

УДК 612:615.849.11

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ

Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
Центр коррекции функционального состояния человека
e-mail: elena-chuyan@rambler.ru*

Поступила в редакцию 12.03.2008

Статья посвящена обоснованию эффективности применения низкоинтенсивного миллиметрового излучения для коррекции функционального состояния организма студентов-нормотоников. Показано, что курсовое воздействие ЭМИ КВЧ достоверно повышает значения показателей функционального состояния и снижает индекс напряженности у студентов.

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высокой частоты, функциональное состояние, вариабельность ритма сердца, кардиоритмограмма, индекс напряженности, вегетативный тонус.

ВВЕДЕНИЕ

Новым перспективным научным направлением является изучение и широкое применение в биологии и медицине современных экологически чистых и экономичных технологий с использованием физических факторов, в том числе электромагнитных излучений (ЭМИ) разных диапазонов. В последние десятилетия обнаружены многочисленные факты, свидетельствующие о высокой чувствительности биологических объектов к низкоинтенсивному ЭМИ миллиметрового (мм) диапазона, сформулирован целый ряд гипотез о механизмах действия ЭМИ этого диапазона с биологическими системами [1,2,3]. Среди наиболее изученных эффектов ЭМИ КВЧ известны антистрессорный, иммуномодулирующий, антиоксидантный, синхронизирующий, противовоспалительный, радиопротекторный и некоторые другие [2,4,5]. В связи с высокой биологической эффективностью низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ в настоящее время широко внедряется в терапевтическую практику. Показана высокая эффективность КВЧ-терапии при лечении многих заболеваний [2,6,7] особенно тех, течение которых сопровождается развитием общего адаптационного синдрома, или стресс-реакции. Вместе с тем, до сих пор считается, что ЭМИ КВЧ оказывает влияние только на организм с измененным функциональным состоянием, а здоровые люди не восприимчивы к этому виду излучения [1,7]. Работу исследователей осложняет еще и тот факт, что значительная часть методов

характеризуется узко направленным спектром выявляемой информации и в большинстве случаев невозможностью интегрального суждения о состоянии организма в целом. Очевидно, для решения этого вопроса необходимо, с одной стороны, значительно расширить число регистрируемых параметров, характеризующих состояние целостной физиологической системы, а, с другой, применять новые чувствительные скрининговые методические приемы, позволяющие судить об изменении общего функционального состояния организма. Таким приемом, в частности, может быть применение нового компьютерного комплекса для исследования функционального состояния организма человека «Омега-М» («Динамика», г. Санкт-Петербург). В предыдущих наших исследованиях [8] показана высокая эффективность применения этого комплекса для оценки функционального состояния организма на различных уровнях регуляции (вегетативном, нейрогуморальном, центральном), адаптационных возможностей и функциональных резервов организма студентов. Главная идея используемой методики заключена в том, что любые вегетативные функции, будь-то ритмическая активность сердца, изменение температуры, колебание уровня сахара и так далее, содержат в себе всю полноту информации о протекании данных процессов на всех уровнях управления ими, и что самое важное – в них будет отражаться функция всего организма в целом [9]. Поэтому использованный в данной диагностической системе анализ электрокардиосигнала – удобная

модель для получения всей полноты информации о функциональном состоянии организма. Корректный и адекватный биокрибиетический подход к анализу электрокардиосигналов позволяет определить уровень гипоталамической регуляции не только вегетативной, но и эндокринной сферы; оценить биоритмическую активность мозга, которая по определению должна быть сопряжена с ритмической активностью сердца, без чего немислима системная организация [10]. Колебания длительности интервалов между кардиоциклами, обусловленные нейрогуморальными влияниями, адекватно отражают общее (текущее) функциональное состояние организма и могут использоваться для разработки тактики и прогнозирования динамики изменения функционального состояния испытуемых. Кроме того, этот метод позволяет дать количественную оценку уровня адаптации и функциональных резервов организма, оценить вклад центральной и вегетативной регуляции в работу сердечнососудистой системы, дать характеристику симпато-парасимпатического баланса отделов вегетативной нервной системы (ВНС).

