

УДК 612.176

**ВЛИЯНИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА НА РЕГУЛЯЦИЮ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ
ГОЛОВНОГО МОЗГА У СТУДЕНТОК**

© 2010 г.

Н.П. Деваев

Владимирский государственный гуманитарный университет

anatomicus@mail.ru

Поступила в редакцию 01.04.2010

Представлены результаты, полученные методами электроэнцефалографии и кардиоритмографии. Исследования проводили в группе студенток в обычный учебный день и в период экзаменационной сессии. Анализ полученных данных выявил сдвиги в функционировании вегетативной нервной системы и изменения биоэлектрической активности головного мозга при экзаменационном стрессе.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, кардиоритмография, электроэнцефалография, экзаменационный стресс.

Введение

Стресс, вызванный сдачей экзаменов, занимает одно из первых мест среди причин, вызывающих психическое напряжение у учащихся как средней, так и высшей школы. Часто экзамен становится психотравмирующим фактором, который учитывается в клинической психиатрии при определении характера психогении и может являться пусковым механизмом реактивной депрессии. Последние научные исследования убедительно доказывают, что экзаменационный стресс оказывает негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую, дыхательную и иммунную системы студентов [1].

Психоэмоциональное напряжение может приводить к активации симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, изменению биоэлектрической активности головного мозга и динамики частот различных диапазонов, а также к развитию переходных процессов, сопровождающихся нарушением вегетативного гомеостаза и повышенной лабильностью реакций нервной и сердечно-сосудистой систем на эмоциональный стресс. После сдачи экзамена физиологические показатели не сразу возвращаются к норме – обычно требуется несколько дней для того, чтобы параметры артериального давления вернулись к исходным величинам [2].

Однако имеются данные, подтверждающие, что экзаменационный стресс не всегда носит вредоносный характер, приобретая подчас свойства защитного «эустресса». В ряде случаев психологическое напряжение может иметь

стимулирующее значение, помогая учащемуся эмоционально активизироваться и мобилизовать свои знания и личностные резервы для решения поставленных перед ним учебных задач [3].

В связи с этим, целью исследования явилось выявление роли вегетативной нервной системы в развитии экзаменационного стресса с использованием методики оценки вариабельности сердечного ритма (ВРС) и анализа биоэлектрической активности головного мозга. Доказано, что изменение ритма сердца – это универсальная реакция организма человека в ответ на воздействие факторов внутренней и внешней среды, отражающая результат регуляторных влияний на сердечно-сосудистую систему [4, 5]. Определение вариабельности сердечного ритма (выраженности колебаний частоты сердечных сокращений по отношению к его среднему уровню) признано наиболее информативным неинвазивным методом оценки вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. Методика регистрации спонтанной электрической активности головного мозга также достаточно удобный и безопасный способ определения динамики течения нервных процессов путём сравнительного анализа данных, зарегистрированных в разное время.

Материал и методы исследования

В исследовании участвовало 57 практически здоровых девушек (29 студенток второго курса Владимирского базового медицинского колледжа и 28 студенток первого курса физико-

математического факультета Владимирского государственного гуманитарного университета). Средний возраст испытуемых – 17.37 ± 0.61 лет.

Все данные, представленные в работе, получены на отечественном оборудовании фирмы «НейроСофт» г. Иваново. Для расчета показателей variability сердечного ритма использовался прибор «Поли-Спектр-Ритм». Выполнялась 5-минутная запись ЭКГ в тихом, отдельном помещении с постоянной температурой (22°C). Запись выполнялась при ровном дыхании, без глубоких вдохов, кашля и сглатываний. В исследовании использовались параметры временного и спектрального анализа variability сердечного ритма: стандартное отклонение (SD) величин нормальных интервалов RR (standart deviation of the NN interval, SDNN, мс), квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов RR (the square root of the mean squared differences of successive NN interval, RMSSD, мс), процент (доля) последовательных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс (pNN50%, мс), мощность высокочастотных колебаний (high frequency, HF, мс^2), мощность низкочастотных колебаний (low frequency, LF, мс^2), мощность сверхнизкочастотных колебаний (very low frequency, VLF, мс^2), полный спектр частот, характеризующих variability ритма сердца (total power, TP, мс^2), индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм (LF/HF, у. е.).

