

УДК 612.-014

Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА ОРГАНИЗМА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УПРАВЛЯЕМОГО ДЫХАНИЯ

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Центр
коррекции функционального состояния человека, г. Симферополь,
Украина;

E-mail: elena-chuyan@gambler.ru

Ключевые слова: вегетативный тонус, управляемое дыхание, вариабельность ритма сердца, индекс напряженности, нормотоники, симпатотоники, ваготоники

Проблема функционального состояния организма человека очень актуальна и требует углубленных научных исследований, направленных на поиск эффективных неинвазивных методов профилактики и коррекции. Известно, что ритмика сердца является универсальным отражением реакции организма на любое воздействие со стороны внешней и внутренней среды. Она содержит в себе информацию о функциональном состоянии всех звеньев регулирования жизнедеятельности человека, как в норме, так и при различных патологиях [1, 4].

Известно, что периодические колебания сердечного ритма – отражение деятельности сложной системы управления. Как и другие биоритмы, ритмические колебания частоты сердечных сокращений (ЧСС) являются результатом стохастических нелинейных биологических механизмов, взаимодействующих с изменяющимися внешними факторами. Однако большинство физиологических колебаний не являются строго периодическими, обычно ритмы нерегулярно изменяются с течением времени под действием изменяющихся внешних факторов и шумовых возмущений [12]. Сердечный ритм - не исключение. Механизм регуляции ЧСС, опосредуемый влияниями вегетативной нервной системы, модулируется множеством различных внешних влияний (дыхание, физическая нагрузка, изменение положения тела, психоэмоциональной сферы и т.д.) [12]. Подобное многофакторное взаимодействие обуславливает сложность изучения влияния тех или иных факторов на изменчивость (вариабельность) сердечного ритма

(BCP), а также характеристик самих физиологических колебаний в сердечном ритме [5, 9].

Перспективным направлением в коррекции функционального состояния является применение биоуправления произвольными функциями организма, которое, как известно, позволяет оказывать направленное влияние на такие процессы как ЧСС, артериальное давление, ритмы мозга и др. [11]. Интересным способом регуляции функционального состояния человека является управляемое дыхание, применение которого можно расценивать как введение периодической компоненты во внешний шумовой сигнал, поступающий в систему вегетативного управления сердцем. Поскольку известно [5], что 0,1 Гц-генерация ритма сердца – мощный механизм управления, изменяющийся под действием внешних факторов и определяющий динамику вегетативного статуса организма, выбор частоты управляемого дыхательного возмущения часто проводят согласно Де Боер-модели, когда наличие собственных колебаний системы с частотой 0,1 Гц позволяет использовать резонансный отклик в низкочастотном (LF) диапазоне колебаний сердечного ритма с периодом 10 секунд [6]. Однако широко известна вариативность волнового пика в низкочастотном диапазоне спектра (от 0,05 Гц до 0,15 Гц), поэтому недостатком существующих подходов является то, что частота дыхания 1 вдох /6 секунд (0,1 Гц) [6], не всегда будет иметь резонансный отклик в системе вегетативного управления сердцем.

Следовательно, перспективным является использование метода управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой. Реализовать это возможно помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М», который в настоящее время используется для диагностики функционального состояния человека, в частности вегетативного статуса. Однако, остается неизученным влияние управляемого дыхания на вегетативный тонус условно здоровых людей. В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение изменений вегетативного тонуса человека при применении метода управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 21 студент-волонтер женского пола в возрасте 20-23 года, условно здоровых, без признаков сердечно-сосудистой и дыхательной патологии. Исследование проводилось в утренние часы в тихом, хорошо проветриваемом помещении с постоянной температурой +20 – +22 °С. Перед началом

исследования испытуемым давали время расслабиться, успокоиться. Работу начинали с регистрации ЭКГ сигнала в первом стандартном отведении с помощью системы комплексного компьютерного исследования функционального состояния человека «Омега-М» (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург). Регистрацию проводили в положении сидя при спокойном дыхании в течение 3-5 минут, то есть времени, необходимого для набора 300 кардиокомплексов. Оценка состояния вегетативной регуляции сердца осуществлялась путем регистрации кардиоритмограммы, определения показателей variability ритма сердца (ВСР) и вычисления интегральных характеристик функционального состояния методами вариационного, нейродинамического и фрактального анализов [10]. Анализ ВСР проводили по стандартной схеме [2]. Предложенная методика оценки и коррекции функционального состояния человека позволяет оперативно и без применения сложных тестов и клинических исследований определить функциональное состояние организма в целом и на основе результатов обследования провести корригирующее воздействие [7].

