

УДК 612.766.1+159.938

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ В УСЛОВИЯХ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО СТРЕССА

В.Г. Двоеносов

Аннотация

Исследованы сердечно-сосудистая система, вариабельность сердечного ритма, психологические особенности студентов в межсессионный период, перед экзаменом и после его окончания. Выделены студенты с ваготоническим, эйтоническим, симпатическим и гиперсимпатическим исходным тонусом вегетативной нервной системы. Наибольшие величины прироста артериального давления перед экзаменом отмечались у студентов с исходным ваготоническим и гиперсимпатическим тонусом, что наряду с достоверным повышением частоты сердечных сокращений приводило к росту индекса напряжения миокарда. Установлено, что адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы, регуляции ритма сердца к экзаменационному стрессу складывались в рамках общей тенденции к повышению напряжения механизмов регуляции и активности симпатической нервной системы. Однако эти реакции имели различную степень выраженности в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Наибольшие изменения показателей вариабельности ритма сердца отмечались у студентов с исходным ваготоническим и гиперсимпатическим вегетативным тонусом. Психологические показатели (тревожность, нейротизм, сила нервной системы) различались у юношей и девушек, притом эти различия более ярко проявлялись в состоянии экзаменационного стресса и были связаны с исходным вегетативным тонусом. Наиболее выраженные гендерные различия психологических показателей отмечались у студентов с исходным ваготоническим тонусом.

Ключевые слова: экзаменационный стресс, сердечно-сосудистая система, вариабельность сердечного ритма, исходный вегетативный тонус, психологические особенности.

Клинические и экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что в однотипных условиях психоэмоционального напряжения обнаруживаются отчетливые индивидуальные различия в устойчивости людей к эмоциональному стрессу [1]. Имеются данные о влиянии личностных особенностей на регуляцию сердечного ритма в условиях моделирования психоэмоциональных нагрузок. Известно также, что в индивидуальной стратегии адаптации человека к различным условиям психологические и физиологические механизмы взаимосвязаны [2, 3].

Одной из основных причин, вызывающих психическое и функциональное напряжение у студентов, является экзаменационный стресс. Ряд исследований указывает на наличие выраженных нарушений основных физиологических процессов у студентов, как в период подготовки к экзамену, так и во время него.

Показано, что эмоциональный стресс является существенным фактором развития гипертонии [4], а условия экзаменационной сессии могут приводить к истощению функциональных резервов организма, вызывая состояние «предболезни» [5, 6]. Считается, что адаптация организма к факторам эмоционального напряжения осуществляется благодаря взаимодействию симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС). При этом одним из наиболее важных маркеров ее активности является вариабельность сердечного ритма (ВСР). Параметры ВСР позволяют регистрировать сдвиги нейрогуморального равновесия, оценивать степень участия симпатических и парасимпатических нервных и гуморальных звеньев в регуляции ритма сердечных сокращений, степень централизации его управления, функциональное состояние и уровень адаптации организма в целом [7, 8]. Отмечается, что индивидуальный спектр ВСР устойчив при одном и том же функциональном состоянии в течение недель, месяцев и даже лет, что позволяет использовать его для оценки вегетативного тонуса [9].

Целью настоящего исследования явилась оценка адаптивных особенностей реакции сердечно-сосудистой системы, регуляции ритма сердца и психологического состояния студентов в условиях экзаменационного стресса с учетом исходного тонуса вегетативной нервной системы.

Материал и методы исследования

В исследованиях приняло участие 176 практически здоровых студентов в возрасте 18–20 лет (78 юношей и 98 девушек). Обследования проводились в межсессионный период, непосредственно перед экзаменами и через 1 час после их окончания.

Показатели ВСР регистрировались в состоянии относительного покоя в положении лежа и в активной ортопробе с помощью медицинской диагностической системы «Валента» (СПб., ПО «НЕО»), совмещенной с компьютером. Система предусматривала автоматическую обработку длительностей 200 кардиоциклов электрокардиограммы с расчетом показателей ВСР в соответствии с рекомендациями отечественных и зарубежных авторов [10, 11]. Оценивались такие показатели ВСР, как мода (M_o , мс), амплитуда моды (A_{M_o} , %), вариационный размах (ΔX , мс), индекс напряжения регуляторных систем (стресс-индекс ИН, ед.), индекс вегетативного равновесия ($ИВР = A_{M_o} / \Delta X$, усл. ед.), вегетативный показатель ритма ($ВПР = 1 / (M_o \cdot \Delta X)$, усл. ед.), показатель адекватности процессов регуляции ($ПАПР = A_{M_o} / M_o$, усл. ед.), а также мощность быстрых (High Frequency – HF, мс²) волн, то есть мощность колебаний в высокочастотном (0.5–0.1 Гц) диапазоне спектра волн; мощность медленных волн (Low Frequency – LF, мс²), то есть мощность колебаний в низкочастотном (0.1–0.03 Гц) диапазоне спектра волн; мощность очень медленных волн (Very Low Frequency – VLF, мс²) – мощность колебаний в очень низкочастотном (< 0.03 Гц) диапазоне спектра волн.

