

УДК 612.-014

УПРАВЛЯЕМОЕ ДЫХАНИЕ С ИНДИВИДУАЛЬНО ПОДОБРАННОЙ ЧАСТОТОЙ ИЗМЕНЯЕТ ВРЕМЕННУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ИНФРАДИАННОМ ДИАПАЗОНЕ

Чуян Е. Н., Миронюк И. С., Бирюкова Е. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: irina-mironjuk@rambler.ru*

Исследовано влияние управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (УДИПЧ) на инфрадианную ритмику сердечного ритма 20-ти условно здоровых студентов-волонтеров женского пола в возрасте 19–22 лет в течение 50-ти суток исследования. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что 50-тидневное воздействие УДИПЧ способно изменять временную организацию сердечного ритма в инфрадианном диапазоне, что может являться одним из механизмов физиологического действия УДИПЧ.

Ключевые слова: управляемое дыхание с индивидуально подобранной частотой, вариабельность сердечного ритма, инфрадианная ритмика.

ВВЕДЕНИЕ

Особый интерес в последние годы вызывает исследование синхронизации биологических ритмов в живых организмах, жизнедеятельность которых обусловлена взаимодействием большого числа сложных ритмических процессов [1–3]. Ярким примером такого взаимодействия между различными физиологическими ритмами является функционирование сердечно-сосудистой системы (ССС) человека. Наиболее значимыми колебательными процессами, определяющими ее динамику, являются основной сердечный ритм (СР), а также процессы медленной регуляции СР и кровяного давления с собственной частотой вблизи 0,1 Гц [1]. В настоящее время накоплено большое количество экспериментальных данных о влиянии ритмических характеристик дыхания на СР и центральную гемодинамику. Однако большинство физиологических колебаний не являются строго периодическими, обычно ритмы нерегулярно изменяются с течением времени под действием внешних факторов [1]. Ранее в наших исследованиях [4; 5] была показана возможность модулирования вариабельности сердечного ритма (ВСР) испытуемых с помощью метода управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (УДИПЧ), которая соответствует частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном диапазоне спектра сердечного ритма. Доказано, что УДИПЧ является мощным механизмом управления СР и влияет на функциональное состояние кардиореспираторной системы [5; 6] человека, однако возможность применения УДИПЧ для изменения временной организации сердечного ритма в

инфранианном диапазоне до сих пор не изучена, что и явилось **целью** настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 33 студента женского пола в возрасте 18–22 лет, условно здоровых, не имеющих хронических заболеваний. Все испытуемые дали добровольное согласие на участие в исследовании на основе полной информированности о методе и ходе проведения процедуры. В качестве метода оценки влияния УДИПЧ на организм человека был использован математический анализ ВСР (в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского Кардиологического Общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии [7]). Исследование ВСР проводили ежедневно на протяжении 50-ти суток путем регистрации ЭКГ сигнала в первом стандартном отведении в положении испытуемого сидя при спокойном дыхании в течение 3–5 минут с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Омега-М» (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург).

Предыдущие исследования [4; 5] показали целесообразность разделения всех испытуемых на группы в соответствии со значениями показателя индекса напряженности или стресс-индекса (СИ) [8], который, согласно классификации Р. М. Баевского, отражает активность вегетативной нервной системы. Предварительная запись ВСР выявила индивидуально-типологические отличия у испытуемых, поэтому для исследования были отобраны 20 волонтеров-нормотоников ($50 \leq СИ \leq 200$ усл. ед.). Такой отбор позволил сформировать однородную группу испытуемых, поскольку, как показано в наших предыдущих исследованиях [4; 5], у волонтеров с такими значениями стресс-индекса развивается наиболее типичная реакция на УДИПЧ. Отобранные испытуемые были разделены на две группы: контрольную (n=10) и экспериментальную (n=10).

У испытуемых контрольной группы запись кардиоинтервалограммы (КИГ) проводили на фоне спонтанного дыхания, а испытуемые экспериментальной группы после ежедневной предварительной регистрации КИГ с помощью ПАК «Омега-М» подвергались действию УДИПЧ, частота которого рассчитывалась индивидуально и соответствовала частоте локализации максимального пика мощности в низкочастотном (LF) диапазоне СР. Подробное описание методики проведения сеанса УДИПЧ представлено в наших предыдущих работах [4; 5].

