

Changes in heart rate variability and respiratory patterns influenced by evoked psychoemotional states

*L. Sidorenko¹, V. Vovc¹, A. Ganenco¹, I. Moldovanu²

¹Department of Human Physiology and Biophysics, Nicolae Testemitsanu State University of Medicine and Pharmacy
27, N. Testemitsanu Street, Chisinau, the Republic of Moldova

²Institute of Neurology and Neurosurgery, 2, Korolenko Street, Chisinau, the Republic of Moldova

*Corresponding author: liudmila_sidorenko@yahoo.com. Manuscript received November 12, 2012; accepted April 01, 2013

Abstract

The present study has included the examination of 37 generally healthy people. The results of the study show that in 85% of cases the reduction ($p \leq 0.001$) of heart rate variability (HRV) has been observed when a cognitive emotional component prevails over the affective one during evoked psycho emotional states, either positive or negative. By the method of imaging we've caused the required psycho emotional states of happiness and fear. We made these emotional states objective by means of registration and complex HRV analysis as well as by additional completing the questionnaires "The Oxford Happiness Questionnaire" for happiness and "The Spielberger-Hanin State and Trait Anxiety Questionnaire" for fear. We have chosen these emotions to evoke necessary psycho emotional states because both of them include cognitive and affective components. Due to our emotional state evoking technique we have found out how the HRV and respiratory patterns react to each of these components. The study shows, that the emotion of happiness does not always provoke the increase of HRV and fear does not always provoke its decrease. The respiratory pattern reacts very sensitively to the changes of cognitive and affective components in perception. When the context of slides during the imaging method application caused the desire of interaction between the tested person and the image (which was proved by the results of HRV analysis) we observed some features of changes in the respiratory pattern. These changes showed a delay of breathing at the inhaling stage with the statistical significance $p \leq 0.0001$. When the context of the images caused the emotional state of calm observation there was a delay at the exhaling stage ($p \leq 0.001$).

Key words: heart rate variability, respiratory pattern, evoked psycho emotional states.

Резюме

Настоящее исследование включает 37 практически здоровых людей. Результаты исследования показывают, что в 85% случаев, когда в аффективном психоэмоциональном состоянии (положительном или отрицательном) преобладает когнитивный компонент, наблюдается снижение ($p \leq 0,001$) вариабельности сердечного ритма (ВСР). Методом Imaging вызывали необходимые психоэмоциональные состояния радости и страха. Эти эмоции объективизировали с помощью регистрации и комплексного анализа ВСР, а также дополнительно – заполнением анкет испытуемыми (the Oxford Happiness Questionnaire – для эмоции радости и анкет Спилбергера-Ханина – для ситуативной и личностной тревожности). Исследовано как реагирует ВСР паттерн и паттерн дыхания на когнитивную и аффективную составляющую этих эмоций в отдельности. Установлено, что эмоции радости не всегда вызывают повышение ВСР, а эмоции страха, не всегда – снижение ВСР. Реагирует и дыхательный паттерн, изменяющийся в зависимости от преобладания в восприятии соответствующих эмоциональных составляющих – когнитивной или аффективной. Использовались слайды для положительного психоэмоционального состояния, которые вызывают индивидуальные реакции по типу спокойного созерцания или активного взаимодействия. Если картинка вызывает у исследуемого желание активного взаимодействия с контекстом, наблюдается изменение паттерна дыхания, что ведет к задержке дыхания при вдохе. Если картинка видит индивида в состоянии спокойного созерцания, паттерн дыхания изменяется на выдохе.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, паттерн дыхания, вызванные психоэмоциональные состояния.

Актуальность темы

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) – это изменчивость продолжительности интервалов R-R последующих циклов сердечного сокращения за определенные промежутки времени. С другой стороны ВСР – это выраженность колебаний частоты сердечного сокращения (ЧСС) по отношению к его среднему уровню, которые зависят от ВНС и от паттерна дыхания.