Регистрировались показатели сердечно-сосудистой системы: систолическое, диастолическое, среднее артериальное давление и частота сердечных сокращений (ЧСС).

Во время исследований проводилось анкетирование по методике Спилберга – Ханина для определения личностной (врожденной) и ситуативной (при-

обретенной) тревожности, а также тест Айзенка для определения уровня нейротизма. Для определения силы нервной системы использовалась методика теппинг-теста Ильина [12].

Статистическая обработка материалов исследования проводилась при помощи стандартных методов вариационной статистики с использованием *t*-критерия Стьюдента для определения межгрупповых различий и парного двухвыборочного *t*-теста для выявления внутригрупповых различий. Для выявления взаимосвязей между выборками использовался корреляционный анализ.

Результаты и обсуждение

На основании проведенных исследований в межсессионный период в состоянии покоя были выделены группы студентов с различным исходным вегетативным тонусом. Известно, что индекс напряжения регуляторных систем (ИН), отражающий суммарную активность симпато-адреналовой системы, может также служить показателем исходного вегетативного тонуса [8, 13], который оценивается следующим образом: эйтония – сбалансированное состояние регуляторных систем вегетативной нервной системы (ИН порядка 30–90 усл. ед.), ваготония (ИН меньше 30 усл. ед.), симпатикотония (ИН порядка 90–160 усл. ед.) и гиперсимпатикотония (ИН больше 160 усл. ед.).

В состоянии покоя в межсессионный период значения ИН у всех групп достоверно различались между собой ($p < 0.0001$), отражая исходный вегетативный тонус обследуемых (рис. 1).

Перед экзаменом ИН достоверно возрос по сравнению с межсессионным периодом во всех группах юношей: у ваготоников с 25.8 ± 0.64 до 100.4 ± 14.44 усл. ед. ($p < 0.0001$); у эйтоников с 64.3 ± 3.15 до 96.9 ± 6.90 усл. ед. ($p < 0.0004$); у симпатикотоников с 132.7 ± 5.29 до 184.3 ± 34.6 усл. ед. ($p < 0.1$) и у гиперсимпатикотоников с 232.0 ± 7.63 до 511.0 ± 80.6 усл. ед. ($p < 0.003$). В группах девушек перед экзаменом также отмечалось достоверное увеличение ИН относительно межсессионного периода: у ваготоников с 27.6 ± 0.56 до 49.3 ± 3.43 усл. ед. ($p < 0.0001$); у эйтоников с 51.9 ± 2.45 до 90.6 ± 7.60 усл. ед. ($p < 0.0001$); у симпатикотоников с 105.1 ± 2.91 до 246.1 ± 45.2 усл. ед. ($p < 0.01$) и у гиперсимпатикотоников с 227.1 ± 8.86 до 408.3 ± 31.6 усл. ед. ($p < 0.0001$). Рост ИН перед экзаменом закономерно отражал возрастание напряженности регуляторных систем, вызванное психоэмоциональной нагрузкой ожидания экзамена, и указывал на усиление влияния высших отделов ВНС на управление сердечным ритмом.

После экзамена значения ИН у юношей достоверно превышали исходные значения во всех группах ($p < 0.0001$ – 0.007), за исключением симпатикотоников, у которых отмечалось недостоверное увеличение стресс-индекса.

У девушек после экзамена отмечалась несколько иная динамика ИН. Значения стресс-индекса достоверно превышали исходные ($p < 0.0003$ – 0.001) у девушек с ваготоническим и симпатическим тонусом ВНС, тогда как у эйтоников отмечалась лишь тенденция превышения ($p < 0.1$), а у гиперсимпатикотоников значения ИН после экзамена и в исходном состоянии практически не различались. Повышенные значения стресс-индекса после экзаменов отражали большую физиологическую «цену» адаптации к такому стресс-фактору, как сдача экзамена.

