

Состояние регуляторных механизмов ритма сердца абитуриентов в период вступительных экзаменов

А.В.Даян

ЕГУ, кафедра физиологии человека и животных
375025 Ереван, ул. А.Манукяна, 1

Ключевые слова: индекс напряжения, коэффициент вариации, скатерограмма, автокорреляционный анализ

Реализация одной из распространенных социальных потребностей современной жизни – обучение обуславливает повышенную нагрузку на организм человека. Необходимость усвоения большого объема информации при выраженном дефиците времени, гиподинамия, нерациональное питание и, в первую очередь, конфликтные ситуации, возникающие в процессе обучения, способствуют постоянному напряжению гомеостатических механизмов организма и, как следствие, – нарушению гармонии внутри- и межсистемных отношений.

Как известно, сбалансированная деятельность гомеостатических систем, адаптирующих организм к действию эмоциональных факторов, осуществляется взаимодействием симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [1,12,13]. Однако длительные и периодически повторяющиеся эмоционально-стрессовые ситуации в конечном итоге могут привести к срыву адаптации, нарушению гомеостаза, способствуя развитию патологических процессов в организме.

На эмоционально-стрессовую ситуацию в первую очередь реагирует мозг, вовлекая затем в процесс активации регуляторные системы, оказывающие влияние на работу сердца, тонус сосудов, гемодинамику, метаболизм и состояние организма в целом [8,10,11]. В литературе имеются сведения о довольно высоком уровне функциональных нарушений центральной нервной системы и заболеваний с нервными компонентами в их генезе у студентов и школьников [2,5,7,9,12,13]. Однако крайне скудно представлены работы, посвященные анализу состояния важнейших регуляторных систем организма подростков в один из самых ответственных моментов их жизни – участия в конкурсных вступительных экзаменах в вузы. Среди множества критериев, характеризующих особенности функционального состояния организма, одним из основных является оценка вегетативного тонуса, отра-

жающего интегральное состояние соматических функций. Наиболее удобным и информативным методом исследования состояния вегетативных функций является анализ variability сердечного ритма. Информация, заложенная в последовательном ряду кардиоинтервалов, содержит сведения об автоматии сердца, отражает характер процессов в системе управления синусового узла, а также уровень адаптации организма в целом. Метод вариационной пульсометрии позволяет регистрировать сдвиги нейрогуморального равновесия, оценивать степень участия симпатических и парасимпатических нервных и гуморальных звеньев в регуляции ритма сердечных сокращений, степень централизации его управления [12,13].

Известно, что темперамент и особенности личности накладывают отпечаток на физиологические функции и психоэмоциональную сферу человека и играют важную роль в процессе выработки стиля поведения в затруднительных ситуациях, в том числе и в период экзаменов [11,13]. Цель настоящего исследования состоит в оценке степени напряжения регуляторных механизмов и психологических показателей абитуриентов в период участия в конкурсных вступительных экзаменах.

Материал и методы

Обследовались 18 подростков обоего пола в возрасте 16–17 лет, не имеющих отклонений в состоянии здоровья. Для оценки функционального состояния регуляторных механизмов ритма сердца в первом стандартном отведении в положении сидя регистрировалась ЭКГ. Регистрация и обработка кардиоинтервалов осуществлялись на компьютере IBM-486 и длились для каждого испытуемого 2,5 минуты. Математический анализ интервалограмм проводился методом вариационной пульсометрии Р.Н. Баевского [3] с по-

мощью специально разработанной компьютерной программы "Cardio". Объем анализируемой выборки для каждого испытуемого составлял 100 кардиоциклов.