Паттерн дыхания (ПД) – совокупность объемных и временных параметров, характеризующих структуру дыхательного цикла и легочную вентиляцию в целом. Он может быть изучен с помощью следующих параметров: частота дыхания, продолжительность дыхательного цикла, дыхательный объем, минутный объем, максимальная вентиляция легких, резервный объем вдоха и выдоха, дыхательный драйв, жизненная емкость легких.

Каждое состояние сознания, всякое эмоциональное переживание, любая внутренняя реальность связаны с

особым паттерном или качеством дыхания [10]. Каждый паттерн дыхания настраивает нас на ощущение и восприятие определенных ситуаций. Изменяя способ дыхания, мы можем изменить содержание и результаты любого опыта, переживания, состояния [6]. Нейрореспиаторное биоуправление – это технология, позволяющая самостоятельно моделировать психоэмоциональные состояния с помощью дыхательных психотехник, основанная на механизмах bio feed-back, глубоко изученных ещё в работах Бойтена, которая может быть применена в различных методиках психотерапии [10].

Вызванные психоэмоциональные состояния (ВПЭС) могут быть положительными и отрицательными. Чтобы вызвать определённое психоэмоциональное состояние учёные Университета в Лювене в своих психофизиологических исследованиях совершенствовались и применяли технику Imaging, активную и пассивную. Одним из представителей положительного ВПЭС явля-

ется радость [2]. Радость представляет собой эмоцию, состоящую из двух мажорных компонентов, независимых друг от друга до определённого уровня – когнитивного и аффективного [3]. Наличие данной разновидности ВПЭС мы можем определить с помощью опросника – the Oxford Happiness Inventory (OHI), Argyle, Martin, Crossland, 1998. Один из наиболее ярких эмоциональных представителей, способных вызвать отрицательное ВПЭС – страх, который также состоит из двух компонентов – когнитивного и аффективного [3]. Тревожность, которая является обязательной составляющей страха [5], можно оценить с помощью Spielberger-Hanin State and Trait Anxiety Inventory (STAI).

Необходимость данного исследования вытекает из ужасающей статистики по сердечно-сосудистым заболеваниям. Поиск в PubMed в 2008 году “Stress and Cardiovascular Disease” выдал 40000 ссылок (Dimsdale JE. *JACC* 2008; 51:1237-46). Похожий поиск 19.09.2012 выдал 60269 ссылок. А продолжающееся вытеснение у человека 21-го века, века информационных технологий и связанным с ними стрессом, эмоциональной сферы человека когнитивным компонентом будут лишь способствовать прогрессии динамики сердечно-сосудистых заболеваний. По словам известного кардиопсихолога США «мы даже любить уже научились мозгом..., а как же сердце??? – SOS!!!» (R. Allan, Ph.D. New York, Presbyterian Hospital). Выходом в сложившейся ситуации является профилактика, включающая воздействие на сердце, дыхание, ЦНС и ВНС. Для этого необходимо изучить психоэмоциональные состояния, которые повышают, а также понижают вариабельность ритма сердца. Изучить изменения паттерна дыхания в различных ситуациях для того, чтобы воздействовать через него на сердце, на ВРС.

Цель исследования

Определить изменения вариабельности сердечно-го ритма (ВРС) и паттерна дыхания в условиях, вызванных положительными и отрицательными психоэмоциональными состояниями, в сравнении с фоновым состоянием индивида.

Задачи исследования

1. Анализ параметров ВРС и паттерна дыхания в состоянии покоя и после вызванных психоэмоциональных состояний.
2. Проведение опросов с целью выявления наличия соответствующего ВПЭС.
3. Выявить индивидуальные реакции на картинки, которые могут вводить субъекта в состояние положительного и отрицательного ВПЭС.

Материал и методы

37 исследуемых, обоих полов, в возрасте 18-28 лет, средний возраст 23 года. Исследования проводились на базе кафедры физиологии человека и биофизики, в период времени октябрь 2011 – май 2012. Отбор исследу-

емых субъектов проводился согласно критериям включения и исключения Task Force [12].