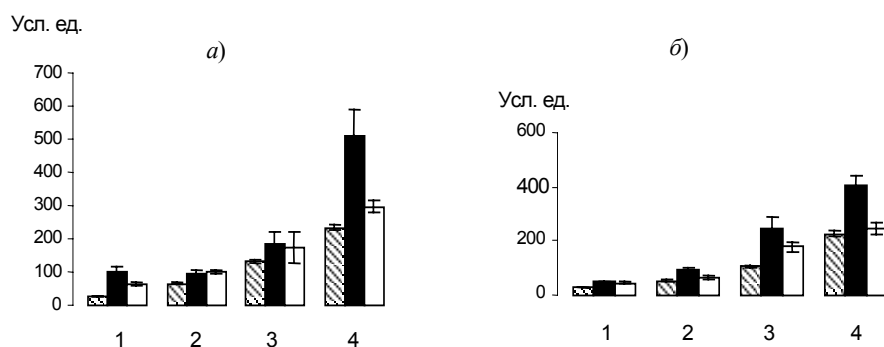


Рис. 1. Динамика стресс-индекса у студентов с разным вегетативным тонусом в условиях экзаменационного стресса: а) юноши, б) девушки. Обозначения: 1 – ваготоники; 2 – эйтоники; 3 – симпатикотоники; 4 – гиперсимпатикотоники. Столбцы слева – состояние покоя в межсессионный период; в центре – состояние перед экзаменом; справа – состояние после экзамена

Перед экзаменом отмечались изменения и других показателей ВСП, связанных с исходным вегетативным тонусом юношей. Значения M_0 и ΔX достоверно снижались перед экзаменом у всех испытуемых, за исключением юношей-симпатикотоников, у которых вариационный размах практически не изменился. $A M_0$ перед экзаменом достоверно возрастала во всех группах девушек ($p < 0.0001-0.03$), а также у юношей-ваготоников и гиперсимпатикотоников ($p < 0.0001-0.003$). Данные изменения свидетельствуют об активации симпатoadrenalовой системы и возрастании напряженности механизмов регуляции сердечного ритма.

Значения ВПР перед экзаменом достоверно повышались во всех группах обследуемых, кроме юношей-симпатикотоников, у которых отмечалась лишь тенденция к увеличению ($p < 0.07$). Увеличение ВПР указывало на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатической регуляции. В то же время недостаточно высокие величины ВПР, выраженные у девушек-ваготоников в ответ на экзаменационный стресс, могли свидетельствовать о снижении реактивности ВНС и преобладании парасимпатической регуляции как защитной реакции на предстоящий экзамен.

После экзамена повышенные относительно исходного уровня значения ВПР сохранялись у всех обследуемых, отражая активацию симпатической нервной системы. Исключением являлись юноши-симпатикотоники и девушки-гиперсимпатикотоники. У первых быстрое восстановление значений ВПР можно объяснить большей устойчивостью механизмов регуляции, о чем свидетельствовали меньшие сдвиги ПАПР и ИВР перед экзаменом, а у вторых это может быть отражением принципа «акцентированного антагонизма» [14], сущность которого заключается в антагонистическом взаимодействии отделов сегментарной вегетативной системы, в результате которого активность парасимпатической системы тем выше, чем более высокой прежде была симпатическая активность.

Перед экзаменом у всех обследованных студентов отмечались достоверно более высокие величины ЧСС как в положении лежа, так и в активной ортопробе (табл. 1–2).

Табл. 1

Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у юношей с различным вегетативным тономусом в межсессионный период и в условиях экзаменационного стресса

Показатели		I (n = 21)	II (n = 24)	III (n = 12)	IV (n = 21)
ЧСС	М/сес. период	58.9 ± 0.64 85.6 ± 1.94	67.1 ± 0.81 83.9 ± 1.51	72.9 ± 0.92 86.8 ± 2.15	81.9 ± 1.15 101.3 ± 1.77
	Экз.	76.5 ± 2.14*** 95.2 ± 2.87***	77.3 ± 1.41*** 99.0 ± 1.76***	83.5 ± 2.67*** 98.1 ± 3.09*	93.8 ± 1.30*** 111.6 ± 1.94***
АДс	М/сес. период	117.6 ± 1.88 –	125.0 ± 3.05 –	133.0 ± 1.64 –	120.0 ± 1.96 –
	Экз.	126.7 ± 1.63*** –	131.7 ± 3.11 –	133.4 ± 3.13 –	132.9 ± 1.81*** –
АДд	М/сес. период	75.9 ± 1.61 –	79.2 ± 2.67 –	80.7 ± 1.77 –	78.6 ± 0.78 –
	Экз.	85.9 ± 2.00*** –	86.7 ± 2.74* –	85.3 ± 1.42** –	83.1 ± 1.12*** –

Примечание. Группы юношей: I – ваготония; II – эйтония; III – симпатикотония; IV – гиперсимпатикотония. Верхний ряд цифр – положение лежа, нижний ряд – ортоположение. Жирным шрифтом выделены достоверно различающиеся значения.