Для коррекции функционального состояния студентов-волонтеров применялся метод управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой. Суть метода заключалась в том, что каждый испытуемый дышал под индивидуальный «дыхательный шар», параметры которого рассчитывались по ритмограмме, записанной непосредственно перед сеансом дыхания. Испытуемым предлагалось дышать в соответствии с ритмом и амплитудой, задаваемыми «дыхательным шаром», четко выдерживая паузы (рис. 1). Глубина дыхания соответствовала размеру шара: чем больше шар – тем глубже вдох, чем меньше шар – тем полнее выдох.

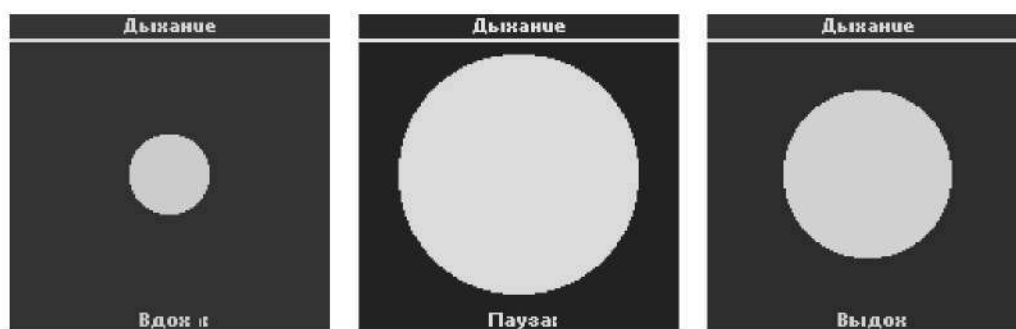


Рисунок 1. Фазы управляемого дыхания, задаваемые программно-аппаратным комплексом «Омега».

Параметры периода вдох-выдох, а именно длительность фазы вдоха и его интенсивность, длительность паузы между вдохом и

выдохом, длительность фазы выдоха и его интенсивность, длительность паузы между выдохом и вдохом и так далее по каждому последующему периоду вдох-выдох (рис.2) вычислялись по результатам обработки ЭКГ испытуемого.

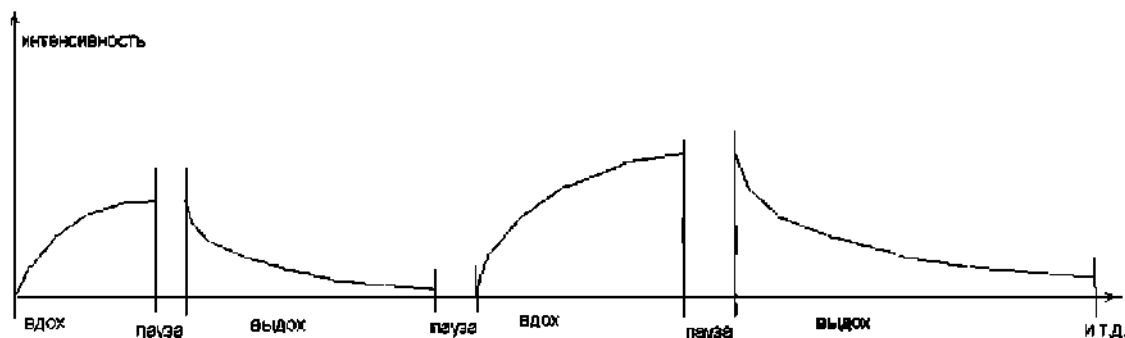


Рисунок 2. График фаз управляемого дыхания, реализованных в комплексе «Омега-М»

Соотношение временного интервала вдоха к выдоху постоянно и составляет 38% вдох и 62% выдох, что соответствует правилу «золотого сечения» [7]. Периоды дыхания сначала экспоненциально растут и в завершающей фазе экспоненциально сокращаются.