Подобный программный комплекс с 2000 года используется в клинике для скрининг-диагностики внутренних заболеваний (острая пневмония, язвенная болезнь, острый бронхит, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, дефицит массы тела и др.) и оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий [11]. Применение программно-аппаратного комплекса показало его высокую диагностическую и экономическую эффективность в клинической практике. Однако любая патология, зарождающаяся задолго до появления органических изменений, проходит доклинические (функциональные) этапы своего развития. Поэтому представляется целесообразным применение комплекса «Омега-М» для оценки функционального состояния здоровых людей, в частности, студентов.

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось обоснование эффективности применения ЭМИ КВЧ для коррекции функционального состояния студентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 30 студентов женского пола в возрасте 20-23 лет, условно здоровых, не имеющих хронических заболеваний. Предыдущие исследования [11] показали целесообразность разделения всех испытуемых на группы в соответствии со значениями показателя индекса напряженности (ИН) [12]. Так 23% испытуемых являлись ваготониками ($ИН \leq 50$ у.е), 67% – нормотониками ($50 \leq ИН \leq 200$ у.е), а 10% – симпатотониками ($ИН \geq 200$ у.е). Поскольку

испытуемые – нормотоники составляют большинство среди волонтеров, то можно предположить, что именно у них развивается наиболее типичная реакция на любые воздействия, в том числе и ЭМИ КВЧ. В дальнейших исследованиях принимали участие 20 студентов – нормотоников, разделенных на две равноценные группы (контрольную и экспериментальную) по 10 человек в каждой.

Волонтеры экспериментальной группы подвергались действию низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, а волонтеры 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) в течение 10-ти дней. Технические характеристики генератора: рабочая длина волны 7,1 мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности облучения 0,1 мВт/см². Воздействие осуществлялось в течение 30 минут на область биологически активных точек (БАТ): GI15 (Цзянь-Юй); симметричные GI4 (Хэ-Гу), E-36 (Цзу-Сань-Ли), RP-6 (Сань-Инь-Цзяо). Выбор этих точек обусловлен их гармонизирующим, стимулирующим и общеукрепляющим действием на организм.

Исследование показателей функционального состояния проводилось ежедневно в течение 10 дней и через 7 дней после окончания курса (17 день эксперимента) для регистрации эффекта последствия. Исследование начинали с регистрации ЭКГ сигнала в первом стандартном отведении с помощью компьютерного комплекса «Омега-М». Регистрацию проводили в положении сидя при спокойном дыхании в течение 3-5 минут, то есть времени, необходимого для набора 300 кардиокомплексов. Оценка функционального состояния организма осуществлялась путем регистрации кардиоритмограммы, определения показателей variability ритма сердца (BPC), спектральных характеристик и вычисления интегральных характеристик функционального состояния методами вариационного, нейродинамического и фрактального анализов [10]. Анализ BPC проводили по стандартной схеме [8].

Поскольку сердечнососудистая система является индикатором адаптационных реакций организма, а изменения ритма сердечных сокращений служит универсальной реакцией организма на изменение условий внешней среды, мы считали целесообразным обратиться к методу математического анализа сердечного ритма [10] с целью оценки состояния и

степени напряжения механизмов регуляции этих систем. В связи с этим, на основе ВРС рассчитывали:

- индекс напряженности – является маркером симпатической активности;
- показатель мощности спектра в области низких частот 0,04 – 0,15 Гц (LF) – отражает модуляцию сердечного ритма со стороны симпатической нервной системы, и является маркером барорефлекторной регуляции;
- показатель мощности спектра в области высоких частот > 0,15 Гц (HF) – отражает преимущественно влияние парасимпатической системы на сердечную мышцу;
- показатель общей мощности спектра (TOTAL) – интегральный показатель, характеризующий ВРС в целом, отражает воздействие как симпатического, так и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм [13];
- показатель автономной регуляции (А) – отражает состояние регуляции сердечной деятельности со стороны синусного узла;
- показатель вегетативной регуляции (В) – отражает регуляцию сердечного ритма на вегетативном уровне;
- показатель центральной регуляции (С) – отражает регуляцию со стороны гипоталамо-гипофизарной системы (ГГС), причем на этом уровне проявляется двоякая природа регуляции: нервная и гуморальная – в силу двуединой природы клеток гипоталамуса, являющимися нервными и секретирующими одновременно;
- показатель психоэмоционального состояния (D) – отражает регуляцию функций организма со стороны центральной нервной системы (ЦНС) [9];
- интегральный показатель функционального состояния (Health, H) – отражает уровень функционального состояния испытуемых.

