

УДК 616.12.-008.318:613.614.2

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**Чуян Е.Н., Никифоров И.Р., Раваева М.Ю., Бирюкова Е.А., Богданова О.Д.**

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
кафедра физиологии человека и животных и биофизики,
Центр коррекции функционального состояния человека,
Украина, г. Симферополь, e-mail: health.center.tnu@gmail.com*

Поступила в редакцию 15.09.2009

Изучены изменения показателей variability сердечного ритма (ВСР) у студентов волонтеров при 10-тикратном воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона, или крайне высокой частоты (КВЧ). Показано, что применение низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см²) у испытуемых в оздоровительных целях приводит к достоверному изменению показателей ВСР. Зарегистрирован выраженный эффект последствия, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей ВСР на протяжении последующих 7-ми дней после окончания курса КВЧ-терапии.

Ключевые слова: вегетативный тонус, variability сердечного ритма, электромагнитное излучение крайне высокой частоты.

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы все большее внимание уделяется изучению и широкому применению в биологии и медицине современных экологически чистых и экономичных технологий с использованием физических факторов. Одним из перспективных направлений, отображающих данную тенденцию, является изучение электромагнитных волн различных диапазонов. Наибольший научный и практический интерес в электромагнитобиологии представляют эффекты низкоинтенсивных, или информационных, воздействий, которые, не вызывая нагрева тканей и структурных изменений в организме, сопровождаются выраженными биологическими ответами при минимальной затрате энергии. В последние годы проблема исследования механизмов биологического действия информационных ЭМИ обсуждается учеными различных специальностей, ей посвящены крупнейшие международные симпозиумы и конференции, проводимые Bioelectromagnetic Society и European Bioelectromagnetic Association.

В настоящее время широко применяются в различных медицинских учреждениях Украины и России низкоинтенсивные ЭМИ крайне высокочастотного (КВЧ), или миллиметрового (ММ), диапазона. При этом сформировались различные направления и названия этого терапевтического метода: КВЧ-терапия, ММ-терапия, микрорезонансная терапия, инфор-

мационно-волновая терапия. В связи с высокой биологической эффективностью ЭМИ КВЧ используется в медицинской практике для лечения широкого круга заболеваний [1-5]. В частности, еще в 1980 году появилось первое сообщение о применении электромагнитных волн ММ-диапазона для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. За прошедшие годы накоплен огромный опыт использования ММ излучения для лечения стабильной и нестабильной стенокардии, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, инфаркта миокарда [6-12]. Однако при этом, как правило, отсутствуют критерии оценки адекватности и эффективности проводимой терапии с точки зрения функционального состояния всей сердечно-сосудистой системы (ССС), взаимодействия ее отделов между собой, определяемого качеством и согласованностью функционирования механизмов их вегетативной регуляции. Следовательно, в области ММ электромагнитобиологии мы сталкиваемся с типичной научной ситуацией, когда применение на практике новых идей опережает понимание механизмов действия физического фактора, лежащего в основе этих идей. Наиболее полную картину состояния ССС представляет математический анализ variability сердечного ритма (ВСР), который в настоящее время признан наиболее информативным неинвазивным методом количественной оценки вегетативной регуляции сердечного ритма (СР) [13]. Причем, временной ряд

СР содержит информацию не только о функционировании ССС, но и о деятельности регуляторных систем более высокого порядка, управляющих многочисленными функциями целостного организма. Использование новых методических приемов анализа ВСР открывает перспективы для исследования центральных, вегетативных и нейрогуморальных механизмов регуляции СР [13]. Таким образом, используя СР как интегральный показатель процессов регуляции, становится возможным получить оценку состояния адаптивных возможностей организма в целом, функционирования вегетативной нервной системы (ВНС) в соматическом и психосоматическом аспектах [14]. Вследствие этого, целью данной работы явилось выявление изменений ВСР под действием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 95 условно здоровых студентов-волонтеров женского пола в возрасте 18-20 лет. Предварительная запись ВСР выявила индивидуально-типологические отличия этих испытуемых, связанные, в частности, со значениями стресс-индекса (S_i , или индекса напряженности ИН): у 27% значение S_i не превышало 50 усл.ед, у 56% находилось в пределах от 50 до 200 усл.ед., а у 17% – превышало 200 усл.ед. В эксперимент были отобраны волонтеры только со значениями S_i от 50 до 200 усл. ед. Такой отбор связан с тем, что, во-первых, позволил сформировать однородную группу испытуемых, а, во-вторых, поскольку испытуемые с таким S_i преобладают среди обследованных студентов, то можно предположить, что у них развивается наиболее типичная реакция на КВЧ-воздействие. После предварительного отбора испытуемые ($n = 18$ чел) были разделены на две группы: контрольную (К) – 7 человек и экспериментальную (ЭМИ КВЧ) – 11 человек.