Методы данного исследования

1. Оценка ВРС с помощью кардиоритмографических проб, которые включают в себя фоновую пробу, состоящую из пробы в горизонтальном положении и активной ортостатической пробы. Статистические методы применяются для непосредственной количественной оценки ВРС в исследуемый промежуток времени. Для статистической обработки ВРС были использованы следующие параметры:

а) *Time domain*. При временном методе анализа статистические характеристики динамического ряда кардиоинтервалов включают SDNN, RR, RMSSD, PNN50, CV. SDNN – среднеквадратичное отклонение последовательных интервалов RR, RMSSD – стандартное (среднеквадратичное) отклонение разности последовательных интервалов RR, PNN50 – частота последовательных интервалов RR, разность между R-R, которая превышает 50 мс.

б) *Frequency domain method*. Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно графически представить соотношения разных компонентов СР, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма. Спектральный анализ проводили по методу быстрого преобразования Фурье. Вычисляли такие спектральные показатели ритма сердца, которые соответствовали диапазонам дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядка: VLF (Very Low Frequency) – мощность спектра с частотой меньше 0,05 Гц, LF (Low Frequency) – мощность спектра с частотой 0,05-0,15 Гц, HF (High Frequency) – мощность спектра с частотой 0,16-0,4 Гц, TP – общая мощность спектра. LF/HF – соотношение низко- и высокочастотных компонентов, показатель баланса симпатической и парасимпатической частей ВНС.

SDNN и TP отражают общую вариабельность. SDNN – суммарный показатель вариабельности величин интервалов RR за весь рассматриваемый период. SDNN находится в прямой зависимости от LF и HF и пропорционально равна RMSSD, PNN50. Для оценки высокочастотного компонента (парасимпатический вклад в структуру ритма) – RMSSD, PNN50 и HF. HF имеет более тесные корреляционные связи с временной областью ВРС, чем LF, отражая парасимпатическое влияние на ВРС и общую ВРС. RMSSD пропорционально равна PNN50 и SDNN, а также HF и TP [1]. VLF – компонент общей мощности спектра, отражает влияние надсегментарных структур и гуморально-метаболическое влияние на ритм сердца. CV – коэффициент корреляции. RRNN (NN – ряд нормальных интервалов, “Normal to Normal”, с исключением экстрасистол), величина, обратна пропорциональна ЧСС [1, 8].

2. Выполнение информационной пробы осуществлялось с помощью управляемого ментального стресса, с целью ввести в необходимое ВПЭС.

a) *Active Imaging* – визуализация реально пережитого страха (воспоминания) и визуализация виртуального страха, т.е. потенциально вызывающей страх ситуации, но не пережитой (воображение) [2].

b) *Passive Imaging* – показ картинок, которые вызывают положительное ВПЭС.

3. Оценка объективности ВПЭС проводилась с помощью:

a) Мониторинга изменений ритмограммы.

b) Опросников – the Oxford Happiness Inventory (ОНИ) для состояния радости и Spielberg – Hanin State and Trait Anxiety Inventory (STAI) для состояния страха.

4. Параметры для анализа паттерна дыхания:

V_t – дыхательный объем;

T_i – длительность вдоха;

T_e – длительность выдоха;

$T = T_i + T_e$ – длительность дыхательного цикла;

FR – частота дыхания (ЧД);

T_i/T – соотношение вдоха ко всему циклу дыхания;

V_t/T_i – дыхательный драйв (объемная скорость вдоха);

V_t/FR – минутный объем дыхания.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе были проведены исследования для установления влияния психоэмоционального фактора на ВРС, но т.к. помимо психоэмоционального состояния на ВРС влияет паттерн дыхания, был проведен второй этап исследования, дополненный изучением паттерна дыхания. Изучено как изменяется паттерн дыхания в определенном психоэмоциональном состоянии и как реагирует ВРС на их общее влияние. Первый этап проводился с целью выявить психоэмоциональное состояние, отрицательно воздействующее на ВРС, моделируя тем самым стрессовые ситуации, с которыми человек встречается в своей ежедневной жизни. Сделан вывод об индивидуальном воздействии на ВРС страха [13]. Второй этап проводился с целью выявления факторов, способных повысить ВРС. Для этого мы моделировали ситуации, в которых человек испытывает радость. На данном этапе мы также исследовали фактор, который не только тоже влияет на ВРС, но и способен закрепить необходимое положительное психоэмоциональное состояние у индивида на необходимый промежуток времени – паттерн дыхания. Оба этапа были проведены в различные дни.

