

УДК 616.12.-008.318:613.614.2

**ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

Чуян Е.Н., Никифоров И.Р., Бирюкова Е.А., Чуян Е.В.

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

Исследованы изменения показателей variability сердечного ритма (ВСР) у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под действием 10-тикратного электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ). Показано, что у испытуемых с нормотоническим и симпатотоническим типами вегетативной регуляции курсовое воздействие ЭМИ КВЧ приводит к значительному снижению индекса напряженности и увеличению мощности спектральных компонентов сердечного ритма (СР). Кроме того, в результате курсового КВЧ-воздействия происходит эффективная модуляция механизмов регулирующих СР испытуемых, что связано с уменьшением межгрупповых различий и приближением значений изученных показателей у испытуемых с нормо- и симпатотоническим типами регуляции СР к ваготоническому типу вегетативной регуляции.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, электромагнитное излучение крайне высокой частоты, ваготоники, нормотоники, симпатотоники, вегетативная нервная система.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время показано, что variability сердечного ритма (ВСР) является эффективным методом оценки функционального состояния организма человека, который позволяет прогнозировать развитие адаптационных процессов к различным факторам внешней среды [1-4], в том числе к факторам электромагнитной природы. Так, в наших предыдущих исследованиях было показано [5], что под воздействием электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ), у испытуемых с нормотоническим типом вегетативной регуляции происходило значительное изменение ВСР, выраженное в снижении напряженности регуляторных систем организма и повышении активности автономного контура регуляции сердечного ритма (СР).

Однако влияние ЭМИ КВЧ на изменение ВСР у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции остается не изученным.

В связи с этим, целью настоящего исследования является оценка изменения показателей ВСР у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под действием 10-тикратного ЭМИ КВЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 52 условно-здоровых студента-волонтера женского пола в возрасте 18-23 лет.

В качестве методов оценки влияния ЭМИ КВЧ на организм испытуемых были использованы методы спектрального анализа ВСР (HF, LF, VLF, TP; в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии [6]), а также метод вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому [7]. Используемые методы подробно описаны в наших предыдущих исследованиях [9].

Проведение предварительной записи ВСР с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург) позволило выявить типологические отличия ВСР испытуемых, связанные, в частности, со значениями индекса напряженности (ИН). Согласно классификации Р.М. Баевского [7], ИН отражает активность вегетативной нервной системы: испытуемых с низкими значениями ($ИН \leq 50$ усл.ед.) относят к ваготоникам, средними ($50 \leq ИН \leq 200$ усл.ед.) – к нормотоникам и высокими ($ИН \geq 200$ усл.ед.) – к симпатотоникам. В соответствии с этим все испытуемые были разделены на 3 группы: I – с низкими значениями ИН – 23% (n=14), II – со средними значениями ИН – 45% (n=20); и III – с высокими значениями ИН – 32% (n=18).

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось ежедневно, на протяжении 10 дней в утреннее время суток с помощью 7-миканального аппарата «РАМЕД. ЭКСПЕРТ-04» (производство научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепропетровск; регистрационное свидетельство МЗ №783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине). Технические характеристики генератора: длина волны = 7,1 мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности – 0,1 мВт/см². Воздействие осуществлялось в течение 30 минут на области биологически активных точек: GI-15 правого плечевого сустава, на симметричные E-34, RP-6 и GI-4. Выбор этих точек обусловлен их рефлексогенным общеукрепляющим и стимулирующим действием на организм испытуемых [8].

Запись ВСР проводилась в положении лежа, ежедневно в течение 5-ти минут после КВЧ воздействия и через 7 дней после окончания курса ЭМИ КВЧ (17 день эксперимента) для регистрации эффекта последствия.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы «Статистика 6.0» с использованием критериев Манна-Уитни и Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение предварительной записи ВСР позволило выявить типологические различия испытуемых выделенных групп, выраженные в различных значениях как ИН, так и спектральных показателей ВСР. Так, максимальные значения показателей спектрального анализа ВСР и наиболее низкие значения ИН были зарегистрированы у испытуемых I группы (рис. 1-А), что может свидетельствовать о наиболее оптимальном уровне функционального состояния и минимальном напряжении регуляторных систем организма этих испытуемых.

