

Международная академия информатизации
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
Государственный научный центр РФ
Институт медико-биологических проблем РАН
ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия»
Министерство здравоохранения УР
Министерство образования и науки УР
Министерство по физической культуре, спорту и туризму УР
ОАО Концерн «Аксион»»

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА: Теоретические аспекты и практическое применение

Материалы V всероссийского симпозиума
с международным участием,

*посвященного юбилею заслуженного деятеля науки УР,
профессора Натальи Ивановны Шлык*

26-28 октября 2011 г

Ижевск 2011

УДК 612. 821.8 (063) +616.1 (063)

ББК 28.911.1я431+54.101 я 431

В 181

Ответственные редакторы:

доктор медицинских наук, профессор,

Р.М. Баевский,

доктор биологических наук, профессор,

Н.И. Шлык

Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты

В181 и практическое применение: материалы V всеросс. симп. / отв. ред.

Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011, 597 с.

В сборнике опубликованы материалы научных докладов отечественных и зарубежных ученых, содержащие новые данные в области изучения variability сердечного ритма в прикладной физиологии, профилактической, спортивной, космической и клинической медицине, реабилитации, психофизиологии и других областях. Сборник предназначен для физиологов, врачей, математиков, биологов, инженеров, психологов, специалистов физической культуры и спорта.

This collection includes the abstracts of research papers done by home and overseas scientists. The articles contain new data concerning the study of cardiac rhythm variability in applied physiology, preventive, sports, space and clinical medicine, rehabilitation, psychological physiology etc. The collection is meant for physiologists, doctors, mathematicians, biologists, engineers, psychologists, experts in physical education and sport.

УДК 612. 821.8 (063) +616.1 (063)

ББК 28.911.1я431+54.101 я 431

© ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», 2011

INTERNATIONAL INFORMATIZATION ACADEMY
UDMURT STATE UNIVERSITY
STATE RESEARCH CENTER OF THE RUSSIAN FEDERATION
INSTITUTE OF BIOMEDICAL PROBLEMS OF THE RAS
IZHEVSK STATE MEDICAL ACADEMY
MINISTRY OF HEALTH OF THE UDMURT REPUBLIC
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE UDMURT REPUBLIC
MINISTRY OF PHYSICAL EDUCATION, SPORT AND TOURISM OF
THE UDMURT REPUBLIC
JSC GROUP COMPANY “AKSION”

HEART RATE VARIABILITY: Theoretical background and practical application

Abstracts of the fifth all-Russian symposium with international
participation,

October 26-28, 2011,

dedicated to the anniversary of the honored science worker of the
Udmurt Republic, professor Natalia Ivanovna Shlyk

Izhevsk 2011

К УЧАСТНИКАМ
V Всероссийского симпозиума
«ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ»

В пятый раз мы собираемся с Вами в Ижевске для того, чтобы обсудить наиболее актуальные вопросы анализа вариабельности сердечного ритма. Этот метод начал свое активное внедрение в науку и практику с космической медицины, которая в этом году отмечает 50-летие первого полета человека в космос. Математический анализ сердечного ритма, проводившийся у первых космонавтов на кораблях «Восток» и «Восход» дал много новой информации не только о реакциях организма в необычных условиях невесомости, но и о процессах вегетативной регуляции, обеспечивающих сохранение гомеостаза основных жизненно важных систем. Анализ вариабельности сердечного ритма в настоящее время относится к числу наиболее популярных методик, широко используемых в самых разнообразных областях медицины и физиологии. Однако не следует забывать, что первый в мире симпозиум, посвященный этой проблеме, состоялся в Москве в 1966 году под руководством академика Василия Васильевича Парина - выдающегося специалиста в области сердечно-сосудистой физиологии. За прошедшие 45 лет мы далеко продвинулись вперед, но сформулированные тогда основные идеи и принципы нового метода сохранили свою значимость до сих пор.

В настоящее время ежемесячно публикуются десятки работ по анализу вариабельности сердечного ритма в прикладной физиологии и в клинической медицине. Почти на всех физиологических и кардиологических конгрессах организуются секции по анализу вариабельности ритма сердца. Первый Всероссийский симпозиум по вариабельности сердечного ритма был организован в Ижевске в 1996 году. Второй, третий и четвертый симпозиумы также состоялись в Ижевске соответственно в 2000, 2003 и 2008 гг.

