

ПЕРИОДИКА ВЕГЕТАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.В. Фролов

Республиканский научно-практический центр “Кардиология”, Минск, Беларусь

Введение

Резкий прирост смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в 90-е годы обусловлен прежде всего психоэмоциональным фактором. Академик Е.И.Чазов на 2-ом Евразийском конгрессе кардиологов констатировал, что 40% населения России находятся в состоянии депрессии и хронического стресса, которые в свою очередь запускают механизмы формирования атеросклероза, финишем которых являются коронарные заболевания и сердечная недостаточность. Все вышесказанное актуализирует вопросы измерения и контроля уровня стресса. Особенно важны эти вопросы для населения стран с переходной экономикой. Теория стресса, в свое время предложенная Г.Селье (1936), была расширена и углублена Р.М.Баевским и Л.Х.Гаркави с соавторами [1,2,3]. Стресс сопряжен с реакцией организма на действие сверхсильного раздражителя. Его длительное воздействие пагубно отражается на состоянии здоровья: здоровый организм переходит в преморбидное состояние, у хронических больных возникают кризовые состояния. Сигнальным параметром у Р.М.Баевского служила ВСР, а у Л.Х.Гаркави – лейкоцитарная формула крови. Представляется актуальным изучить взаимосвязи стрессоустойчивости с вегетативными регуляторными механизмами.

В настоящей работе обобщены многолетние исследования автора в области применения метода вариабельности сердечного ритма у больных кардиологического профиля, у здоровых лиц, элитных спортсменов и предпринята попытка доказательства периодичности вегетативных состояний организма.

Материал и методы

В исследование включены группа из 45 здоровых мужчин из них 25 бизнесменов, обследованных в период экономической нестабильности, группа из 45 элитных спортсменов, 12 больных с нейроциркуляторной дистонией, 12 больных с артериальной гипертензией (АГ) 2 стадии и 23 больных с ишемической болезнью сердца (ИБС), ФК II-III. Средний возраст здоровых $38,4 \pm 5,0$ лет был сопоставим со средним возрастом больных $41,3 \pm 6,2$ лет ($p > 0,1$). Больным проводили активную ортостатическую пробу,

активизирующую симпатoadреналовый отдел регуляции, и пробу с форсированным дыханием 6 мин⁻¹, активизирующую вагусный отдел регуляции. Спортсмены и нетренированные здоровые лица выполняли велоэргометрическую пробу в диапазоне мощности нагрузки 125-350 Вт с квантом приращения мощности 25 Вт по 2 минуты. Дополнительно проводилось психофизическое обследование бизнесменов с использованием теста Струпа [6,7]. Старшим научным сотрудником А.П.Воробьевым разработана компьютерная программа, моделирующая тест Струпа, основанного на способности человека читать и распознавать наименования цветов в быстром темпе. При этом различается конгруэнтная информация (совпадение слова и цвета) и неконгруэнтная информация (несовпадение слова и цвета). Программа автоматически определяла время и скорость обработки конгруэнтной информации (t1,c; V1, бит/с) и неконгруэнтной информации (t2,c; V2, бит/с) информации, а также количество ошибок (n), допущенных при выполнении Струп-теста. С использованием программы “Бриз-М” и 12-канального цифрового электрокардиографа “Интекард” выполняли контроль временных, частотных и нелинейных параметров ВСР.

Результаты

Получены реакции сердечно-сосудистой системы на активную ортопробу, повышающую активность симпатoadреналового отдела вегетативной регуляции и на пробу с форсированным дыханием активизирующую парасимпатический отдел регуляции. В табл. 1 отражены сдвиги параметров ВСР на активную ортопробу в разных когортах обследуемых.

