

УДК 612.172.2

**ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ В ФОРМАТЕ ГИА И ЕГЭ:
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ
ДЕТЕЙ 9 И 11 КЛАССОВ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ,
ОБУСЛОВЛЕННОЙ СДАЧЕЙ ЭКЗАМЕНОВ**

Лаптева Е.А., Любовцев В.Б., Мамалыга Л.М.

*Московский педагогический государственный университет, Москва,
e-mail: Lapteva1985@mail.ru, vblubovtcev@mail.ru, mamalyga_49@mail.ru*

Статья посвящена анализу функционального состояния организма школьников 9 и 11 классов в период государственной итоговой аттестации в формате ЕГЭ и ГИА, а также при подготовке к ней. Исследование проводилось с помощью цифрового анализатора кардиоритмов «Омега М», предназначенного для комплексного исследования функционального состояния человека на основе анализа вариабельности сердечного ритма. Анализ полученных данных среди учащихся 11 классов выявил изменения функциональной активности вегетативных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы при психоэмоциональном стрессе (экзамены ЕГЭ) – увеличение активности симпатического отдела и снижение активности парасимпатического отдела. Обнаружено повышение индекса вагосимпатической активности. Однако у учащихся 9 классов не выявлено статистически достоверных изменений исследованных показателей.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, школьники, единый государственный экзамен

**PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE CONDITION OF STUDENTS
OF THE 9 AND 11 FORMS UNDER FUNCTIONAL LOAD DURING NATIONAL
STATE EXAMS AND STATE FINAL ATTESTATION**

Lapteva E.A., Lubovtcev V.B., Mamalyga L.M.

*Moscow State Pedagogical University, Moscow,
e-mail: lapteva1985@mail.ru, vblubovtcev@mail.ru, mamalyga_49@mail.ru*

The article is dedicated to the analysis of a functional condition of an organism of students 9 and 11 forms during the national state exams and state final attestation, and also preparation for it. The analysis of the received data about the pupils of the 11 forms revealed changes of functional activity of autonomic regulation mechanism of the cardiovascular system during psycho-emotional stress (the National State Exams) – the increasing of sympathetic activity and reduce of parasympathetic activity. The increase in sympatho-parasympathetic index has been found. However, no clearly marked differences have been revealed during medical measurements among students of the 9 form in a normal day, before and after exams.

Keywords: heart rate variability, pupils, national state exams

Государственная итоговая аттестация (ГИА) в 9 классе и Единый государственный экзамен (ЕГЭ) в 11 классе являются важным испытательным моментом в жизни школьников. Экзамены для выпускников 9 и 11 классов является сильным психоэмоциональным стрессовым фактором, так как от того насколько результативно сдан экзамен, будет зависеть дальнейшее успешное поступление школьника в колледж или вуз. Однако следует учитывать, что выпускники 11 классов имеют максимальное функциональное напряжение физиологических систем организма по сравнению с учащимися 9 классов. Это обусловлено тем, что многие школьники 9 классов остаются для продолжения обучения в школе и экзамены являются лишь переводным в 10 класс, поэтому для них экзамен ГИА не является решающим для поступления в вуз. В любом случае, экзаменационный период является мощным стрессовым фактором, который отражаются на уровне психологических и вегетативных показателей [3, 5]. Сердечно-сосудистая система рассматривается как

чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма [4], а вариабельность сердечного ритма (выраженность колебаний частоты сердечных сокращений по отношению к его среднему уровню) объективно отражает степень напряжения регуляторных систем, возникающей в ответ на воздействие внешней и внутренней среды, что является результатом регуляции сердечно-сосудистой системы [2, 6]. Степень напряжения регуляторных систем есть интегративный ответ организма на комплекс воздействующих факторов независимо от того, с чем они связаны. При воздействии экстремальных факторов возникает общий адаптационный синдром, который представляет собой универсальный ответ организма на стрессовые воздействия любой природы. Проявляется он в виде неспецифической мобилизации функциональных резервов организма. В период выпускных экзаменов у школьников наблюдаются сильнейшее стрессовое напряжение, что приводит к изменению баланса вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы [3, 7].