Настоящий V Всероссийский симпозиум по вариабельности сердечного ритма по традиции также проходит в Ижевске, где инициативная группа энтузиастов кафедры медико-биологических основ физической культуры Удмуртского Госуниверситета под руководством профессора Натальи Ивановны Шлык взяла на себя нелегкий труд по организации и проведению пяти Всероссийских симпозиумов. Поэтому наш симпозиум не случайно посвящен юбилею Ната-

льи Ивановны, отмечаемому в этом году ее 70-летию. Не случайно, поэтому в программе симпозиума «львиную» долю занимают доклады по спортивной медицине и возрастной физиологии – научным направлениям работы кафедры.

На наших симпозиумах обсуждаются наиболее актуальные проблемы, представляющие интерес для широкого круга специалистов, использующих в своей работе методы анализа вариабельности сердечного ритма. На данном симпозиуме предполагается уделить основное внимание практическим вопросам использования методов анализа вариабельности сердечного ритма в различных областях физиологии и медицины. Необходимо обсудить вопросы стандартизации исследовательских подходов в изучении вариабельности сердечного ритма с учетом мирового опыта. Целесообразно также рассмотреть возможность централизованной публикации своих данных и обмена информацией.

Организационный и Программный комитеты 5-го Всероссийского симпозиума по вариабельности сердечного ритма желают всем его участникам плодотворной и успешной работы и надеются, что эта очередная научная встреча поможет укрепить научные связи между учеными и практиками, которые занимаются вопросами изучения вариабельности ритма сердца. Мы надеемся, что наш 5-й симпозиум даст новый импульс к дальнейшему активному развитию этого важного для науки и практики направления.

Председатель Программного комитета симпозиума
доктор медицинских наук, профессор Р.М.Баевский



НАТАЛЬЯ ИВАНОВНА ШЛЫК – доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Удмуртской Республики, член Европейского общества по неинвазивной кардиодинамике, член Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов (РАСМИРБИ), "Отличник Высшей школы СССР", "Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации".

Н.И. Шлык является одним из ведущих специалистов в области изучения вариабельности сердечного ритма у человека.

Изданная Н.И. Шлык в 2009 году на основе 20 летних научных исследований монография «Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов» не имеет аналогов ни в отечественной литературе, ни за рубежом. Она содержит уникальные и оригинальные материалы, которые открывают новое научное направление на стыке возрастной физиологии, физиологии спорта и спортивной медицины. Н.И. Шлык создана новая классификация оценки типов вегетативной регуляции с использованием метода анализа вариабельности сердечного ритма и на этой основе разработан принципиально новый подход к вопросам спортивной подготовки детей и подростков.

Уникальные многолетние наблюдения за детьми и подростками всех возрастных групп позволили составить нормативы показателей вариабельности сердечного ритма для разных типов вегетативной регуляции. Эти данные имеют не только важное научное значение, но и являются справочными для практических врачей, тренеров, физиологов и других исследователей. Научные изыскания Н.И.Шлык получили широкое признание и успешно внедряются в функциональную ди-

агностику врачебно-физкультурных диспансеров, спортивную медицину, физиологию спорта и практическую деятельность тренеров разных видов спорта.

Н.И.Шлык является членом редколлегии научно-практического журнала «Спортивный врач». Является рецензентом в журналах: «Физиология человека» и «Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации». Н.И. Шлык являлась инициатором и организатором девяти научно-практических конференции различных рангов по важным проблемам возрастной физиологии и методам оздоровления детей. Среди них пять Всероссийских симпозиумов с международным участием, проводимых в Ижевске по теме: «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение», на которых широко были представлены результаты научной школы кафедры, возглавляемой Н.И.Шлык.

Н.И. Шлык является автором и соавтором более 300 научных работ, включая две монографии, книгу, патент.

Участники V всероссийского симпозиума с международным участием поздравляют Наталью Ивановну Шлык с юбилеем!