Первый этап исследования состоял из следующих шагов:

1. Первая регистрация ВРС (фоновая проба в горизонтальном положении и активная ортостатическая проба) + опросник STAI для определения начального уровня ситуативной и личностной тревожности.

2. Визуализация реально пережитого страха + вторая регистрация ВРС + опросник STAI (ситуативная тревожность).

3. Психоэмоциональная разбивка (субъективная – переключением внимания и объективная – признаки на ЭКГ мониторинге) для психоэмоциональной адаптации и исключения наслоения состояний.

4. Визуализация виртуального страха (ситуации потенциально вызывающая страх, но еще не пережитой в реальности) + третья регистрация ВРС + опросник STAI (ситуативная тревожность).

Второй этап

Целью второго этапа было вызвать положительное психоэмоциональное состояние через эмоцию радости (Diener, Suh, Lucas, & Smith, 1999). Для осуществления данной пробы испытуемого вводили в соответствующее состояние. Чтобы ввести субъект в необходимое состояние, были выявлены индивидуальные предпочтения через опрос субъекта об объектах и феноменах природы, которые вызывают у него лично ощущение радости. Затем были найдены соответствующие изображения. Чтобы убедиться, что найденные изображения действительно вызывают необходимое психоэмоциональное состояние, все исследуемые заполнили опросник ОНИ после тестового просмотра подобранных картинок [11]. Если результаты опросника показывали изменение психоэмоционального состояния в сторону радости, или в сторону увеличения степени радости, в сравнении с состоянием до просмотра картинок, выбранные картинки считались действительными и были применены для просмотра в момент регистрации ВРС и паттерна дыхания. Третий раз проводился опрос сразу после регистрации ВРС и паттерна дыхания, с просмотром картинок. Целью третьего проведения данного опроса было удостовериться, что исследуемый субъект, действительно, в течение регистрации находился в необходимом психоэмоциональном состоянии.

ОНИ был разработан психологами оксфордского университета Михаилом Аргилем и Петером Холлсом. Этот опросник позволяет получить информацию о текущей степени радости и счастья. Он также действителен для того, чтобы сравнить состояние радости в различные периоды жизни; для сравнения состояний в длительном или коротком промежутке времени (Andrews & McKennell, 1980).

Проба с положительно вызванным психоэмоциональным состоянием проведена поэтапно:

1. Первая регистрация ВРС + паттерна дыхания в состоянии покоя + опросник ОНИ.
2. Выбор индивидуальных картинок, тестовый просмотр картинок + опросник ОНИ.
3. Основной просмотр картинок + вторая регистрация ВРС + паттерна дыхания в измененном психоэмоциональном состоянии + опросник ОНИ.

Результаты исследования и обсуждение

Согласно данным, полученным после первого фонового исследования по параметрам спектрального анализа ВРС, все исследуемые лица были подразделены на группы, в зависимости от преобладающего компонента – HF, LF и VLF – из общего спектра. Эти параметры коррелировали с данными Spielberg – Hanin State and

Trait Anxiety Inventory, данные были статистически достоверными (табл. 1).