Достоверность различий межсессионного периода и экзамена: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Табл. 2

Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы у девушек с различным вегетативным тономусом в межсессионный период и в условиях экзаменационного стресса

Показатели		I (n = 29)	II (n = 29)	III (n = 11)	IV (n = 29)
ЧСС	М/сес. период	57.2 ± 1.26 77.9 ± 1.55	68.8 ± 1.40 87.0 ± 1.45	82.1 ± 1.11 99.7 ± 3.80	84.3 ± 1.21 103.1 ± 1.91
	Экз.	68.0 ± 1.61*** 93.8 ± 2.40***	79.2 ± 1.61*** 99.1 ± 1.75***	91.7 ± 2.99** 108.4 ± 4.05**	96.8 ± 1.64*** 114.9 ± 2.21***
АДс	М/сес. период	107.6 ± 2.02 –	108.6 ± 2.50 –	113.6 ± 1.52 –	113.3 ± 1.39 –
	Экз.	113.6 ± 1.63*** –	117.3 ± 1.27*** –	118.2 ± 4.33 –	121.2 ± 2.09*** –
АДд	М/сес. период	67.2 ± 1.20 –	71.9 ± 1.81 –	74.5 ± 2.07 –	73.3 ± 1.32 –
	Экз.	71.7 ± 1.42*** –	75.2 ± 1.54* –	76.4 ± 1.36 –	77.2 ± 1.40*** –

Примечание. Группы девушек: I – ваготония; II – эйтония; III – симпатикотония; IV – гиперсимпатикотония. Верхний ряд цифр – положение лежа, нижний ряд – ортоположение. Жирным шрифтом выделены достоверно различающиеся значения.

Достоверность различий межсессионного периода и экзамена: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

При этом наиболее низкие величины пульса как среди юношей, так и среди девушек наблюдались у ваготоников, а самые высокие – у гиперсимпатикотоников. Значительно возрастали перед экзаменом значения артериального давления. Систолическое артериальное давление (АДс) достоверно увеличивалось у всех девушек, за исключением лиц с исходным симпатикотоническим типом регуляции, у которых прирост давления оказался недостоверным. Среди юношей достоверный прирост АДс отмечался у ваготоников и гиперсимпатикотоников. Диастолическое давление (АДд) перед экзаменом достоверно возраста-

ло у всех юношей, а также у всех девушек, кроме симпатикотоников. Динамика ЧСС и АДс отразилась на значениях индекса напряжения миокарда (ИНМ), который характеризует интегральное напряжение сердца в единицу времени и детерминирует потребление сердцем кислорода [15]. ИНМ достоверно увеличивался перед экзаменом у всех обследуемых, однако наибольший прирост его значений отмечался в группах юношей-ваготоников, а также юношей- и девушек-гиперсимпатикотоников.

Абсолютные значения мощности волновой структуры ритма сердца также существенно отличались у обследуемых юношей с различным исходным вегетативным тонусом (рис. 2). В межсессионный период мощность HF-волн была наиболее высокой у юношей с ваготоническим типом регуляции ВНС ($1533 \pm 90.8 \text{ мс}^2$), а наиболее низкой – у гиперсимпатикотоников ($190.8 \pm 37.4 \text{ мс}^2$). При этом у всех категорий обследуемых отмечались достоверные межгрупповые различия мощности HF-волн ($p < 0.001-0.003$). Экзаменационный стресс приводил к достоверному снижению мощности HF-волн у обследуемых с исходным ваготоническим ($p < 0.001$), эйтоническим ($p < 0.005$), гиперсимпатическим ($p < 0.03$) тонусом. У юношей с симпатическим исходным тонусом мощность HF-волн перед экзаменом относительно межсессионного периода практически не изменялась. Снижение мощности HF-волн указывает на централизацию регуляции ритма сердца и смещение вегетативного гомеостаза в сторону преобладания активности симпатической нервной системы [9].