Психоэмоциональное напряжение может приводить к активации симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и соответственно к нарушению вегетативного гомеостаза. Однако по этому вопросу в научной литературе нет единого мнения.

Цель исследования – изучить особенности вегетативных механизмов регуляции у учащихся 9 и 11 классов при функциональной нагрузке, обусловленной сдачей экзаменами ГИА и ЕГЭ.

Материалы и методы исследования

Исследованы ученики 9 и 11 классов московской школы. Ученики 9 классов – 32 человека, девочки – 15 чел, мальчики – 17 чел. и ученики 11 классов – 26, девочки – 14 чел., мальчики – 12 чел.

Оценка функционального состояния регуляторных механизмов ритма сердца и вариабельность сердечного ритма (BPC) осуществлялась с помощью цифрового анализатора кардиоритмов «Омега М» производства ООО «Научно-исследовательская лаборатория «Динамика» (г. Санкт-Петербург).

Исследования проводили в трех ситуациях: 1 – в условиях обычного учебного дня среди года, 2 – перед экзаменом (за 10–25 мин), 3 – сразу после экзамена. Выполнялась 5-минутная запись ЭКГ в положении сидя. Электроды на конечности накладывали по общепринятой методике. В данном исследовании оценивали параметры временного и спектрального анализа BPC. Анализировались наиболее общепринятые показатели BPC.

Параметры временного анализа: SDNN – стандартное отклонение (SD) величин нормальных интервалов RR (standart deviation of the NN interval, SDNN, мс), которое является интегративным показателем, характеризующим BPC в целом; RMSSD – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов RR (the square root of the mean squared differences of successive NN interval, мс); pNN50, % – процент последовательных интервалов RR, различие между которыми превышает 50 мс, (показатели RMSSD и pNN50, % показывают модулирующее влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на ритм сердца).

Спектральный анализ показателей BPC выполняли по следующим показателям: HF-мощность высокочастотных колебаний (high frequency, мс²), отражающий влияние парасимпатического контура регуляции; LF-мощность низкочастотных колебаний (low frequency, мс²), отражающий симпатoadренальную активность; TP-полный спектр частот, характеризующий вариабельность ритма сердца (total power, мс²); LF/HF-индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм (high frequency, у. е).

Кроме того, учитывали индекс напряжения (ИН, «стресс-индекс»), так как этот показатель является чувствительным маркером стресса, он отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы [8].

Статистический анализ проводили при помощи компьютерной программы «Statistica 6.0». Исследуемые величины определяли как среднее арифметическое со стандартной ошибкой средней ($M \pm m$). До-

стоверность различий между средними значениями исследованных показателей оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Статистически значимым результатом считали величину $P < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей 9 и 11 класса выявило особенности функционального состояния регуляции сердца, связанные с напряжением физиологических систем при сдаче экзаменов (ГИА и ЕГЭ) различной сложности. Результаты показали, что при сдаче ГИА в 9 классе обнаружены существенные различия BCP в зависимости от уровня трудности экзамена. Хотя деление предметов на легкие и трудные – очень относительно, трудность их зависит от индивидуальных способностей учащихся, но исследование показало, что русский язык, английский язык и биология оказались более легкими в отличие от математики (табл. 1).

У мальчиков 9 класса обнаружено, что при сдаче менее трудных экзаменов (русский язык, английский язык и биология) результаты BCP до и после экзамена существенно не отличались, несмотря на то, что ИН до и после экзаменов значительно выше, чем у контрольной группы детей в течение года. Кроме того, предэкзаменационный и постэкзаменационный периоды приводят к существенному снижению мощности спектра, по русскому языку на 62%, по английскому языку на 37%. Наиболее выраженное снижение мощности спектра (на 70%) обнаружено при сдаче экзамена по математике, что свидетельствует о перенапряжении систем регуляции. Подтверждением тому служит изменение индекса напряжения в зависимости от уровня сложности экзамена. Так, при сдаче ГИА по русскому языку у мальчиков ИН на 131% выше, чем у контрольной группы. При сдаче математики у этих же ребят ИН превышает контрольный уровень на 278%. ИН явился чувствительным индикатором общей активации симпатической системы организма [1, 8].

