

УДК. 612.213

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНЫМ
ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ УПРАВЛЯЕМОГО
ДЫХАНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНО ПОДОБРАННОЙ ЧАСТОТОЙ (ЧАСТЬ II)**

Бирюкова Е.А., Чуян Е.Н.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: biotema@mail.ru*

Статья посвящена комплексному исследованию variability сердечного ритма (BCP) испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под влиянием управляемого дыхания (УД) с индивидуально подобранной частотой. В результате проведенного исследования было установлено, что, что УД, частота которого соответствует частоте максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма, является мощным средством управления сердечным ритмом и функциональным состоянием (ФС) кардиореспираторной системы испытуемых с разным типом вегетативной регуляции, о чем свидетельствует оптимизация показателей BCP, увеличение толерантности сердечно-сосудистой системы к субмаксимальной физической нагрузке и увеличение синхронизации сердечного и дыхательного ритмов.

Ключевые слова: управляемое дыхание, variability сердечного ритма, система вегетативного управления ритмом сердца, управляемое дыхание с индивидуально подобранной частотой.

Модуляция BCP испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями с помощью УДИПЧ

Статистическими методами анализа CP под влиянием 10-тидневного курса УД с индивидуально подобранной частотой (ИПЧ) у испытуемых I-ой группы было зарегистрировано увеличение показателей RMSSD, СКО и pNN50 на 29,83% ($p<0,05$), 27,61% и 71,16% ($p<0,01$) относительно исходных значений. У испытуемых II-ой группы не было выявлено достоверных изменений исследуемых показателей (рис. 1-А), а у испытуемых III-ей группы – зарегистрировано максимальное увеличение значений RMSSD, СКО и pNN50 на 110,43% ($p<0,01$), 59,69 % и 336,96% ($p<0,001$), относительно исходных значений (рис. 1-А).

Известно [1, 2], что рост значений RMSSD, СКО и pNN50 свидетельствует о мобилизации автономного контура и, в частности, парасимпатического звена регуляции CP, поэтому полученные данные статистического (временного) анализа CP (рис. 1-А) свидетельствует об изменении под воздействием УДИПЧ BCP волонтеров I-ой и III-ей групп посредством увеличения активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что, согласно литературным данным [1-3], свидетельствует об оптимизации регуляторных механизмов BCP этих испытуемых.

Полученные данные в значительной степени подтверждаются результатами других методов анализа BCP и, в частности, геометрического анализа CP.

Кроме того, методом вариационной пульсометрии СР у испытуемых I-ой группы под влиянием 10-тидневного УДИПЧ было зарегистрировано снижение значений показателей ИВР, ПАПР и Si на 29,46%, 17,87,% и 26,60% ($p<0,05$), и увеличение ВПР на 16,33% ($p<0,05$). Следует отметить, что у испытуемых III-ей группы эти изменения носили аналогичный характер, однако, были выражены в еще большей степени (ВПР, ПАПР, ИВР, Si – 128,18% ($p<0,01$), 64,01%, 44,00%, 58,22% ($p<0,001$) относительно значений, полученных в первые сутки исследования), а у испытуемых II-ой группы достоверных изменений исследуемых показателей зарегистрировано не было.