В межсессионный период мощность HF-волн у разных групп девушек в целом не отличалась от таковой в соответствующих группах юношей. Исключением стали лишь девушки-симпатикотоники, у которых абсолютная величина мощности HF-волн была достоверно выше, чем у юношей ($p < 0.009$). Перед экзаменом отмечалось снижение мощности HF-волн, достоверно выраженное у девушек-симпатикотоников и гиперсимпатикотоников ($p < 0.001$). У девушек-эйтоников отмечалось недостоверное снижение мощности HF-волн ($p < 0.2$), у ваготоников же этот показатель практически не изменился относительно уровня межсессионного периода. Это свидетельствовало о том, что парасимпатическая активность являлась защитной реакцией в условиях психоэмоционального напряжения, которое уравнивало чрезмерный повреждающий эффект действия симпато-адреналовой системы.

Наибольшие значения мощности LF- и VLF-волн в межсессионный период и перед экзаменом отмечались у ваготоников, наименьшие – у гиперсимпатикотоников, как юношей, так и девушек. При этом достоверное предэкзаменационное снижение мощности LF-волн относительно межсессионного периода с 91.1 ± 11.1 до $52.2 \pm 8.1 \text{ мс}^2$ отмечалось только у гиперсимпатикотоников ($p < 0.01$), а снижение мощности VLF-волн с 854 ± 151.2 до $478 \pm 93.1 \text{ мс}^2$ ($p < 0.04$) – у ваготоников. У эйтоников наблюдалось достоверное увеличение мощности VLF-волн перед экзаменом с 317 ± 46.1 до $600 \pm 117.8 \text{ мс}^2$ ($p < 0.03$). Предэкзаменационное возрастание мощности VLF-волн отмечалось также у юношей-симпатикотоников, однако в этом случае различия со значениями межсессионного периода оказались недостоверными ($p < 0.2$). Уменьшение мощности LF-волн отражало снижение активности подкоркового сосудистого центра, в то время как увеличение мощности VLF-волн указывало на повышение уровня

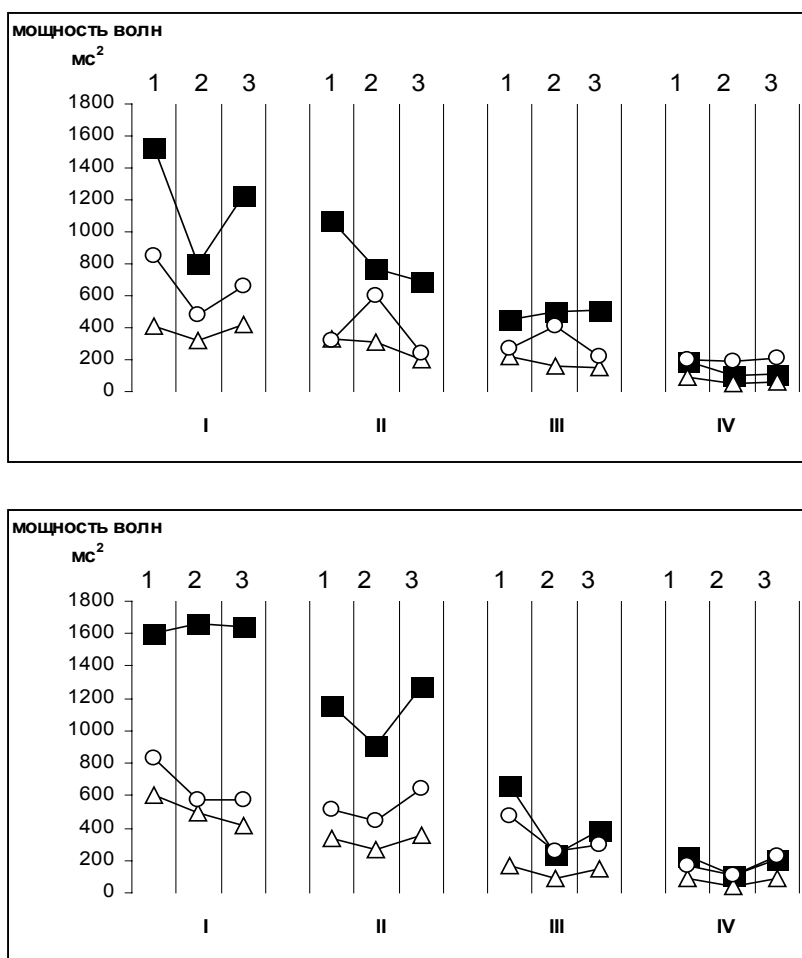


Рис. 2. График динамики мощности HF-, LF-, VLF-волн у студентов с различным исходным вегетативным тонусом в условиях экзаменационного стресса. Верхний график – юноши, нижний – девушки. Обозначения: I – ваготоники, II – эйтоники, III – симпатикотоники, IV – гиперсимпатикотоники; ■ – мощность HF-волн, ▲ – мощность LF-волн, ○ – мощность VLF-волн; 1 – межсессионный период, 2 – состояние перед экзаменом, 3 – состояние после экзамена

активности высших вегетативных центров [16] и характеризовало эрготропную активацию надсегментарных церебральных систем, связанную с воздействием экзаменационного стресса.