Таблица 1. Динамика основных параметров ВСР при активной ортопробе в % приращений относительно исходного уровня

Изменение параметра в %	Здоровые (n=45)	Больные НЦД (n=12)	Больные АГ (n=12)	Больные ИБС (n=23)
MxdMn	-16,2±7,2	-12,2±9,2	-14,0±7,1	14,6±21,8
SDNN	-15,4±7,6	-17,0±5,1	-18,1±4,3	9,3±16,4
Mo	-19,4±3,1	-14,6±3,5	-8,1±2,9	-9,9±2,2
Amo	48,9±14,5	47,3±17,2	39,2±13,0	21,5±11,6
pAmo	16,8±9,7	18,3±8,5	26,5±13,0	7,6±8,1
pNN50	-25,3±39,7	-9,9±28,5	-38,6±11,3	30,6±3,5
Si	106,2±42,5	92,3±52,3	50,6±19,9	41,9±20,0
HF	-22,4±6,6	-10,9±6,3	-6,5±2,9	0,5±5,1
LF	16,8±8,0	5,4±4,4	-0,7±2,7	1,4±5,0
VLF	32,4±16,0	20,0±9,7	16,8±7,9	5,6±6,5
LF/HF	66,7±23,1	28,3±13,5	7,7±5,4	-3,7±7,3

У здоровых лиц наблюдается адекватная нормореактивность. Так прирост низкой частоты LF, отражающей вазомоторную реакцию, составил $16,8 \pm 8,0\%$, на $-15,4 \pm 7,6\%$ снизилось среднее квадратичное отклонение SDNN, на $106,2 \pm 42,5\%$ возрос стресс-индекс Si. У больных выраженность симпатического типа реакции существенно падала. У больных ИБС SDNN парадоксально растет, LF колеблется в пределах физиологического дрейфа, увеличилась доля парадоксальных реакций.

В табл. 2 содержатся данные реакций на пробу с форсированным дыханием в различных когортах обследуемых лиц.

Таблица 2. Динамика параметров ВСП при пробе с форсированным дыханием 6/мин в % приращений относительно исходного уровня

Приращение параметра в %	Здоровые лица (n=45)	Больные НЦД (n=12)	Больные АГ (n=11)	Больные ИБС (n=20)
MxdMn	43,5±18,1	101,6±9,8	29,1±15,9	74,2±27,3
SDNN	52,7±18,7	59,2±18,2	19,0±6,8	44,6±13,4
Mo	-2,8±4,1	-1,8±3,3	1,8±2,7	4,7±1,4
pAmo	-34,6±9,7	-35,5±8,6	-20,7±10,4	-34,3±6,5
TI	631,5±19,6	85,8±24,5	52,2± 19,3	81,3±13,5
SI	-34,4±23,4	-41,3±17,6	-27,0±11,6	-46,0±11,4
HF	-19,8±10,5	-14,1±6,1	-14,0±5,0	-5,2±6,1
LF	29,1±10,3	23,2±5,4	17,7±6,1	21,9±4,3
VLF	-7,0±24,1	-17,9±9,5	-6,0±12,1	-21,4±11,3
LF/HF	81,2±21,8	54,0±14,9	46,0±17,7	39±12,5

У здоровых и больных доминирует парасимпатический тип реакции, наблюдается прирост SDNN от 59,2 у больных НЦД до 19% у больных АГ. Во всех группах наблюдался относительный прирост LF. Высокая частота HF не повышалась, очень низкая частота VLF снижалась. Прирост LF/HF снижался по мере нарастания тяжести патологии.

В целом же амплитуды сдвигов параметров ВСП на кардиоваскулярные тесты дискретно уменьшались по мере нарастания тяжести сердечно-сосудистой патологии.

При проведении психоэмоционального Струп-теста по методике академика Г.И.Сидоренко выделялись фазы стресса: адаптация, тревога, дезадаптация и истощение (дистресс). В табл. 3 приведены значения параметров ВСП, скорость предъявления информации и количество ошибок при различных фазах стресса.

При невысоком уровне стресс-индекса $Si < 150$, относительном преобладании симпатического отдела регуляции ($1,8 < LF/HF < 2,0$), высокой скорости переработки информации и отсутствии ошибок выявляется нормальная физиологическая реакция на стресс. При увеличении $Si > 150$, чрезмерной симпато-адреналовой реакции ($LF/HF > 2,0$),


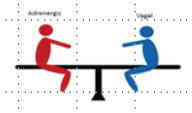
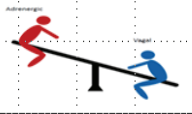
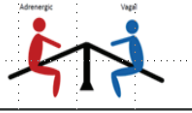
снижении скорости и допущении ошибок ($n > 3$) фиксируется стадия тревоги и нарушение когнитивной функции. Сочетание чрезмерно высокого стресс-индекса $Si > 250$ с высоким $LF/HF > 2,5$, низким темпом выполнения теста и ошибками свидетельствуют о дезадаптации организма обследуемого. Подавленная симпатико-адреналовая реакция ($Si < 100$, $LF/HF < 1,5$), возрастание роли центральных механизмов в сочетании с низкой скоростью обработки информации ($V1 < 1,5$; $V2 < 1,0$) и наличием ошибок ($n > 3$) диагностирует фазу истощения нервной регуляции и низкую когнитивную функцию у испытуемого.