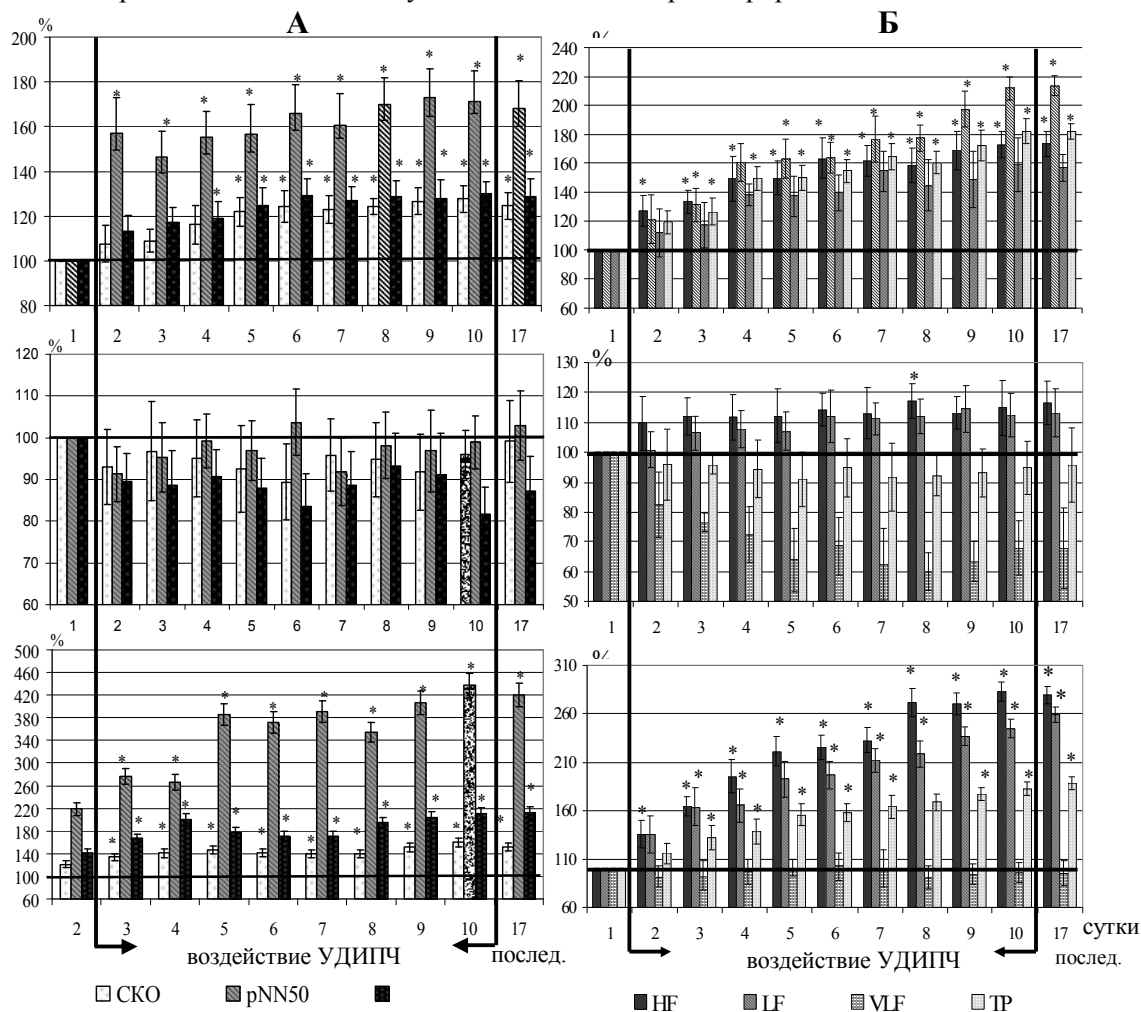


Рис. 1. Изменение показателей статистического (А) и спектрального (Б) анализа ритма сердца у испытуемых I-III-ей групп под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой в разные сроки эксперимента (в % относительно исходных значений, принятых за 100%)

Примечания: * – достоверность различий $p<0,05$ по критерию Вилкоксона относительно исходных значений изученных показателей, послед. – последствие.

Согласно литературным данным [1, 2], существенное снижение S_i , наряду с другими показателями вариационной пульсометрии (ИВР и ПАПР) и рост ВПР свидетельствуют о снижении у волонтеров уровня напряженности регуляторных систем организма и увеличении активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

Спектральный анализ СР также показал достоверные изменения как показателя суммарной мощности спектра СР (TP), так и ее составляющих – HF, LF-компонент у испытуемых I-ой и III-ей групп (рис. 1-Б). У испытуемых I-ой группы к 10-м суткам исследования значения общей мощности спектра СР увеличились на 82,34%, LF – на 111,94%, HF – на 72,67% ($p < 0,05$). У испытуемых II-ой группы только на 8-е сутки УДИПЧ было зарегистрировано достоверное увеличение на 17,17% ($p < 0,05$) мощности волн в HF диапазоне спектра СР. А у испытуемых III-ей группы показатели TP, LF и HF увеличились на 82,91%, 182,91%, 144,99% ($p < 0,05$) соответственно (рис. 1-Б). Следует отметить, что у испытуемых I-ой группы в ответ на УДИПЧ произошло наиболее значимое по сравнению с другими компонентами увеличение спектральной мощности в LF диапазоне СР. У испытуемых III-ей группы, исходно характеризующихся превалированием низкочастотных (LF и VLF) компонентов спектра, было зарегистрировано более выраженное увеличение мощности HF-компонентов, создающих наименьший вклад в общую мощность спектра при фоновой записи.

Согласно стандартам Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии [1] и данным других авторов [4, 5], спектральные компоненты ВСР характеризуют состояние СВУС в конкретный момент времени. При этом низкочастотный (LF) диапазон спектра ВСР является следствием функциональной активности центральных механизмов СВУС, поскольку он характеризует состояние симпатического отдела ВНС, в частности, системы регуляции сосудистого тонуса. Высокочастотная (HF) компонента СР, в свою очередь, характеризует процессы взаимодействия сердечнососудистого и дыхательного центров регуляции [6-8]. Следовательно, можно предположить, что зарегистрированное увеличение LF-компоненты в условиях УДИПЧ у испытуемых I-ой и III-ей групп (рис. 1-Б) связано с активацией симпатической регуляции СР и барорефлекторной регуляции, а HF компоненты – с усилением влияния блуждающего нерва и активизацией парасимпатического отдела ВНС.