Используемая нами программа давала возможность графического отображения динамики наиболее часто используемых в медицине качественных показателей: Мо – мода (наиболее часто встречающиеся значения кардиоинтервала в секундах), характеризующая гуморальный канал регуляции и уровень функционирования системы; АМо – амплитуда моды (число значений интервалов, соответствующее Мо и выраженное в процентах к общему числу кардиоциклов), определяющая состояние активности симпатического отдела вегетативной нервной системы; Δх – вариационный размах (разница между максимальным и минимальным значениями длительности интервалов R-R в данном массиве кардиоциклов, выраженная в секундах), отражающий уровень активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы; Vк – коэффициент вариации кардиоинтервалов. Вычислялись также: ИН – индекс напряжения (АМо/2ΔхМо), наиболее полно информирующий о степени напряжения компенсаторных механизмов организма, уровне функционирования центрального контура регуляции сердечного ритма; ВПР – вегетативный показатель ритма (1/МоΔх); ИВР – индекс вегетативного равновесия (АМо/Δх); ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции (АМо/Мо).

С целью наглядной демонстрации происходящих процессов и расширения представлений о внутренней структуре сердечного ритма и его периодических составляющих для каждого испытуемого строились гистограммы, скатерограммы, отражающие закон распределения вероятностей интервалов R-R при эмоциональной и других видах нагрузок. Производился также автокорреляционный и спектральный анализ сердечного ритма.

Поскольку степень централизации управления сердечным ритмом во многом определяется индивидуально-типологическими особенностями личности, предварительно перед каждым обследованием осуществлялось компьютерное психологическое тестирование испытуемых с вычислением уровня тревожности по Спилбергеру. Для оценки субъективного состояния испытуемых использовался тест САН (оценка показателей самочувствия – С; активности – А; настроения – Н). По опроснику Айзенка выявлялась принадлежность испытуемых к экстра- и интравертам, а также определялся их уровень нейротизма [4].

Все исследования проводились в 5 экспериментальных ситуациях: 1 – за 2.0–2.5 месяца до вступительных экзаменов (фон); 2 – за 5–6 дней до экзамена; 3 – за 1 день до экзамена; 4 – через 1 день после экзамена; 5 – через 2.0–2.5 месяца после вступитель-

ных экзаменов.

Обработка экспериментального материала (1200 кардиоциклов) и статистический расчет по t критерию Стьюдента были проведены на IBM-486.

Результаты и обсуждение

В результате тестирования, проведенного среди абитуриентов за 2.0–2.5 месяца до вступительных экзаменов, была выявлена принадлежность большинства из них к экстравертам (92.9%) и лишь 7.1% были интравертами. При этом большинству из них (78.6%) был характерен средний уровень нейротизма (до 12 баллов). Показатель уровня тревожности по Спилбергеру в этот период варьировал от 41.0 до 49.0 баллов (44.36 ± 0.9 балла). Нужно отметить, что в момент обследования уровень тревожности основной части подростков находился на верхней границе среднего показателя. Результаты теста САН (4.73 ± 0.15 балла) также свидетельствовали о вариативности уровней самочувствия ($C = 4.74 \pm 0.19$), активности ($A = 4.48 \pm 0.19$) и настроения ($H = 4.94 \pm 0.17$).

Анализ статистических показателей сердечного ритма подростков в этот период выявил высокую динамичность интегрального показателя ритма сердца (ИН) у разных индивидов. При этом анализ градации по ИН установил принадлежность 27.8% испытуемых к ваготоникам ($ИН < 60$ усл.ед.), 72.2% – к нормотоникам ($ИН \geq 60$ –180 усл.ед.). Симпатотоники среди них в этот период выявлены не было. По динамике изменения ИН все абитуриенты были разделены на две группы. Первая была сформирована из обследованных, у которых в ближайший предэкзаменационный период наблюдалось повышение ИН (симпатический тип реагирования – 61.11% испытуемых). Испытуемым второй группы (38.89%) за день до экзамена было характерно понижение ИН (парасимпатический тип реагирования). Во вторую группу вошли в основном экстраверты с низким уровнем нейротизма и интраверты. За несколько дней до экзамена наблюдалось некоторое повышение напряжения регуляторных систем организма, что проявлялось в понижении числа ваготоников и нормотоников соответственно до 22.2 и 66.7%, в результате чего среди абитуриентов появляются симпатотоники (11.1%), ИН которых > 180 усл.ед. Математический анализ изменения показателей ритма сердца испытуемых первой группы выявил у них повышение ИН на 26.06% ($p < 0.05$) по сравнению с имеющимся в фоне уровнем. Одновременно наблюдалось повышение показателей АМо на 12.7% ($p < 0.05$), а ВПР, ПАПР, ИВР соответственно на 11.7% ($p < 0.02$), 14.85% ($p < 0.05$), 27.67% ($p < 0.02$). Наблюдаемые сдвиги свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в сторону умеренного преобладания симпа-