Испытуемые экспериментальной группы подвергались действию низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, а испытуемые контрольной группы – ложному действию данного фактора (плацебо).

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось с помощью 7-миканального генератора «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: рабочая длина волны 7,1 мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности облучения 0,1 мВт/см². Воздействие осуществлялось на протяжении 10-ти дней с экспозицией –

30 минут и локализацией в области биологически активных точек: G15; симметричных G14, E-36, RP-6. Выбор этих точек обусловлен их гармонизирующим, стимулирующим и общеукрепляющим действием на организм.

Исследование показателей ВСР проводилось ежедневно в течение 10-ти дней и через 7 дней после окончания курса КВЧ-терапии (17 день эксперимента) для регистрации эффекта последнего действия. Для реализации математического анализа СР использовался программно-аппаратный комплекс (АПК) «Омега-М» (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург). Исследование начинали сразу после проведения сеанса КВЧ-терапии в одни и те же утренние часы (с 9.00 до 11.00), что позволило исключить влияние суточных колебаний ВСР на результаты исследования. Регистрацию ЭКГ сигналов в первом стандартном отведении проводили в положении сидя при спокойном дыхании в течение 5-ти минут. В качестве методов оценки влияния ЭМИ КВЧ на организм был использован математический анализ ВСР (в системе оценок, рекомендуемых стандартами Европейского Кардиологического Общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии [14]). Для реализации поставленной цели были использованы основные методы анализа ВСР: статистический (RMSSD, СКО, рNN50), геометрический (Dx, AMo, Mo) и спектральный (HF, LF, VLF).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ «Омега-М» и «Статистика 6.0». Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследования, в контрольной группе испытуемых достоверных изменений исследуемых показателей в сравнении с исходными значениями за 17 дней наблюдения не зарегистрировано.

Вместе с тем, у испытуемых экспериментальной группы в течение 10-тидневного курса ЭМИ КВЧ статистическими методами анализа ВСР выявлено достоверное увеличение показателей RMSSD, СКО и рNN50, начиная с 4-х суток наблюдения (рис. 1).

Так, после 4-го КВЧ воздействия у испытуемых экспериментальной группы значения показателей RMSSD, СКО и рNN50 значительно увеличились (на 101% ($p < 0,001$), 26% ($p < 0,05$) и 172% ($p < 0,001$) соответственно) относительно значений этих показателей в контрольной группе испытуемых. С 4-х по 10-е сутки КВЧ-терапии значения пока-

зателей RMSSD и СКО существенно не изменялись по сравнению с 4-ми сутками наблюдения, то есть вышли на «плато».

Известно, что СКО является суммарным показателем вариабельности величин интервалов RR за весь рассматриваемый период, характеризующий ВСР в целом, а рост СКО указывает на усиление автономной регуляции СР. Значения

показателя RMSSD вычисляются по динамическому ряду разностей значений последовательных пар кардиоинтервалов и не содержат медленно-волновых составляющих СР [14]. Увеличение разности между кардиоинтервалами приводит к повышению значения RMSSD, что указывает на увеличение активности парасимпатического звена ВНС.

