

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ВО ВРЕМЯ ЭКЗАМЕНА У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМИ ПРОФИЛЯМИ МОТОРНОГО ДОМИНИРОВАНИЯ

© 2012 А.И. Лукина¹

Установлено, что изменения параметров электрокардиограммы у студентов во время экзамена проявляются укорочением интервалов R–R, Q–T, P–Q и комплекса QRS, при этом выраженность реакций доминирует в выборке левшей и амбидекстров. Величины волновых показателей variability сердечного ритма, в т. ч. спектральная мощность колебаний кардиоритма в разных частотных диапазонах, у левшей возрастают, тогда как у амбидекстров и правшей снижаются. Значения статистических показателей ВСР, в т.ч. SDNN, RMSSD и моды кардиоинтервалов у студентов во время экзамена уменьшаются, причем также в большей степени у левшей и амбидекстров. Этим изменениям соответствуют тенденции увеличения индекса Баевского и коэффициента активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, свидетельствующие о большей напряженности регуляторных механизмов у лиц с левым профилем моторного доминирования.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, психоэмоциональное напряжение, профиль моторного доминирования.

Введение

Современный этап профессиональной деятельности человека характеризуется возрастанием информационного компонента трудовой нагрузки, что наиболее типично для представителей интеллектуального труда. Среди последних особую категорию составляют студенты, поскольку обучение в вузе сопряжено со значительными умственными и эмоциональными нагрузками, которые еще более возрастают в период экзаменационной сессии. Развивающееся при этом психоэмоциональное напряжение как системная реакция организма сопровождается заметными изменениями вегетативных функций, среди которых наиболее существенными оказываются реакции со стороны сердечно-сосудистой системы [1; 5]. На основании исследований по этой проблеме складывается мнение о более низком адаптационном потенциале и высоком уровне напряженности регуляторных механизмов сердца в стрессовых ситуациях у лиц с доминированием правого полушария [4]. Однако данный аспект, имеющий в настоящее время огромное научно-прикладное значение, исследован далеко не полностью. Так, по-прежнему актуальным остается

¹Лукина Анастасия Игоревна (larnastya@mail.ru), кафедра физиологии человека и животных Самарского государственного университета, 443011, Российская Федерация, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

вопрос о зависимости между типом функциональной межполушарной асимметрии и показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР), изучение которых является одним из объективных и универсальных методов оценки состояния регуляторных систем у лиц, занятых интеллектуальной деятельностью [1; 2].

С учетом сказанного была определена цель нашей работы, которая заключалась в анализе влияния экзаменационной ситуации на параметры ВСР и выявлении специфики его регуляции у студентов с различными профилями моторного доминирования (ПМД).

Методика исследования

К исследованию были привлечены 150 студентов биологического факультета Самарского государственного университета с соблюдением этических норм и добровольного согласия испытуемых.

Функциональное состояние сердца у испытуемых изучали методами электрокардиографии и кардиоинтервалографии. Электрокардиограмму (ЭКГ) регистрировали в положении сидя на электрокардиографе ЭК12Т "Альгон-03" во втором стандартном отведении. По ЭКГ оценивали длительность интервалов R-R, Q-T, P-Q и комплекса QRS, а также определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Кардиоинтервалографию осуществляли с помощью приборно-программного обеспечения пульсоксиметра "ЭЛОКС-01С2". По кардиоинтервалограммам проводили количественную оценку динамики индекса напряжения Баевского (ИБ), коэффициентов активности симпатического (СИМ) и парасимпатического (ПАР) отделов вегетативной нервной системы, а также показателей ВСР. При этом анализировали следующие показатели: моду (M_0 , мс — наиболее часто встречаемое значение длительности кардиоинтервалов в анализируемой выборке); амплитуду моды (A_{M_0} , % — число (доля) кардиоинтервалов в анализируемой выборке, соответствующее значению моды); SDNN (Standart deviation of all NN intervals), мс — стандартное отклонение длительностей всех кардиоинтервалов в анализируемой выборке; RMSSD (The square root of the mean of the squares of differences between adjacent NN intervals), мс — квадратный корень из среднего значения квадратов разностей длительностей последовательных кардиоинтервалов в анализируемой выборке; pNN50 (The proportion derived by dividing NN50 by the total number of NN intervals), % — отношение числа кардиоинтервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс, к общему числу кардиоинтервалов в анализируемой выборке; VLF, мс² — спектральную мощность колебаний ритма сердца в диапазоне сверхнизких частот (< 0,04 Гц); LF, мс² — спектральную мощность колебаний ритма сердца в диапазоне низких частот (0,04 ... 0,15 Гц); HF, мс² — спектральную мощность колебаний ритма сердца в диапазоне высоких частот (0,15 ... 0,4 Гц); LFnorm, % — нормализованную спектральную мощность низких частот; HFnorm, % — нормализованную спектральную мощность высоких частот; LF/HF — отношение низкочастотной к высокочастотной составляющей мощности колебаний ритма сердца.