Следует также отметить, что у испытуемых II-ой и III-ей групп на 10-е сутки исследования зарегистрировано достоверное снижение значений индекса централизации (ИЦ) на 38,33 и 32,00% ($p < 0,05$), а у испытуемых I-ой группы достоверных изменений этого показателя зарегистрировано не было. Известно, что ИЦ отражает соотношение между центральным и автономным контурами управления СР, следовательно, полученные нами данные о снижении ИЦ у испытуемых II-ой и III-ей групп свидетельствуют о значительном уменьшении централизации управления СР и влияния надсегментарных мозговых структур на регуляторные процессы СВУС этих испытуемых под воздействием УДИПЧ.

Таким образом, курсовое воздействие УДИПЧ изменяет ВСР испытуемых выделенных групп, что связано с усилением барорефлекторных механизмов, повышением активности автономного контура регуляции и активацией

парасимпатического отдела ВНС, однако, направленность и степень выраженности этих изменений зависели от типа вегетативной регуляции СР.

Индивидуально-типологические различия реакции на УДИПЧ у испытуемых выделенных групп

В большей степени изменения изученных показателей ВСР (RMSDD на 110,43%; pNN50 – 336,96%, Si – 42,88%, TP – 182,91%, LF – 144,99%, HF – 182,91%; p<0,05) происходили у испытуемых-симпатотоников. Следует также отметить, что у испытуемых данной группы изменения ВСР зарегистрированы в наиболее ранние сроки (после 1-3-го сеанса УДИПЧ; p<0,05), чем у испытуемых других групп. Вместе с тем у испытуемых-ваготоников под воздействием УДИПЧ достоверные изменения были зарегистрированы только для некоторых показателей (HF, ИЦ).

Полученные данные подтверждаются результатами однофакторного дисперсионного анализа, проведение которого позволило установить статистически достоверное влияние УДИПЧ на показатели ВСР, в частности, стресс-индекс и показатели спектрального анализа СР волонтеров (рис. 2). Причем в большей степени УДИПЧ влияет на ВСР нормотоников (p<0,05) и, особенно, симпатотоников (p<0,001). У испытуемых II-ой группы достоверных изменений изученных показателей за 10 дней исследования выявлено не было.

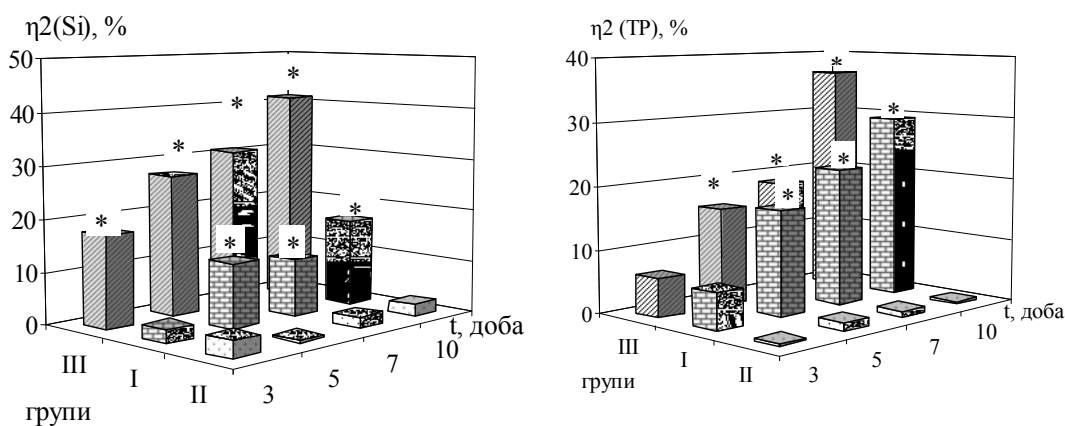


Рис. 2. Изменение процентного вклада влияния УДИПЧ ($\eta^2, \%$) в общую дисперсию стресс-индекса (Si) и общей мощности спектра сердечного ритма (TP) у испытуемых I-III-ей групп в разные сроки эксперимента.

Примечание. * – достоверность различий (p<0,05) по критерию Фишера относительно исходных значений изученных показателей.