Вместе с тем, у испытуемых III-ей группы были зарегистрированы минимальные значения спектральных показателей (HF – на 71%, $p \leq 0,001$; LF – на 53%, $p \leq 0,01$; и TP – на 67%, $p \leq 0,001$ соответственно меньше значений этих показателей у испытуемых I группы) и наиболее высокие значения ИН (на 628%; $p \leq 0,001$ больше, чем испытуемых I группы), что свидетельствует о значительном снижении функционального состояния и чрезмерном напряжении регуляторных систем организма у этих испытуемых.

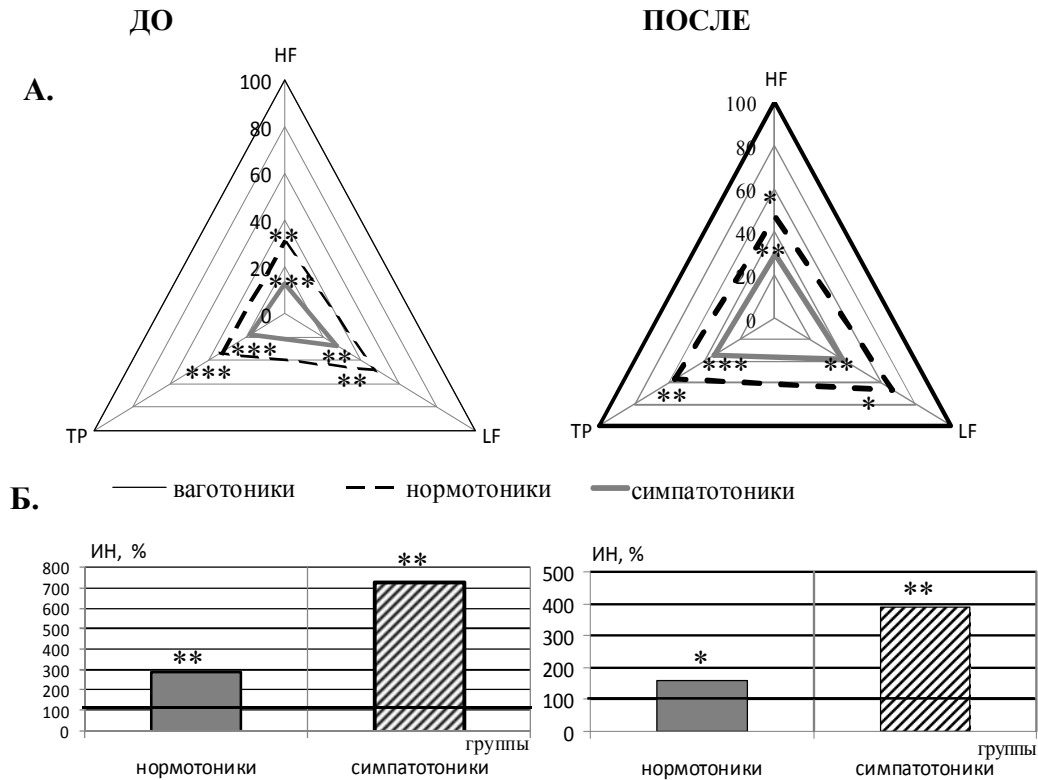


Рис. 1. Значения показателей спектрального анализа СР (А) и ИН (Б) у испытуемых с нормотоническим и симпатотоническим типами вегетативной регуляции в % по отношению к значениям, полученным у испытуемых с ваготоническим типом, принятым за 100%:

Примечание: ДО – значения исследуемых показателей в первые сутки исследования до воздействия ЭМИ КВЧ; ПОСЛЕ – на 10-е сутки исследования после воздействия ЭМИ КВЧ; * – достоверность различий по сравнению со значениями у испытуемых I-группы, по критерию Манна-Уитни: * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Полученные данные согласуются с нашими предыдущими исследованиями [9, 10], которые свидетельствуют о значительных типологических различиях ВСР у волонтеров с различными значениями ИН, выраженных в разном типе как вегетативной, так и нейрогуморальной регуляции системы вегетативного управления сердцем этих испытуемых.