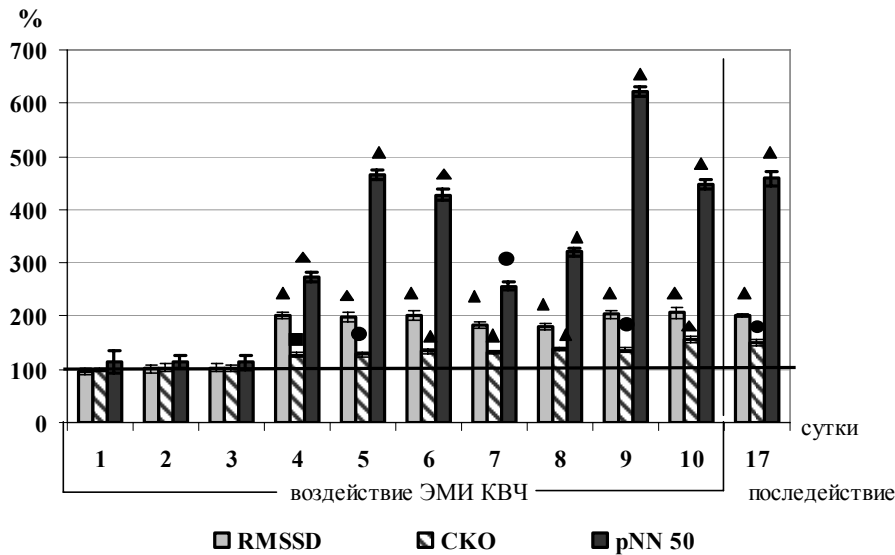


Рис. 1. Изменение показателей статистического анализа ВСР под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%).

Примечания: ▲ – $p < 0,001$, ● – $p < 0,005$, ■ – $p < 0,05$ – достоверности различий по критерию Стьюдента относительно значений показателей у испытуемых контрольной группы.

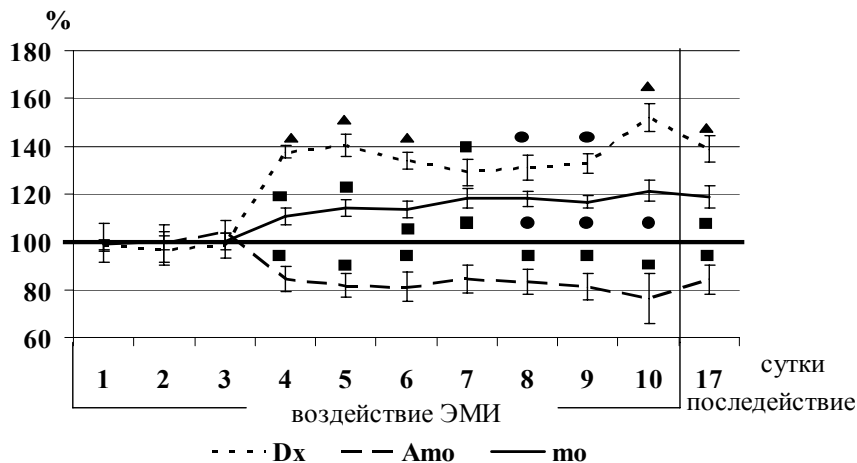


Рис. 2. Изменение показателей геометрического анализа ВСР под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%).

Примечание: обозначения те же, что и на рис. 1.

Наряду со стабилизацией значений показателей СКО и RMSSD, было зарегистрировано значительное повышение pNN50, особенно выраженное на 9-е сутки эксперимента (на 521%; $p < 0,001$) относительно значения в контрольной группе испытуемых. Показатель pNN50 дает информацию, аналогичную RMSSD, но, поскольку при его вычислении учитываются лишь разностные значения, величина которых выше, чем 50 мс, то

этот показатель более чувствителен к высокочастотным, дыхательным колебаниям СР и, следовательно, лучше отражает активность автономного контура регуляции и тонус ВНС.

Таким образом, увеличение значений показателей СКО, pNN50 и RMSSD свидетельствует о том, что под влиянием курсового КВЧ-воздействия произошло усиление автономного контура регуляции и активация парасимпа-

тического звена регуляции, а, следовательно, оптимизация регуляции физиологических функций.

Полученные результаты подтверждаются и данными геометрического анализа ВСР, которые свидетельствуют о том, что уже после 4-кратного воздействия ЭМИ КВЧ произошло достоверное изменение исследуемых показателей (рис. 2). Так, на четвертые сутки наблюдения зарегистрировано достоверное увеличение значений Dх и Мо, превышающие значения этих показателей в контрольной группе на 37% ($p < 0,001$) и 10% ($p < 0,05$) соответственно. Максимальное же увеличение значений этих показателей (на 52%; $p < 0,001$ и 21%; $p < 0,01$ соответственно) относительно значений в контрольной группе испытуемых было зарегистрировано после десятикратного КВЧ-воздействия, что свидетельствует об активизации парасимпатического компонента ВНС [14].