Симпатовагальный индекс статистически достоверно превышает контрольный уровень до сдачи математики на 67%, это свидетельствует о нарушении вегетативных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы, обусловленных стрессовым напряжением при сдаче математики.

Предэкзаменационный период при сдаче всех экзаменов у мальчиков 9 класса характеризуется выраженным снижением парасимпатического звена вегетативной ре-

гуляции (русский язык – на 83 %, английский язык на 83 %, математика – на 78 %). После экзаменационного тестирования наблюдается постепенное восстановление парасимпатической активности (табл. 1). Аналогичные закономерности наблюдаются при исследовании RMSSD, отражающего активность парасимпатической нервной системы.

тической активности (табл. 1). Аналогичные закономерности наблюдаются при исследовании RMSSD, отражающего активность парасимпатической нервной системы.

Таблица 1

Показатели временного и спектрального анализов ВРС у мальчиков 9 класса в обычный день (контроль), до экзамена и после экзамена

Показатели	Русский язык		Английский язык		Математика		Контроль
	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	
SDNN	52,87	68,37	62,02	62,60	41,07	73,97	77,81
RMSSD	24,73	53,46	38,45	41,72	26,89	50,66	56,79
pNN50 %	3,39	21,30	16,12	21,05	6,67	22,86	25,64
HF	175,28	778,50	478,61	511,35	241,45	1318,86	1083,15
LF	653,99	1813,40	1398,08	1708,27	584,85	2451,14	2462,89
LF/HF	4,36	3,08	3,92	3,37	5,91	4,93	3,53
TP	2241,81	4363,8	3699,47	3688,77	1738,87	5532,58	5869,06
ИН	118,10	65,72	72,61	53,08	193,08	51,22	51,10
Пульс	90,67	79,33	82,33	75,67	96	76,25	81,20

Исследование симпатического звена вегетативной регуляции у мальчиков выявил еще более значительные изменения. Так, при тестировании по русскому языку симпатическая активность регуляции снижалась на 73 %, по английскому языку – на 43 %, а при сдаче математики – на 76 %. Все это свидетельствует о значительном напряжении регуляторных механизмов при сдаче государственной итоговой аттестации у мальчиков в 9 классе.

Значительная активация симпатической нервной системы при сдаче экзаменов ГИА наблюдается у девочек. Причем реактивность симпатовагального звена у девочек оказалась значительно выше и при сдаче менее сложных экзаменов. Восстановление симпатовагального индекса шло быстрее. Однако при сдаче математики преобладание симпатического звена вегетативной регуляции сердца сохранялось значительно дольше, чем у мальчиков (табл. 2).

Таблица 2

Показатели временного и спектрального анализа ВРС у девочек 9 класса в обычный день (контроль), до экзамена и после экзамена

Показатели	Русский язык		Английский язык		Математика		Контроль
	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	
SDNN	46,23	70,31	44,59	55,96	44,84	52,38	58,16
RMSSD	25,75	47,74	27,09	35,30	27,80	32,74	42,89
pNN50 %	8,68	22,39	7,55	14,51	11,18	12,86	26,29
HF	309,34	837,67	233,80	471,30	396,02	449,63	758,12
LF	1078,57	1776,88	976,85	1551,48	975,48	1271,85	1600,75
LF/HF	8,93	3,00	7,86	4,27	8,18	6,45	2,40
TP	2401,61	4978,83	2160,09	3346,62	2270,45	3031,52	3363,99
ИН	178,59	61,98	205,15	113,51	223,67	156,58	88,98
Пульс	99	80,43	99,78	90,22	96,67	93,22	82,56