Статистическая обработка данных осуществлялась 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 всех исследуемых показателей в сравнении с исходными значениями за 17 дней наблюдения не зарегистрировано.

Вместе с тем, после 10-тидневного курса ЭМИ КВЧ у испытуемых произошло достоверное снижение ИН на 48% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя в контрольной группе испытуемых (рис. 1), что свидетельствует об

усилении парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы.

Известно [12,14], что ВРС является интегрированным показателем взаимодействия трех регулирующих сердечный ритм факторов: рефлекторного симпатического, рефлекторного парасимпатического и гуморально-метаболически-медиаторной среды. Изменение ритма сердечных сокращений является универсальной оперативной реакцией целостного организма в ответ на любое воздействие внешней среды и характеризует баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов. Поэтому полученные нами данные о достоверном снижении ИН свидетельствуют о нормализации посредством ЭМИ КВЧ симпатовагусного баланса организма испытуемых.

Проведение спектрального анализа модуляционных характеристик биоэлектрических сигналов у студентов экспериментальной группы показало статистически достоверное возрастание как высокочастотного LF в 2,32 раза ($p < 0,05$), так низкочастотного HF в 2,76 раз ($p < 0,05$) компонентов спектра (рис. 2).

Известно, что основной составляющей HF компонента спектра является вагусная активность [9], тогда как LF компонент является количественным маркером симпатической модуляции. Кроме того, некоторыми авторами показано, что увеличение мощности LF компоненты ритма сердца свидетельствует об улучшении барорефлекторной регуляции гемодинамики [15]. Следовательно, под воздействием ЭМИ КВЧ выявлено равномерное перераспределение нагрузки между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС, приводящее в конечном итоге к нормализации и стабилизации процессов регуляции. Однако данные о значительном возрастании HF компонента у испытуемых (рис. 2) могут свидетельствовать о более существенной активации под влиянием ЭМИ КВЧ парасимпатических влияний на сердечный ритм, нежели симпатических. Следовательно, нами получены данные о усилении общей ВРС под воздействием ЭМИ КВЧ у волонтеров экспериментальной группы, что может быть связано не только с ростом парасимпатической активности и оптимизацией барорегуляции, но и с нормализацией всех вегетативных влияний на сердце.

Эти данные подтверждаются данными об увеличении общей спектральной мощности у испытуемых под воздействием ЭМИ КВЧ в 2,3 раза ($p < 0,05$) (рис. 3).

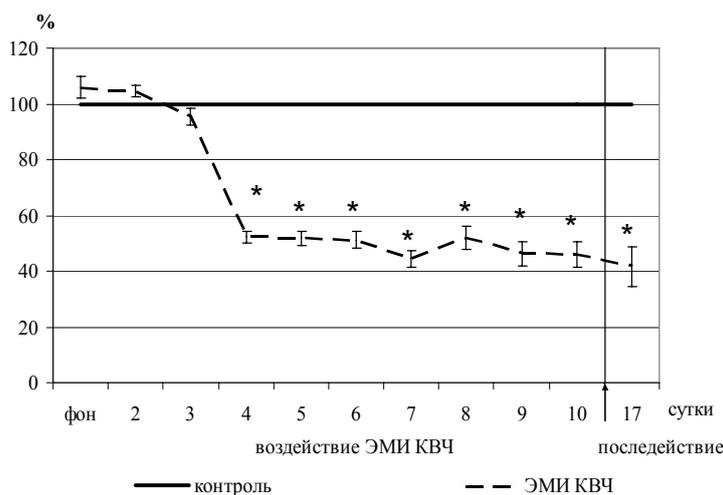


Рис 1. Динамика индекса напряженности у испытуемых под влиянием ЭМИ КВЧ в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%). * - $p < 0,05$ достоверность по критерию Стьюдента.