Вместе с тем, начиная с четвертых суток эксперимента, было зарегистрировано резкое снижение значений АМо на 16% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя в контрольной группе испытуемых. Максимальное уменьшение значений АМо в экспериментальной группе произошло на десятые сутки КВЧ-воздействия (на 26%; $p < 0,05$) относительно значений этого показателя в контрольной группе, что свидетельствует об уменьшении влияния симпатического отдела ВНС на СР и о преобладании автономного контура регуляции ССС.

Таким образом, применение геометрических методов анализа ВСР показало, что под влиянием ММ-терапии произошло увеличение значений показателей Мо и Dх на фоне снижения АМо, что

свидетельствует об активации парасимпатического звена ВНС, преобладании автономного контура регуляции и ослаблении централизации управления СР.

Данные геометрического анализа количественно могут быть выражены в показателях вариационной пульсометрии, наиболее распространенным и информативным методом которой является анализ стресс-индекса (Si) регуляторных систем организма. Под влиянием КВЧ-воздействия на 4-е сутки эксперимента произошло резкое снижение Si на 51% ($p < 0,001$) относительно значений этого показателя в контрольной группе (рис. 3), и составило 47 ус.ед.

Необходимо отметить, что после следующих сеансов КВЧ-терапии значения данного показателя находились в пределах 48-55% ($p < 0,001$) относительно значений в контроле, что свидетельствует о выходе значений этого показателя на «плато».

Как известно [15-16], Si служит отражением функционального состояния организма и характеризует степень преобладания тонуса симпатического отдела ВНС и уровень напряженности регуляторных систем, поэтому уменьшение значений этого показателя при КВЧ-воздействии еще раз свидетельствует об увеличении вагусных влияний на СР и значительном снижении уровня напряженности регуляторных систем.

Существенное снижение Si у испытуемых уже после 4-кратного КВЧ-воздействия открывают возможности практического использования ММ-излучения для снижения уровня стресса, вызванного психоэмоциональными или физическими нагрузками.

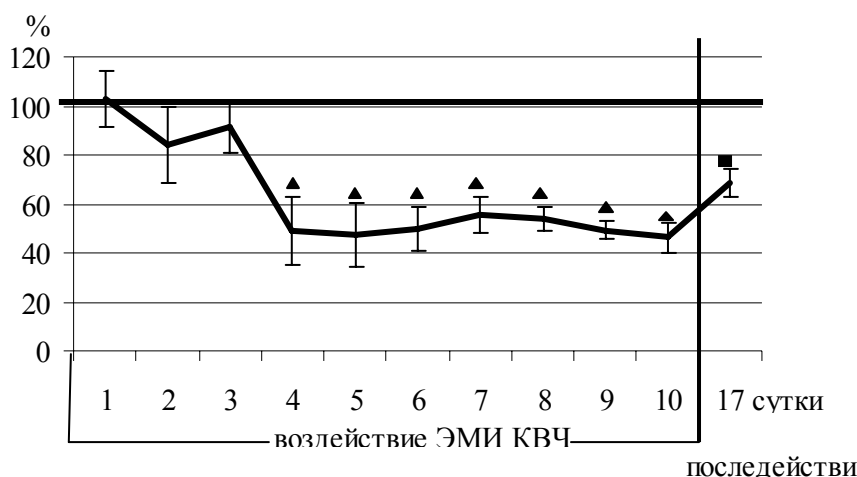


Рис. 3. Изменение стресс-индекса под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%).

Примечание: обозначения те же, что и на рис. 1.