Все показатели определялись в автоматическом режиме с помощью компьютерной программы ELOGRAPH 3.2, позволяющей одновременно получать гистограммы распределения кардиоинтервалов и скатерограммы (точечное изображение зависимости длительности последующего кардиоинтервала от предыдущего в выборке данных). Обследование испытуемых с помощью пульсоксиметра прово-

дилось в положении сидя. Датчик одевался на указательный палец левой руки, которая фиксировалась на столе четко на уровне сердца.

Показатели ЭКГ и ВСР анализировали с учетом индивидуального ПМД, который определяли безаппаратным способом с помощью батареи общепринятых тестов [3]. По результатам тестирования были сформированы 3 группы испытуемых: правши (левополушарные) — 80 человек, левши (правополушарные) — 25 человек и амбидекстры (равнополушарные) — 45 человек.

Все аппаратные обследования каждого испытуемого проводили дважды — в ходе учебных занятий в межсессионный период и в период сессии непосредственно во время экзамена. Результаты исследования обрабатывали статистически с использованием программных пакетов Sigmaplot 9.1 и SigmaStat (3.5), достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования было установлено, что ситуация экзамена вызывала у студентов активацию работы сердца и напряжение регуляторных механизмов. Реакции сердца зависели от ПМД. В частности, в исходном состоянии наибольшая ЧСС отмечалась у правшей и составляла $85 \pm 1,70$ уд/мин, тогда как у левшей и амбидекстров ЧСС в среднем была на 10 ударов меньше. Под влиянием экзаменационного стресса наблюдалась тенденция достоверного увеличения ЧСС во всех экспериментальных группах (табл. 1), что было обусловлено укорочением интервалов R–R. Следует указать, что данный эффект у левшей как истинных, так и скрытых (амбидекстров) оказался на 10 % ($p < 0,01$) сильнее, чем у правшей, что может объясняться доминированием правого полушария в процессах обработки сердечно-сосудистой афферентации [5].

Длительность интервала P–Q и комплекса QRST на ЭКГ студентов во время экзамена также уменьшалась. Наиболее выраженное уменьшение было характерно для интервала Q–T (табл. 1), из чего можно заключить, что основной механизм укорочения R–R интервалов и учащения ЧСС связан с ускорением процесса деполяризации миокарда желудочков [10].

Характерной реакцией сердца в условиях экзамена у студентов явилось уменьшение такого параметра ВСР, как M_0 (мода кардиоинтервалов). Однако в аспекте изучаемой тематики следует обратить внимание на то, что M_0 у правшей и амбидекстров снижалась в среднем на 20 %, тогда как у левшей в 2 раза слабее. С учетом литературных данных [7; 9] допустимо считать, что во время экзаменационного напряжения у студентов имеет место активация центрального контура управления кровообращением и усиление симпатической регуляции сердца, которая у большинства правшей и амбидекстров, в отличие от левшей, проявлялась стабилизацией ритма и уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов.