Таблица 1

Распределение исследуемых по преобладанию сегментарных и надсегментарных структур в регуляции ВРС, коррелированных с данными опросника тревожности Spielberger-Hanin

Показатели	VLF+LF n = 14	VLF+HF n = 5	LF n = 10	HF n = 8
Личностная тревожность	48,7 ± 1,5	63,2 ± 0,8	42,1 ± 0,9	27,0 ± 1,9
Личностная тревожность в покое	56,3 ± 1,3	31,6 ± 2,8	48,1 ± 1,8	16,1 ± 3,2
Личностная тревожность при реальном страхе	59,2 ± 0,8	35,4 ± 1,1	59,5 ± 1,5	44,2 ± 1,2
Личностная тревожность при виртуальном страхе	65,9 ± 1,6	57,7 ± 1,9	52,7 ± 1,3	37,7 ± 1,5

Из таблицы 1 видно, что исследуемые были распределены по группам в зависимости от преобладающего вклада в регуляцию сердечного ритма сегментарных структур – (парасимпатический – HF или симпатический – LF отделы ВНС) или супрасегментарных (VLF компонента).

Группа исследуемых с преобладанием HF компоненты подразделялась на две подгруппы. Первая подгруппа характеризуется преобладанием сегментарных структур в регуляции ВРС, а именно HF, которая коррелирует отрицательно с личностной тревожностью ($r = -0,70$; $p < 0,001$) и, как видно из таблицы, является наименьшей из всех четырех групп. В данной группе наблюдается низкий уровень ситуативной тревожности в покое. Самый высокий уровень ситуативной тревожности в данной группе отмечается в условиях реального страха, в сравнении с ситуативной тревожностью в покое ($p < 0,01$).

Вторая группа (VLF+HF) представлена относительным преобладанием компоненты HF из-за выраженного снижения компоненты LF на фоне истощения сегментарных структур, участвующих в регуляции ВРС, с последующим возрастанием компоненты VLF. Это говорит о подключении резервных механизмов – гуморально-метаболических [12]. Следует отметить, что на фоне высокой личностной тревожности, ситуативная тревожность в покое и ситуативная тревожность в условиях реального страха находятся на низком уровне, что отражается в отрицательной корреляции между личностной тревожностью и ситуативной тревожностью в покое ($r = -0,57$; $p < 0,001$), а также между личностной тревожностью и ситуативной тревожностью в условиях реального страха ($r = -0,49$; $p < 0,001$). Такое распределение в данной группе исследуемых субъектов указывает на тенденцию к ареактив-

ному состоянию с низким уровнем мотивации [5]. В основе этого процесса лежат процессы истощения симпатической компоненты [8].

Группа исследуемых с преобладанием компоненты LF также подразделяется на две подгруппы. Первая – с преобладанием LF компоненты, с положительной корреляцией между личностной тревожностью и ситуативной тревожностью в покое ($r = 0,27$; $p < 0,05$). В этой группе самый высокий уровень тревожности отмечался в условиях реального страха, в сравнении с уровнем ситуативной тревожности в покое ($p < 0,05$). Вторая группа – относительное преобладание LF, на фоне выраженного снижения HF с включением надсегментарных компонентов, как источник компенсаторных механизмов [11]. В данной подгруппе имеется положительная корреляция с личностной тревожностью ($r = 0,39$; $p < 0,01$). Самый высокий уровень тревожности отмечался в условиях виртуального страха, по отношению к уровню ситуативной тревожности в покое ($p < 0,01$).

Как показали данные статистической обработки, можно сделать вывод о том, что имеется положительная корреляция между личностной тревожностью и компонентой VLF в обеих группах преобладающей надсегментарной компоненты (VLF), а также с компонентой LF в группе сегментарной регуляции. Отрицательная корреляционная связь имеется в группе сегментарной регуляции с компонентой HF. Отмечается положительная корреляция между личностной тревожностью и ситуативной тревожностью в покое в группах HF, LF и VLF+LF, а отрицательная в группе VLF+HF, что указывает на вегетативное истощение на фоне снижения уровня LF [1, 11].