Тестовые испытания при сдаче единого государственного экзамена (ЕГЭ) у мальчиков приводили к максимальному напряжению функциональных систем регуляции сердца, при этом не было обнаружено существенных различий вариабельности сердечного ритма при сдаче русского языка и математики. Пере-

напряжение систем регуляции у мальчиков 11 класса сопровождалось выраженным снижением мощности спектра до сдачи экзамена: по русскому языку – на 63 %, а по математике – на 62 %. Так, при сдаче русского языка показатель SDNN снижался на 40 %, а при сдаче математики – на 41 % (табл. 3).

Таблица 3

Показатели временного и спектрального анализов ВРС у мальчиков 11 класса
в обычный день (контроль), до экзамена и после экзамена

Показатель	Русский язык		Математика		Контроль
	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	
SDNN	57,14	74,83	56,45	98,96	95,33
RMSSD	44,26	55,18	38,27	56,09	58,24
pNN50 %	13,33	20,86	13,50	27,55	32,94
HF	462	1356	281	994	1359
LF	1098	2519	1471	2632	1992
TP	2968	6201	3036	5600	7966
LF/HF	7,46	4,00	6,42	4,60	1,78
ИН	90,19	53,95	90,69	40,71	26,59
Пульс	83,60	76,60	84,20	82,20	69,00

Значительное снижение обнаружено при исследовании парасимпатического звена вегетативной регуляции. При сдаче ЕГЭ по русскому языку показатель HF снизился на 66 %, а по математике – на 80 %.

Сниженной оказалось и активность симпатической нервной системы, это приводит к менее значительному снижению симпатической нервной системы. Поэтому результаты исследования показали высокий симпатовагальный индекс в предэкзаменационный период при сдаче русского языка, который превышал контрольный

уровень на 319 %. Аналогичные изменения наблюдались и при сдаче ЕГЭ по математике. Подобный характер изменений свидетельствует о значительном напряжении регуляторных механизмов. Подтверждением тому служат изменения ИН – до сдачи ЕГЭ по русскому языку и математике этот показатель был превышен на 240 % по сравнению с контрольным уровнем (табл. 3). Аналогичные изменения обнаружены и у девочек. Однако ИН регуляторных систем у них меньше, чем у мальчиков (табл. 4).

Таблица 4

Показатели временного и спектрального анализов ВРС у девочек 11 класса
в обычный день (контроль), до экзамена и после экзамена

Экзамен	Русский язык		Математика		Контроль
	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	До сдачи экзамена	После сдачи экзамена	
SDNN	43,81	102,68	51,56	95,10	55,18
RMSSD	24,52	39,12	27,82	43,11	39,86
pNN50 %	7,38	19,05	7,74	20,50	17,60
HF	261	544	219	873	537
LF	992	1671	1040	1826	1531
LF/HF	6,34	3,69	6,22	2,90	5,24
TP	1757	3682	2113	3749	3017
ИН	230	103	241	125	92,62
пульс	101	90,0	98,50	87,25	85,00

Выводы

Экзаменационный стресс 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-сосу-

дистой системы. При этом снижается не только абсолютная мощность всего спектра сердечного ритма, но и соотношения отдельных спектральных составляющих.

Сравнительный анализ динамики исследованных параметров выявил особенности ВРС в зависимости от формата экзамена, ГИА или ЕГЭ. Полученные результаты в 9 классе показали, что при сдаче государственной итоговой аттестации изменение

ВСР зависит от уровня сложности экзамена. Установлено, что при сдаче математики напряжение регуляторных механизмов максимально в отличие с экзаменом по русскому и английскому языкам.

Установлено, что у мальчиков 11 класса в предэкзаменационный период значительно преобладает уровень симпатической нервной системы независимо от сложности экзамена, тогда как у девочек данная закономерность не обнаружена. Подобный характер может свидетельствовать о более высоком риске возникновения донозологического состояния у мальчиков. В связи с этим при организации тестовых испытаний следует разработать систему, которая носила бы здоровьесберегающий характер и не угрожала здоровью учащихся.