Биоэлектрическая активность головного мозга исследовалась с помощью метода электроэнцефалографии. Для записи электроэнцефалограммы (ЭЭГ) использовался прибор «Нейрон-Спектр».

Аналізу подвергались безартефактные отрезки ЭЭГ, полученные с применением схемы расположения электродов согласно Международной системе «10–20», в стандартных отведениях, включающих основные зоны мозга правого и левого полушарий. Пространственное одномоментное распределение потенциалов мозга анализировалось по монополярной записи с установлением референтного объединенного ушного электрода, постоянной времени – 0.3 с и полосой пропускания до 30 Гц. Для обработки полученных отрезков ЭЭГ использовалась программа анализа мощности спектра (АМС) биоэлектрических ритмов, основанная на выполнении быстрого преобразования Фурье. В исследовании использовался один из интегративных параметров спектральной мощности (СМ) – общая (полная) мощность спектра – суммарная СМ для всех изучаемых зон мозга.

Обследования проводили в трёх экспериментальных условиях: 1 – за три месяца до наступления сессии (в условиях обычного учебного дня через два часа после учебных занятий), 2 – перед экзаменом (за 25 ± 10 минут до него), 3 – после экзамена.

Для статистической обработки результатов исследований применяли специализированные программы «Microsoft Excel 2007» и «Statistica 6.0». Среднегрупповое экспериментальное значение показателей (M) в связи с отклонением от нормального распределения представлено с указанием средней интенсивности сдвига (разницы между средними значениями). Для оценки достоверности различий использовался непараметрический критерий – Т-критерий Вилкоксона, позволяющий выявить не только направленность изменений, но и их выраженность [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Из большого количества существующих методик визуального и количественного анализа variability сердечного ритма были выбраны методы временного и спектрального анализов. Временные методы заключаются в измерении продолжительности последовательных интервалов RR между нормальными сокращениями. Спектральный анализ подразумевает способ разделения исходной кривой на набор кривых, каждая из которых находится в своем частотном диапазоне.

Согласно рекомендациям рабочей группы Европейского Кардиологического Общества, наиболее распространенным показателем для общей оценки ВРС является стандартное отклонение величин нормальных интервалов RR (SDNN), отражающее общее влияние парасимпатической системы на деятельность сердца. В нашем исследовании экзаменационный стресс приводил к снижению variability кардиоинтервалов с 52.28 мс (в условиях обычного учебного дня) до 45.9 мс в состоянии стресса, вызванного сдачей экзамена ($p \leq 0.001$), что свидетельствует о существенном снижении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы во время экзаменов. После сдачи экзамена величина данного критерия увеличивалась до 58.81 мс ($p \leq 0.001$).

В исследованной нами группе имелись студенты (5%), которые реагировали на процедуру сдачи экзамена увеличением variability кардиоинтервалов на 15–30 мс. Объяснением данного феномена может быть явление «запредельного торможения», возникающее у лиц со

слабым типом нервной системы при сверхсильных психических нагрузках. При анализе различных параметров, отражающих активность парасимпатического звена, выявлено достоверное изменение RMSSD и pNN50 (табл. 1, 2). В целом по группе уменьшение показателя RMSSD перед сдачей экзамена составило 41%, а увеличение после – 49%. Наиболее чувствительным к стрессу показателем оказался параметр pNN50, отражающий долю наиболее вариабельных кардиоинтервалов в общем массиве. В целом по группе показатель pNN50 уменьшился перед экзаменом на 52%, а увеличился после него – на 47%, что согласуется с данными других авторов, рекомендующих этот показатель в качестве наиболее чувствительного индикатора эмоционального стресса, отражающего изменение работы парасимпатической нервной системы [8].

Особое внимание в нашем исследовании уделено спектральному анализу кардиоинтервалов. В литературе встречаются два основных способа спектрального анализа – по абсолютной мощности и в процентах [9]. Мы остановились на более распространённом способе, когда спектральная мощность выражается в абсолютных единицах (мс^2).