Кроме того, при анализе процентного вклада влияния УДИПЧ в общую дисперсию Si и показателей спектрального анализа СР (TP, HF, LF) испытуемых I-ой группы зарегистрировано достоверное увеличение η^2 на 17% (Si), 24% (HF), 44% (LF) и 29% (TP) (p<0,01) относительно фоновых значений этих показателей (рис. 2). У испытуемых II-ой группы достоверных изменений изученных показателей дисперсионного анализа

за 10 дней исследования зарегистрировано не было, а у испытуемых III-ей группы наблюдалось наибольшее изменение η^2 , который возрос на 41%, 52%, 32% и 37% ($p < 0,001$) соответственно относительно исходных значений (рис. 2).

Такие изменения ВСП волонтеров под влиянием УДИПЧ, по-видимому, можно объяснить законом «начальных значений» Вильдера-Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании» исходно различных значений показателя к единому уровню в зоне средних значений физиологической нормы [9].

Подтверждением этого является анализ паттернов коэффициентов сдвига изученных показателей ВСП у испытуемых I-ой и III-ей групп по отношению к значениям, зарегистрированным во второй группе испытуемых – ваготоников.

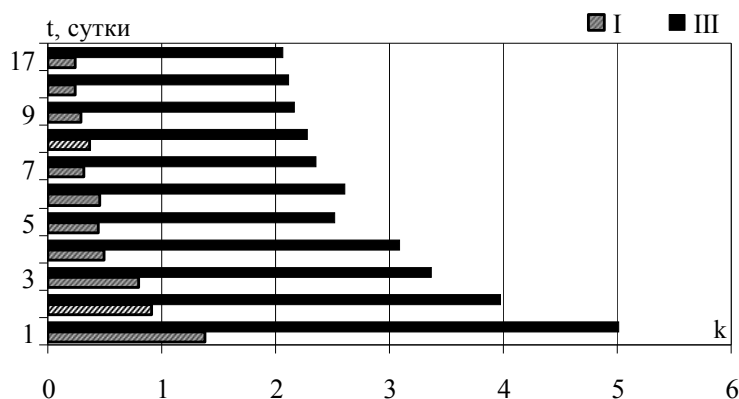


Рис. 4. Коэффициент сдвига (k) значений показателя общей мощности спектра сердечного ритма (ТР) у испытуемых I-ой и III-ей групп по отношению к значениям, полученным во II-ой группе волонтеров.

Так, под влиянием курса УДИПЧ было зарегистрировано приближение значений показателей ВСП у волонтеров с нормо- и симпатотоническим типами регуляции СР к значениям, полученным в группе ваготоников, у которых исходно зарегистрированы наиболее оптимальные показатели ВСП. Следовательно, результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что курсовое воздействие УДИПЧ приводит к нивелированию межгрупповых различий и приближению значений показателей ВСП у испытуемых с нормо- и симпатотоническим типами регуляции СР к наиболее оптимальному в функциональном отношении [3, 10] ваготоническому типу вегетативной регуляции, что указывает на гомеостатическое действие УДИПЧ.

Зависимость изменения показателей ВСП у испытуемых с различными индивидуально-типологическими особенностями от продолжительности курса УДИПЧ

Динамика изученных показателей свидетельствует, что положительный эффект от курса УДИПЧ у испытуемых I-ой и III-ей групп регистрировался уже со 2-х-3-х суток исследования ($p < 0,05$), а к 5-м-6-м суткам показатели ВСП в основном

выходили на «плато» и практически не изменялись. Однако проведение дисперсионного анализа и, в частности, оценка количественного вклада УДИПЧ в общую дисперсию признака позволило зарегистрировать значительное увеличение вклада контролируемого фактора, которым и является УДИПЧ, в изменение показателей ВСР в зависимости от продолжительности курса – достоверные изменения исследуемых показателей ВСР наблюдались уже после 3-хкратного ($p < 0,05$) воздействия УДИПЧ, в то время как максимальные эффекты проведения курса УДИПЧ достигались к 9-10-м суткам ($p < 0,001$; рис. 2). Кроме того, через семь суток после окончания курса УДИПЧ, биологические ответы на данное воздействие у испытуемых с нормальным и повышенным симпатическим тонусом ВНС также достоверно отличались от исходных, что свидетельствует о выраженном эффекте последствия курса УДИПЧ.