Данная методика дыхания имеет ряд преимуществ по сравнению с другими:

1. индивидуальность, так как параметры дыхания вычислены по ЭКГ испытуемого в данный момент времени;
2. не требует от испытуемого специального обучения методу, так как записана на жесткий диск в виде наглядных подсказок начала и конца фаз дыхания.

Продолжительность сеанса управляемого дыхания около 5 минут. Повторную запись ритмограммы проводили не ранее, чем через 5 минут после окончания сеанса дыхания. Сеансы управляемого дыхания проводили ежедневно в течение 10 дней. В течение семи дней после окончания курса ежедневно проводили единоразовую запись ритмограммы.

Критерием эффективности используемого метода являлось изменение показателей ВСР, тонуса ВНС. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ «Омега-М» и «Статистика 6.0». Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно [1, 3], что изменение ритма сердечных сокращений является универсальной оперативной реакцией целостного организма

в ответ на любое воздействие внешней среды и характеризует баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

Анализ ритмограммы методом вариационной пульсометрии показал целесообразность разделения всех испытуемых студентов на группы в соответствии со значениями показателя индекса напряженности (ИН) [9]. Так, 14% испытуемых являлись ваготониками ($ИН \leq 50$ у.е), 43% – нормотониками ($50 \leq ИН \leq 200$ у.е), и 43% – симпатотониками ($ИН \geq 200$ у.е) (рис. 3-А).

Анализ показателей вариационной пульсометрии выявил, что после 10-тидневного курса управляемого дыхания у испытуемых – нормотоников произошло достоверное снижение ИН на 12,4% ($p < 0,05$) (рис. 4), у ваготоников – ИН в среднем на 10,2% ($p < 0,05$), а у симпатотоников – на 69,5% ($p < 0,05$) (рис. 4, 3-Б).

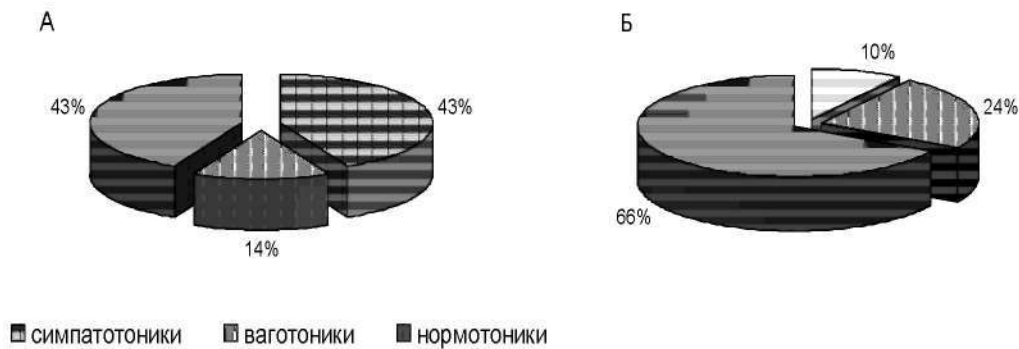


Рисунок 3. Распределение испытуемых (%) в соответствии с уровнем вегетативной регуляции в течение курса управляемого дыхания:

А – до курса управляемого дыхания;

Б – после 10-тидневного курса управляемого дыхания.