Личностная тревожность характеризуется стабильной предрасположенностью воспринимать различные ситуации как волнующие и реагировать на эти ситуации состоянием тревожности различной степени [4, 7]. Поэтому индивиды с высоким уровнем личностной тревожности реагируют повышением ситуативной тревожности в ситуациях виртуального страха. Очень высокий уровень личностной тревожности напрямую коррелирует с невротическими конфликтами и психосоматическими заболеваниями [7]. Такая ситуация наблюдается у индивидов из группы VLF, особенно в группе VLF+HF, когда происходит включение дополнительных механизмов в случае истощения основного контура регуляции – сегментарного. Значения личностной тревожности отражают прежний опыт индивида, т. е. суммарную частоту перенесённых ситуативных тревожностей. Индивид, который переносит очень часто ситуативные тревожности, реагирует на пережитый страх менее выражено – вплоть до ареактивности [5] (табл. 1, группа VLF+HF в условиях реального страха), чем на ещё не пережитый страх (табл. 1, группы VLF+HF, VLF+LF в условиях виртуального страха).

Для того чтобы вызвать отрицательное психоэмоциональное состояние, выбран условный страх, который

состоит из двух компонент – эмоциональный страх и когнитивный страх [3]. Таким образом, можно объяснить различную реакцию у вышеперечисленных групп исследуемых в условиях различных видов страха. В случае групп HF и LF ситуативная тревожность выше в условиях реального страха, т. к. в реакциях индивидов данной группы превалирует эмоциональный страх. Ключевые ассоциации вызывают эмоциональные воспоминания [3], которые являются выученным страхом и тревожным ответом (Blackwood, 1996). В группах VLF+HF и VLF+LF превалирует когнитивный страх за счёт надсегментарного контроля. В случае условного страха важным элементом является амигдала, участвующая в системе эмоциональной памяти. Кора головного мозга и гиппокамп – части системы контекстуализации и когнитивной памяти.

Изменения ВРС при отрицательных ВПЭС

Снижение ВРС, как реакция на реальный страх, наблюдалась у исследуемых из следующих групп: 70% LF, 60% HF, 40% VLF+ HF ($p < 0,001$). Снижение ВРС, как реакция на виртуальный страх, наблюдалось у исследуемых из следующих групп: 80% VLF+LF, 30% LF, 10% HF ($p < 0,01$). Повышение ВРС, как реакция на виртуальный страх, наблюдалась у исследуемых из следующих групп: 60% VLF+HF, 30% HF ($p < 0,001$). У остальных, из группы VLF+LF, изменения были статистически недостоверными. По полученным данным мы можем сделать вывод, что реакция на реальные и виртуальные страхи и эмоции (с которыми мы сталкиваемся изо дня в день, и которые являются ситуациями из прошлого, либо ситуации, основанными на дезинформации [6, 9]), индивидуальна и зависит от доминирующего вегетативного состояния, уровня активности надсегментарных структур и начального ВРС [4]. Таким образом, реакция на страх не всегда обязательно заключалась в снижении ВРС. В группе VLF+HF отмечался рост ВРС.

Изменения ВРС при положительных ВПЭС

По результатам анализа влияния картинок на ВРС, просмотренные картинки подразделяются на две большие группы: 1) картинки, которые вызвали желание активного взаимодействия с их контекстом картинок, на которые повышением ВРС отреагировала статистически достоверно группа HF ($p < 0,001$); 2) картинки, вызывающие состояние спокойного созерцания. На данные картинки статистически достоверным повышением ВРС ответили группы VLF+LF и LF ($p < 0,001$). Статистически достоверный рост ВРС в группе VLF+HF отмечался лишь после последовательного просмотра обеих картинок – активного взаимодействия и спокойного созерцания ($p < 0,05$). Таким образом, можно сделать вывод, что у личностей с преобладанием когнитивного компонента восприятия радости, ВРС повышается только при просмотре картинок спокойного созерцания [7].

Изменения паттерна дыхания при положительных ВПЭС

Седация проходила поэтапно, в 2 стадии. На пер-

вую стадию седативной реакции указывает как урежение ЧД и удлинение фаз дыхания (T_i , T_e), так и всей продолжительности дыхательного цикла (T_t). На тот факт, что это начальная стадия расслабления указывает то, что вопреки вышеуказанным изменениям в параметрах, дыхательные объёмы достоверно не изменяются (V_t/T_i , V_t-FR), это говорит о ещё имеющемся напряжении мышц, участвующих в дыхании, в частности – в грудной клетке (Никондорова С., 2011). С дальнейшим просмотром второй картинки, наступает вторая стадия расслабления: начинают возрастать дыхательные объёмы (V_t/T_i , V_t-FR), чему сопутствует расслабление мышц грудной клетки, участвующих в акте дыхания и, вероятно, имеет место присоединение к грудному дыханию брюшного [13].