ического отдела вегетативной нервной системы, что оказывает на нарастающую централизацию управления сердечным ритмом [3,13], т.е. усиление модулирующего влияния гипоталамуса. Некоторое преобладание в центральном контуре регуляции сердечного ритма

симпатического тонуса (о чем свидетельствует повышение ИН и АМо), сопровождается в данном случае небольшим понижением (на 7.0%) активности парасимпатического контура регуляции (Δx) без изменения величины гуморального Мо (таблица).

Таблица

**Изменения статистических показателей ритма сердца абитуриентов
в период экзаменационной сессии**

Группа	Фон	За неск. дней до экзамена	За день до экзамена	Через день после экзамена	Через 2,0–2,5 мес. после экзамена
ЧСС, уд/мин	84.27±1.18	85.4±1.54	87.6±1.25 $p < 0.05$	84.8±2.05	79.7±1.22 $p < 0.01$
Мо, с	0.66±0.015	0.66±0.02	0.66±0.01	0.68±0.02	0.68±0.02
АМо, %	37.45±2.33	42.20±2.05 $p < 0.05$	44.60±2.46 $p < 0.02$	39.20±2.83	37.50±2.28
Δx , с	0.29±0.025	0.27±0.02 $p < 0.2$	0.23±0.01 $p < 0.02$	0.28±0.02	0.32±0.02
ИН, усл.ед.	99.24±9.07	125.1±11.27 $p < 0.05$	150.3±14.84 $p < 0.001$	114.30±14.8	91.4±8.47
ВПР, усл.ед.	5.30±0.36	5.92±0.41 $p < 0.2$	6.65±0.33 $p < 0.01$	5.60±0.42	4.92±0.42
ПАПР, усл.ед.	55.50±2.84	63.74±3.33 $p < 0.05$	67.8±4.33 $p < 0.01$	58.4±5.07	54.4±3.5
ИВР, усл.ед.	134.1±12.9	171.2±16.58 $p < 0.02$	198.1±18.80 $p < 0.001$	152.80±18.5	128.5±13.50
Vk	8.03±0.54	7.10±0.30 $p < 0.05$	6.5±0.35 $p < 0.02$	7.10±0.51	7.87±0.36
II группа					
ЧСС, уд/мин	79.3±0.97	84.8±2.87 $p < 0.05$	80.3±4.6	80.6±2.47	80.1±1.75
Мо, с	0.74±0.01	0.68±0.03 $p < 0.05$	0.76±0.05	0.68±0.02 $p < 0.05$	0.73±0.02
АМо, %	26.60±1.64	37.5±3.80 $p < 0.02$	28.50±1.26 $p < 0.02$	28.10±3.0	34.20±0.02
Δx , с	0.28±0.03	0.46±0.10 $p < 0.05$	0.44±0.05 $p < 0.01$	0.58±0.16 $p < 0.02$	0.34±0.02
ИН, усл.ед.	55.20±4.88	72.40±16.40 $p < 0.2$	46.60±3.65 $p < 0.05$	51.70±6.86	68.70±7.70
ВПР, усл.ед.	4.18±0.22	5.95±0.60 $p < 0.2$	3.21±0.18	3.91±0.57 $p < 0.05$	4.25±0.29
ПАПР, усл.ед.	36.40±2.85	53.60±5.90 $p < 0.01$	33.90±2.40	35.20±4.11 $p < 0.2$	45.0±3.04 $p < 0.02$
ИВР, усл.ед.	81.30±6.20	101.10±23.7 $p < 0.2$	71.0±7.31	78.80±14.80	98.50±9.40 $p < 0.05$
Vk	9.50±0.50	10.90±1.87 $p < 0.2$	10.50±1.40	10.20±1.5	8.9±0.49

Изменения, имеющие место за несколько дней до экзамена в первой группе, свидетельствуют о развитии состояния умеренного эмоционального напряжения, вызванного ожиданием предстоящего экзамена. На это указывало и наблюдаемое понижение V_k на 11.6% ($p < 0.05$).