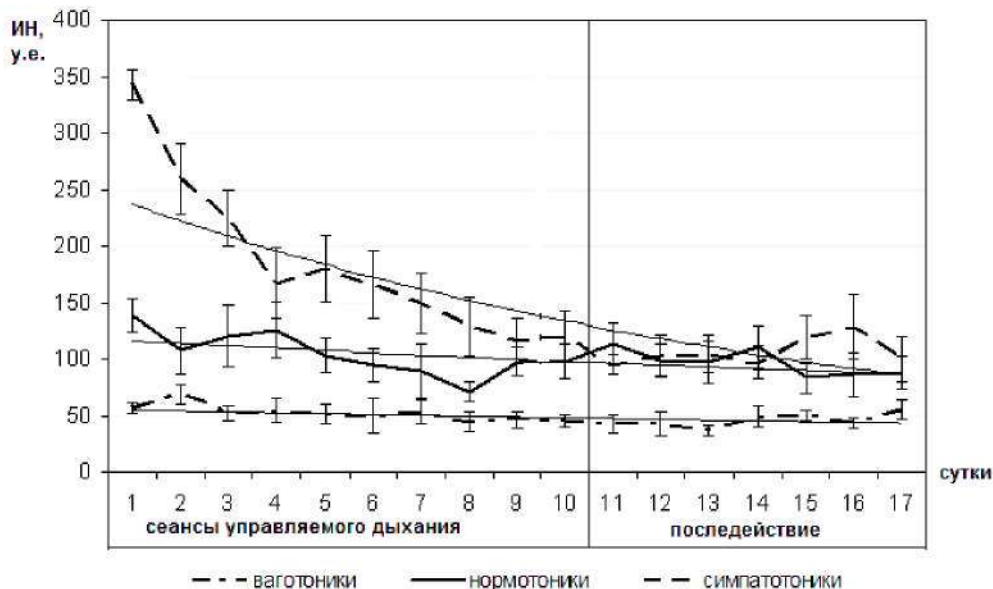


Рисунок 4. Изменение индекса напряженности (у.е) в течение управляемого дыхания у испытуемых выделенных групп.

Анализ изменения вегетативного тонуса после десяти сеансов управляемого дыхания показал, что у испытуемых всех трех групп зарегистрировано снижение ИН, что свидетельствует об усилении парасимпатического тонуса ВНС. Подтверждением этого является и то, что после 10-тидневного курса управляемого дыхания 24% испытуемых характеризовались как ваготоники, 66% были отнесены к нормотоникам, и 10% – к симпатотоникам (рис. 3-Б).

Таким образом, нами получены данные о нормализации вегетативного тонуса организма испытуемых с разным уровнем вегетативной регуляции посредством управляемого дыхания, что проявляется в достоверном снижении ИН.

Необходимо отметить, что эффект от дыхательной гимнастики сохранялся на протяжении семи суток после отмены курса (рис. 4), что свидетельствует о выраженном последствии данного метода.

Вместе с тем, выявлены индивидуальные различия в реакции на управляемое дыхание у испытуемых разных групп. Так, в большей степени снижение ИН происходило у испытуемых – симпатотоников, у которых исходные значения данного показателя были выше ($343,22 \pm 31,24$), чем у испытуемых других групп, а испытуемые – ваготоники с исходно низкими значениями ИН ($56,43 \pm 4,32$), демонстрировали наименьшие изменения данного показателя. Такие изменения изученных показателей у испытуемых выделенных групп под влиянием управляемого дыхания, по-видимому, объясняются законом «начальных значений» Вильдера-Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню. Этап реакции, состоящий в уменьшении дисперсии признака, формируется чаще в зоне средних значений физиологической нормы» [8]. Следовательно, управляемое дыхание с индивидуально подобранной частотой приводит к нормализации вегетативного тонуса организма испытуемых с разным тонусом ВНС.

Полученные данные, по-видимому, можно объяснить тем, что для работы того или иного колебательного контура управления, которым в частности, является система вегетативного управления сердцем, важное значение имеет система обратной связи [13]. При этом характер эфферентного сигнала будет зависеть от характеристик афферентной информации, поступившей в центр управления колебательным контуром. Разнообразие качества афферентной информации, обусловленное влиянием различных окружающих систему факторов, порождает адекватный условиям эфферентный сигнал, что является оптимальным способом функционирования системы управления. Введение в афферентный сигнал гармонической

составляющей с частотой, совпадающей с основной частотой колебаний контура управления, обуславливает определенную стандартизацию афферентной информации в интервале времени в данном контуре, т.е. возможна синхронизация механизмов контроля, адекватно изменяющимся условиям окружающей среды. Поэтому, изменение свойств собственных колебательных процессов организма возможно на основе эффекта резонанса в спектре ВСР при воздействии управляемого дыхания на частотах колебаний спектра сердечного ритма.

Таким образом, применение управляемого дыхания можно расценивать, как введение периодической компоненты во внешний сигнал с целью гармонизировать систему вегетативного управления организма человека.