Критерием эффективности используемого метода УДИПЧ являлось достоверное изменение показателей ВСР у испытуемых экспериментальной группы относительно фоновой записи и записи, зарегистрированной у испытуемых контрольной группы. У испытуемых выделенных групп оценку КИГ проводили с помощью основных методов анализа ВСР [8]: вариационной пульсометрии по Р. М. Баевскому и спектрального анализа СР.

Анализировали следующие показатели методов ВСР:

- индекс напряженности регуляторных систем или стресс-индекс (ИН, Si);
- суммарную мощность спектра (TP) – 0 до 0.4 Гц;
- мощность спектра СР в высокочастотном диапазоне (HF) -0.15 до 0.4 Гц;

- мощность спектра СР в низкочастотном диапазоне (LF) -0.04 до 0.15 Гц [5, 9].

Продолжительность периодов и амплитудно-фазовые характеристики ритмики исследуемых показателей в инфранианном диапазоне рассчитывались с помощью косинор-анализа [10], который является удобным инструментом для обработки данных временных рядов физиологических процессов.

Анализ и графическое представление полученных данных проводили с использованием программных пакетов «Омега-М», Cosinor-Analysis2.4, Excel 2000/XP, CosinorEllipse 2006, «Статистика - 8.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты 50-дневного исследования показателей ВСР у испытуемых выделенных групп показали наличие ритмической составляющей в их динамике. С помощью косинор-анализа выявлен определенный набор инфраниантных ритмов для всех изученных показателей ВСР, включающий в себя периоды следующей продолжительности: $\approx 3,00$; $\approx 5,00$; $\approx 7,00$; $\approx 12,00$ суток.

Полученные нами данные подтверждают литературные [11–13]. Известно, что инфраниантная периодика, включающая ритмы такой же или близкой продолжительности, обнаружена в различных биологических процессах, например, в активности ССС, системы крови, вегетативного тонуса и метаболических процессов. Важно подчеркнуть, что близкие периоды в инфранианном диапазоне обнаруживаются и в вариациях геофизических параметров [14]. Такое совпадение может служить дополнительным подтверждением мнения о том, что переменные магнитные поля естественного происхождения могут использоваться организмами как датчики времени в широком диапазоне периодов.

Инфраниантная ритмика показателей variability сердечного ритма (ВСР) у испытуемых контрольной группы.

При анализе выделенных ритмов $\approx 3,00$; $\approx 5,00$; $\approx 7,00$; $\approx 12,00$ суток обнаружено, что спектральные показатели ВСР испытуемых контрольной группы колебались с амплитудами от 14,1 до 185,1 усл. ед., а стресс-индекс – с амплитудой от 1,5 до 9,2 усл. ед. (рис. 1). Следует отметить, что в инфраниантной ритмике стресс-индекса у испытуемых этой группы доминирующим ритмом, то есть ритмом с наибольшей амплитудой, является ритм $\approx 5,00$ суток, а для всех спектральных показателей (TP, HF, LF) – ритм $\approx 7,00$ суток (рис. 1).

Метод косинор-анализа позволил выявить во всех выделенных периодах фазовые соотношения между спектральными показателями ВСР и стресс-индексом, характеризующиеся определённой разностью фаз между этими показателями (рис. 2).

Изменение инфраниантной ритмики показателей variability сердечного ритма у испытуемых экспериментальной группы под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой.

У испытуемых экспериментальной группы выявлен набор инфраниантных ритмов той же продолжительности, что и у испытуемых контрольной группы для всех изученных показателей ВСР. Однако их спектры мощности существенно отличались от таковых у испытуемых контрольной группы (см. рис. 1). Так, под влиянием УДИПЧ изменились доминирующие ритмы ВСР по сравнению с

такowymi контрольной группы: для показателя стресс-индекса доминирующим стал ритм $\approx 12,00$ суток, для показателя TP $\approx 5,00$ суток, для остальных спектральных показателей остался неизменным.