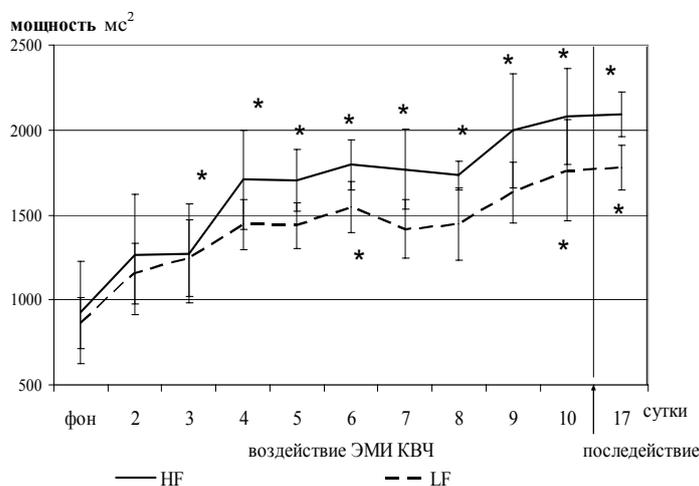


Рис. 2. Изменение мощности высокочастотных (HF) и низкочастотных (LF) компонентов спектра (в mW) в разные сроки эксперимента у испытуемых под влиянием ЭМИ КВЧ. * - $p < 0,05$ достоверность по критерию Стьюдента.

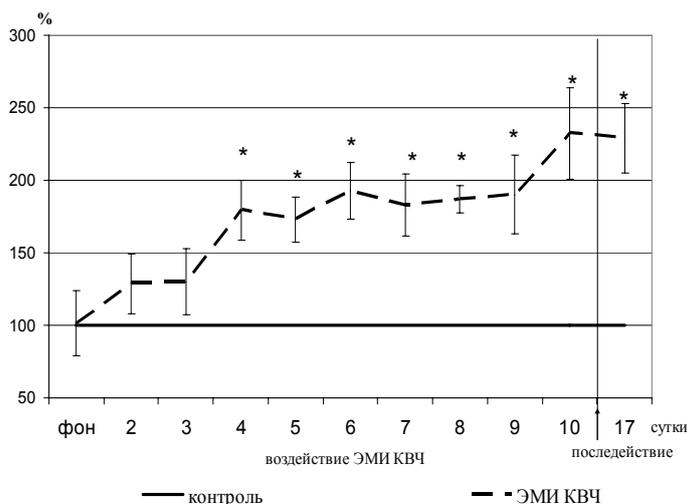


Рис. 3. Изменение общей мощности спектра под влиянием ЭМИ КВЧ у испытуемых в разные сроки эксперимента (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%). * - $p < 0,05$ достоверность по критерию Стьюдента.

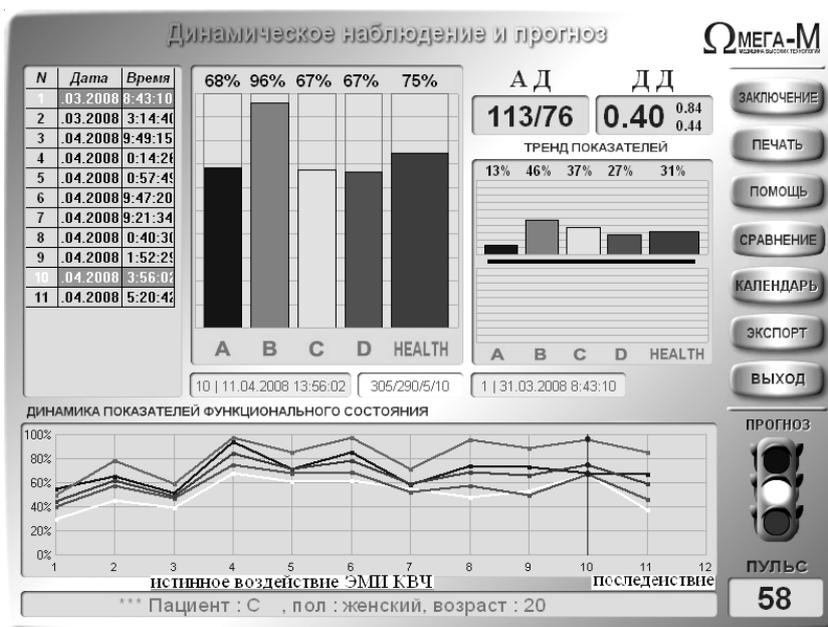


Рис. 4. Интерфейс программы динамического наблюдения и прогноза для испытуемого С.