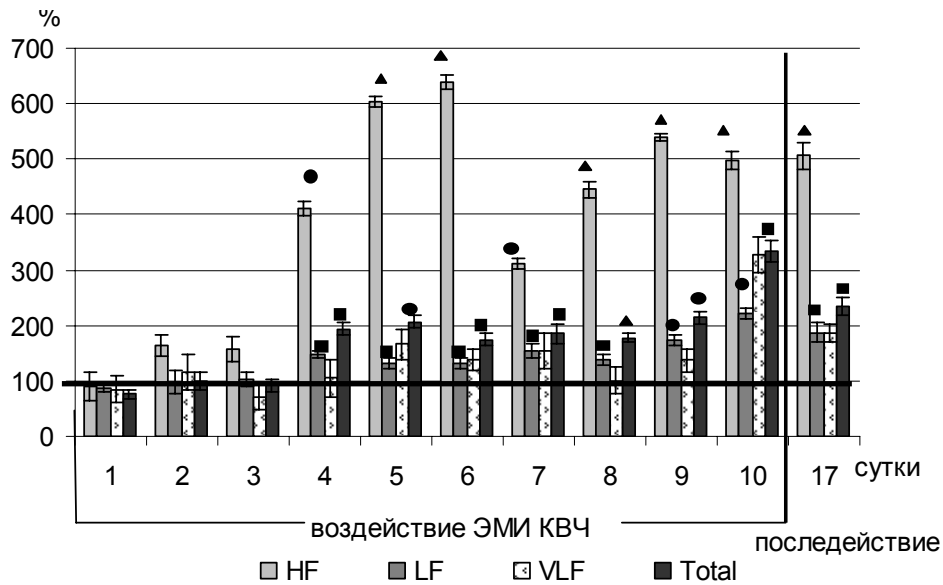


Рис. 4. Изменение спектральных характеристик волновой структуры СР под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%)
Примечание: обозначения те же, что и на рис. 1.

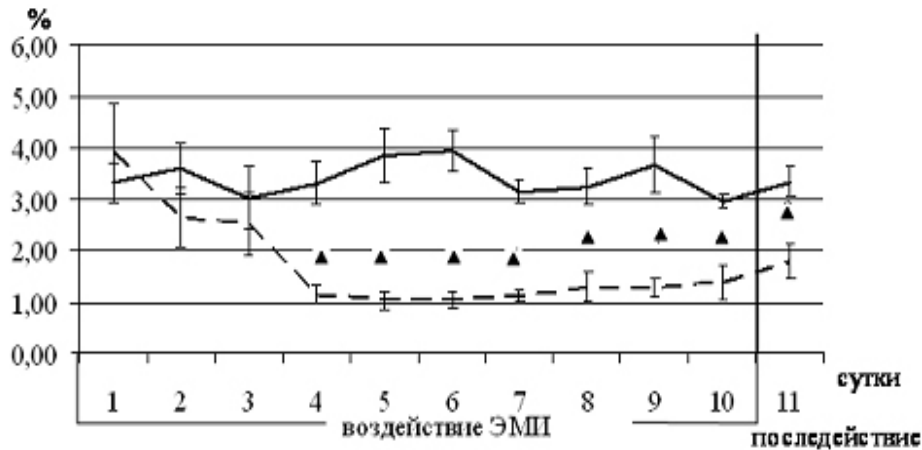


Рис. 5. Изменение коэффициента LF/HF под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента.
Примечание: обозначения те же, что и на рис. 1.

Проведение спектрального анализа модуляционных характеристик биоэлектрических сигналов, который широко используется как неинвазивный метод изучения вегетативной регуляции сердца, ярко продемонстрировал достоверные изменения исследуемых показателей у испытуемых, начиная с четвертых суток эксперимента (рис. 4). Так, после четырехкратного КВЧ-воздействия мощность спектра в LF диапазоне составила 146% ($p < 0,05$) относительно значений данного показателя в контрольной группе.

Максимальное значение LF-компоненты у испытуемых в экспериментальной группе было зарегистрировано на 10-е сутки и составило 221% ($p < 0,01$) относительно значения этого показателя в контрольной группе. Однако в большей мере происходил рост мощности высокочастотного компонента спектра HF, значение которого на 4-е сутки превысило на 311% ($p < 0,01$) значение этого

показателя в контрольной группе. Максимальное же значение HF было зарегистрировано на 6-е сутки, когда оно составило 639% ($p < 0,001$) относительно значения этого показателя в контрольной группе.

Изменения мощности VLF-компоненты спектра были не достоверны.