Список литературы

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 71.
2. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Новые методы электрокардиографии; под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина. – М.: Техносфера, 2007. – С. 473–498.
3. Реакция сердечной деятельности старшеклассников школ с дифференцированным обучением на экзаменационный стресс / А.В. Даян, А.О. Оганнисян, Э.С. Геворкян, О.Г. Баклаваджян, С.М. Минасян, М.Р. Мкртчян // Физиология человека. – 2003. Т. 29, № 2. – С. 37–43.
4. Парин В.В., Баевский Р.М., Волков Ю.Н., Газенко О.Г. Космическая кардиология. – Л.: Медицина, 1967. – С. 206.
5. Статуева Л.М., Сабурцев С.А., Крылов В.Н. Динамика вариабельности сердечного ритма студентов и школьников Арзамаса в процессе учебной нагрузки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. – 2007. – № 4. – С. 82–87.
6. Тупицын И.О. Возрастные особенности реактивности сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки умеренной мощности // Физиология человека. – 1983. – Т. 9. – № 1. – С. 67–69.
7. Щербатых Ю.В. Саморегуляция вегетативного гомеостаза при эмоциональном стрессе // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 5. – С. 93.

8. Щербатых Ю.В. Экзаменационный стресс: диагностика, течение и коррекция. – Воронеж: Студия «ИАН», 2000. – 168 с.

References

1. Baevskij R.M. Analiz variabelnosti serdechnogo ritma v kosmi-cheskoj medicine // Fiziologija cheloveka. 2002. T. 28, no. 2. pp. 71.
2. Baevskij R.M., Ivanov G.G. Variabelnost serdechnogo ritma: teoreticheskie aspekty i vozmozhnosti klinicheskogo primeneniya // V kn. Novye metody jelektrokardiografii. Pod red. S.V. Gracheva, G.G. Ivanova, A.L. Syrkina. M.: Tehnosfera, 2007. pp. 473–498.
3. Dajan A.V., Ogannisjan A.O., Gevorkjan Je.S., Baklavadzhan O.G., Mi-nasjan S.M., Mkrtchjan M.R. Reakcija serdechnoj dejatel'nosti star-sheklassnikov shkol s differencirovannym obucheniem na jekzame-nacionnyj stress // Fiziologija cheloveka. 2003, tom 29, no. 2. pp. 37–43.
4. Parin V.V., Baevskij R.M., Volkov Ju.N., Gzenko O.G. Kosmiche-skaja kardiologija. L.: Medicina, 1967. pp. 206.
5. Statueva L.M., Saburcev S.A., Krylov V.N. Dinamika variabel-nosti serdechnogo ritma studentov i shkol'nikov Arzamasa v pro-cesse uchebnoj nagruzki. // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I.Lobachevskogo, 2007, no. 4, pp. 82–87.
6. Tupicyn I.O. Vozrastnye osobennosti reaktivnosti serdechno-sosudistoj sistemy na fizicheskie nagruzki umerennoj moshhno-sti // Fiziologija cheloveka. 1983. T. 9. no. 1. pp. 67–69.
7. Shherbatyh Ju.V. Samoreguljacija vegetativnogo gomeostaza pri jemocional'nom stresse / Ju.V. Shherbatyh // Fiziologija cheloveka. 2000. T. 26, no. 5. pp. 93.
8. Shherbatyh Ju.V. Jekzamenacionnyj stress: diagnostika, techenie i korrekcija. Voronezh: Studija «IAN», 2000, 168 p.

Рецензенты:

Агасаров Л.Г., д.м.н., профессор, заведующий отделом рефлексотерапии и традиционной медицины, ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии Минздрава России», г. Москва;

Рабичев И.Э., д.б.н., профессор, кафедра анатомии и физиологии человека и животных, ФГБОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 15.07.2013.