Аналогичная динамика изменения мощности LF-волн отмечалась и у девушек. Наиболее низкие величины мощности LF-волн как в межсессионный период, так и перед экзаменом отмечались у гиперсимпатикотоников ($84.6 \pm \pm 6.05$ и 42.9 ± 7.65 ms^2 соответственно при $p < 0.0001$), а наиболее – высокие у ваготоников (600 ± 54.8 и 494 ± 81.6 ms^2 , $p < 0.3$). У эйтоников и симпатикотоников мощность LF-волн уменьшалась перед экзаменом до 268 ± 37.7 ms^2 , ($p < 0.2$) и 93 ± 13.6 ms^2 ($p < 0.001$) соответственно.

У девушек с исходным симпатическим и гиперсимпатическим тонусом перед экзаменом наблюдалась нисходящая динамика мощности VLF-волн ($p <$

< 0.02). Тенденция к снижению отмечалась также у ваготоников ($p < 0.1$), при этом именно у них была зафиксирована наибольшая мощность VLF-волн. У девушек-эйтоников мощность VLF-волн перед экзаменом несущественно снижалась. Наблюдаемое нами снижение спектральной мощности ВСП соответствует имеющимся в литературе данным, согласно которым при интенсивной умственной работе, эмоциях и стрессах у разных лиц возможна как повышенная вариабельность, так и сглаженность изменений показателей сердечного ритма [17]. Уменьшение ВСП, особенно выраженное у студентов с гиперсимпатическим вегетативным тонусом, указывает на уменьшенную реактивность ВНС и снижение способностей организма адаптироваться к неблагоприятным условиям [18].

Анализ психологических показателей выявил, что перед экзаменом уровень нейротизма достоверно повышался у юношей-симпатикотоников и гиперсимпатикотоников ($p < 0.009$ и $p < 0.03$ соответственно), достигая высокого уровня (15.8 ± 1.54 и 14.6 ± 0.75 усл. ед.). У эйтоников уровень нейротизма перед экзаменом также повышался ($p < 0.08$), достигая верхней границы диапазона средних значений (13.5 ± 0.88 усл. ед.). У ваготоников уровень нейротизма незначительно снижался. У девушек уровень нейротизма перед экзаменом достоверно повышался, достигая от 15.5 ± 0.41 до 16.4 ± 0.64 усл. ед., а у девушек-симпатикотоников значения были еще выше: 19.5 ± 1.10 усл. ед. Это было связано с их высоким уровнем нейротизма в межсессионный период (14.7 ± 1.22 усл. ед.).

Значения реактивной тревожности в межсессионный период у юношей-эйтоников и гиперсимпатикотоников находились в умеренном диапазоне (31.6 ± 1.65 и 34.5 ± 1.78 усл. ед.), а у юношей с ваготоническим и симпатическим типами регуляции ВНС – в низком диапазоне (26.7 ± 1.30 и 29.3 ± 1.34 усл. ед.). Перед экзаменом тревожность достоверно повышалась во всех группах, достигая у ваготоников умеренного уровня (39.9 ± 1.14 усл. ед.), а в остальных группах – высокого уровня. При этом наибольшие значения тревожности отмечались у гиперсимпатикотоников (50.1 ± 1.84 усл. ед.). У девушек в межсессионный период значения реактивной тревожности находились в умеренном диапазоне (от 30.8 ± 2.82 до 34.0 ± 1.45 усл. ед.), а перед экзаменом достоверно возрастали, достигая высокого уровня во всех группах (от 45.8 ± 2.63 до 55.8 ± 2.03 усл. ед.). Наиболее высоким уровнем тревожности был у студентов-гиперсимпатикотоников. Уровень тревожности был достоверно выше у девушек-ваготоников по сравнению с юношами как в межсессионный период, так и перед экзаменами ($p < 0.0004$ и $p < 0.0001$). У гиперсимпатикотоников и эйтоников гендерные различия, с большими величинами тревожности у девушек, отмечались только перед экзаменом ($p < 0.04$ и $p < 0.05$), у симпатикотоников межполовых различий тревожности не выявлено.