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ.....	17
Антонова Л.К., Кушнир С.М., Стручкова И.В., Близнецова Е.А. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА НОВОРОЖДЕННЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЗДОРОВЬЯ.....	19
Батаговская Т.А., Василенко Ф.И. ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА	21
Белал С.А.С., Линская Е.И., Кулик А.Л., Мартыненко А.В., Задержин А.К., Шульгин В.И., Яблчанский Н.И. СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ МЕТРОНОМИЗИРОВАННОГО ДЫХАНИЯ ПРИ СТАРТЕ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЫ И СО СВОБОДНОГО ДЫХАНИЯ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ.....	25
Веневцева Ю.Л., Мельников А.Х., Казидасова Е.Н., Гомова Т.А., Переломова И.В., Никонова Н.А., Елисеев Д.А., Хренов П.А. ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ	31
Войнов В.Б., Кибальников А.С., Вербицкий Е.В. ФЕНОМЕНЫ АРИТМИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ МОРСКИХ КОТИКОВ	33
Гаврилова И.Н. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОК В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ (ПО ДАННЫМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА)	40
Горст В.Р., Полунин И.Н., Горст Н.А., Шебеко Л.В., Лобанова М.И. ХРОНОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМА СЕРДЦА	46
Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУРСА БОС-ТРЕНИНГОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА	49
Димитриев Д.А., Хураскина Н.В., Александрова Л.А. ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ СТАРШИХ КУРСОВ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ГОДА.....	53
Ешманова А.К., Аканов А.А., Шалхаров С.Ш., Киябаев А.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ХРОНИЧЕСКИМ СТРЕССОРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ	56
Ивченко Н.В., Батуева А.Э. РЕГУЛЯЦИЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА С ПОМОЩЬЮ МЯГКИХ МАНУАЛЬНЫХ ТЕХНИК ПО МЕТОДУ «ИВ» У ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ УМСТВЕННЫМ ТРУДОМ	60
Клецова С. Ю., Громакина Е. В. СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ СЕРДЦА У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИНИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИИ	69

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ МЕТРОНОМИЗИРОВАННОГО ДЫХАНИЯ ПРИ СТАРТЕ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЫ И СО СВОБОДНОГО ДЫХАНИЯ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Белал С.А.С., Линская Е.И., Кулик А.Л., Мартыненко А.В.,
Задерихин А.К., Шульгин В.И., Яблучанский Н.И.

Кафедра внутренней медицины медицинского факультета
Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина,
Кафедра проектирования радиоэлектронных систем летательных
аппаратов Национального Аэрокосмического Университета им.
Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт"
г. Харьков, Украина

mydoctorlife@gmail.com, alexey.kulik@gmail.com,
suzia.belal@gmail.com

Одним из актуальных направлений современной медицины является разработка и внедрение технологий, позволяющих пациенту самостоятельно и оперативно оценить общее состояние организма, а также повышать уровень своего здоровья через оптимизацию своих регуляторных систем [5-6, 9, 11, 13]. Такой технологией является биологическая обратная связь (БОС, biofeedback, биофидбек).

Наиболее объективным и удобным в использовании показателем, отражающим состояние регуляторных систем организма, является вариабельность сердечного ритма (ВСР) [2-3, 67, 11, 13]. Благодаря достижениям в области электроники имеются компактные, надежные и точные приборы оперативной регистрации параметров ВСР для их анализа и включения в контуры биофидбека [3, 14].

Среди факторов воздействия на параметры ВСР особое место занимает метрономизированное дыхание [4, 8, 10], что обусловлено простотой использования и практическим отсутствием ограничений применения. Популяризация метода дала толчок разработке различных алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания в контурах биологической обратной связи [1, 12, 15], посредством которой и происходит коррекция параметров ВСР, а вместе с ними и восстановление баланса регуляции.

Нами ранее на здоровых добровольцах было показано, что хороших результатов в биофидбеке удастся достигать с использованием

алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания со стартом с возрастной физиологической нормы и со свободного дыхания [1]. В этой связи представляет интерес сравнение качества и эффективности обеих алгоритмов в контурах биофидбека.

Исследование выполнено в рамках НИР ХНУ «Разработка и исследование системы автоматического управления variability сердечного ритма», № регистрации 0109U000622.

Цель исследования. Сравнение алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы и со свободного дыхания в контурах биофидбека под контролем параметров ВСР.

Объект и методы исследования. 13 здоровым добровольцам в возрасте от 18 до 27 лет (9 женщин и 4 мужчин) было проведено 2 серии из 7 сеансов биофидбека. В контуре обратной связи использовалась адаптивно изменяемая частота метрономизированного дыхания G , вычисляемая по параметрам ВСР.