Основываясь на полученных данных, можно предположить наличие у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции разных величине реакций на одно и то же воздействие, в частности, низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ.

В связи с этим, на следующем этапе исследования была проведена оценка изменения показателей ВСР у испытуемых с разным типом вегетативной регуляции под действием 10-тикратного ЭМИ КВЧ. Так, у испытуемых II-ой и III-ей групп к 10-м суткам исследования, курсовое КВЧ-воздействие привело к снижению ИН на 38% и 41% ($p \leq 0,01$) соответственно по отношению к исходным значениям. У испытуемых I-ой группы достоверных изменений ИН не было зарегистрировано (рис. 2-А).

Как известно [11-13], ИН характеризует степень преобладания симпатических влияний над парасимпатическими, а также уровень напряженности регуляторных систем организма. Поэтому снижение значений данного показателя у нормо- и симпатотоников под воздействием курсового ЭМИ КВЧ свидетельствует об увеличении вагусных влияний на СР и снижении уровня напряженности регуляторных систем организма испытуемых.

Полученные результаты подтверждаются и данными спектрального анализа волновых характеристик СР, с помощью которого были зарегистрированы достоверные изменения как показателя суммарной мощности спектра СР (TP), так и ее составляющих – HF и LF, отображающих автономный и сегментарный уровни регуляции СР. Достоверных изменений VLF-компоненты за 17 дней исследования у испытуемых выделенных групп зарегистрировано не было. Так, у испытуемых I-ой группы на 10-е сутки исследования было зарегистрировано увеличение значений HF, LF и TP на 22%, 26% и 20% ($p < 0,05$) соответственно, относительно фоновых значений (рис. 2Б-Г). У испытуемых II-ой группы под воздействием ЭМИ КВЧ также было отмечено увеличение спектральных характеристик СР (HF, LF и TP на 95%, 76% и 101% ($p < 0,01$) соответственно; рис. 2Б-Г). Однако максимальные изменения были зарегистрированы у испытуемых III-ей группы (HF увеличился на 183% ($p < 0,001$), LF – на 178% ($p < 0,01$) и TP – на 124% ($p < 0,001$) относительно исходных значений; рис. 2, Б-Г).

В настоящее время считается установленным, что HF-компонента спектра отражает вагусный контроль СР, тогда как LF-составляющая характеризует состояние симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) [14]. Кроме того, некоторыми авторами показано, что увеличение мощности LF-компоненты СР свидетельствует об улучшении барорефлекторной регуляции гемодинамики [15]. В свою очередь TP отражает суммарную активность вегетативных воздействий на СР. Вагусная активация обычно сопровождается увеличением TP, в то время как при повышении активности симпатического отдела ВНС значения этого показателя снижаются [6].

Следовательно, полученные нами данные об увеличении мощности как отдельных компонент (LF и HF), так и общей мощности спектра СР (TP) у испытуемых под воздействием ЭМИ КВЧ могут свидетельствовать о повышении адаптационного потенциала организма испытуемых посредством увеличения вагусных воздействий и нормализации барорефлекторной регуляции сердечно-сосудистой системы испытуемых.