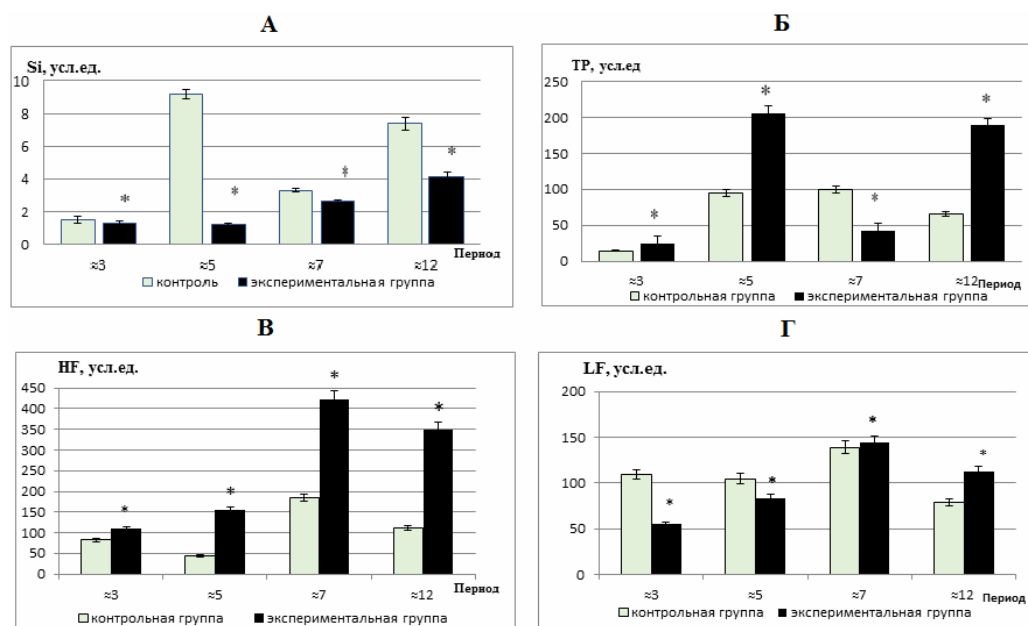


Рис. 1. Амплитуды периодов показателей Si (А), TP (Б), HF (В) и LF (Г) сердечного ритма у испытуемых при спонтанном дыхании (контрольная группа) и под воздействием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (экспериментальная группа) в различные периоды.

Примечания: * – достоверность различий $p < 0,05$ по критерию Стьюдента относительно значений показателя контрольной группы испытуемых.

При анализе амплитуды стресс-индекса в выделенных периодах зарегистрировано снижение значений данного показателя относительно значений амплитуд этого показателя в контрольной группе. Так, минимальное снижение амплитуды стресс-индекса зарегистрировано в периоде $\approx 12,00$ суток, при этом амплитуда ритма составила всего 56 % ($p < 0,05$) относительно значений в контроле, а максимальное снижение значения этого показателя наблюдалось в периоде $\approx 5,00$ суток, составив 13 % ($p < 0,05$) от значений в контроле (см. рис. 1).

Кроме этого, нами зарегистрированы разнонаправленные изменения амплитудных значений спектральных показателей ВСР относительно значений данных показателей в контроле.

Следует отметить, что в большей мере происходил рост амплитудных значений HF компоненты спектра СР под влиянием управляемого дыхания. По-видимому, это объясняется тем, что высокочастотные колебания в ВСР связаны с актом дыхания. Доказательством дыхательной природы HF компоненты СР служит совпадение

частоты дыхания с частотой высокочастотного пика спектрограммы. Так, в периодах $\approx 7,00$ и $\approx 12,00$ суток зарегистрировано максимальное увеличение амплитуд HF на 43 % и 31 % ($p < 0,05$) соответственно, а в периодах $\approx 3,00$ и $\approx 5,00$ суток – минимальный прирост на 24 % и 28 % ($p < 0,05$) относительно значений показателя в контроле (см. рис. 1).