Среди показателей спектрального анализа особое место занимает общая мощность спектра (TP). В нашем исследовании этот критерий оказался одним из самых вариабельных (табл. 1, 2). Подобная картина наблюдалась и в отношении спектральных показателей, характеризующих мощность высокочастотных колебаний (HF), низкочастотных колебаний (LF) и сверхнизкочастотных колебаний (VLF). Данные по всем трем критериям достоверно менялись в ракурсе: обычный учебный день – перед экзаменом – после экзамена. Мощность LF-диапазона, измеренная в абсолютных единицах, перед экзаменом уменьшилась на 32% по отношению к записи, сделанной в покое, а после экзамена увеличилась на 28%. Однако в исследованной популяции имелись студенты (6%), которые реагировали на процедуру сдачи экзамена увеличением мощности LF-диапазона. Учитывая, что при 5-минутном отведении кардиоинтервалов большая часть общей мощности спектра приходится на HF- и LF-диапазоны, а нормированная оценка, таким образом, отражает соотношение активности нервных центров, генерирующих LF- и HF-колебания, можно предположить, что увеличение относительной мощности волн LF во время эмоционального возбуждения показывает всего лишь ослабление при психических нагрузках активности ядра блуждающего нерва.

Одновременно прослеживается корреляция абсолютной мощности LF-колебаний с такими показателями парасимпатической системы, как SDNN, pNN50, RMSSD, что может свидетельствовать о принадлежности гипотетического LF-генератора к парасимпатическому отделу вегетативной нервной системы.

Индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм (LF/HF) позволил разделить исследованную популяцию студентов на три группы. Процентное соотношение лиц с различным типом регуляции в условиях обычного учебного дня выглядело следующим образом: ваготоники – 51.2%, симпатикотоники – 36.5%, эйтоники (нормотоники) – 12.3%. Непосредственно перед экзаменом это соотношение изменилось: количество ваготоников составило 39.4%, симпатикотоников – 34.7%, эйтоников – 25.9%. В состоянии относительного покоя между тремя группами студентов отмечались определенные различия по некоторым показателям вариабельности сердечного ритма. Но показатели, отличавшиеся в исходном состоянии соотношением активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, показывают, что чем больше была величина сдвига вегетативного баланса в сторону симпатической нервной системы, тем меньше была её активность на экзамене, в результате происходило относительное «выравнивание» показателей вариабельности ритма сердца студентов трех типов: ваготоников, симпатикотоников и эйтоников. После сдачи экзамена процентное соотношение студентов с различным типом регуляции в условиях обычного учебного дня было следующим: ваготоники – 65.5%, симпатикотоники – 19.2%, эйтоники (нормотоники) – 15.3%.

При обработке результатов электроэнцефалографии, анализируя параметры рассеивания (дисперсию и величину выборки) показателей спектральной мощности, мы пришли к выводу о высокой вариабельности изучаемых параметров, что совпадает с данными об описании разнообразных паттернов ЭЭГ при визуальном анализе [10]. Общим для всех показателей СМ было то, что значения абсолютных и частотных параметров СМ биопотенциалов каудальных отделов полушарий мозга в условиях нормального учебного дня и при экзаменационном стрессе превышали значения тех же показателей передних отделов. Наиболее интегральным показателем в нашем исследовании явилась полная (общая) мощность спектра – суммарная СМ для всех изучаемых зон мозга. Экзаменационный стресс приводил к её снижению с 4322.09 мкВ^2 в покое до 2847.32 мкВ^2 перед

Таблица 1

Кардиоритмографические и электроэнцефалографические параметры исследованной популяции студентов в условиях обычного учебного дня и до сдачи экзамена

Показатели	Период обследования		Средняя интенсивность сдвига	Достоверность различий
	Обычный день	До сдачи экзамена		
SDNN, мс	52.28	45.9	6.38	$p \leq 0.001$
RMSSD, мс	52.65	40.43	12.22	$p \leq 0.001$
pNN50%, мс	30.26	20.78	9.48	$p \leq 0.001$
HF, мс ²	1163.4	744.14	419.26	$p \leq 0.001$
LF, мс ²	717.8	616.16	101.64	$p \leq 0.05$
VLF, мс ²	822.6	638.7	183.9	$p \leq 0.05$
TP, мс ²	2703.8	2066.57	637.23	$p \leq 0.001$
LF/HF, у.е.	1.05	1.41	0.36	$p \leq 0.05$
Полная CM	4322.09	2847.32	1474.77	$p \leq 0.001$

