаемая реакция со стороны соединительной ткани на эмоциональный стресс у них выражена сильнее, чем у конкордатов и нормостетиков.

30.05.2009

Список использованной литературы:

1. Воробьева, О.В. Стресс-индуцированные психовегетативные реакции / О.В. Воробьева / Русский медицинский журнал, 2005. Т.13. №12. С.798-801.
2. Герасимов А.М., Фурцева Л.Н. Биохимическая диагностика в травматологии и ортопедии / А.М. Герасимов, Л.Н. Фурцева. М.: Медицина, 1986. 240 с.
3. Дедов, И.И. Первичный и вторичный остеопороз: патогенез, диагностика, принципы профилактики и лечения. Методическое пособие для врачей, 2-е издание / И.И. Дедов, Л.Я. Рожинская, Е.И. Марова. – М.: Медицина, 2002. – 143 с.
4. Колб, В.Г., Клиническая биохимия. Пособие для врачей лаборантов. / В.Г. Колб, В.С. Камышников. – Минск: Беларусь, 1976. - 311 с.
5. Практическая диагностика: методики и тесты. – Самара: Бахрат-М, 2007-672с.
6. Подковкин, В.Г. Микромодификация метода определения 11-окси-кортикостероидов / В.Г. Подковкин. Деп. в ВИНТИ 4.7.1988 №5348-В 88.
7. Подковкин, В.Г. Состояние коры надпочечников и динамика содержания оксипролина у крыс при термическом воздействии / В.Г. Подковкин, Д.Г. Иванов // Вестник Самарского государственного университета. 2006. №9. С.237.
8. Подковкин, В.Г., Адекватность комплексного биометрического показателя кости гистологическому анализу при термическом воздействии / В.Г. Подковкин, Д.Г. Иванов // Наука. Творчество: Коняевские чтения. Т.2. Самара, 2007. С.369.
9. Разумов, С.А. Эмоциональные реакции и эмоциональный стресс / С.А. Разумов // Эмоциональный стресс в условиях нормы и патологии человека. – Л.: Медицина, 1976. С. 5-32.
10. Современные методы в биохимии / под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. 392 с.
11. Судаков, К.В. Системные механизмы эмоционального стресса / К.В. Судаков // Механизмы развития стресса. – Кишинев, 1987. С. 52-79.
12. Фролов Ю.П. Математические методы в биологии. ЭВМ и программирование / Ю.П. Фролов. – Самара: Изд-во СамГУ, 1997. 265 с.
13. Хвостова, С.А., Взаимосвязь между состоянием адаптивных механизмов и минеральной плотностью костей скелета у больных остеопорозом и с переломами / С.А. Хвостова, К.А. Сешников // Современные проблемы науки и образования. 2008. №3. С.1
14. Шапырова Н.В., Свешников А.А. Влияние соматотипа на адаптивные реакции организма при экзаменационном стрессе // Современные проблемы науки и образования, 2007, №6. ч.2. С.1

15. Щербатых Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. СПб. 2001. – 32 с.
16. Bosch, J.A., Psychological stress as a determinant of protein levels and salivary-induced aggregation of *Streptococcus gordonii* in Human Whole Saliva / J.A. Bosch, H.S. Brand, T. J. M. Ligtenberg et al. // Psychosomatic Medicine, 1996. 58. P.374-382.

Сведения об авторах:

Подковкин Владимир Георгиевич, профессор кафедры биохимии,
Самарского государственного университета, доктор биологических наук, профессор
443011, Россия, г. Самара, ул. Ак. Павлова, 1, тел. (846) 3371787, E-mail – podkovkin@rambler.ru

Иванов Дмитрий Геннадьевич, старший научный сотрудник Центральной научно-исследовательской
лаборатории Самарского государственного медицинского университета, кандидат биологических наук
443099, Самара, ул. Чапаевская, 89, тел.: (84635) 21531, E-mail – dg1983@rambler.ru

Podkovkin V.G., Ivanov D.G.
Changes in collagen metabolism parameters during emotional stress

The paper examines the influence of emotional stress on the functional activity of systems that provide adaptation and change in intensity of the processes of collagen metabolism in these conditions. Exam stress was selected as a model of emotional stress. At the exam the students showed activation of the sympathetic-adrenal and hypothalamic-pituitary-adrenal systems, reducing the intensity of the collagen synthesis.

The level of collagen degradation in the exam stress in normosthetic and concordant students remained unchanged, while the diskordant students displayed increased collagen degradation activity.

Key words: collagen, stress, phenazepam, rat

Bibliography:

1. Vorob'jova, O.V. The stress-induced psychovegetative reactions/ O.V. Vorobeva / The russian medicine journal, 2005. V.13. №12. P.798-801.
2. Gerasimov, A.M. The biochemical diagnostics in traumatology and orthopedics / A.M. Gerasimov, L.N. Furceva. M.: Medicine, 1986. 240 p.
3. Dedov, I.I. The initial and secondary osteoporosis: pathogenesis, diagnostics, principal of prophylactic and treatment. Methodical guide for physicians, 2-e redaction / I.I. Dedov, L.J. Roghinskaia, H.I. Marova. M.: Medicine, 2002. 143 p.
4. Kolb, V.G. The clinical biochemistry. Manual for laboratory doctors. / V.G. Kolb, V.S. Kamyshnicov. Minsk: Belarus, 1976. 311 p.
5. Practice diagnostics: principles and tests. – Samara: Bachrat-M, 2007. 672 p.
6. Podkovkin, V.G. Micromodification of 11-oxycorticosteroids measurement method / V.G. Podkovkin. Dep. in VINITI 4.7.1988 №5348-B 88.
7. Podkovkin, V.G. The adrenals status and oxiprolin content dynamics in rats under temperature effect / V.G. Podkovkin, D.G. Ivanov // Samara State University bulletin. 2006. №9. P.237.
8. Podkovkin, V.G., The complex biometrical bone marker conformity by histological analysis under heat load / V.G. Podkovkin, D.G. Ivanov // Science. Creation: Konjaevskie chtenia. V.2. Samara, 2007. P.369.
9. Razumov, S.A. The emotional reaction and stress/ S.A. Razumov // The emotional stress in normal and pathology human. – L.: Medicine, 1976. P. 5-32.
10. The modern methods in biochemistry / under red. V.N. Orechovich. – M.: Medicine, 1977. 392 p.
11. Sudakov, K.V. The system mechanisms of emotional stress / K.V. Sudakov // The mechanism of stress evolution. Kishinev, 1987. P.52-79.
12. Frolov, U.P. Mathematics methods in biology. Computer and programming / U.P. Frolov. Samara: Publishing of SSU, 1997. 265 p.
13. Hvastova, S.A., Correlation between adaptive mechanism and skillet bone mineral density in patient with osteoporosis and fractures / S.A. Hvastova, K.A. Sveshnikov // The modern problem of science and education. 2008. №3. P.1
14. Sharypova, N.V. Somatotype influence to adaptive reactions of body in examinational stress / N.V. Sharypova, A.A. Sveshnikov // The modern problem of science and education, 2007, №6. V.2. P.1
15. Scherbatych, U.V. The vegetation manifestations of exam stress. Abstract of dissertation on doctor biological science academic degree competition / U.V. Scherbatych. SPb. 2001. 32 p.
16. Bosch, J.A., Psychological stress as a determinant of protein levels and salivary-induced aggregation of *Streptococcus gordonii* in Human Whole Saliva / J.A. Bosch, H.S. Brand, T. J. M. Ligtenberg et al. // Psychosomatic Medicine, 1996. 58. P.374-382.