Исследования выполнены на компьютерном диагностическом комплексе «CardioLab 2009» («ХАИ-Медика») со специально созданным в его составе модулем «Biofeedback», включающим программно связанные визуально-звуковой метроном дыхания и алгоритм определения параметров ВСР.

Параметры ВСР определялись в скользящем буфере продолжительностью в 1 минуту путем динамического спектрального разложения с помощью быстрого преобразования Фурье последовательности длин R-R-интервалов мониторинговых записей ЭКГ. Запись ЭКГ осуществлялась в первом стандартном отведении с частотой дискретизации сигнала в 1000 Гц. Вычисления производились в реальном масштабе времени в рамках 7 минутного сеанса [7]. В качестве параметров ВСР использовались рассчитываемые мощности низких частот (V , до 0,05 Гц), преимущественно связанных с терморегуляцией гуморальной и симпатическим звеном вегетативной нервной системы; средних частот (L , 0,05-0,15 Гц), преимущественно связанных с симпатическим и парасимпатическим звеньями вегетативного баланса и высоких частот (H , 0,15-0,40 Гц), преимущественно связанных с парасимпатическим звеном вегетативной нервной регуляции [3, 16]. Эти параметры преобразовывались в двумерную координатную плоскость с осями L/H и $V/(L+H)$, соответствующими мощностям симпатовагального и нейрогуморального звеньев регуляции.

В течение первых двух минут биофидбека метрономом задавалась начальная частота дыхания – этап инициализации алгоритма. Затем на следующей минуте осуществлялся линейный переход начальной частоты дыхания к предустановленной метрономизированной G , после чего включался алгоритм адаптации и для каждой последующей минуты устанавливалась конкретная частота метрономизированного дыхания G путем перестройки частоты визуально-звукового метронома. Алгоритм адаптации заключался в автоматическом поиске частоты в направлении максимально приближающего текущие значения L/H и $V/(L+H)$ испытуемого к зоне оптимума.

В соответствии с целью исследования использованы два алгоритма адаптивно изменяемой частоты метрономизированного дыхания: 1) со стартом с частоты дыхания, соответствующей средней физиологической норме (ФН) для возраста и пола испытуемого (1-я серия сеансов биофидбека), и 2) со стартом со свободного немодулированного дыхания (СД) (2-я серия сеансов биофидбека).

Качество алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы и со свободного дыхания в контурах биофидбека под контролем параметров ВСР оценивали с использованием индекса качества биологической обратной связи (BQI) [1], представляющего собой интегральный показатель, охватывающий все качественные изменения процесса биообратной связи. Удобство использования BQI состоит в наглядной демонстрации положительного влияния биообратной связи и наличия эффекта тренировки системы при стремлении его значений к единице.

Результаты оценки BQI по всем добровольцам заносились в таблицу в Microsoft Excel с последующим определением показателей среднего и стандартного отклонения. Достоверность различий данного показателя на одноименных сеансах при разных вариантах старта алгоритма, между предыдущим и последующим сеансом и между первым и текущим сеансом при одном и том же варианте старта алгоритма определялась при помощи Т-критерия Уилкоксона.

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 представлены изменения BQI по всем испытуемым в 2 сериях из 7 сеансов биофидбека при старте алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания с физиологической нормы (ФН) и со свободного дыхания (СД).