Аналогичные сдвиги показателей наблюдались и во второй группе испытуемых: уровень ИН повышался на 31.16% за счет усиления активности симпатического контура регуляции сердечного ритма (АМо), а также Δx соответственно на 40.98% ($p < 0.02$), 64.29% ($p < 0.05$) и ослабления гуморального на 8.11% ($p < 0.05$).

Анализ гистограмм испытуемых в этот период выявил у большинства из них нормо- и умеренную тахи-

систолию с некоторым сдвигом значений кардиоинтервалов в сторону парасимпатической тахикардии, что также свидетельствует о мобилизации возможностей сердечно-сосудистой системы в стрессовых ситуациях. На скатерограммах имело место увеличение "кучности", в свою очередь, указывающее на нарастающее напряжение регуляторных механизмов.

Наблюдаемое нами в этот период уменьшение на автокоррелограммах доли средне- и высокочастотных колебаний, согласно литературным данным, может являться следствием понижения общего тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ослабления роли автономного контура регуляции [2,6].

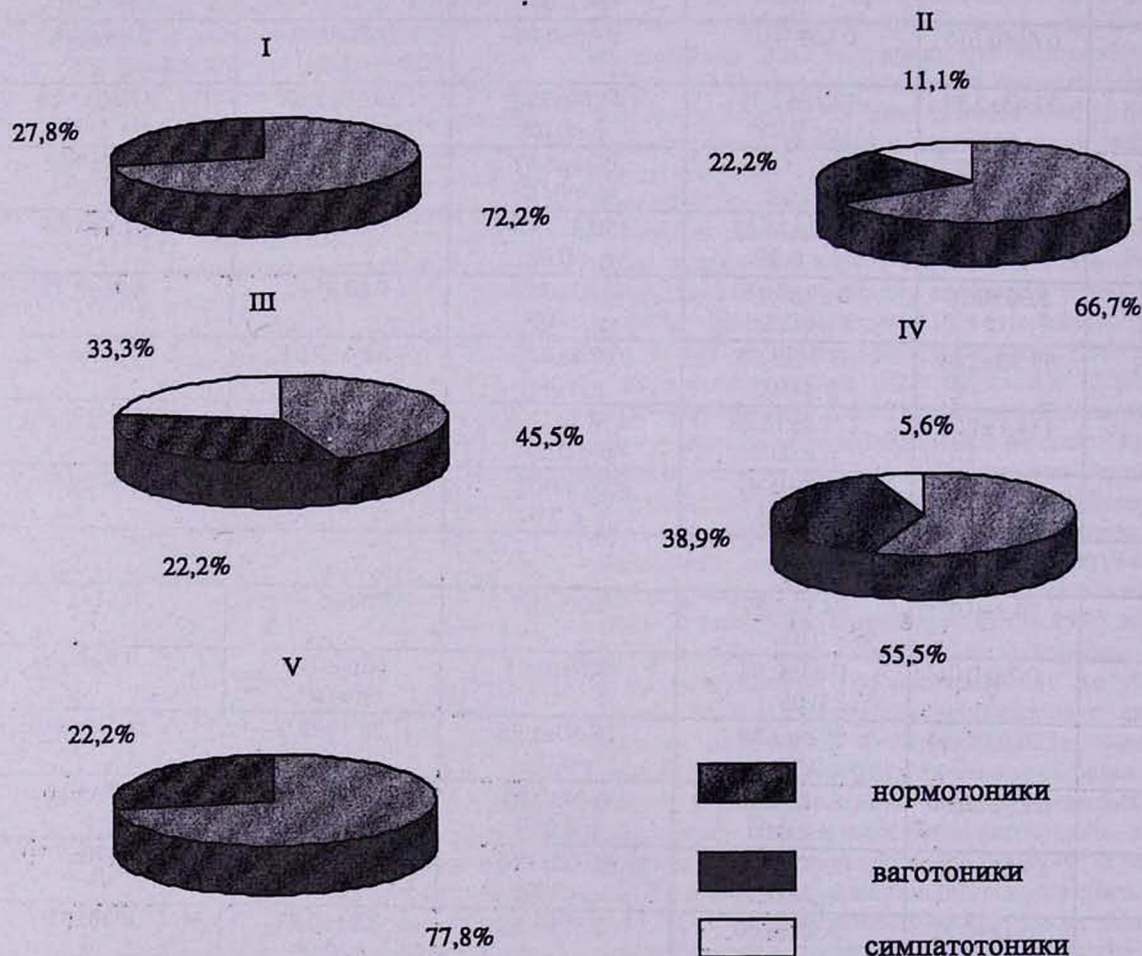


Рис. Изменение процентных соотношений испытуемых в динамике исследования
 I – за 2,0-2,5 месяца до вступительных экзаменов,
 II – за несколько дней до экзаменов,
 III – за день до экзамена,
 IV – через день после экзамена,
 V – через 2,0-2,5 месяца после экзамена

В ближайший предэкзаменационный период (за день до экзамена) наблюдалось перераспределение испытуемых по вышеуказанным градациям (рис. 1). Увеличивалось число ваготоников (33.3%) и симпатотоников (22.2%) за счет уменьшения числа нормотоников. Повышение числа ваго- и