На наличие задержки на высоте удлинённого выдоха указывает начальное снижение процентного соотношения вдоха ко всему циклу дыхания (T_i/T_t) и увеличение длительности выдоха (T_e) по отношению к начальной длительности в состоянии покоя.

Помимо перечисленных изменений, на то, что это ситуационно изменённый паттерн дыхания, указывает характер динамики изменения соотношения вдоха ко всему циклу дыхания – T_i/T_t понижается в первой стадии расслабления. Реагируя на контекст картинки, паттерн дыхания изменяется согласно новому психоэмоциональному состоянию [10], та же подключается задержка на выдохе. Во второй стадии T_i/T_t стремится к начальному уровню, к своему привычному для данного паттерна дыхания (табл. 2).

Таблица 2

Поэтапная седация, задержка на выдохе

Параметры	Фон	I картинка	II картинка
Vt	0.374 ± 0.05	0.614 ± 0.18 ***	0.639 ± 0.17***
Ti	1.53 ± 0.15	2.34 ± 0.44****	2.38 ± 0.48****
Te	1.95 ± 0.37	3.57 ± 0.83****	3.07 ± 0.81****
Tt	3.48 ± 0.43	5.91 ± 0.98****	5.45 ± 1.26****
FR	17.46 ± 1.99	10.41 ± 1.78****	11.47 ± 2.27****
Ti/Tt	0.442 ± 0.04	0.399 ± 0.06**	0.441 ± 0.03
Vt/Ti	0.244 ± 0.03	0.257 ± 0.04	0.290 ± 0.07*
Vt-FR	6.5 ± 1.09	6.24 ± 1.71	7.6 ± 1.62*
P < 0,05*	P < 0,01**	P < 0,001***	P < 0,0001****

На задержку дыхания на выдохе указывают изменения следующих параметров: снижение длительности вдоха с одновременным увеличением процентного соотношения вдоха ко всему циклу дыхания (T_i/T_t) и снижением дыхательного драйва (V_t/T_i); снижение вдыхаемого объёма (V_t) и отсутствие достоверных изменений минутного объёма дыхания на один дыхательный цикл (V_t-FR) (табл. 3).

На основании полученных данных об изменении паттерна дыхания при положительном индуцирован-

ном психоэмоциональном состоянии, можно сделать вывод, что изменения паттерна дыхания включают в себя не только изменения частоты и длительности дыхательных циклов и объёмов [2], но и наличие признаков задержки дыхания на вдохе или выдохе (Никондрова С., 2011). Это, в свою очередь, зависит от: имеющегося психоэмоционального состояния [11], которое нужно таким образом поддерживать, либо от такого психоэмоционального состояния, в которое нужно ввести индивида (паттерн дыхания при этом помогает входить в необходимое состояние и закрепить его на нужное для индивида время) (Boiten F. 1993).

Таблица 3

Активация, задержка дыхания на вдохе

Параметры	Фон	I картинка	II картинка
Vt	0.380 ± 0.1	0.260 ± 0.04****	0.247 ± 0.05****
Ti	1.73 ± 0.28	1.31 ± 0.1****	1.31 ± 0.17****
Te	2.92 ± 0.78	1.95 ± 0.5***	1.89 ± 0.37***
Tt	4.65 ± 0.1	3.26 ± 0.54****	3.2 ± 0.51****
FR	13.47 ± 2.88	18.78 ± 2.63****	19.2 ± 3.11****
Ti/Tt	0.377 ± 0.04	0.41 ± 0.05**	0.413 ± 0.03**
Vt/Ti	0.216 ± 0.03	0.19 ± 0.02**	0.186 ± 0.02***
Vt-FR	4.86 ± 0.82	4.82 ± 0.65	4.61 ± 0.56
< 0,0001****	P < 0,001*** P	< 0,01** P	< 0,05*