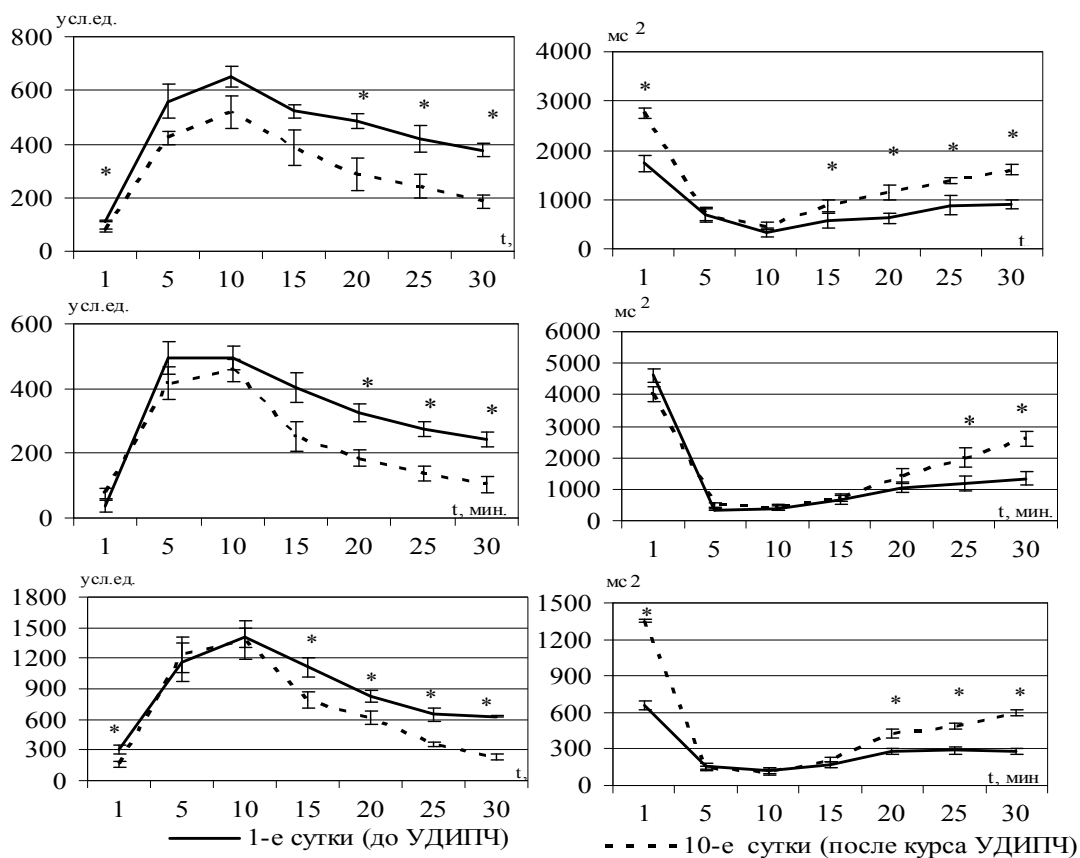


Рис. 3. Изменение показателей S_i (усл.ед.) и TP (усл.ед) на протяжении 30-ти минут восстановительного периода после велоэргометрической пробы у испытуемых I-III групп под воздействием УДИПЧ в разные сроки эксперимента. *Примечание.* * – достоверность различий ($p < 0,05$) по критерию Вилкоксона, относительно значений полученных при ВЭМ-тестировании в 1-й (фоновый) день исследования.

Изменение показателей ВСР под влиянием УДИПЧ в восстановительном периоде после ВЭМ-пробы

Анализ записей ВСР, произведенных с 5-ой по 30-ую минуту после ВЭМ-тестирования позволил зарегистрировать изменения динамики восстановительных процессов у испытуемых выделенных групп под воздействием 10-тидневного курса УДИПЧ.

Так, полученные данные о снижении S_i на 30-ой минуте восстановительного периода (у испытуемых I-ой группы на 50,81%, II-ой – на 43,19%, III-ей – на 62,23%; $p < 0,05$) и повышении TR (I-ой – на 76,49%, II-ой – на 95,67%, III-ей – на 112,20%; $p < 0,05$) в восстановительном периоде после ВЭМ у испытуемых всех трех групп под воздействием УДИПЧ свидетельствуют об увеличении вагусных воздействий и оптимизации барорефлекторной регуляции, а, следовательно, и большей активации вегетативного контура регуляции СР по сравнению с данными, полученными до воздействия УДИПЧ, что, по-видимому, может быть связано с повышением анаэробного порога и снижением уровня стресса организма испытуемых в ответ на физическую нагрузку [10] под влиянием данного фактора.

Таким образом, согласно приведенным результатам исследования, 10-тидневное превентивное воздействие УДИПЧ приводит к увеличению адаптивных возможностей организма, оптимизации регуляторных механизмов, снижению энергетических затрат и повышению скорости восстановительных процессов при субмаксимальной физической нагрузке, что свидетельствует об оптимизации функционального состояния и увеличении толерантности к физической нагрузке организма испытуемых с разным типом вегетативной регуляции.