симпатотоников обусловлено, по всей вероятности, различной степенью выраженности реакции испытуемых на предстоящий экзамен. Об этом свидетельствуют и показатели психологического тестирования последних. В ближайший предэкзаменационный период почти у всех испытуемых наблюдалось уменьшение показателя САН (4.34 ± 0.15 балла), обусловленное одновременным понижением уровней самочувствия ($C=4.26 \pm 0.22$), активности ($A=4.02 \pm 0.24$) и настроения ($H=4.71 \pm 0.18$). Однако в различных группах они имели несколько различающуюся выраженность, что отражалось и в поведении испытуемых. Наблюдалось также повышение уровня тревожности по Спилбергеру до 52.79 ± 1.44 балла, обусловленное переживаниями, связанными с предстоящим экзаменом.

Анализ динамики среднестатистических показателей в первой группе в этот период выявил достоверное повышение уровня ИН на 51.45% ($p < 0.001$) при одновременном увеличении АМо на 19.10% ($p < 0.02$) и понижении Δx на 20.70% ($p < 0.02$). Уровень Мо оставался неизменным. Повышение ИН сопровождалось также увеличением ВПР, ПАПР и ИВР соответственно на 25.47% ($p < 0.01$), 2.16% ($p < 0.01$), 47.73% ($p < 0.001$). Об активации центрального контура регуляции сердечного ритма свидетельствовало и понижение V_k (6.5 ± 0.35 , $p < 0.02$).

На гистограммах испытуемых данной группы также наблюдались сдвиги в сторону параксизмальной тахикардии и выраженная "кучность" на скатерограммах. О высоком уровне функционирования центрального контура регуляции ритма сердца свидетельствовало также наличие в спектре и на автокоррелограммах низко- и среднечастотных компонентов [2,6].