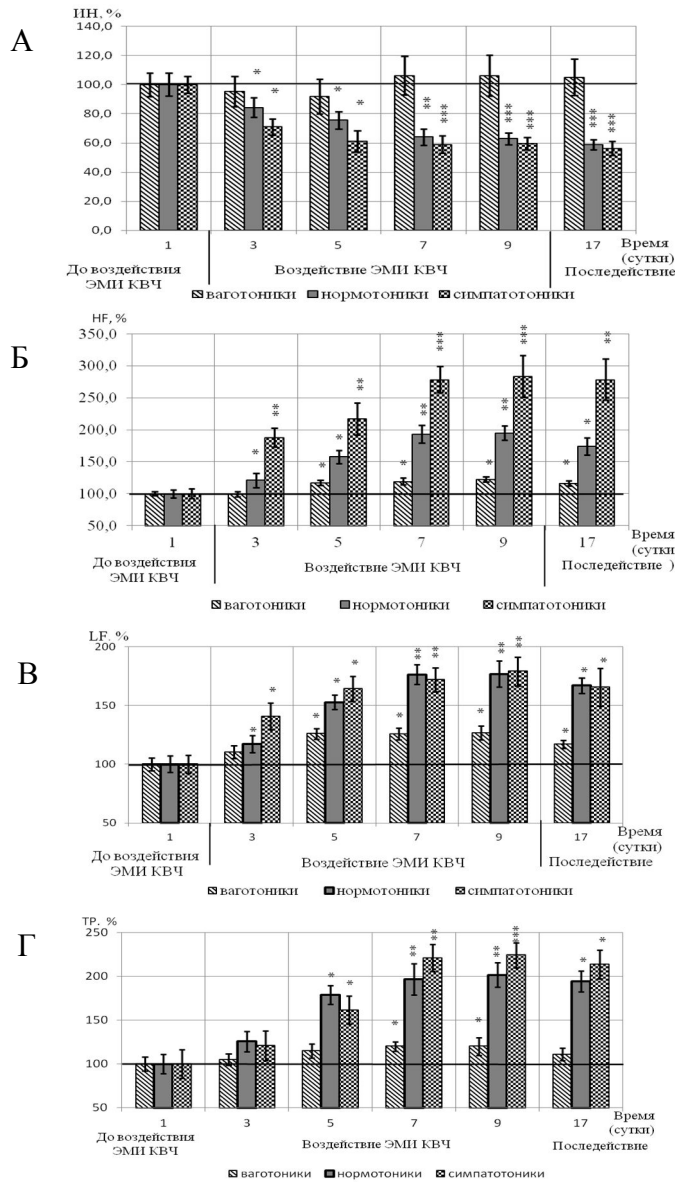


Рис. 2. Изменение значений изученных показателей variability сердечного ритма под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента, по отношению к значениям фоновой записи, принятым за 100%.

Примечание: А – изменение значений ИН, Б – изменение значений HF, В – изменение значений LF, Г – изменение значений TP; * – достоверность различий относительно значений фоновой записи по критерию Вилкоксона: * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Также следует отметить, что у испытуемых всех трех групп была зарегистрирована зависимость изменения изученных показателей ВСР от

продолжительности курса ЭМИ КВЧ. Так, достоверные изменения значений изученных показателей наблюдались после 3-кратного воздействия ЭМИ КВЧ. Следует отметить, что у испытуемых II-ой и III-ей группы к 5-7-м суткам воздействия ЭМИ КВЧ значения ИН выходили на «плато» и дальше не изменялись, в то время как максимальное увеличение спектральных характеристик СР было зарегистрировано к 9-10-м суткам исследования (рис. 2). Кроме того, через семь суток после завершения курса ЭМИ КВЧ биологические ответы на данное воздействие у испытуемых всех трех групп достоверно отличались от исходных значений (рис. 2). Таким образом, существенные изменения ВСР вследствие курсового КВЧ-воздействия сохраняются достаточно длительный период, что согласуется с нашими предыдущими исследованиями [5] и свидетельствует о выраженном последствии курса этого физического фактора.