В настоящее время считается установленным, что HF-компонента спектра (0,15 - 0,4 ГГц) связана с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль СР, тогда как LF составляющая, по мнению многих авторов [13-16], характеризует состояние симпатического отдела ВНС и, в частности, системы регуляции сосудистого тонуса (активность вазомоторного центра). Кроме того, некоторыми авторами показано, что увеличение мощности LF-компоненты СР свидетельствует об улучшении барорефлекторной регуляции гемодинамики [17].

Следовательно, полученные нами данные об увеличении значений высоко- и низкочастотного компонентов спектра под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых экспериментальной группы свидетельствуют об активации вагусного контроля СР и улучшении барорефлекторной регуляции.

Под влиянием ЭМИ КВЧ отмечалось и достоверное изменение коэффициента симпатовагусного взаимодействия ВСР на протяжении всего исследования (рис. 5). Так, со вторых по четвертые сутки наблюдения происходило резкое снижение данного показателя (на 39%; $p < 0,05$), значение которого после четырехкратного КВЧ-воздействия составило 1,15 усл.ед. ($p < 0,05$).

Последующие изменения были незначительными, и к десятым суткам значение LF/HF составляло 75% ($p < 0,05$) относительно фонового значения.

Известно, что данный показатель свидетельствует о балансе симпатического и парасимпатического отделов ВНС, а его снижение – о понижении тонуса симпатического звена регуляции СР [13]. Вместе с тем, под влиянием КВЧ-воздействия соотношение LF/HF приблизилось к 1 усл.ед., а, следовательно, наблюдалось примерно одинаковое соотношение низко- и высокочастотных ритмов, что указывает на вегетативный баланс организма и наибольшую автономность регуляции СР у испытуемых этой группы.

Наряду с изменением мощности отдельных компонентов спектра ВСР, под влиянием КВЧ-воздействия произошло увеличение общей мощности спектра (Total). Так, значения Total на четвертые сутки в экспериментальной группе испытуемых превысили на 92% ($p < 0,05$) значения этого показателя в контрольной группе испытуемых (рис. 4). Максимальное значение Total у испытуемых в экспериментальной группе было зарегистрировано на десятые сутки и составило 334% ($p < 0,05$) от значений этого показателя в контрольной группе.

Общая мощность спектра отражает суммарную активность вегетативных воздействий на СР. Из литературных данных [14] известно, что вагусная активация обычно сопровождается увеличением общей мощности спектра, в то время как усиление симпатической активации приводит к обратной картине. Поэтому увеличение общей мощности спектра у испытуемых под влиянием КВЧ-воздействия может быть связано с активацией парасимпатической регуляции и уменьшением влияния центрального контура регуляции на СР.

Таким образом, согласно приведенным выше результатам исследования, десятидневное воздействие ЭМИ КВЧ оказывает достоверное влияние на изученные показатели ВСР.

Известно [15], что ВСР является интегрированным показателем взаимодействия трех регулирующих СР факторов: рефлекторного симпатического, рефлекторного парасимпатического и гуморально-метаболически-медиаторного. Изменение СР является универсальной оперативной реакцией целостного организма в ответ на любое воздействие внешней среды и характеризует баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Поэтому полученные нами данные о достоверном изменении показателей ВСР свидетельствуют о нормализации посредством ЭМИ КВЧ симпатовагусного баланса организма испытуемых. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ весьма интенсивно влияло как на активность парасимпатического (RMSSD, pNN50, Dx) и симпатического (AMo) отделов ВНС, так и на суммарный эффект вегетативной регуляции (СКО) и уровень функционирования систем регуляции в данный период времени (Mo). Существенные изменения вследствие курсового воздействия ЭМИ КВЧ испытывал и Si, что свидетельствует об адаптационных изменениях в организме испытуемых.

Важно подчеркнуть, что значительному изменению под действием ЭМИ КВЧ подверглись и волновые показатели ВСР. Это влияние затрагивало как показатели суммарной мощности спектра ВСР (Total), так и некоторых ее составляющих – HF и LF, т.е. автономный и сегментарный уровни регуляции СР, а достоверное изменение интегрального показателя LF/HF отражало достижение баланса между отделами ВНС в организме. Эти изменения свидетельствуют о том, что курсовое воздействие ЭМИ КВЧ способно избирательно изменять основные механизмы регуляции СР, имеющие адаптационное значение.

