



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 612.176

ББК 28.7

Деваев Николай Павлович

аспирант

г. Владимир

Devaev Nikolay Pavlovich

Post-graduate

Vladimir

Особенности приспособления сердечно-сосудистой системы студенток к психоэмоциональному стрессу
Adaptive Peculiarities of the Female Students' Cardiovascular System to Psychoemotional Stress

В работе представлены результаты, полученные методом кардиоритмографии для анализа variability сердечного ритма. Исследования проводились в группе студенток в обычный учебный день и в период экзаменационной сессии. Средний возраст испытуемых – $17,34 \pm 0,61$ лет. Анализ полученных данных выявил сдвиги в функционировании вегетативной нервной системы при психоэмоциональном стрессе.

The work presents the results of the cardiorythmography method for the heart rhythm variability analysis. The research was held in the group of the female students during the routine working day and examination period. The average age of the tested individuals is $17,34 \pm 0,61$. The data analysis revealed changes in the vegetative nervous system functioning while emotional stress.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, кардиоритмография, психоэмоциональный стресс.

Key words: heart rhythm variability, cardiorythmography, psychoemotional stress.

Постоянно возрастающий поток информации и научно-технический прогресс в целом ставят перед образованием сложные задачи. Их решение должно быть ориентировано, прежде всего, на функциональные возможности организма учащейся молодежи.

Влияние среды оказывает направляющее воздействие на все системы организма. Метаболическое обеспечение этих функций осуществляется системой кровообращения. В процессе обучения формируются адаптационные механизмы кровообращения, направленные на поддержание гомеостаза, соответствующие этому виду деятельности и его характеру. Большая часть этих изменений являются функциональными и не влекут за собой патологических изменений.

Такие изменения возникают только в том случае, если учебные нагрузки превышают индивидуальные возможности не только сердечно-сосудистой, но и других систем, работа которых лимитирует гемодинамику [9, 10,11].

Среди причин, вызывающих эмоциональное напряжение у учащихся как средней, так и высшей школы, на одно из первых мест следует поставить экзаменационный стресс [13].

В последние годы накоплен значительный клинический материал, позволяющий утверждать, что сдача экзаменов нередко оказывает отрицательное влияние на иммунную, нервную и сердечно-сосудистую системы студентов [8].

Экзаменационный период является мощным психоэмоциональным стрессорным фактором, приводящим к изменению функционального состояния организма. Характер экзамена, возраст испытуемого, его психофизиологические особенности определяют спектр изменений изучаемых параметров, соответствующих адаптации организма к экзаменационному стрессу [5].

Особенности реакции организма на стрессовое воздействие могут служить индикатором функционального состояния [3, 6]. К таким характеристикам относятся показатели сердечной деятельности, информацию о которых можно получить в результате математической обработки динамического ряда RR интервалов электрокардиограммы. По полученным результатам можно определить вегетативное звено регуляции, которое оказывает ощутимое воздействие на сердечный ритм [1, 2].

Цель исследования – выявить роль вегетативной нервной системы в развитии психоэмоционального стресса (на примере его экзаменационного варианта) с использованием методики оценки вариабельности сердечного ритма (BPC).

Материал и методы исследования. В исследованиях принимали участие 57 практически здоровых девушек (33 студентки второго курса Владимирского базового медицинского колледжа и 24 студентки первого курса физико-математического факультета Владимирского государственного гуманитарного университета). Средний возраст испытуемых – $17,34 \pm 0,61$ лет.



Для расчета показателей variability сердечного ритма использовался прибор «Поли-Спектр-Ритм» фирмы «НейроСофт» г. Иваново.

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. Экстрасистолы исключались из анализа вместе с двумя последующими RR интервалами. Продолжительность записи составляла 5 минут (300 секунд). Запись ЭКГ производилась в положении лежа на спине, при спокойном дыхании.

В исследовании использовались параметры временного и спектрального анализа ВРС: 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 последовательных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс (pNN50%, мс), мощность высокочастотных колебаний (high frequency, HF, мс²), мощность низкочастотных колебаний (low frequency, LF, мс²), мощность сверхнизкочастотных колебаний (very low frequency, VLF, мс²), полный спектр частот, характеризующих variability ритма сердца (total power, TP, мс²), индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм (LF/HF, у. е.).

Измерение артериального давление проводилось по методу Н.С. Короткова.