Несколько иные изменения за день до экзамена происходили у испытуемых второй группы. По сравнению с фоном наблюдалось понижение уровней ИН, ВПР, ПАПР, ИВР соответственно на 15.58, 22.18, 6.87, 12.67%. Некоторое ослабление симпатического тонуса было обусловлено активацией гуморального и парасимпатического контуров регуляции ритма сердца (Δx и Мо). Высокая степень вариабельности R-R интервалов в данной группе свидетельствует об относительно слабой централизации управления сердечным ритмом и преобладании парасимпатического тонуса в пределах автономного контура регуляции. О доминировании парасимпатических механизмов регуляции ритма сердца свидетельствует также синусовая аритмия, диагностируемая у большинства испытуемых и нашедшая отражение на скатеро-

граммах в нарушении "кучности", а также выраженность высокочастотных компонентов в автокоррелограммах. Наблюдаемое умеренное парасимпатическое влияние, уравновешивающее чрезмерный повреждающий эффект симпатoadренальной системы в стрессовой ситуации, является одним из факторов индивидуальной устойчивости организма к возможным поражениям сердечно-сосудистой системы в условиях эмоционального напряжения.

Через один день после экзамена нормотонический тип регуляции ритма сердца наблюдался у 55.5% испытуемых. Остальные были ваготониками (38.9%) и симпатотониками (5.6%). Психологическое тестирование выявило понижение уровня тревожности до 49.79 ± 1.66 балла по сравнению с предэкзаменационным показателем. Однако он все же оставался выше фонового уровня, что обусловлено беспокойством за конечные результаты экзамена. Показатель же САН сохранял тенденцию к понижению (4.36 ± 0.19) в основном за счет показателя активности, понижающегося до 3.95 ± 0.28 балла, что может быть обусловлено усталостью и эмоциональным перенапряжением, связанным с экзаменационной ситуацией. Характер изменений среднестатистических показателей сердечного ритма у испытуемых второй группы в постэкзаменационный период свидетельствует о сохранении эмоционально-стрессовой ситуации до объявления конечных результатов экзамена.

У испытуемых же первой группы наблюдалось понижение АМо, ИН, ВПР, ПАПР, ИВР по сравнению с предэкзаменационным уровнем, оставаясь, однако, выше аналогичных показателей в норме. О сохранении эмоционального напряжения в постэкзаменационный период свидетельствуют и гистографические данные. Согласно теоретическим положениям, данный тип реагирования может быть объяснен развитием общего утомления, падением тонуса вегетативной нервной системы и процессами торможения в ЦНС, что является защитной реакцией организма.

Повышение интегрального показателя (ИН) и динамика психологических параметров свидетельствуют, что предэкзаменационное состояние абитуриентами преодолевается ценой напряжения и перенапряжения регуляторных систем организма. Наблюдаемое у большинства испытуемых повышение тонуса симпатического контура регуляции сердечным ритмом свидетельствует о несовершенности и меньшей адаптированности у них функциональных возможностей сердца и автономных механизмов контроля его деятельности, о явном доминировании экстракардиальной регуляции сердечного ритма. О высоком уровне функционирования центрального контура регуляции свидетельствует и наблюдаемое доминирование в спектре и автокорреляционной функции медленно- и среднечастотных компонентов. Последние связывают с тонусом вазомоторных центров и

активностью ренин-ангиотензиновой системы, обусловленной деятельностью гипоталамо-лимбических и корковых структур [2,14]. Такие механизмы регуляции, согласно литературным данным, тают в себе опасность перенапряжения и срыва адаптации с последующим развитием патологического процесса [2,6,8]. Высокочастотные же колебания являются проявлением активности автономного контура регуляции сердечного ритма и связаны с общим тонусом парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Понижение же интегральных характеристик ритма сердца, наблюдаемое во второй группе испытуемых, согласно данным ряда авторов, является проявлением собранности и волевого усилия, обусловленных эмоциональным напряжением [10,12].

Распределение испытуемых обеих групп по вышеуказанным грациям через 2.0–2.5 месяца после окончания вступительных экзаменов показало принадлежность 77.8% подростков к нормотоникам и 22.2% – ваготоникам. Выявлены значительные пере-

стройки в регуляции деятельности сердца. У испытуемых первой и второй групп они носили разнонаправленный характер. В первой группе наблюдалось усиление активности парасимпатического контура регуляции сердечным ритмом (повышение Δx), а во второй группе – симпатического (повышение АМо и понижение Δx). Наблюдаемые изменения обусловлены индивидуальной реакцией организма и "физиологической ценой" достижения абитуриентами поставленной цели. Следует отметить, что все испытуемые при последнем обследовании были уже студентами, и параметры сердечного ритма у них могли быть обусловлены ситуацией "удовлетворенной мотивации". Наблюдаемые нами в двух группах испытуемых разнонаправленные изменения статистических показателей ритма сердца соответствуют имеющимся в литературе данным, согласно которым при интенсивной умственной работе, эмоциях и стрессах у различных лиц возможна как повышенная вариабельность, так и сглаженность изменений сердечного ритма [10].