Особо следует отметить тот факт, что через семь суток после прекращения КВЧ-воздействия, биологические ответы оставались на достоверно высоком по отношению к значениям в контрольной группе уровне (рис. 1-6). Таким образом, существенные изменения показателей ВСР вследствие курсового электромагнитного КВЧ-воздействия сохраняются достаточно длительный период (минимум 7 дней), что согласуется с данными наших предыдущих исследований [18].

Таким образом, результаты настоящего исследования существенно дополняют сведения о влиянии ЭМИ на ВСР человека, которые являются весьма противоречивыми [19]. Это объясняется, главным образом, использованием ЭМИ с разными биотропными параметрами и отсутствием какого-либо обоснования для применения ЭМИ конкретных типов.

Результаты, представленные в данной работе, открывают возможности практического использования ЭМИ ММ диапазона не только для лечения различных патологических изменений человека, но и для модуляции степени напряжения регуляторных систем СР, для снижения уровня стресса, вызванного психоэмоциональными или физическими нагрузками.

ВЫВОДЫ

1. Применение низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см²) у испытуемых в оздоровительных целях приводит к достоверному изменению показателей ВСР.
2. Под влиянием курсового КВЧ-воздействия происходит увеличение значения показателей статистического (СКО на 55%; $p < 0,001$, рNN50 на 348%; $p < 0,001$, RMSSD на 106%; $p < 0,001$), и геометрического Мо на 21% ($p < 0,01$) и Dх на 52% ($p < 0,001$) на фоне снижения АМо на 26% ($p < 0,01$) методов анализа сердечного ритма относительно значений этих показателей в контрольной группе, что свидетельствует об усилении активности автономного контура и парасимпатического звена регуляции, а, следовательно, оптимизации регуляции физиологических функций.
3. Под влиянием КВЧ-воздействия произошло значительное снижение Si (на 55%; $p < 0,01$), что свидетельствует об увеличении вагусных влияний на ритм сердца и уменьшении напряженности регуляторных систем.
4. Увеличение общей мощности спектра (на 234%; $p < 0,05$) под влиянием КВЧ-воздействия свидетельствует об усилении вегетативного воздействия на сердечный ритм, причем тот факт, что увеличение мощности HF компоненты спектра (на 396%; $p < 0,001$) происходит в гораздо большей мере, чем мощности LF-компоненты (на 121%; $p < 0,01$) свидетельствует не только о более мощной активации парасимпатического отдела ВНС и оптимизации барорегуляции, но и о нормализации всех вегетативных влияний на сердце.
5. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ имеет выраженный эффект последствия, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей вариабельности сердечного ритма на протяжении последующих 7-ми дней после окончания курса КВЧ-терапии.

Литература

1. Колбун Н.Д. Прикладные аспекты информационно-волновой терапии // Теория и практика информационно-волновой терапии. – 1996. – С. 42-54.
2. Афромеев В.И., Назорный М.М., Соколовский И.И., и др. Терапия, контроль и коррекция состояния организма человека воздействием высокочастотных электромагнитных полей в замкнутой биотехнической системе // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1998. – №2 (12). – С. 6-15.
3. Крюков В.И., Субботина Т.И., Яшин А.А. Норма, адаптация и эффект плацебо при воздействии крайневысокочастотных электромагнитных излучений на организм человека // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – Т.5, № 2. – С. 15-17.
4. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины // Киев: ФАДА, ЛТД, 1999. – 199 с.
5. Луценко Ю.А., Соколовский С.И., Яшин С.А., Яшин А.А. Электромагнитная терапия в стоматологии. // Тула: Изд-во Тульского гос. ун-та, 2002. – 228 с.
6. Гапонюк П.А., Столбиков А.Е., Шерковина Т.Ю. и др. Влияние низкоинтенсивного ЭМИ миллиметрового диапазона на биоэлектрическую активность периферических и центральных нервных структур и системную гемодинамику больных гипертонической болезнью // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1988. – № 3. – С. 14-18.
7. Берус А.В., Столбиков А. Е., Шмаль О.В., Гапонюк П.Я. Особенности изменения параметров спектра ЭЭГ в ходе КВЧ-терапии у больных гипертонической болезнью с разными типами гемодинамики // Сб. докладов Международного симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – Т. 1. – С. 114-119.
8. Лукьянов В.Ф., Захаров Е.И., Лукьянова С.В. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на микроциркуляторное русло при гипертонической болезни // Сб. докл. Междунар. симпозиум «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине» – Т.1. – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – С. 124-127.
9. Головачева Т.В., Киричук В.Ф., Петрова В.Ф. Некоторые патогенетические аспекты применения ЭМИ ММД у больных стенокардией / Сб. научн. работ «Применение низкоинтенсивных лазеров и излучения миллиметрового диапазона в эксперименте и клинике». – Саратов, 1994. – С. 210-213.
10. Паршина С.С., Киричук В.Ф., Головачева Т.В. Индивидуальный подход к назначению КВЧ-терапии у больных стенокардией / Сб. докладов 10-го Российск. симпоз. с междуна. участием «Миллиметровые волны в биологии и медицине». – М.: МТА КВЧ, 1995. – С. 31-33.
11. Лебедева А.Ю. Итоги и перспективы применения миллиметровых волн в кардиологии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2002. – № 1(25). – С.21-23.
12. Шайдюк О.Ю., Гордеев И.Г., Лебедева А.Ю. КВЧ-терапия в лечении стенокардии напряжения с эпизодами безболевого ишемии миокарда // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2002. – №1 (25). – С. 24-39.
13. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