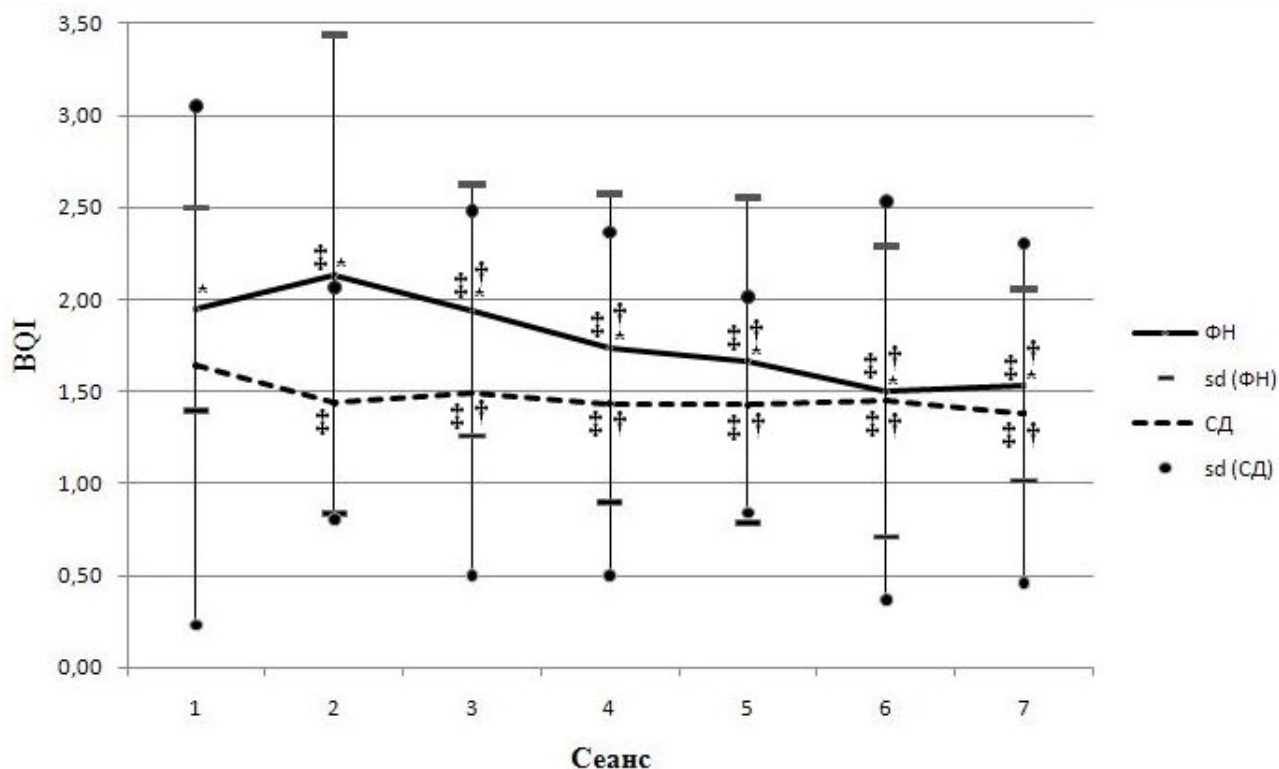


Рис.1 Изменения VQI по всем испытуемым на 7 сеансах биофидбека при старте алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания с физиологической нормы (ФН) и со свободного дыхания (СД)

Примечания: * - $P < 0,05$ на сеансах ФН и СД против исходных значений;

† - $P < 0,05$ на соседних сеансах ФН и СД;

‡ - $P < 0,05$ между ФН и СД на текущих сеансах;

В первой серии сеансов биофидбека при старте метрономизированного дыхания с ФН показатель VQI сначала отклонялся от оптимального уровня значений (на сеансе 1 – 1,95, на сеансе 2 – 2,14), и только затем планомерно изменялся в его сторону с достижением наиболее близкого значения на сеансе 7 (1,53).

Во второй серии сеансов биофидбека при старте со свободного дыхания уже на сеансе 1 VQI изменялся в сторону оптимального уровня значений (1,64) с последующим закономерным приближением к нему с достижением наиболее близкого значения на сеансе 7 (1,38).

Из рис. 1 нетрудно увидеть, что степень приближения VQI к оптимальному уровню значений во второй серии сеансов биофидбека была большей, чем в первой.

Результаты нашего исследования показали, что биофидбек при использовании метрономизированного дыхания под контролем параметров ВСП является эффективным инструментом влияния на состояние регуляторных систем организма.

Предложенные алгоритмы поиска оптимальной частоты дыхания является более гибкими по сравнению с имеющимися [3, 15], так как в них не используются психологические техники, а управляющие ритмом дыхания сигналы предъявляются испытуемому с вовлечением зрительного или/и слухового анализаторов с включением в петлю обратной связи ВСР.

Возможной причиной ранней оптимизации регуляторных систем при старте со свободного дыхания может быть остаточный эффект их тренировки после серии 1 сеансов биофидбека в силу большей физиологичности такого алгоритма, т.к. в нем количество дыханий в минуту адаптивно изменяется от привычной для организма человека частоты.

Выводы.

1. Биологическая обратная связь на основе управления частотой метрономизированного дыхания по изменению показателей ВСР является мощным инструментом вмешательства в работу регуляторных систем организма и может быть использована для их оптимизации.