Оценивая изменения индекса Баевского (ИБ), необходимо отметить, что существенных различий в степени напряженности регуляторных механизмов между правшами, левшами и амбидекстрами в межсессионный период не наблюдалось. Средняя величина ИБ у студентов составляла 100 усл. ед. При психоэмоциональной нагрузке, создаваемой ситуацией экзамена, ИБ резко увеличивался, причем у левшей его прирост достигал 120 %, что было почти в 2 раза больше, чем у правшей и амбидекстров.

Как известно, одной из причин вариабельности сердечного ритма являются нелинейные эффекты, обусловленные взаимодействиями гемодинамических,

Таблица 1

Изменение частоты сердечных сокращений и длительности кардиоинтервалов у студентов с разными профилями моторного доминирования во время экзамена

	Покой			Экзамен		
	Правши	Левши	Амбидекстры	Правши	Левши	Амбидекстры
ЧСС, уд/мин	85 ± 1, 70	77 ± 2, 46	73 ± 2, 32 ###	96 ± 1, 6 ***	91 ± 3, 86 ***	92 ± 2, 98 ***
R-R, с	0, 712 ± 0, 016	0, 787 ± 0, 022 ×	0, 837 ± 0, 025 ###	0, 62 ± 0, 01 ***	0, 654 ± 0, 041 **	0, 656 ± 0, 028 ***
Q-T, с	0, 326 ± 0, 004	0, 346 ± 0, 007	0, 357 ± 0, 005 ###	0, 311 ± 0, 003 ***	0, 325 ± 0, 007	0, 318 ± 0, 004 ***
P-Q, с	0, 147 ± 0, 002	0, 148 ± 0, 005	0, 152 ± 0, 003	0, 15 ± 0, 002	0, 144 ± 0, 004	0, 149 ± 0, 004
QRS, с	0, 079 ± 0, 003	0, 08 ± 0, 005	0, 073 ± 0, 002	0, 074 ± 0, 003	0, 077 ± 0, 003	0, 071 ± 0, 003

Примечание. ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ (достоверные отличия от исходных значений внутри группы); × – $p < 0,05$ (достоверные различия между правшами и левшами); ### – $p < 0,001$ (достоверные различия между правшами и амбидекстрами)

электрофизиологических, гуморальных факторов, а также влиянием центральной нервной системы [8]. В наших исследованиях была установлена зависимость выраженности влияний центральной нервной системы на ВСР от типа моторной асимметрии, на что указывают результаты анализа изменений коэффициентов активности симпатического и парасимпатического отделов нервной системы. Во время экзамена у студентов наблюдалась общая тенденция ослабления парасимпатических и увеличения доли симпатических влияний, причем по выраженности отклонений показателя СИМ лидерство принадлежало левшам как истинным, так и скрытым (т. е. амбидекстрам). Биологический смысл наблюдаемых эффектов связан с тем, что симпатическая активность в момент экстренной мобилизации обеспечивает организму наиболее эффективный ответ по гемодинамическим показателям. В свою очередь, сердечно-тормозящее действие парасимпатической системы в сочетании с ее анаболизирующим эффектом позволяет организму более интенсивно отвечать на эмоциональный раздражитель, координируя деятельность органов и систем в соответствии с потребностями организма в определенный момент. Эффективная регуляция психоэмоционального напряжения возможна лишь при отсутствии перенапряжения симпатического звена регуляции. У испытуемых с преобладанием тонуса симпатической нервной системы в вегетативном балансе данный адаптационный процесс затруднен. На этом основании наблюдаемое в наших исследованиях увеличение индекса СИМ у левшей во время экзамена на 100 % по сравнению с межсессионным периодом следует расценивать как результат чрезмерного и не совсем адекватного реагирования системы кровообращения на ситуацию психоэмоционального напряжения.

Рассматриваемые эффекты находятся в тесной связи с диагностическими и спектральными показателями ВСР, которые являются более тонкими характеристиками работы сердца [8].