Таблица 3. Оценка фазы стрессовой реакции по данным динамики параметров ВСР на психоэмоциональный Струп-тест

Фаза стресса	Si, усл. ед.	LF, %	HF, %	V1, бит/с	V2, бит/с	n
Адаптивная реакция	100-150	<55	>30	>2,0	>1,8	0
Тревога, нарушение когнитивной функции	> 150	>55	>30	<1,0	<1,5	>3
Дезадаптация, нарушение когнитивной функции	>250	>55	<30	<1,5	<1,0	>3
Истощение (дистресс), нарушение когнитивной функции	<100	<30	<20	<1,5	<1,0	>3

Проведено обследование группы бизнесменов и больных НЦД в период неустойчивой экономической ситуации. Г.И.Сидоренко с соавт. (2007) обнаружили гетерогенность состояний внутри однородной нозологической группы, а также наличие нескольких фаз стресса. У 85% бизнесменов и у 50% больных НЦД зафиксирована адекватная адаптационная реакция, характеризуемая повышением стресс-индекса Si до 196 ± 11 единиц, повышением LF/HF до $2,8 \pm 1,0$ и быстрым возвратом параметров ВСР к исходным величинам. У 15% бизнесменов и у 25% больных наблюдалась дезадаптивная реакция стресс, при которой угнетаются как симпатoadреналовая, так и парасимпатическая активность ($SDNN < 31,2$ мс, $Si < 100$, $LF < 30\%$, $HF < 20\%$, $LF/HF < 1,0$). Можно говорить о значимом повреждении регуляторных систем и невозможности организма самостоятельно вернуться из стресса в состояние активации. Конечную фазу стресса Г.И.Сидоренко назвал фазой дистресса, истощения. В этой фазе у обследуемых одновременно ухудшались скорость и точность переработки информации. Данный фрагмент исследований показал, что даже в однородной группе условно здоровых лиц наблюдается широкий спектр кардиоваскулярных реакций на стресс.

Цикл исследований позволил предложить классификацию вегетативных состояний организма на основе реактивности организма на кардиоваскулярные тесты и сочетания параметров ВСР. По аналогии с Периодической таблицей элементов Менделеева каждой ячейке состояния соответствует своя горизонталь и вертикаль (рис. 1). Горизонталь соответствует периоду и отражает уровень реактивности организма на кардиоваскулярные и психоэмоциональные тесты: гиперреактивность, нормореактивность, гипореактивность (доминирование симпатического отдела при снижении активности парасимпатического) и полная ареактивность (вегетативная денервация).

	A	B	C	D	E
	A	B	C	D	E
	A	B	C	D	E
	A	B	C	D	E

Примечания: А – тренировка (покой), В- спокойная активация, С – повышенная активация, D – стресс, E – дистресс (истощение)

Рис. 1. Периодическая таблица вегетативных состояний

В каждом периоде выделяется по 5 состояний как обобщение классификаций Р.М.Баевского, Л.Х.Гаркави и Г.И.Сидоренко: А – тренировка (покой), В – спокойная активация, С – повышенная активация, D – стресс, E – дистресс (полное истощение регуляторных механизмов).

Естественно, что в каждом периоде желательно сместить вегетативное состояние влево. Если состояние стресс у спортсмена грозит переутомлением и ухудшением спортивных результатов, то у хронического больного такое состояние сопряжено с высоким риском кардиоваскулярной катастрофы. Переход вегетативных состояний из одного периода в другой период в полной мере конкордирует с континуумом сердечно-сосудистой патологии.