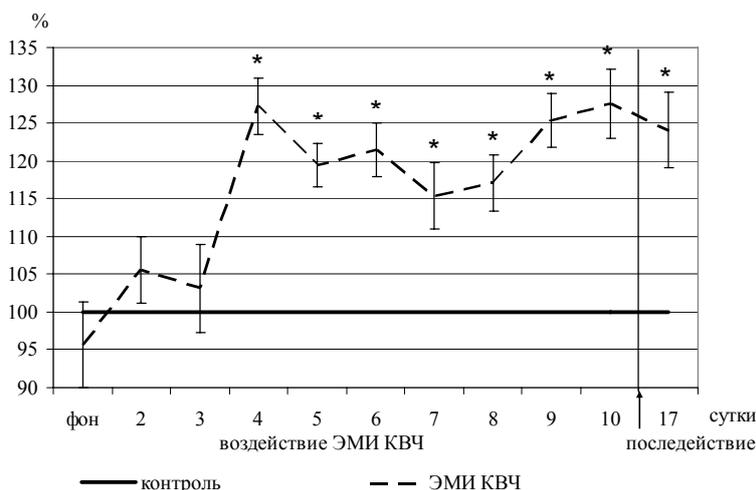


Рис. 5. Изменение показателя HEALTH под влиянием ЭМИ КВЧ в разные сроки эксперимента у испытуемых (в % относительно значений в контрольной группе, принятых за 100%). * — $p < 0,05$ достоверность по критерию Стьюдента.

Таблица
Динамика интегральных характеристик функционального состояния испытуемых

| Группа | Показатель | 1 сутки | 10 сутки | 17 сутки |
|-------------------|------------|------------|--|---|
| Контрольная | A | 63,34±3,55 | 59,59±3,90 | 59,75±2,73 |
| | B | 67,31±4,57 | 62,38±4,28 | 67,95±4,64 |
| | C | 60,56±3,41 | 60,10±3,79 | 63,85±3,47 |
| | D | 65,95±3,88 | 61,01±2,85 | 63,16±3,88 |
| | H | 69,42±3,75 | 66,49±2,79 | 64,47±3,88 |
| Экспериментальная | A | 60,83±4,85 | 85,45±3,52 $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ | 76,62±4,48, $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ |
| | B | 65,82±3,52 | 91,87±3,03 $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ | 87,92±3,62, $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ |
| | C | 56,14±4,21 | 78,40±2,96 $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ | 78,49±2,90, $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ |
| | D | 59,29±4,34 | 81,00±3,61 $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ | 76,24±3,42, $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ |
| | H | 66,40±3,97 | 84,80±3,05 $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ | 79,99±3,18, $p_I < 0,05, p_{II} < 0,05$ |

Примечания: p_I – достоверность по критерию Стьюдента при сравнении с исходными значениями; p_{II} – достоверность по критерию Стьюдента при сравнении со значениями, полученными в контрольной группе испытуемых.

Из литературных данных известно, что вагусная активация обычно сопровождается увеличением общей мощности спектра, в то время как усиление симпатической активации – к обратной картине. Поэтому увеличение общей мощности спектра у испытуемых под влиянием КВЧ-воздействия может быть связано с активацией центров парасимпатической регуляции и уменьшением влияния центрального контура регуляции на сердечный ритм. Полученные нами данные согласуются литературными [16] и могут быть обусловлены возрастанием адаптационного уровня организма под воздействием ЭМИ КВЧ.

Применение курсового воздействия ЭМИ КВЧ привело к изменению и других исследуемых показателей функционального состояния испытуемых (табл.; рис 4,5).