Изменение синхронизации ритмических процессов в КРС испытуемых разных групп под воздействием УДИПЧ

Проведение совместной синхронной записи КИГ и ПГ с последующим построением гистограммы длительности дыхательных циклов и графическим ее наложением на спектрограмму СР позволило выявить достоверные различия исходных значений коэффициентов кросс-корреляции между дыхательным и кардиоритмом испытуемых с разным тонусом ВНС. Показано, что у испытуемых-ваготоников зарегистрированы наиболее высокие (на 11,88% выше ($p < 0,001$), чем нормотоников), а у симпатотоников – низкие значения KRS (на 20,97% ниже ($p < 0,001$), чем у испытуемых со средними значениями S_i).

Известно [2], что KRS отражает отношения между частотой дыхания и HF-компонентом ВСР. При этом избыточная активация симпатoadренальной системы неизбежно связана с нарушением функционального состояния и снижением адаптационных резервов организма испытуемых. Это выражается в снижении общей ВСР и нарушении паттерна дыхания, что приводит к асинхронизации в работе дыхательного и сердечного циклов, что и зарегистрировано в нашем исследовании у испытуемых III-ей группы. Следовательно, исходно низкие значения коэффициента кросс-корреляции у симпатотоников можно объяснить нарушением синхронизации колебательных процессов в КРС. У ваготоников, напротив, зарегистрированы наиболее высокие значения KRS , что является

формальным свидетельством синхронной работы дыхательного центра и ядер *n.vagus* [2, 11].

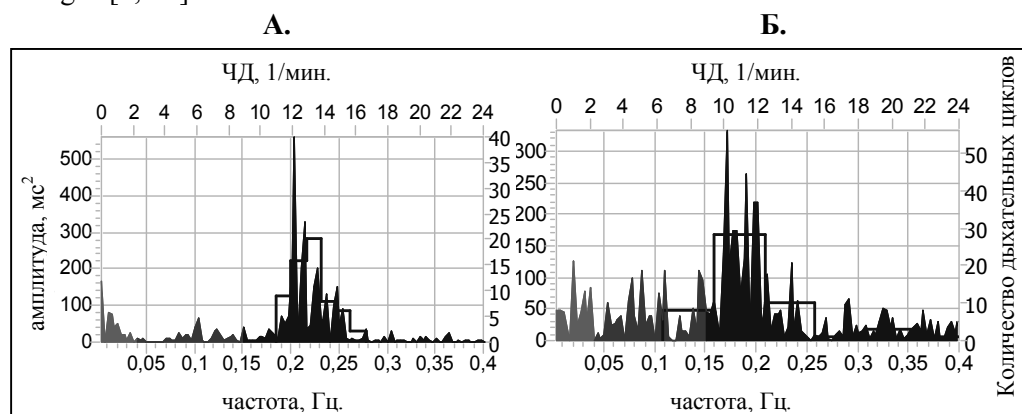


Рис. 5. Нативные спектрограммы кардиосигнала и гистограммы дыхательного ритма у испытуемого З. со средними значениями Si: А – до УДИПЧ, Б – после 10-тидневного курса УДИПЧ.

Поскольку показано, что степень синхронизации кардио-респираторных ритмов неодинакова при разном тоне ВНС – это может быть использовано для оценки устойчивости КРС к действию УДИПЧ. Так, результаты анализа KRS, свидетельствуют о значительном его повышении у испытуемых I-ой и III-ей групп уже со 2-х суток УДИПЧ (на 10-е сутки у испытуемых I-ой группы на 37,74% ($p < 0,001$), а III-ей группы – на 53,43% ($p < 0,001$) от исходных значений).

Следует отметить, что в ходе исследования также были зарегистрированы различия в изменении КРС-синхронизации под влиянием УДИПЧ в зависимости от вегетативного тонуса испытуемых – в большей степени увеличение коэффициента кросс-корреляции сердечного и дыхательного ритмов происходило у испытуемых-симпатотоников, и, наоборот, в меньшей степени – у ваготоников, характеризующихся исходно высокими значениями данного коэффициента.

Заметим, что через семь суток после окончания курса УДИПЧ значения коэффициента кросс-корреляции также достоверно отличались от исходных значений (у испытуемых I-ой группы – 137,81% ($p < 0,001$), II-ой – 108,63%; ($p < 0,05$) и III-ей – 154,03% ($p < 0,001$) от фоновых значений этих показателей в 1-е сутки исследования), что подтверждает полученные данные о выраженном эффекте последствия УДИПЧ.