Так, показатель SDNN, отражающий нервные влияния на автоматизм сердечной мышцы, снижался у правшей, левшей и амбидекстров на 18, 22 и 20 % соот-

ответственно, что может быть связано с усилением симпатической регуляции и свидетельствует о мобилизации функциональных резервов организма. На этом фоне величина RMSSD как показателя активности парасимпатического звена регуляции уменьшалась, причем у амбидекстров в большей степени. Аналогичным образом менялся и показатель pNN50.

Спектральные диагностические показатели ВСР, такие как SDNN, RMSSD, pNN50, VLF, LF, HF, LFnorm, LHnorm, LF/HF, изменялись недостоверно, при этом все испытуемые демонстрировали сходные отклонения (табл. 2).

Таблица 2

Изменение показателей variability сердечного ритма у студентов с разными профилями моторного доминирования во время экзамена

	Покой			Экзамен		
	Правши	Левши	Амбидекстры	Правши	Левши	Амбидекстры
SDNN	67 ± 2, 69	81 ± 3, 50 ×	59 ± 5, 26 ® ®	55 ± 2, 46 ***	63 ± 6, 37 **	47 ± 2, 27 * ® ®
RMSSD	51 ± 3, 04	65 ± 7, 95	64 ± 4, 6 #	39 ± 2, 11 ***	53 ± 8, 86 ×	32 ± 2, 27 *** #
pNN50	21 ± 1, 71	21 ± 2, 41	28 ± 3, 49	9 ± 1, 01 ***	15 ± 3, 85 ×	7 ± 1, 28 *** ®
VLF, мс ²	4475 ± 647, 54	3796 ± 604, 63	4009 ± 846, 45	3436 ± 421, 01	3561 ± 531, 2	2797 ± 486, 01
LF, мс ²	4077 ± 224, 95	2762 ± 267, 53 ××	2115 ± 722, 11 ###	4027 ± 469, 43	3382 ± 502, 01	2837 ± 334, 79
HF, мс ²	3034 ± 385, 71	2592 ± 281, 42	3747 ± 915, 56	2980 ± 834, 68	2897 ± 698, 88	1586 ± 224, 69 *®
LFnorm, %	63 ± 1, 78	59 ± 3, 54	67 ± 2, 1	67 ± 1, 39	66 ± 2, 92	68 ± 1, 78
LHnorm, %	36 ± 1, 67	38 ± 3, 18	32 ± 2, 1	32 ± 1, 38	33 ± 2, 89	31 ± 1, 77
LH/HF	2, 5 ± 0, 25	2, 4 ± 0, 43	2, 5 ± 0, 24	2, 7 ± 0, 24	2, 5 ± 0, 33	2, 6 ± 0, 23

Примечание. * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ (достоверные отличия от исходных значений внутри группы); × — $p < 0,05$; × × — $p < 0,01$ (достоверные различия между правшами и левшами); # — $p < 0,05$; ### — $p < 0,001$ (достоверные различия между правшами и амбидекстрами); ® — $p < 0,05$; ® ® — $p < 0,01$ (достоверные различия между левшами и амбидекстрами)

Изменения деятельности сердца, вне зависимости от того, идет ли речь об урежении или учащении сердечных сокращений, служат наиболее надежными объективными показателями степени эмоционального напряжения у человека по сравнению с другими вегетативными функциями при наличии двух условий: эмоциональное переживание характеризуется сильным напряжением и не сопровождается физической нагрузкой [1; 7; 9]. Как правило, сложная деятельность, требующая значительного интеллектуального и эмоционального напряжения, вызывает активацию, а иногда дезинтеграцию механизмов вегетативного обеспечения кардиоритма. На это указывает выраженное напряжение регуляторных механизмов у левшей по сравнению с праворукими сверстниками [4; 5; 8]. Возможно, к нарушению гармоничности механизмов вегетативной регуляции приводит свойственная правополушарным (леворуким) людям эмоциональная лабильность, а также тесные связи доминирующего полушария с симпатизирующими стволовыми структурами. Как свидетельствуют литературные данные, психоэмоциональное напряжение со-

проводится преимущественной активацией правого полушария, в котором изменения биоэлектрической активности имеют более высокий уровень линейной связи с вегетативными проявлениями психоэмоционального напряжения в сравнении с левым полушарием [6]. Обобщая литературные данные и результаты наших собственных исследований, мы склоняемся к представлениям о ведущей роли правого полушария в регуляции кардиоритма и параметров ВСР у людей, выполняющих умственную работу в условиях психоэмоционального напряжения.