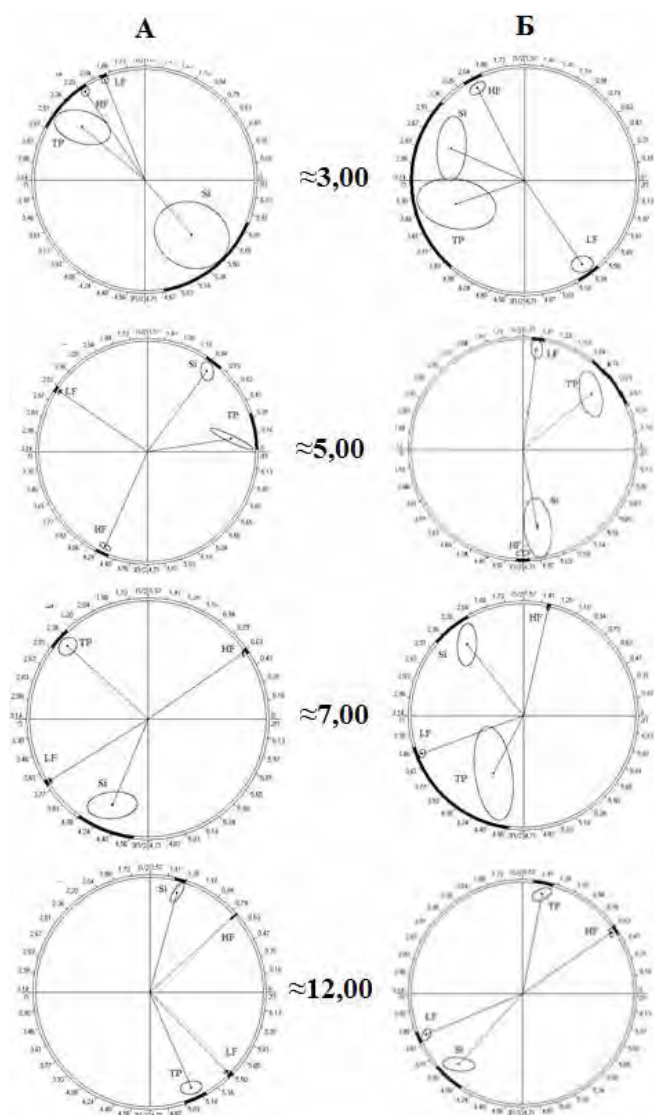


Рис. 2. Косинорограммы соотношения фаз инфрадианной ритмики показателей сердечного ритма у испытуемых при спонтанном дыхании (А) и под воздействием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой (Б) в периодах $\approx 3,00$; $\approx 5,00$; $\approx 7,00$; $\approx 12,00$ суток.

Наряду с изменением мощности HF компоненты спектра CP произошло изменение общей мощности спектра. Так, в периодах $\approx 5,00$ и $\approx 12,00$ суток наблюдалось увеличение амплитуд TP на 57 % и 49 % соответственно ($p < 0,05$) и снижение амплитуды данного показателя в периоде $\approx 7,00$ суток на 42 % ($p < 0,05$). Следует отметить, что для LF компоненты CP выявлены разнонаправленные изменения амплитуды ритма в разных периодах: в периодах $\approx 7,00$ и $\approx 12,00$ суток зарегистрировано увеличение амплитуд и снижение этого показателя в периодах $\approx 3,00$, $\approx 5,00$ суток соответственно (см. рис. 1).

Отметим, что наряду с изменением амплитуд изученных показателей нами зарегистрированы существенные сдвиги фазовых составляющих во всех выделенных ритмах ВСР у волонтеров экспериментальной группы под влиянием 50-дневного курса управляемого дыхания по сравнению с таковыми в контроле. Так, максимальный сдвиг фазы стресс-индекса зарегистрирован в периоде $\approx 5,00$ суток на 3,9 радиан ($p < 0,001$), а минимальный в периоде $\approx 12,00$ суток на 2,6 радиан ($p < 0,01$) относительно значений контрольной группы испытуемых (рис. 3).