Особое внимание обращает на себя тот факт, что курсовое КВЧ-воздействие приводит к различным по силе изменениям ВСР у испытуемых выделенных групп. Так, максимальное снижение ИН и увеличение спектральных компонент СР (рис. 2) происходило у испытуемых с симпатотоническим типом вегетативной регуляции, исходно имеющих наибольшие отклонения значений исследуемых показателей от нормы. При этом у испытуемых с ваготоническим типом вегетативной регуляции, характеризующихся наиболее оптимальными показателями ВСР, были зарегистрированы минимальные изменения спектральных показателей СР и отсутствие достоверных изменений ИН. Кроме того, следует отметить значительное уменьшение межгрупповых различий в показателях ВСР (рис. 1 – Б) и приближение их у испытуемых II-ой и III-ей групп к значениям, полученным в I-ой группе испытуемых. Полученные данные, по-видимому, можно объяснить законом «начальных значений» Вильдера-Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню» [16].

Таким образом, в результате курсового КВЧ-воздействия произошла эффективная модуляция механизмов, регулирующих СР испытуемых, что связано с уменьшением межгрупповых различий и приближением значений изученных показателей у испытуемых с нормо- и симпатотоническими типами регуляции СР к наиболее оптимальному в функциональном отношении [4, 13, 17] ваготоническому типу вегетативной регуляции.

Следовательно, многократное ЭМИ КВЧ является эффективным способом изменения не только ВСР испытуемых, но и всего организма в целом, что позволяет рекомендовать этот метод для коррекции функционального состояния организма испытуемых с разным типом вегетативной регуляции.

ВЫВОДЫ

1. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ приводит к достоверному изменению показателей variability сердечного ритма у испытуемых всех трех групп, при этом наибольшие изменения зарегистрированы у испытуемых с симпатотоническим типом вегетативной регуляции, а наименьшие у испытуемых с ваготоническим типом вегетативной регуляции.

2. Под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых II-ой и III-ей групп произошло значительное снижение индекса напряженности (на 38% и 41% соответственно) по отношению к исходным значениям, что свидетельствует об увеличении вагусных влияний на сердечный ритм и уменьшении напряжения регуляторных систем.
3. Достоверное увеличение значений спектральных показателей под влиянием курсового КВЧ-воздействия у испытуемых выделенных группы свидетельствует об увеличении адаптационного потенциала организма испытуемых посредством увеличения вагусных воздействий и нормализации барорефлекторной регуляции сердечно-сосудистой системы испытуемых.
4. 10-тикратное КВЧ-воздействие приводит к нивелированию межгрупповых различий и приближению значений показателей вариационного и спектрального анализа сердечного ритма у испытуемых со средними и высокими значениями индекса напряженности к ваготоническому типу вегетативной регуляции.
5. Изменение показателей variability сердечного ритма испытуемых зависят от длительности курса КВЧ-воздействия: достоверные изменения изучаемых параметров наблюдались уже после 3-х сеансов ЭМИ КВЧ, а максимальные эффекты происходили на 9-10-е сутки.
6. Курсовое КВЧ-воздействие имеет выраженный эффект последствия, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей variability сердечного ритма на протяжении последующих 7-ми дней после окончания курса.