Обследования проводились 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 применялись 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 достоверно-

сти различий использовался непараметрический критерий – Т-критерий Вилкоксона, позволяющий выявить направленность изменений и их выраженность [4].

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях обычного учебного дня частота сердечных сокращений в обследованной группе студенток составляла $78,2 \pm 0,7$ ударов в минуту, а перед экзаменом – $95,8 \pm 1,4$ удара в минуту. Среднее повышение частоты пульса составило $17,6 \pm 1,7\%$. Полученные результаты совпадают с результатами других авторов, также отмечающих, что мода показателя пульса в условиях стресса сдвигается в область больших величин, что отражает общую активацию симпатической системы; кроме того наблюдается увеличение дисперсии распределения показателей пульса [12]. После сдачи экзамена частота сердечных сокращений снизилась до $83,3$ ударов в минуту ($p < 0,05$).

Средние показатели артериального давления в условиях обычного учебного дня в исследованной группе студенток составляли: $116,7 \pm 0,7$ мм рт. ст. для систолического, $75,2 \pm 0,6$ мм рт. ст. для диастолического и $43,2 \pm 0,6$ мм рт. ст. для пульсового артериального давления. Перед экзаменом среднее систолическое давление по всей группе испытуемых составляло $128,4 \pm 1,5$ мм рт. ст. ($p < 0,01$), диастолическое – $84,8 \pm 0,8$ мм рт. ст. ($p < 0,01$), пульсовое – $44,7 \pm 1,2$ мм рт. ст. ($p < 0,01$), при этом происходило увеличение “разброса” показателей АД в популяции по сравнению с нормой. После сдачи экзамена систолическое давление в группе снизилось до $117,4 \pm 1,5$ мм рт. ст. ($p < 0,05$), диастолическое – до $75,2 \pm 0,5$ мм рт. ст. ($p < 0,05$), пульсовое – до $41,3 \pm 1,4$ мм рт. ст. ($p \geq 0,05$).

Из большого количества существующих методик визуального и количественного анализа вариабельности сердечного ритма были выбраны методы временного и спектрального анализа. 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.



При обследовании студенток в состоянии относительного покоя за три месяца до наступления экзаменационной сессии были получены результаты временного и спектрального анализа variability ритма сердца, представленные в таблице 1. Отмечалось повышение SDNN и снижение RMSSD и pNN50 в ортостатической пробе относительно фоновой, причем pNN50% в данном случае уменьшился очень резко.

Таблица 1

**Значения показателей временного и спектрального анализа
исследованной популяции студенток**

Показатели	Проба	
	фоновая	ортостатическая
SDNN, мс	48,28	53,33
RMSSD, мс	50,12	38,55
pNN50%, мс	36,24	6,45
HF, мс ²	987,45	645, 21
LF, мс ²	717,86	786,12
VLF, мс ²	622,64	702,67
TP, мс ²	2503,01	2308,18
LF/HF, у.е.	1,13	7,98

В ортостатической пробе наблюдалось увеличение влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы и центральных механизмов на регуляцию сердечного ритма. Об этом свидетельствует отношение LF/HF равное 7,98, а также величина этих волн в спектре: сверхнизкочастотные – 702,67 мс², низкочастотные – 786,12 мс².

В этом случае полученные данные соответствуют результатам, описываемым в литературе [7], т.к. спустя 1 – 2 минуты после перехода в ортостатическое положение происходит выброс катехоламинов и повышается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы. Это сопровождается учащением ЧСС и увеличением периферического сопротивления и лишь, затем включается ренин-ангиотензин-альдостероновый механизм.

Но в целом, можно сказать, что студентки данной возрастной группы относятся к нормотоническому типу регуляции сердечного ритма, что говорит о

сбалансированности отделов вегетативной нервной системы, участвующих в данном процессе. Об этом свидетельствуют такие показатели как количество высокочастотных, низкочастотных и сверхнизкочастотных волн в фоновой пробе, а так же баланс симпатических и парасимпатических влияний (LF/HF).

Адаптация организм к стрессу в значительной мере зависит от взаимодействия симпато-парасимпатических влияний на сердце. Активация симпато-адреналовой системы, приводящая к увеличению содержания катехоломинов в крови и миокарде, является основной причиной появления различных нарушений ритма. Наоборот, преобладание парасимпатических влияний препятствует развитию подобных нарушений.