Анализ показал наличие множественных корреляционных связей стресс-индекса с показателями сердечно-сосудистой системы, ВСП и психологическими особенностями студентов, связанными с их исходным вегетативным тонусом.

Так, у юношей-ваготоников выявлена связь ИН с уровнем нейротизма ($r = -0.448$, $p < 0.05$), АДс ($r = 0.478$, $p < 0.05$), АДд ($r = 0.662$, $p < 0.05$) и мощностью HF-, LF- и VLF-волн перед экзаменом ($r = -0.690$, $r = -0.429$, $r = -0.692$ соответственно, $p < 0.05$). ИН в ортопробе коррелировал с ЧСС, ИНМ, вегета-

тивным индексом Кердо (ВИК) и уровнем нейротизма перед экзаменом ($r = 0.654$, $r = 0.816$, $r = 0.473$ и $r = 0.610$ соответственно, $p < 0.05$). Это позволяет использовать стресс-индекс в покое и ортопробе для прогноза функционального состояния юношей при экзаменационном стрессе.

У девушек-ваготоников в межсессионный период установлена связь ИН с ВИК и мощностью HF-волн ($r = 0.512$, $r = -0.504$, $p < 0.05$). Кроме того, уровень нейротизма и ситуативная тревожность у них были связаны с мощностью LF-волн ($r = 0.434$ и $r = 0.594$, $p < 0.05$).

У юношей-эйтоников выявлена зависимость ИН от мощности HF-, LF- и VLF-волн ($r = -0.681$, $r = -0.771$, $r = 0.731$, $p < 0.01$) в межсессионный период и мощности VLF-волн перед экзаменом ($r = 0.506$, $p < 0.01$). У девушек-эйтоников выявлена зависимость ИН от АДс ($r = 0.411$, $p < 0.05$), АДд ($r = 0.729$, $p < 0.01$), ИНМ, ВИК ($r = 0.522$, $r = -0.491$, $p < 0.05$), мощности HF-, LF- и VLF-волн ($r = -0.533$, $r = -0.655$, $r = 0.503$, $p < 0.05$) в межсессионный период и мощности HF-волн перед экзаменом ($r = -0.479$, $p < 0.05$).

Студенты-симпатикотоники выделялись связью ИН с ситуативной тревожностью ($r = -0.853$, $r = -0.462$, $p < 0.05$) и нейротизмом ($r = -0.700$, $r = -0.637$, $p < 0.05$). У юношей-симпатикотоников выявлена связь ИН с мощностью HF-волн и LF-волн ($r = -0.948$, $r = -0.918$, $p < 0.01$) в межсессионный период, а также с мощностью HF-волн ($r = -0.849$, $p < 0.01$) перед экзаменом. У девушек-симпатикотоников наблюдалась связь ИН с АДс ($r = -0.727$, $p < 0.01$), АДд ($r = 0.461$, $p < 0.05$), ИНМ ($r = -0.497$, $p < 0.05$), индексом массы тела (ИМТ), ВИК ($r = 0.814$, $r = -0.535$, $p < 0.05$) в межсессионный период и с мощностью VLF-волн ($r = -0.555$, $p < 0.05$) перед экзаменами.

У юношей-гиперсимпатикотоников выявлена связь ИН с ВИК и мощностью HF-волн ($r = 0.726$, $r = -0.597$, $p < 0.01$), а у девушек ИН зависел от ИНМ, мощности LF- и VLF-волн ($r = 0.417$, $r = -0.455$, $r = -0.518$, $p < 0.05$) в межсессионный период и мощности HF-волн перед экзаменом ($r = -0.455$, $p < 0.05$).

Заключение

В условиях экзаменационного стресса у студентов проявляются значительные изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, регуляции ритма сердца и психологического состояния. Выявлено, что наиболее высокие значения ЧСС отмечались перед экзаменом в покое и при ортопробе у гиперсимпатикотоников, а наиболее низкие – у ваготоников, как юношей, так и девушек. Наиболее значимые изменения АДс и АДд перед экзаменом по сравнению с межсессионным периодом также отмечались у студентов с ваготоническим и гиперсимпатикотоническим типами ВНС ($p < 0.0007$, $p < 0.0003$ и $p < 0.0005$, $p < 0.0001$ соответственно). В целом наблюдалось повышение напряженности механизмов регуляции и активности симпатической нервной системы. Именно в рамках этой тенденции складывались адаптивные реакции сердечно-сосудистой системы и регуляции ритма сердца к экзаменационному стрессу. Однако нужно отметить, что они имели различную степень выраженности в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Наибольшие изменения показателей вариабельности ритма сердца отмечались у студентов с исходным ваготоническим и гиперсимпатическим вегетативным тонусом.