Таблица 2

Кардиоритмографические и электроэнцефалографические параметры исследованной популяции студентов до и после сдачи экзамена

Показатели	Период обследования		Средняя интенсивность сдвига	Достоверность различий
	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена		
SDNN, мс	45.9	58.81	12.91	$p \leq 0.001$
RMSSD, мс	40.43	60.72	20.29	$p \leq 0.001$
pNN50%, мс	20.78	35.32	14.54	$p \leq 0.001$
HF, мс ²	744.14	1632.22	888.08	$p \leq 0.001$
LF, мс ²	616.16	963.55	347.39	$p \leq 0.001$
VLF, мс ²	638.7	951.51	312.81	$p \leq 0.001$
TP, мс ²	2066.57	3529.11	1462.54	$p \leq 0.001$
LF/HF, у.е.	1.41	0.87	0.54	$p \leq 0.001$
Полная CM	2847.32	3690.34	843.02	$p \leq 0.05$

сдачей экзамена ($p \leq 0.001$). После сдачи экзамена полная мощность спектра возрастала до 3690.34 мкВ² ($p \leq 0.05$).

Выводы

Стресс, вызванный сдачей экзамена, приводит к существенным перестройкам в процессе функционирования вегетативной нервной системы, увеличивая активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и уменьшая активность парасимпатического отдела. Одновременно изменяется управляющая функция нервных центров, координирующих работу сердечно-сосудистой системы, при этом снижается не только абсолютная мощность всего спектра сердечного ритма, но и соотношения отдельных спектральных составляющих.

Экзаменационный стресс сопровождается изменением биоэлектрической активности головного мозга, в частности снижением общей (полной) мощности спектра.

По окончании экзамена у всех испытуемых, независимо от факультета и года обучения, отмечено увеличение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что, по всей вероятности, является фактором индивидуальной устойчивости к отрицательным изменениям нервной и сердечно-сосудистой систем в условиях психического напряжения.

Список литературы

1. Щербатых Ю.В. Саморегуляция вегетативно-гомеостаза при эмоциональном стрессе // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 5. С. 93–98.
2. Гедеванишвили И.Д. Периферическое кровообращение и особенности его регуляции. М.: Медицина, 1967. 124 с.
3. Щербатых Ю.В. Связь черт личности студентов-медиков с активностью вегетативной нервной системы // Психологический журнал. 2002. № 1. С. 118–122.
4. Баевский Р.М., Барсуков Ж.В., Бродягин Н.А. и др. Оценка функционального состояния организма при трудовых нагрузках по показателям активности регуляторных систем: Методические рекомендации. Челябинск, 1986. 20 с.

5. Тупицын И.О. Возрастные особенности реактивности сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки умеренной мощности // Физиология человека. 1983. Т. 9. № 1. С. 67–69.
6. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов. М.: Флинта, 2003. С. 78–82.
7. Фролов Ю.П. Математические методы в биологии: ЭВМ и программирование. Самара: Изд-во СамГУ, 1997. 265 с.
8. Щербатых Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса. Автореферат дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2003. 15 с.
9. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкий С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 267 с.
10. Русинов В.С. Клиническая электроэнцефалография. М.: Медицина, 1973. 89 с.

INFLUENCE OF EXAMINATION STRESS ON THE HEART RHYTHM REGULATION AND BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY OF FEMALE STUDENTS

N.P. Devaev

The results of the research have been obtained using electroencephalography and cardiorythmography methods. The studies were conducted in a group of female students on a regular school day and during the examination session. Data analysis has revealed certain changes in the functioning of the autonomic nervous system and some changes in the bioelectric activity of the brain during examination stress.

Keywords: cardiac rhythm variability, cardiorythmography, electroencephalography, examination stress.