При анализе фаз спектральных показателей CP максимальный фазовый сдвиг для показателя TP на 3,8 радиан ($p < 0,001$) был отмечен в периоде $\approx 12,00$ суток, а минимальный – в периоде $\approx 7,00$ суток на 1,8 радиан ($p < 0,05$) относительно значений контрольной группы (рис. 3). В остальных периодах фазовые изменения данного показателя относительно значений в контроле оказались недостоверными.

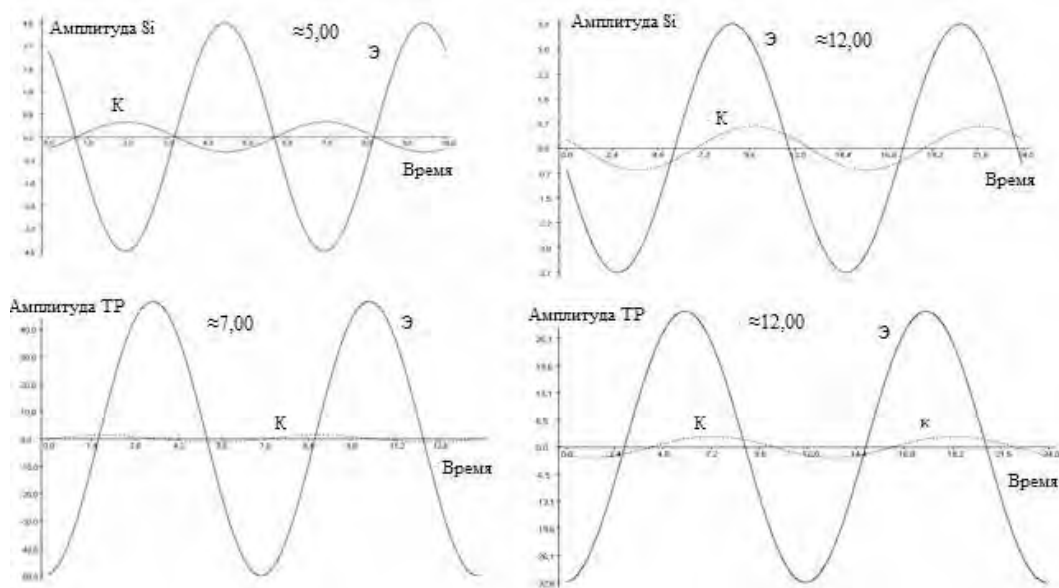


Рис. 3. Фазовые соотношения инфранианной ритмики показателя стресс-индекса и общей мощности спектра (TP) у испытуемых контрольной (К) и экспериментальной (Э) групп в различные периоды.

Для показателя HF достоверный сдвиг фазы на 0,7 радиан зарегистрирован только в периоде $\approx 7,00$ ($p < 0,05$) относительно значений контрольной группы; для LF в периоде $\approx 3,00$ суток максимальный сдвиг на 3,4 радиан ($p < 0,001$), а минимальный – в периоде $\approx 5,00$ суток на 1,1 радиан ($p < 0,05$) относительно значений контрольной группы.

Таким образом, максимальный фазовый сдвиг зарегистрирован для показателя стресс-индекса в периоде $\approx 5,00$ суток, а минимальный в периоде $\approx 7,00$ суток для мощности спектра CP в высокочастотном диапазоне HF относительно значений контрольной группы.

Следует отметить, что нами зарегистрированы и изменения фазовых взаимоотношений исследуемых показателей во всех периодах по сравнению с косинорограммами контрольной группы испытуемых (см. рис. 2).

Таким образом, УДИПЧ оказывает существенное влияние на инфрадианную ритмику исследованных показателей ВСР, выражающееся в значительном изменении амплитуд изученных ритмов и достоверных сдвигах фаз во всех выделенных периодах относительно значений контрольной группы. Возможно, это связано с тем, что применение УД с частотой, подбираемой индивидуально на основе предварительной записи ВСР, можно расценивать как введение периодической компоненты во внешний сигнал с целью гармонизации системы вегетативного управления сердцем, а достоверные изменения показателей функционального состояния кардиореспираторной системы у испытуемых, зарегистрированные в настоящем исследовании, связаны с процессом подстройки эндогенных ритмов под внешний ритм, задаваемый УДИПЧ.