2. Предложенные алгоритмы поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы и со свободного дыхания в контурах биофидбека не имеют достоверных различий друг с другом и могут быть использованы для оптимизации состояния системы регуляции посредством влияния на параметры ВСР.

3. Более эффективным из рассмотренных является алгоритм поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания при старте со свободного дыхания, т.к. его использование демонстрирует эффект оптимизации регуляторных системы организма, начиная с первого сеанса биофидбека.

Литература:

1. Белал С.А.С. Качество биологической обратной связи у здоровых добровольцев в алгоритме метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы / С.А.С. Белал, К.И. Линская, А. Л. Кулик [и др.] // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. – 2011. – № 938. – С. 29-37.
2. Кулик А. Л. Частота дыхания и вариабельность сердечного ритма у здоровых добровольцев в биообратной связи / А. Л. Кулик, А. К. Задерихин, В. И. Шульгин [et al.]// Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. – 2009. – № 879. – С. 20–24.
3. Яблучанский Н. И. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу [электронный ресурс] / Н.И. Яблучанский,

<http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/1462>

4. Fang Y. Effect of different breathing patterns on nonlinearity of heart rate variability. / Y. Fang, J. T. Sun, C. Li [et al.] // Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. – 2008. – P. 3220-3.
5. Frank D. L. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? / D. L. Frank, L. Khorshid, J. F. Kiffer [et al.] // Ment Health Fam Med. – 2010. – № 7(2). – P. 85-91.
6. Handbook of Mind-Body Medicine for Primary Care / [Moss D., McGrady A., Davies T.C., Wickramasekera I.]. – London: Sage Publications; 2003. – 576 p.
7. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Eur Heart J. – 1996. – №17(3). – P. 354-81.
8. Kobayashi H. Does paced breathing improve the reproducibility of heart rate variability measurements? / H. Kobayashi // J Physiol Anthropol. – 2009. – № 28(5). – P. 225-30.
9. Lehrer P. M. Heart Rate Variability Biofeedback Increases Baroreflex Gain and Peak Expiratory Flow / P M. Lehrer, E.Vaschillo, B. Vaschillo [et al.] // Psychosomatic Medicine. – 2003. – Vol. 65, №. 5. – P.796- 805.
10. Lehrer P. M. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training. / P. M. Lehrer, E. Vaschillo, B. Vaschillo // Appl Psychophysiol Biofeedback. – 2000. – № 25. – P. 177-91.
11. McKee M. G. Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine / M. G. McKee // Cleve Clin J Med. – 2008. – № 75(suppl 2). – P. 31–34.
12. Perakakis P. Breathing frequency bias in fractal analysis of heart rate variability. / P. Perakakis, M. Taylor, E. Martinez-Nieto [et al.] // Biol Psychol. – 2009. – № 82(1). – P. 82-88.
13. Schwartz MS, Andrasik F. Biofeedback: A Practitioner's Guide. 3rd ed. New York, NY: Guilford Press; 2003.
14. Sutarto A.P. Heart Rate Variability (HRV) biofeedback: A new training approach for operator's performance enhancement / Sutarto A. P.; Abdul Wahab M. N.; Mat Zin N. // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2010. – №3(1). – P.176-198.
15. Van de Louw A. Breathing cardiovascular variability and baroreflex in mechanically ventilated patients. / A. Van de Louw, C. Medigue, Y. Papelier [et al.] // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. – 2008. – № 295(6). – P. 1934-1940.
16. Yabluchansky N. The heart rate variability (HRV) Point: Counterpoint discussion raises a whole range of questions, and our attention has also been attracted by the topic. / N. Yabluchansky, A. Kulik, A. Martynenko // J Appl Physiol. – 2007. – № 102. – P. 1715.

Научное издание

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА:

Теоретические аспекты и практическое применение

Материалы V всероссийского симпозиума

с международным участием.,

посвященного юбилею заслуженного деятеля науки УР,

профессора Натальи Ивановны Шлык

26-28 октября 2011 г

Ответственные редакторы: Р.М. Баевский, Н.И. Шлык

Компьютерный набор и верстка:

Е.Н Сапожникова, В.В. Чибышева, С.С. Федоров

Оформление обложки М.В.Трофимова

Авторская редакция

Подписано в печать 04.10.11. Формат 60х84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л 37,4 Тираж 150 экз. Заказ № 471.

Издательство «Удмуртский университет»,
426034, Ижевск, Университетская, 1, корп. 4.