Следовательно, многократное УДИПЧ приводит к увеличению синхронизации колебательных процессов в КРС испытуемых с различным типом вегетативной регуляции. Это связано с тем, что для работы того или иного колебательного контура управления, которым, в частности, является СВУС, важное значение имеет система обратной связи [4, 5]. При этом характер эфферентного сигнала будет зависеть от характеристик афферентной информации, поступившей в центр управления колебательным контуром. Если предположить, что все ритмические процессы внутри СВУС осуществляются на различных частотах колебаний и с различной силой, а сложный выходной колебательный сигнал системы является

своего рода суммацией всех внутренних процессов, то при совпадении частот колебаний каких-либо двух процессов внутри СВУС следует ожидать эффект резонансного усиления данной частоты на формирование выходного сигнала.

Учитывая особенности чувствительности СВУС и наличие у этой системы собственных низкочастотных (LF) периодических составляющих [12] позволяет использовать резонансный отклик в указанном диапазоне спектра СР в ответ на УД с индивидуально подобранной частотой, которая соответствует локализации максимального пика в низкочастотном диапазоне спектра СР. Эффект резонанса в данном случае обусловлен физическим совпадением частот двух гармонических колебательных процессов: внешнего дыхательного возмущения и собственных колебаний системы [13]. Следовательно, применение УД с частотой, подбираемой индивидуально на основе предварительной записи ВСР, можно расценивать, как введение периодической компоненты во внешний сигнал с целью гармонизации СВУС, а достоверные, позитивные изменения показателей ВСР у испытуемых, зарегистрированные в наших исследованиях, связаны с процессом подстройки эндогенных ритмов под внешний ритм, задаваемый УДИПЧ. При этом увеличение синхронизации сердечных и дыхательных ритмов расценивается как улучшение адаптационных возможностей КРС и организма в целом.

ВЫВОДЫ

1. Управляемое дыхание, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма, является мощным средством управления сердечным ритмом и функциональным состоянием кардиореспираторной системы испытуемых с разным типом вегетативной регуляции, о чем свидетельствует оптимизация показателей variability сердечного ритма, увеличение толерантности сердечно-сосудистой системы к субмаксимальной физической нагрузке и увеличение синхронизации сердечного и дыхательного ритмов.
2. Курсовое воздействие управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой изменяет variability сердечного ритма испытуемых выделенных групп, что связано с усилением барорефлекторных механизмов, повышением активности автономного контура регуляции и активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.
3. Изменения показателей variability сердечного ритма под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой зависят от типа вегетативной регуляции испытуемых: у волонтеров, исходно характеризующихся симпатическим типом вегетативной регуляции изменения изученных показателей происходили в наиболее ранние сроки (после 1-3-го воздействия) и были выражены в большей степени (к 10-м суткам значения показателя RMSSD составляли 110,43%; pNN50 – 336,96%, Si – 42,88%, TP – 182,91%, LF – 144,99%, HF – 182,91%; $p < 0,05$); у испытуемых-нормотоников достоверные изменения изученных показателей в основном регистрировали, начиная с 5-6-х суток воздействия (к 10-м суткам RMSSD – 129,83%; pNN50 – 171,16%, Si – 69,33%, TP – 182,34%, LF – 244,99%, HF – 282,91%; $p < 0,05$); у

- испытуемых с парасимпатическим типом вегетативной регуляции достоверных изменений изученных показателей практически не наблюдалось.
4. Курсовое воздействие управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой приводит к уменьшению исходных межгрупповых различий у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции и приближению значений показателей ВСР у нормо- и симпатотоников к наиболее оптимальному в функциональном отношении ваготоническому типу, что указывает на гомеостатическое действие этого фактора.
 5. Изменения показателей variability сердечного ритма испытуемых разных групп зависят от продолжительности курса управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой: достоверные изменения изучаемых параметров зарегистрированы уже после первых сеансов, а максимальные эффекты – после 9-10-тикратного воздействия; на протяжении последующих 7-ми суток после окончания курса управляемого дыхания показатели variability сердечного ритма достоверно отличались от исходных, что указывает на выраженное последствие данного фактора.
 6. Превентивное воздействие управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой приводит к повышению скорости восстановительных процессов, увеличению вагусных воздействий и оптимизации барорефлекторной регуляции, большей активации вегетативного контура регуляции сердечного ритма после субмаксимальной физической нагрузки, что свидетельствует об оптимизации функционального состояния, увеличении адаптивных возможностей организма и увеличении толерантности к физической нагрузке организма испытуемых, однако в большей степени восстановление изученных показателей variability сердечного ритма происходило у испытуемых, характеризующихся симпатическим типом вегетативной регуляции.
 7. Многократное воздействие управляемого дыхания, частота которого соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма, приводит к увеличению синхронизации колебательных процессов в кардиореспираторной системе испытуемых, однако степень синхронизации сердечного и дыхательного ритмов зависит от типа вегетативной регуляции испытуемых: в большей степени увеличение коэффициента кросс-корреляции (на 54,03%; $p < 0,05$) произошло у испытуемых-симпатотоников с исходно низкими значениями этого показателя ($11,3 \pm 1,2$), а в меньшей степени (на 7,83%; $p > 0,05$) – у ваготоников, характеризующихся исходно высокими значениями данного коэффициента ($16,0 \pm 1,3$).