Согласно современным представлениям, в здоровом организме поддерживается строгая, но не жесткая согласованность различных процессов – составляющих гомеостаза [14; 15]. Для синхронизации эндогенных ритмов достаточно очень слабого сигнала, каким и является УДИПЧ, при этом происходит «затягивание» или «захват» близкой частоты [16; 17], что согласуется с концепцией «биологического действия микродоз» различных физических и химических агентов [18]. Данные факты свидетельствуют о возможности использования УДИПЧ в качестве внешнего синхронизатора биологических ритмов.

Таким образом, многократное ежедневное воздействие УДИПЧ способно изменять временную организацию сердечного ритма организма испытуемых в инфрадианном диапазоне. Полученные результаты значительно расширяют представления об инфрадианной ритмике физиологических систем, о биологической активности управляемого дыхания, уточняют некоторые механизмы физиологического действия слабых раздражителей на показатели ССС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Пятидесятидневное управляемое дыхание с индивидуально подобранной частотой изменяет временную организацию сердечного ритма условно здоровых испытуемых в инфрадианном диапазоне.
2. Выявлен определенный набор инфрадиантных ритмов для всех изученных показателей ВСР, включающий в себя периоды следующей

- продолжительности: $\approx 3,00$; $\approx 5,00$; $\approx 7,00$; $\approx 12,00$ суток.
3. Под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой зарегистрировано снижение амплитуды стресс-индекса и увеличение амплитуды высокочастотной компоненты спектра СР (HF) во всех выделенных периодах относительно значений данных показателей в контроле. Для общей мощности спектра (TP) и амплитуды низкочастотной компоненты спектра СР (LF) зарегистрированы разнонаправленные изменения амплитудных значений спектральных показателей ВСР в выделенных периодах.
 4. Под влиянием управляемого дыхания с индивидуально подобранной частотой зарегистрированы существенные сдвиги фазовых составляющих во всех выделенных ритмах по сравнению с таковыми в контроле.

Работа выполнена на оборудовании КП ФГАОУ ВО КФУ им. В. И. Вернадского» «Экспериментальная физиология и биофизика».

Выполнено при поддержке Программы развития ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» на 2015–2024 годы в рамках реализации академической мобильности по проекту «Сеть академической мобильности “Академическая мобильность молодых ученых России – АММУР”» в ФГБНУ “Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П. К. Анохина”».

Выполнено при поддержке внутривузовского гранта «Системные механизмы изменения функционального состояния волонтеров под влиянием биоуправления по опорной реакции».

Список литературы

1. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology / L. Glass // Nature. – 2001. – V. 410. – P. 277.
2. Glass L. From clocks to chaos: the rhythms of life. / L. Glass, M. C. Mackey. – Princeton: Princeton University Press, 1988. – P. 214.
3. Mosekilde E. Chaotic synchronization, applications to living systems. / E. Mosekilde, Yu. Maistrenko, D. Postnov – Singapore: World Scientific, 2002. – P. 42.
4. Чернух А. М. Задачи и перспективы развития исследований по хронопатологии и хрономедицине / А. М. Чернух // Хронобиология и хронопатология. Тез. докл. на Всесоюз. конф. – М.– 1981. – С. 1–3.
5. Чуян Е. Н. Особенности системы вегетативного управления сердцем у испытуемых с различным типом вегетативной регуляции / Е. Н. Чуян, Е. А. Бирюкова, М. Ю. Раваева, И. Р. Никифоров. // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. – 2009. – Том 22 (61), № 1. – С. 113–133.
6. Бреус Т. К. Хроноструктура ритмов сердца и факторы внешней среды / Т. К. Бреус, С. М. Чибисов, Р. М. Баевский, К. В. Шебзухов – М. – 2002. – 232 с.
7. Кучук Т. П. Инфраничные ритмы показателей функционального состояния спортсменов-юношей / Т. П. Кучук, Ю. В. Корягина // Современные проблемы науки и образования. – 2006. – № 6 – С. 88–88.
8. Баевский Р. М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кирилов – М.: Наука, 1984. – 220 с.
9. Чуян Е. Н. Управление дыханием модифицирует связь вариабельности сердечного ритма волонтеров с вариациями гелиогеомагнитных факторов / Е. Н. Чуян, И. С. Миронюк, Е. А. Бирюкова и др. // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. –2015. – 14(6). – С. 35–41
10. Владимирский Б. М. Космос и биологические ритмы. / Б. М. Владимирский, В. Г. Сидякин, Н. А. Темуриянц, В. Б. Макеев, В. П. Самохвалов. – Симферополь, 1995. – 206 с.