Исходя из результатов полученных данных, прикладное значение настоящей работы состоит в возможности целенаправленного проведения проб для изменения психоэмоционального состояния человека. Если добавить к этому изменения паттерна дыхания, возникающие при просмотре одноимённых картинок, из этого следует предложение по возможному клиническому использованию: по принципам *bio feed-back* (Boiten F. 1993), когда личность будет нуждаться в состоянии равновесия ВНС [14], спокойствии, а также при возникновении одышки [13], не связанной с органической патологией [2], человеку будет рекомендовано дышать, согласно изменённому паттерну дыхания при просмотре картинок, вызывающих увеличение HF. Когда человек будет нуждаться в активации ресурсов ВНС, активном психоэмоциональном состоянии, мобилизации сил, а также для устранения гипервентиляции, как следствие нарастания тревожности [2] (вовремя остановить, чтобы не перешла дальше в паническую атаку [7]) ему будет вначале предложено дышать, соответственно его паттерну дыхания при просмотре картинок, которые вызвали желание активного взаимодействия. Это даст возможность переключиться с отрицательно индуцированных эмоций, в первую очередь страха, тревож-

ности и панических атак, на взаимодействие с окружающей действительностью, увидеть решение проблемы [5]. Затем, ему будет предложена его картинка спокойного созерцания, с соответствующим паттерном дыхания, с целью дополнить и уравновесить его состояние, а человек, находясь в состоянии равновесия ВНС способен самостоятельно устранить причину эмоциональных переживаний и соответствующих проявлений со стороны дыхательной системы [10, 12].

Выводы

1. ВРС падает, когда восприятие индивидом изменений психоэмоционального состояния происходит через преобладание когнитивного компонента эмоций над аффективным.

2. Индуцированные психоэмоциональные состояния, сопряжённые с активацией индивида, приводили к изменениям паттерна дыхания по типу задержки дыхания на вдохе, а с седацией – на выдохе.

References

- Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981;213:220-222.
- Bernardi L, Wdowczyk-Szulc J, Valenti C, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35(6):1462-9.
- Denver JW, Reed SF, Porges SW. Methodological issues in the quantification of respiratory sinus arrhythmia. *Biol Psychol*. 2007;74(2):286-294.
- Friedman BH. An autonomic flexibility-neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. *Biol Psychol*. 2007;74(2):185-199.
- Han Jiang-na, Zhu Yuan-jue, Luo Dong-mei, et al. Fearful imagery induces hyperventilation and dyspnea in medically unexplained dyspnea. 2008;121(1):56-62.
- Lane RD, Mcrae K, Reiman EM, et al. Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage*. 2009;44(1):213-222.
- Lang P. What are the data of emotion? In: Hamilton V, Bower GH, Frijda N, eds. *Cognitive perspectives on emotion and motivation*. Boston: Mariner Nijhoff, 1988;173-191.
- Murray NP, Russoniello C. Acute Physical Activity on Cognitive Function: A Heart Rate Variability Examination. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2012;29.
- Pagani M, Rimoldi O, Pizzinelli P, et al. Assessment of the neural control of the circulation during psychological stress. *J Auton. Nerv. Syst*. 1991;35:33-42.
- Shea SA. Behavioural and arousal-related influences on breathing in human. *Exp Physiol*. 1996;81:1-26.
- Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. *Manual for the state-trait anxiety inventory*. Palo Alto CA: Consulting Psychologists Press, 1970:1-23.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiologic interpretation, and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-1065.
- Van Diest I, Winters W, Devriese S, et al. Hyperventilation beyond fight/flight: respiratory responses during emotional imagery. *Psychophysiology*. 2001;38:961-968.
- Vlemincx E, Van Diest I, Van den Bergh O. Imposing Respiratory Variability Patterns. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2012;15.