Обсуждение

Выполненные исследования показали, как по мере прогресса сердечно-сосудистой патологии снижается уровень реактивности организма, то есть период. Так у здоровых лиц велоэргометрическая проба усиливает симпатoadреналовую активность: SDNN снизилась более чем на 18%, а стресс-индекс Si возрос на 69%. Это признаки высокой реактивности организма. У больных стенокардией напряжения, ФК I-II, реактивность снизилась: SDNN уменьшилось только на 9%, Si вырос на 25%, что соответствует средней реактивности. Низкая реактивность наблюдалась у больных с постинфарктным кардиосклерозом: SDNN снизилась лишь на 7%, а стресс-индекс Si и отношение LF/HF практически не изменялись.

Важную диагностическую и прогностическую роль академик Г.И.Сидоренко отводит стресс-индуцированным тестам при динамическом контроле параметров ВСР. Моделирование стресса с помощью Струп-теста позволяет количественно оценить фазу стресса (патент РБ №11408). Само состояние стресс по аналогии с тяжелыми элементами является неустойчивым. Известно, что хронические стрессовые состояния запускают механизмы кардиоваскулярной патологии, вызывают невротические заболевания, язвенно-дистрофические болезни, синдром эмоционального выгорания, вплоть до внезапной смерти. Принято считать, что длительный стресс губителен для организма. Стресс последнего летального периода описал Г.Селье. Однако есть и другая точка зрения. Стресс подавляет активность защитных систем и в данной ситуации это служит защитной реакцией, так как пропорциональная адекватная реакция погубила бы весь организм. Мудрая природа выбирает из двух зол меньшее. Из этого вытекает, что фактор стресса нуждается в дальнейшем изучении.

Дискретность вегетативной регуляции отметил В.Ф.Федоров (2003), который обнаружил дискретное приращение амплитуды моды ЧСС при физических нагрузках [8]. Он же выдвинул идею дискретной активации дополнительных резервных контуров регуляции сердечного ритма. Позже Л.Н.Цехмистро (2012) установила схожий факт появления дополнительного линейного участка на нагрузочной характеристике “частота сердечных сокращений – мощность физической нагрузки” у элитных спортсменов [10]. В работе [4] иллюстрируется пример, как на фоне хронического стресса развивается синдром эмоционального выгорания, который коррелировал со снижением общей мощности ВСР, повышением симпатического тонуса наряду со снижением парасимпатического. Все эти данные также говорят в пользу периодичности и дискретности вегетативного обеспечения сердечной деятельности.

Выводы

Показана периодичность вегетативных состояний у здоровых лиц и больных кардиологического профиля. Сигнальной функцией периодической системы вегетативных состояний служит сочетание параметров ВСР при кардиоваскулярных тестах. Стресс описан как неустойчивое состояние организма, переходящее в фазу дистресса либо в состояние повышенной активации.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265с.
2. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Закономерность развития качественно отличающихся общих неспецифических адаптационных реакций организма / Диплом на открытие №158 // Открытия в СССР. 1975. №3. С.56-61.
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакции активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. М.: Имедис, 1998. 654с.
4. Ревина Н.Е., Овчинникова А.С. Оценка синдрома эмоционального выгорания по данным анализа вариабельности сердечного ритма у врачей скорой помощи // В кн.: Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: Мат. V-го всероссийского симп. / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык. Ижевск, изд-во "УдГУ", 2011. С.330-332.
5. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медгиз, 1960. 254с.
6. Сидоренко Г.И., Комиссарова С.М., Фролов А.В., Воробьев А.П. Психоэмоциональное тестирование с помощью Струп-теста для оценки стрессовой реакции у человека // В кн.: Сб. докл. 9 научно-техн. конф. "Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы", 28 марта 2007. Москва, 2007. С.215-217.
7. Сидоренко Г.И., Комиссарова С.М. Вариабельность сердечного ритма как критерий психофизиологического состояния человека при эмоциональных нагрузках // В кн.: Сб. докл. 9 научно-техн. конф. "Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы", 28 марта 2007. Москва, 2007. С.378-381.
8. Федоров В.Ф. Соотношение количественных параметров ритма сердца и кровотока в задачах функциональной диагностики // Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. №581. Медицина, випуск 5. 2003. С.88.
9. Фролов А.В. Контроль механизмов адаптации сердечной деятельности в клинике и спорте. Минск, изд. "Полипринт", 2011. 216с.
10. Цехмистро Л.Н. Закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / автореф. дисс. канд. биол. наук. Минск, 2012. 20с.