11. Нейман Д. Приливные и лунные ритмы / Д. Нейман // Биологические ритмы. – Т. 2. – М., 1984. – С. 5–43.
12. Темурьянц Н. А. Инфрадианная ритмика функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс с различными конституционными особенностями / Н. А. Темурьянц, Е. Н. Чуян, А. В. Шехоткин // Биофизика, 1995. – Т. 40, № 5. – С. 1121–1125.
13. Темурьянц Н. А. Изменение инфрадианной ритмики дегидрогеназ лимфоцитов крови крыс при эпифизиэктомии и действии слабых переменных магнитных полей / Н. А. Темурьянц, А. В. Шехоткин // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1995. – Т. 29, № 3. – С. 39–43.
14. Путилов А. А. Системообразующая функция синхронизации в живой природе / А. А. Путилов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 144 с.
15. Арушанян Э. Б. Хронофармакология. / Э. Б. Арушанян – Ставрополь. – 2000. – 424 с.
16. Агулова Л. П. Корреляция макроскопических флуктуаций в биологических и физико-химических процессах с космофизическими факторами / Л. П. Агулова, Н. В. Удальцова, С. Э. Шноль // Электромагнитные поля в биосфере. – М.: Наука, 1984. – Т. 1. – С. 220–224.
17. Бурлакова Е. Б. Воздействие химических агентов в сверхмалых дозах на биологические объекты / Е. Б. Бурлакова, А. А. Конрадов, И. В. Худяков – Изв. АН СССР, 1990. – № 2. – С. 184–193.
18. Деклараційний патент України №38559, МПК 51 А 61N2/00/ на корисну модель «Спосіб корекції функціонального стану організму людини» / О. М. Чуян, О. А. Бірюкова, М. Ю. Раваєва // Опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1.

**CONTROLLED BREATHING WITH INDIVIDUALLY SELECTED
FREQUENCY CHANGES TIME ORGANIZATION OF HEART RHYTHM IN
THE INFRADIAN RANGE**

Chuyan E. N., Mironyuk I. S., Biryukova E. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: irina-mironjuk@rambler.ru*

The effect of controlled breathing with an individually selected frequency (CBISF) on the infradian rhythm of the heart rhythm of 20 healthy female volunteers aged 19–22 was studied during a 50-day study. The results of the study indicate that a 50-day action of the CBISF can change the temporal organization of the heart rate in the infradian range, which can be one of the mechanisms of the physiological effect of the CBISF.

Controlled breathing with individually selected frequency has a significant influence on the infra-rhythmic rhythm of the studied parameters of heart rate variability, expressed in a significant change in the amplitudes of the studied rhythms and reliable phase shifts in all the isolated periods relative to the values of the control group. Perhaps this is due to the fact that the use of controlled respiration with a frequency selected individually based on preliminary recording of heart rate variability can be regarded as the introduction of a periodic component into an external signal in order to harmonize the system of vegetative management of the heart, and significant changes in the functional parameters of the cardiorespiratory system in Subjects registered in this study are related to the process of adjusting endogenous rhythms to an external rhythm given by controlled breathing with an individually selected frequency.

Thus, the repeated daily exposure to controlled respiration with an individually selected frequency can change the temporal organization of the heart rhythm of the body of the subjects in the infradian range. The results greatly expand the understanding of the infra-rhythmic rhythm of physiological systems, the biological activity of controlled respiration, clarify some mechanisms of the physiological effect of weak stimuli on the cardiovascular system.