14. Вариабельность 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. – С. 53-78.
15. *Баевский Р.М., Кирилов О.И.* Математический анализ сердечного ритма при стрессе – М.: Наука, 1984. – 220 с.
16. *Киселев А.Р., Гриднев В.И., Посненкова О.М.* Динамика мощности низко- и высокочастотного диапазонов спектра вариабельности сердечного ритма у больных ишемической болезнью сердца с различной тяжестью коронарного атеросклероза в ходе нагрузочных проб // Физиология человека. – 2008. – Т.34, №3. – С. 57-64.
17. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
18. *Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю.* Роль низкоинтенсивного миллиметрового излучения в коррекции функционального состояния человека // Миллиметровые волны в биологии и медицине, 2008. – №3-4 (51-52). – С. 144-157.
19. *Леднев В.В., Белова Н.А., Ермаков А.М., Акимов Е.Б., Тоневецкий А.Г.* Регуляция вариабельности сердечного ритма человека с помощью крайне слабых переменных магнитных полей // Биофизика. – 2008. – Т.53, вып. 6, – С. 1129-1137.

ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ПІД ВПЛИВОМ НІЗКОІНТЕНСИВНОГО МІЛІМЕТРОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Чуян О.Н., Нікіфоров І.Р., Раваєва М.Ю., Бірюкова О.О. Чуян Є.В., Богданова О.Д.

Вивчені зміни показників вариабельности сердечного ритму (BCP) у студентів волонтерів при 10-ти кратної дії низкоинтенсивного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) надто високої частоти (НВЧ). Показано, що применение низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм; 0,1 мВт/см²) у испытуемых в оздоровительных целях приводит к достоверному изменению показателей BCP. Зарегистрирован выраженный эффект последействия, о чем свидетельствует достоверное изменение показателей BCP на протяжении последующих 7-ми дней после окончания курса КВЧ-терапии.

Ключові слова: вегетативний тонус, вариабельность ритму сердца, фрактальна нейродинамика, стрес-індекс, ЕМВ НВЧ.

EXTREMELY HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION INFLUENCE ON HEART RATE VARIABILITY INDICES

Chuyan E.N., Nikiforov I.R., Ravaeva M.Yu., Biryukova E.A., Chuyan E.V., Bogdanova O.D.

We study the changes in heart rate variability (HRV), students volunteer with the 10-times effects low intensive of electromagnetic radiation (EMR), extremely high frequency (EHF). Shown that the course impact normalize the regulation of cardiac rhythm, especially on the part of the autonomic nervous system, indicating a decrease in the degree of centralization of cardiac rhythm control. Reliable changes in the studied parameters were observed only after 4-th EHF-session and maximum effect of the rate EHF-therapy - to 9 – 10-th days. Also aftereffect was recorded, as evidenced by reliable change indices of HRV and for the next 7 days after the course EHF-therapy.

Key words: vegetative tone, heart rate variability, fractal neurodynamics, stress index, EMR EHF.