Основной задачей исследования стало изучение особенности регуляции сердечно-сосудистой системы студенток до и после стресса. В ходе эксперимента психоэмоциональный стресс был представлен экзаменом.

Сравнительные показатели временного и спектрального анализа у студентов в покое, до и после экзамена представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2

Кардиоритмографические 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	48,28	39,22	9,06	$p \leq 0,05$
RMSSD, мс	50,12	40,58	9,54	$p \leq 0,05$
pNN50%, мс	36,24	20,89	15,35	$p \leq 0,001$
HF, мс ²	987,45	754,12	233,33	$p \leq 0,05$
LF, мс ²	717,86	628,25	89,61	$p \leq 0,05$
VLF, мс ²	622,64	558,78	63,86	$p \leq 0,05$
TP, мс ²	2503,01	1993,21	509,8	$p \leq 0,001$
LF/HF, у.е.	1,13	1,56	0,43	$p \leq 0,05$



Таблица 3

**Кардиоритмографические 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	39,22	58,22	19	$p \leq 0,05$
RMSSD, мс	40,58	54,69	14,11	$p \leq 0,05$
pNN50%, мс	20,89	38,43	17,54	$p \leq 0,001$
HF, мс ²	754,12	1355,42	601,3	$p \leq 0,05$
LF, мс ²	628,25	934,92	306,67	$p \leq 0,05$
VLF, мс ²	558,78	875,13	316,35	$p \leq 0,05$
TP, мс ²	1993,21	2845,88	852,67	$p \leq 0,05$
LF/HF, у.е.	1,56	0,77	0,79	$p \leq 0,05$

Сравнительный анализ показал, что непосредственно перед экзаменом происходит снижение всех показателей как временного, так и спектрального анализа. Происходит активация всех уровней регуляции, и, в основном, приспособление к данному виду нагрузок происходит за счет симпатического отдела вегетативной нервной системы, центрального и гуморально-метаболического комплекса.

Из таблицы 3 видно, что почти все показатели временного анализа в фоновой пробе после экзамена значительно повысились: SDNN – с 39,22 мс² до 58,22 мс²; RMSSD – с 40,58 мс² до 54,69 мс²; pNN50% - с 20,89 мс² до 38,43 мс². Значительно изменилась общая мощность спектра (с 1993,21 мс² до 2845,88 мс²), количество волн, составляющих спектр, увеличилось: сверхнизкочастотных волн – с 558,78 мс² до 875,13 мс²; низкочастотных – с 754,12 мс² до 1355,42 мс²; высокочастотных – с 628,25 мс² до 934,92 мс². При сравнительном анализе выяснилось, что все эти изменения носили достоверный характер ($p < 0,05$).

Все приведенные выше данные свидетельствуют о том, что после экзамена продолжается усиление влияния симпатического, парасимпатического и гумо-

рально-метаболического отделов на регуляцию сердечного ритма. Наблюдается достоверное увеличение общей мощности спектра. Но так как значение индекса LF/HF приближается к нормальным значениям, то все это говорит о сбалансированном влиянии на регуляцию сердечного ритма отделов автономной нервной системы непосредственно после экзамена.

Выводы. Экзаменационный стресс приводит к перестройкам в процессе функционирования вегетативной нервной системы, увеличивая активность симпатического отдела вегетативной нервной. Мода показателей пульса и артериального давления в условиях стресса сдвигается в область больших величин, что отражает общую активацию симпатической нервной системы. Изменяется управляющая функция нервных центров, координирующих работу сердечно-сосудистой системы, при этом наблюдается снижение не только абсолютной мощности всего спектра сердечного ритма, но и соотношения отдельных составляющих спектра.

Непосредственно перед экзаменом происходит снижение всех показателей как временного, так и спектрального анализа. Происходит активация всех уровней регуляции, и, в основном, приспособление к данному виду нагрузок происходит за счет симпатического отдела вегетативной нервной системы, центрального и гуморально-метаболического комплекса.

Непосредственно после сдачи экзамена у всех испытуемых, независимо от места и года обучения, увеличивается активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что является фактором устойчивости к отрицательным изменениям нервной и сердечно-сосудистой систем в условиях психического напряжения. Наблюдается достоверное увеличение общей мощности спектра. Но так как значение индекса LF/HF приближается к нормальным значениям, то все это говорит о сбалансированном влиянии на регуляцию сердечного ритма отделов автономной нервной системы непосредственно после экзамена.