Keywords: controlled breathing with individually selected frequency, heart rate variability, infradian rhythm.

References

1. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology. *Nature*, **410**, 277 (2001).
2. Glass L., Mackey M. C. *From clocks to chaos: the rhythms of life*, 214 (Princeton: Princeton University Press, 1988).
3. Mosekilde E., Maistrenko M. Yu., Postnov D. *Chaotic synchronization, applications to living systems*, 42 (E–Singapore: World Scientific, 2002).
4. Chernuh A. M. *Zadachi i perspektivy razvitiya issledovaniy po hronopatologii i hronomedicine*. Hronobiologiya i hronopatologiya. Tez. dokl. na Vsesoyuz. konf., 3 (M., 1981).
5. Chuyan E. N., Biryukova E. A., Ravaeva M. Y. [et al.] Osobennosti sistemy vegetativnogo upravleniya serdcem u ispytuemykh s razlichnym tipom vegetativnoj regulyacii. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nac. un-ta im. V. I. Vernadskogo*, **22 (61)**, 1, 133 (2009).
6. Breus T. K., Chibisov S. M., Baevskij R. M. [et al.] *Hronostruktura ritmov serdca i faktory vneshnej sredy*, 232 (M., 2002).
7. Kuchuk T. P., Koryagina Y. V. Infradiannye ritmy pokazatelej funkcional'nogo sostoyaniya sportsmenov-yunoshej. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, **6**, 88 (2006).
8. Baevskij R. M. *Matematicheskij analiz serdechnogo ritma pri stresse O. I. Kirilov*, 220 (M.: Nauka, 1984).
9. Chuyan E. N., Mironyuk I. S., Biryukova E. A. [et al.] Upravlenie dyhaniem modificiruet svyaz' variabel'nosti serdechnogo ritma volonterov s variaciyami geliogeomagnitnyh faktorov. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitaciya*, **14 (6)**, 35 (2015).
10. Vladimirkij B. M., Sidyakin V. G., Temur'yanc N. A. [et al.] *Kosmos i biologicheskie ritmy*, 206 (Simferopol', 1995).
11. Nejman D. Prilivnye i lunnye ritmy. *Biologicheskie ritmy*, **2**, 43 (M., 1984).
12. Temur'yanc N. A., Chuyan E. N., Shekhotkin A. V. Infradiannayarimika funkcional'nogo sostoyaniya nejtrofilov i limfocitov krovi krysa s razlichnymi konstitucionnymi osobennostyami. *Biofizika*, **40 (5)**, 1125 (1995).
13. Temur'yanc N. A., Shekhotkin A. V. Izmenenie infradiannoj ritmiki degidrogenaza limfocitov krovi krysa pri ehpfizehtomii i dejstvii slabyh peremennyh magnitnyh polej. *Aviakosmicheskaya i ehkologicheskaya medicina*, **29 (3)**, 43(1995).
14. Putilov A. A. *Sistemoobrazuyushchaya funkciya sinhronizacii v zhivoj prirode*, 144 (Novosibirsk: Nauka, 1987).
15. Arushanyan E. B. *Hronofarmakologiya*, 424 (Stavropol', 2000).
16. Agulova L. P., Udal'cova N. V., Shnol' S. E. Korrelyaciya makroskopicheskikh fluktuacij v biologicheskikh i fiziko-himicheskikh processah s kosmofizicheskimi faktorami, *Ehlektronnaya polya v biosfere*, **1**, 224 (M.: Nauka, 1984).
17. Burlakova E. B., Konradov A. A., Hudyakov I. V. Vozdejstvie himicheskikh agentov v sverhmalyh dozah na biologicheskie obekty, *Izv. AN SSSR*, **2**, 193 (1990).
18. Deklaracijnij patent Ukrainu №38559, MPK 51 A 61N2/00/ na korisnu model' „Sposib korekcii funkcional'nogo stanu organizmu lyudini”/ Chuyan O. M., Biryukova O. A., Ravaeva M. YU. // Opubl. 12.01.2009 Byul. № 1.