Заключение

Таким образом, психоэмоциональное напряжение, связанное с экзаменационной ситуацией, вызывает у студентов активацию работы сердца и напряжение его регуляторных механизмов. Параметры системы кровообращения у студентов в условиях относительного психического покоя и характер кардиотропных влияний во время экзаменационного стресса непосредственно зависят от индивидуального профиля ПМД. Функциональное состояние сердца у студентов с левым ПМД в межсессионный период и особенно в условиях экзамена характеризуется большим напряжением регуляторных механизмов. Адаптация сердца у лиц с левым ПМД к ситуации экзамена имеет более высокую физиологическую стоимость, чем у представителей с правосторонней латерализацией моторных функций.

Литература

- [1] Агличева И.В., Малыгина В.Л. Распространенность и динамика психопатологических нарушений у студентов медицинского факультета // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. XII. № 3-4. С. 159-160.
- [2] Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине // Усп. физиол. наук. 2006. Т. 37. № 3. С. 42-57.
- [3] Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988. 240 с.
- [4] Реакции сердца у студентов разного пола и типа полушарного доминирования во время экзаменационного стресса / О.А. Ведясова [и др.] // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. 2010. № 6(80). С. 179-186.
- [5] Ведясова О.А., Овчаренко Н.А., Лукина А.И. Влияние профиля моторного доминирования на произвольную концентрацию внимания и вариабельность сердечного ритма у детей старшего дошкольного возраста // Валеология. 2011. № 3. С. 73-78.
- [6] Жаворонкова Л.А. Особенности межполушарной асимметрии электроэнцефалограммы правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга // Функциональная межполушарная асимметрия / под ред. Н.Н. Боголепова, В.Ф. Фокина М.: Научный мир, 2004. С. 287-292.
- [7] Машин В.А., Машина М.Н. Анализ вариабельности ритма сердца при негативных функциональных состояниях в ходе сеансов психологической релаксации // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 4. С. 48-54.
- [8] Рябькина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность ритма сердца. М.: Стар Ко, 1998. 196 с.

- [9] Jorna P.G.A.M. Spectral analysis of heart rate and psychological state: A review of its validity as a workload index // *Biological psychology*. 1992. V. 34. P. 237–257
- [10] Sandomirsky M., Tuhvatullin R. Heart rate variability analysis as indicator of physiological changes during controlled breathing. Australia: Breathcollection, 1992. 56 p.

Поступила в редакцию 16/III/2012;
в окончательном варианте — 16/III/2012.

HEART RATE VARIABILITY OF STUDENTS WITH DIFFERENT PROFILES OF MOTOR DOMINATION DURING EXAM

© 2012 A.I. Lukina²

It is established that changing of parameters of student's electrocardiogram during the exam are shown by shortening of the intervals RR, QT, PQ, and the complex QRS, thus expressiveness of reactions dominates in sample of left-handers and ambidexters. The values of wave parameters of heart rate variability, including spectral power of heart rate fluctuations in different frequency ranges, increase in left-handers, while ambidexterity and right handed down. The values of statistical indices of HRV, including SDNN, RMSSD and mode cardio intervals in students during the exam are reduced, and also to a greater extent, and ambidexterity for lefties. These changes corresponded to increasing trend of the index and the activity coefficient Baevsky sympathetic nervous system, indicating a greater intensity of regulatory mechanisms in individuals with left profile of motor domination.

Key words: heart rate variability, psycho-emotional stress, the profile of motor dominance.

Paper received 16/III/2012.
Paper accepted 16/III/2012.

²Lukina Anastasya Igorevna (larnastya@mail.ru), Dept. of Human and Animals Physiology, Samara State University, Samara, 443011, Russian Federation.