Поступила 20.03.02

Դիմորդների սրտի ռիթմի կարգավորման մեխանիզմները ընդունելության քննությունների շրջանում

Ա.Վ.Դայան

Դիմորդների սրտի ռիթմի կարգավորման վրա հոգեհուզական քննական լարվածության ազդեցությունն ուսումնասիրելու նպատակով քննաշրջանի տարբեր փուլերում կատարվել է էլեկտրասրտագրի մաթեմատիկական վերլուծություն հատուկ մշակված համակարգչային ծրագրով: R-R ժամանակահատվածների ալիքային կառուցվածքը գնահատվել է հիստո-, ռիթմա-, սկաթերո- և ավտոկորեկալիս գրերի

միջոցով IBM-486 համակարգչով: Ստացված տվյալները վկայում են, որ քննական լարվածության հետևանքով տեղի է ունենում սրտի ռիթմի կարգավորիչ կենտրոնական մեխանիզմների վերակառուցում և հոգեֆիզիոլոգիական ցուցանիշների փոփոխություններ:

State of regulatory mechanisms of the heart rhythm of university entrants in the period of entrance exams

A.V.Dayan

For evaluation of the influence of examination psychoemotional tension on a level of centralization of control of the heart rhythm a mathematical analysis of the university entrants' ECG in the examination period was

done. The ECG registration and experimental materials processing were conducted by IBM-486 computer. R-R cardiointervalograms were processed by variational pulsometry.

There were estimated the widely used in medicine integral exponents of the heart rhythm. The evaluation of the wavy structure of cardiointervals was conducted by formation of histo-, rhythm- and scaterograms and by the analysis of autocorrelograms.

It was revealed that the examination of psychoemotional tension brings to rebuilding of the activity of regulatory mechanisms of the university entrants' heart rhythm.

Литература

1. Агаджанян Н.А., Руженкова И.В., Старшинов Ю.П. и др. Физиология человека, 1997, т.23, 1, с.93.
2. Андрианов В.В., Василюк Н.А. Физиология человека. 2001. т.27, 4, с.50.
3. Баевский Р.Н., Кириллов О.И., Клицкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984.
4. Гришин В.В., Лушин П.В. Методики психодиагностики в учебно-воспитательном процессе. М., 1990.
5. Левушкин С.П. Физиология человека, 2001, т.27, 5, с. 68.
6. Нидеккер И.Г., Федоров Б.М. Физиология человека, 1993, т.19, 3, с. 80.
7. Сидоров П.И., Соловьев А.Г., Новикова И.А. Гигиена и санитария, 2001, 4, с. 46.
8. Соболева Е.А., Ляшкова В.Б., Осокина Г.Г. Всп. охраны материнства и детства, 1984, т. 29, 3, с.10.
9. Степанова М.И., Куинджи Н.Н., Ильин А.Г. и др. Гигиена и санитария, 2000, 1, с. 40.
10. Федоров Б.М. Физиология человека, 2001, т. 27, 4, с. 42.
11. Харитонова В.И., Гортушкина Е.Ю., Николаев В.И. и др. Физиология человека, 2000, т.26, 3, с. 121.
12. Щербатых Ю.В. Физиология человека, 2000, т. 26, 5, с. 151.
13. Юматов Е.А., Кузьменко В.А., Бадиков В.И. и др. Физиология человека, 2001, т. 27, 2, с. 104.
14. Van Ravenswaaij C.M.A., Kollee L.A., Hoptan J.C.V. et al. Ann. Int. Med., 1993, 118, p. 436.