ВЫВОДЫ:

1. Курсовое применение метода управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой позволяет нормализовать вегетативный тонус организма человека.

2. Управляемое дыхание достоверно снижает индекс напряженности у испытуемых с разным уровнем вегетативной регуляции, что обеспечивается усилением вагусных влияний на сердечный ритм.

3. Максимальный эффект от курсового применения управляемого дыхания выявлен у испытуемых – симпатотоников, минимальный – у ваготоников.

4. Управляемая дыхательная гимнастика имеет выраженный эффект последействия.

5. Изменение свойств собственных колебательных процессов организма возможно на основе эффекта резонанса в спектре сердечного ритма при воздействии управляемого дыхания на частотах колебаний данного спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Барсукова Ж. Ю. Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма. - Методические рекомендации. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. - 40 с.
2. Баевский Р.М. Кирилов О.И. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
3. Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение// Материалы докладов международного симпозиума. – Ижевск, 1996. – 225 с.
4. Казначеев В. П., Баевский Р.М., Берсенева АЛ. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. – Л.: Медицина, 1989г. - 208 с.

5. Киселев А. Р., Киричук В. Ф., Посненкова О. М., Гриднев В. И. Изучение природы периодических колебаний сердечного ритма на основе проб с управляемым дыханием // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 3. – С. 76-83.
6. Кутерман Э.М., Хаспекова Н.Б. Ритм сердца при пробе 6 дыханий в минуту // Физиология человека. – 1992. – Т. 18. – №4. – С. 52.
7. Обоснование аппаратно-программных методов, предназначенных для скрининг-диагностики внутренних заболеваний и для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий в системе диспансеризации военнослужащих и пенсионеров МО. Отчет о научно-исследовательской работе. – СПб: ВМА, 2002. – 77 С.
8. Плеханов Г.Ф., Васильев Н.В., Козлова Т.И. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83-86.
9. Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю. Комплексный подход к оценке функционального состояния организма студентов // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60), № 1. – С. 123-140.
10. Щербатых Ю.В. Использование аутогенной тренировки для оптимизации уровня экзаменационного стресса у студентов высшей школы // Актуальные проблемы современной биологии и медицины. – 1997. – С. 116-117.
11. Щербатых Ю.В. Связь особенностей личности студентов-медиков с активностью вегетативной нервной системы // Психологический журнал. – 2002. – Т. 23. – №1. – С. 118-122.
12. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology // Nature. 2001. У. 410. P. 277.
13. Ringwood J.V., Malpas S.C/ Slow oscillations in blood pressure via a nonlinear feedback model // Am. J. physiology – regulatory integrative and comparative physiology. – 2001. – V. – 280. – №4. – P. – 1015.

Chujan E.N., Birjukova E.A., Ravaeva M. U.
THE CHANGE OF VEGETATIVE TONE UNDER THE
INFLUENCE OF CONTROLLED RESPIRATION

Keywords: vegetative tone, controlled, heart rate variability, subjects with vagal predominance, subjects with sympathetic predominance, normal subjects, index of a strain

The change of a vegetative tone of the organism at application of a method of operated breath with individually picked up frequency was studied. It is shown that course application of this method normalizes a vegetative tone, reduces an index of intensity at examinees with different level of vegetative regulation and has the expressed effect of repetition. The maximum effect from course application of operated breath is revealed at examinees – at subjects with sympathetic predominance, minimum – at subjects with vagal predominance.

Чуян О. М., Бірюкова О.А., Равасва М.Ю.
ЗМІНА ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСУ ОРГАНІЗМУ ПІД
ВПЛИВОМ КЕРОВАНОГО ПОДИХУ

Ключові слова: кероване дихання, варіабельність серцевого ритму, індекс напруги, нормотоніки, симпатотоніки, ваготоніки

Вивчена зміна вегетативного тонусу організму при застосуванні методу керованого подиху з індивідуально підбраною частотою. Показане, що курсове застосування цього методу керованого нормалізує вегетативний тонус, знижує індекс напруженості у випробуваних з різним рівнем вегетативної регуляції й має виражений ефект післядії. Максимальний ефект від курсового застосування керованого подиху виявлений у випробуваних – симпатотоників, мінімальний - у ваготоників.