Корреляционный анализ показал наличие значимых связей показателей сердечно-сосудистой системы, ВСР и психологического состояния в межсессионный и предэкзаменационный период и их различия, связанные с исходным вегетативным тонусом и полом обследуемых. Психологические показатели (тревожность, нейротизм) различались у юношей и девушек, притом эти различия проявлялись более четко в состоянии экзаменационного стресса и были связаны с исходным вегетативным тонусом. Наиболее выраженные гендерные различия психологических показателей отмечались у студентов с исходным ваготоническим тонусом.

Summary

V.G. Dvoenosov. Specifics of Functional and Psychological State of Students with Different Vegetative Tones in the Context of Exam Stress.

Research has been carried out on cardiovascular system, heart rate variability and psychological characteristics of male and female students during the intersessional period, before and after exam. Male and female students with vagotonic, eutonic, sympathicotonic and hypersympathicotonic basic tones of vegetative nervous system have been identified. Students with initial vagotonic and hypersympathicotonic basic tones had the greatest increase of blood pressure, heart rate and index of myocardial strain before the test. Adaptive responses of cardiovascular system as well as regulation of heart rate among students with different vegetative tones belonged to the overall trend of regulatory mechanisms tension increase. However, both reactions had varying degrees of expression depending on the initial vegetative tone. Students with initial vagotonic and hypersympathicotonic vegetative tones had the greatest changes in the heart rate variability during exam stress. Psychological indicators (anxiety, neuroticism and nervous system strength) were different for males and females, these differences becoming more evident during the exam stress and being associated with the original vegetative tone. Gender differences of psychological indicators were most prominent among the students with initial vagotonic tone.

Key words: exam stress, cardiovascular system, heart rate variability, initial vegetative tone, psychological features.

Литература

1. *Судаков К.В.* Индивидуальность эмоционального стресса // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2005. – № 2. – С. 4–12.
2. *Ревина Н.Е.* Вариабельность сердечного ритма как вегетативный показатель конфликт-индуцированного поведения человека при эмоциональных нагрузках // Физиол. человека. – 2006. – Т. 32, № 2. – С. 67–71.
3. *Медведев В.И.* Адаптация человека. – СПб.: Изд-во Ин-та мозга человека РАН, 2003. – 551 с.
4. *Patel Ch.* Stress management and hyperextension // Acta Physiol. Scand. – 1997. – No 161 (Suppl. 640). – P. 155–157.
5. *Агаджанян Н.А., Пономарева В.В., Ермакова Н.В.* Проблема здоровья студентов и перспективы развития // Материалы первой Всерос. науч. конф. «Образ жизни и здоровье студентов», 21–23 нояб. 1995 г. – М.: Изд-во РУДН, 1995. – С. 5–9.
6. *Щербатых Ю.* Экзамен и здоровье // Высш. образ. в России. – 2000. – № 3. – С. 111–115.

7. Агаджанян Н.А., Руженкова И.В., Старшинов Ю.П. и др. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма // Физиол. человека. – 1997. – Т. 23, № 1. – С. 93–98.
8. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиол. человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70–82.
9. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга variability ритма сердца // Вестн. аритмологии. – 2003. – № 32. – С. 15–23.
10. Березный Е.А. Практическая кардиоритмография. – СПб.: НПП «НЕО», 1999. – 144 с.
11. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Eur. Heart J. – 1996. – V. 17, No 3. – P. 354–381.
12. Киров В.Н. Физиологические методы в психологии. – Ростов н/Д: ООО «ЦВВР», 2003. – 224 с.
13. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 225 с.
14. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Variability ритма сердца. – М.: Оверлей, 2001. – 200 с.
15. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
16. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
17. Федоров Б.М. Головной мозг и сердце. К проблеме волнового поля человека // Физиол. человека. – 2001. – Т. 27, № 4. – С. 42–46.
18. Barron H.V., Viskin S. Autonomic markers and prediction of cardiac death after myocardial infarction // Lancet. – 1998. – V. 351. – P. 461–462.

Поступила в редакцию
04.05.09

Двоеносов Владимир Георгиевич – кандидат биологических наук, доцент, руководитель Центра валеологии Казанского государственного университета.

E-mail: dvoenosovvg@yandex.ru