Список литературы

1. Variability of heart rate : standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Working Group of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Journal of Intensive Care Medicine*. – 1999. – № 11. – С. 53–78.
2. Михайлов В.М. Variability of heart rate: experience of practical application / Михайлов В.М. – Иваново: Гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
3. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 236 с.

4. Динамика мощности низко- и высокочастотного диапазонов спектра variability сердечного ритма у больных ишемической болезнью сердца с различной тяжестью коронарного атеросклероза в ходе нагрузочных проб / А.Р. Киселев, В.И. Гриднев, О.М. Посненкова [и др.] // Физиология человека. – Т. 34, №3. – 2008. – С. 57–64.
5. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа variability сердечного ритма / А.Р. Киселев, В.Ф. Киричук, В.И. Гриднев [и др.] // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 37–43.
6. Akselrod S. Components of heart rate variability: Heart rate variability / S.Akselrod // – N.Y. : Armonk., 1995. – P. 146–164.
7. Chess G.F. Influence of cardiac neural inputs on rhythmic variations of heart period in cat / G.F. Chess, R.M. Tam, F.R. Carlaresu // Am. J. Physiol. – 1975. – Vol. 228, No 3. – P. 775–780.
8. Richter D.W. Cardiorespiratory control: Central regulation of autonomic functions / D.W. Richter, K.M. Spyer // – N.Y.: Oxford Univ. Press, 1990. – P. 189–207.
9. Плеханов Г.Ф. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения / Г.Ф. Плеханов, Н.В. Васильев, Т.И. Козлова // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83–86.
10. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям variability сердечного ритма / Н.А. Агаджанян, Т.Е. Батоцыренова, Ю.Н. Семенов [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2006. – №1. – С. 2–4.
11. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса / К.В. Судаков, О.П. Тараканов, Е.А. Юматов // Физиология человека. – 1995. – Т. 21, № 3. – С. 87–95.
12. Malpas S.C. Resonance in renal vasculature evoked by activation of the sympathet-ic nerves / S.C. Malpas, T.A. Nore, M. Navakatikyan // Am. J. Physiol. – 1999. – V. 276, №45. – P. 1311.
13. Кутерман Э.М. Ритм сердца при пробе 6 дыханий в минуту / Э.М. Кутерман, Н.Б. Хаспекова // Физиология человека. – 1992. – Т. 18, № 4. – С. 52.

Бірюкова О.О. Вариабельність серцевого ритму у випробовуваних з різним типом вегетативної регуляції під впливом керованого дихання з індивідуально підбраною частотою (Частина II) / О.О. Бірюкова, О.М. Чуян // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62), № 4. – С. 34–44.

Стаття присвячена комплексному дослідженню variability серцевого ритму (ВСР) випробовуваних з різним типом вегетативної регуляції під впливом керованого дихання (КД) з індивідуально підбраною частотою. В результаті проведеного дослідження було встановлено, що, КД, частота якого відповідає частоті максимального піку потужності в низькочастотному діапазоні спектру серцевого ритму, є потужним засобом управління серцевим ритмом і функціональним станом кардіореспіраторної системи випробовуваних з різним типом вегетативної регуляції, про що свідчить оптимізація показників ВСР, збільшення толерантності серцево-судинної системи до субмаксимального фізичного навантаження і збільшення синхронізації серцевого і дихального ритмів.

Ключові слова: кероване дихання, variability серцевого ритму, система вегетативного керування ритмом серця.

Birjukova E.A. Heart rate variability in subjects with different types vegetative regulation under the influence of controlled respiration with individually selected frequency (Part II) / E.A. Birjukova, E.N. Chujan // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – Vol. 23 (62), No 4. – P. 34–44.

The article presents a complex study of heart rate variability (HRV) in subjects with different types of vegetative regulation under the influence of controlled breathing (CB) with individually selected frequency. The study found that that the CB, the frequency of which corresponds to the maximum peak power at low frequencies, the spectrum of cardiac rhythm is a powerful way to control heart rhythm, and functional status (FS), cardio-respiratory system of subjects with different types of autonomic regulation, as evidenced by optimization of HRV, increased tolerance of the cardiovascular system to submaximal exercise and increase the synchronization of cardiac and respiratory rhythms.

Keywords: controlled breathing, heart rate variability, heart rate vegetative management system.

Поступила в редакцію 29.11.2010 г.