Библиографический список

1. Абзалов Р.А. Движение и развивающееся сердце. – М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1985. – 90 с.



2. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: Физкультура и спорт. – 1989. – 290 с.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкий С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 267 с.
4. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов. М.: Флинта, 2003. С. 78-82.
5. Ильин Е.П. Психология индивидуальных различий. СПб.: Питер, 2004. 701 с.
6. Копылова В.А. Динамика умственной работоспособности и некоторые показатели сердечно-сосудистой системы подростков, обучающихся по разным режимам в течение учебного года / Тезисы I Международной конференции. – Дубна, 1992. – 204 с.
7. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения. - Иваново, 2000. - 182 с.
8. Нормальная физиология // Под ред. К.В. Судакова. М.: Медицина, 2008. 231 с.
9. Плышевская Е.В. Функциональные особенности сердечной деятельности школьников 15 – 16 лет: автореферат дис. канд. биол. наук. – Ярославль, 2003. – 25 с.
10. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Анализ вариабельности ритма сердца // Кардиология, 1996. – Т.36. – №10. – С. 87 – 97.
11. Суворов В.В., Русанов В.Б., Плышевская Е.В. и др. Функциональные особенности адаптации сердца к физической нагрузке // XVIII съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Казань, 2001. – С. 582.
12. Щербатых Ю.В. Саморегуляция вегетативного гомеостаза при эмоциональном стрессе // Физиология человека, 2000. – Т. 26, № 5. – С. 93.
13. Щербатых Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса: автореферат дис. доктора биол. наук. – СПб, 2003. – 15 с.

Bibliography

1. Abzalov, R.A. Movement and Developing Heart / R.A. Abzalov. – М.: Lenin MSPU, 1985. – 90 p.
2. Agadzhanian, N.A., Shabatura, N.N. Biorhythms, Sports, Health / N.A. Agadzhanian, N.N. Shabatura. – М.: Physical Education and Sports. – 1989. – 290 p.
3. Baevsky, R.M., Kirillov, O.I., Kletsky, S.Z. Mathematical Analysis of the Heart Rhythm Changes in Stress / R.M. Baevsky, O.I. Kirillov, S.Z. Kletsky. – М.: Science, 1984. – 267 p.
4. Ermolaev, O.Yu. Mathematical Statistics for Psychologists/ O.Yu. Ermolaev. - М.: Flinta, 2003. - P. 78-82.
5. Ilyin, E.P. Psychology of the Individual Differences / E.P. Ilyin. - SPb.: Piter, 2004. - 701 p.
6. Kopylova, V.A. Dynamics of Mental Workability and Some Indexes of the Cardiovascular System of Teenagers, Which were Taught in Different Regiments During the School Year / V.A. Kopylova // First International Conference. – Dubna, 1992. – 204 p.
7. Mikhailov, V.M. The Heart Rhythm Variability. Practical Use Experience / V.M. Mikhailov. - Ivanovo, 2000. - 182 p.
8. Physiology pro Forma / Edit. by K.V. Sudakova. - М.: Medicine, 2008. 231 p.
9. Plyshevskaya, E.V. 15-16 – Year – Old Schoolchildren Cardiac Activity Functional Peculiarities: Synopsis of Thesis ... Cand. of Biology / E.V. Plyshevskaya. – Yaroslavl, 2003. – 25 p.
10. Ryabykina, G.V., Sobolev, A.V. The Heart Rhythm Variability Analysis / G.V. Ryabykina, A.V. Sobolev // Cardiology, 1996. – V.36. – №10. – 87 – 97 p.
11. Shcherbatykh, Yu.V. Vegetative Homeostasis Selfregulation in Emotional Stress / Yu.V. Shcherbatykh // Human Physiology, 2000. – V.26. - № 5. – 93 p.
12. Shcherbatykh, Yu.V. Examinational Stress Vegetative Revealings: Synopsis of Thesis ...Cand. of Biology / Yu.V. Shcherbatykh. – SPb., 2003. – 15 p.
13. Suvorov, V.V., Rusanov, V.B., Plyshevskaya, E.V. and others. Physical Exertion Heart Adaptation Functional Peculiarities / E.V. Plyshevskaya // XVIII Congress of Physiologists Society by Pavlov I.P.: Theses of the Reports. – Kazan, 2001. – 582 p.