Список литературы

1. Оценка variability ритма сердца и электрофизиологических свойств миокарда у больных с острым коронарным синдромом без элевации сегмента ST: значение для определения ближайшего и отдаленного прогноза / А.Н. Пархоменко, Я.М. Лутай, А.В. Шумаков [и др.] // Укр. кардиол. журн. – 2003. – № 1. – С. 15-23.
2. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа variability сердечного ритма / А.Р. Киселев, В.Ф. Киричук, В.И. Гриднев, О. М. Кожирина О. М. // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 37-43.
3. Сравнительные особенности variability сердечного ритма у студентов, проживающих в различных природно-климатических регионах / Н. А. Агаджанян, Т. Е. Батоцыренова, А. Е. Северин [и др.] // Физиология человека. – 2007. – Т.33, № 6. – С. 66-70.
4. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рек. / Р. М.Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 1-23.
5. Чуян Е.Н. Изменение показателей variability сердечного ритма под влиянием низкоинтенсивного миллиметрового излучения / Е.Н. Чуян, И.Р.Никифоров, М.Ю. Раваева, Е.А. Бирюкова, О.Д. Богданова / – Физика живого, Т. 17, No2, 2009. – 206-213 с.
6. Variability сердечного ритма: Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологич. об-ва и Северо-Американского об-ва стимуляции и электрофизиологии // Вестник Аритмол. – 1999. – №11. 53-78 с.
7. Баевский Р. М. Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма: метод. рек. / Р.М. Баевский, Ж.Ю. Барсукова / Владивосток: ДЦО АН СССР, 1989. – 40с.
8. Мачерет Б. Л. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачерет, И.З. Самосюк / Киев: «Вища школа», 1984. – 304 с.
9. 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 национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), №1. – С.113 - 133.
10. Индивидуальный профиль функционального состояния организма студентов с различным типом вегетативной регуляции / Е.Н. Чуян, Е.А. Бирюкова, М.Ю. Раваева, И.Р. Никифоров // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), №2. – С.152 - 165.
 11. Баевский Р.М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кирилов / . – М.: Наука, 1984. – 220 с.
 12. Баевский Р.М. Классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации / Р. М. Баевский // Вестник РАМН СССР. – 1989. – № 8. – С. 73-78.
 13. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
 14. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практ. применения / В. М. Михайлов. – Иваново: Гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
 15. Richter D. W., Spyer K. M Central regulation of autonomic functions. / Cardiorespiratory control – NY: Oxford Univ. Press, 1990. – 189-207 p.
 16. 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.
 17. Шейх-Заде Ю.Р. Модуляция хронотропного эффекта блуждающего нерва при стимуляции различных симпатических нервов у кошек / Ю.Р. Шейх-Заде, Л.И. Сукач // Физиологический журнал СССР. – 1987. – Т. 73, № 8. – С. 1071-1077.

Чуян О.М. Особливості варіабельності серцевого ритму у випробовуваних з різним типом вегетативного регулювання під впливом низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти / О.М. Чуян, І.Р. Нікіфоров, О.О. Бірюкова, Є.В. Чуян // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 363-370.

Досліджували зміни показників варіабельності серцевого ритму (BCP) у випробовуваних з різним типом вегетативної регуляції під дією 10-тикратного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) надвисокої частоти (НВЧ). Показано, що у випробовуваних з нормо тонічним і симпатотонічним типом вегетативної регуляції курсовий вплив ЕМІ НВЧ веде до значного зниження індексу напруги і збільшенню потужності спектральних компонентів серцевого ритму (СР).

Крім того, в результаті курсового НВЧ-впливу відбувається ефективна модуляція механізмів, регулюючих СР випробовуваних, що пов'язано зі зменшенням міжгрупових відмінностей і наближенням значень вивчених показників у випробовуваних з нормо-і симпатотонічним типами регуляції СР до ваготонічного типу вегетативної регуляції, і вказує на гомеостатичну дію ЕМВ НВЧ.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, електромагнітне випромінювання надто високої частоти, ваготоніки, нормотоніки, симпатотоніки, вегетативна нервова система.

Chuyan E.N. Heart rate variability features at the subjects with different types of vegetative regulation under the low intensity electromagnetic radiation extremely high frequency influence / E.N. Chuyan, I.R. Nikiforov, E.A. Biryukova, E.V Chuyan // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 4. – P. 363-370.

The changes in heart rate variability (HRV) in subjects with different types of autonomic regulation after the action 10 times the electromagnetic radiation (EMR), extremely high frequency (EHF) are described. The effects of EMR EHF course at subjects with normal automatic type and sympathetic predominance leads to a significant reduction in stress index and increase in power spectral components of heart rate (HR) is shown. In addition, as a result of a course of EHF exposure is an effective modulation mechanism regulating HR subjects. Which is associated with a decrease in between-group differences and approach the values of indicators studied in subjects normal automatic type and sympathetic predominance to HR at the subjects with vagal predominance. These changes indicate the homeostatic effect of EHF EMR.

Keywords: heart rate variability, the electromagnetic radiation of extremely high frequency, the subjects with normal automatic type, sympathetic and vagal predominance, autonomic nervous system.

Поступила в редакцію 25.11.2011 г.