Так, значения интегрального показателя функционального состояния в экспериментальной группе испытуемых достоверно повышались в среднем на 30% ($p < 0,05$) (табл.; рис. 5) после проведения курса ЭМИ КВЧ по сравнению с исходными данными и значениями, полученными в контрольной группе испытуемых.

Подобное возрастание значений было характерно также и для остальных показателей, характеризующих активность всех уровней регуляции (табл.).

Надо отметить, что наибольший эффект зарегистрирован на вегетативном уровне регуляции, о чем свидетельствует увеличение значений показателя вегетативной регуляции (В) у испытуемых на 39% ($p < 0,05$) относительно исходных значений этого показателя.

Таким образом, 10-тидневное КВЧ-воздействие привело к увеличению значений интегральных характеристик функционального состояния у испытуемых.

Важно отметить, что эффект от ЭМИ КВЧ сохранялся и через семь дней после окончания курса (табл.; рис. 1–5), когда у испытуемых – нормотоников произошло снижение индекса напряженности в среднем на 46% ($p < 0,05$) и увеличение значений интегральных характеристик функционального состояния относительно фоновых значений (рис. 1–5).. Данный факт свидетельствует о продолжительном эффекте последствия курса миллиметрового излучения. Полученные данные, согласуются с данными наших предыдущих исследований [17,18] и свидетельствуют о кумулятивном эффекте ЭМИ КВЧ.

Таким образом результаты проведенного исследования доказали высокую эффективность применения ЭМИ КВЧ для коррекции функционального состояния организма студентов. Полученные результаты свидетельствуют о существенном улучшении качества вегетативной

регуляции у испытуемых под влиянием ЭМИ КВЧ. Благоприятное влияние ЭМИ КВЧ на вегетативную регуляцию характеризовалось усилением парасимпатических и барорефлекторных влияний на сердечный ритм испытуемых и оптимизацией вегетативной регуляции в целом.

Важно подчеркнуть, что ВНС выполняет в организме две основные функции: сохранение и поддержание гомеостаза (поддержание в пределах физиологической нормы артериального давления, частоты сердечных сокращений, температуры тела, биохимических показателей, и т.д.), а также отвечает за мобилизацию функциональных систем организма для адаптации к изменениям условий окружающей среды, т.е. функцию приспособления. Поэтому, учитывая, что все процессы в организме человека, так или иначе, связаны с ВНС функции которой регулируются гипоталамусом – центральным интегратором всех обменных процессов в организме, вполне возможно, что в основе механизма корректирующего действия ЭМИ КВЧ лежит оптимизация тонуса ВНС. Полученные данные, согласуются с данными других авторов, свидетельствующих об участии ВНС в реакциях на периферическое воздействие ЭМИ КВЧ. Известно, что ЭМИ КВЧ участвует в регуляции тонуса ВНС и достижении согласованности в работе всех органов и систем у испытуемых с различными вегетативными дисфункциями [18]. Воздействие ЭМИ КВЧ на БАТ способствует улучшению функционального состояния ВНС у женщин после ампутации матки [19]. Н.В. Поповченко [20], при оценке функциональной активности симпатического отдела ВНС у больных с вегетативными дисфункциями и гастродуоденальной патологией сделал вывод о генерализованной реакции ВНС на микроволновое облучение, возникающей уже после первого сеанса и проявляющейся в возбуждении или торможении нервной системы. Таким образом, нами показано, что курс ЭМИ КВЧ нормализует регуляцию сердечного ритма, прежде всего, со стороны ВНС, что указывает на уменьшение степени централизации управления сердечным ритмом.

В наших предыдущих исследованиях [18] было показано, что ЭМИ КВЧ увеличивает неспецифическую резистентность, иммунореактивность, оказывает антистрессорное, синхронизирующее, антиоксидантное действие, нормализует психофизиологическое состояние организма. Настоящее исследование дополняет эти данные и свидетельствует о многофакторном, комплексном характере изменений, происходящих в организме здоровых испытуемых при действии ЭМИ КВЧ, что способствует повышению адаптационного потенциала и интегральных показателей функционального состояния организма.

ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенного исследования доказали высокую эффективность применения ЭМИ КВЧ для коррекции функционального состояния организма условно-здоровых студентов.

2. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ достоверно повышает значения показателей функционального состояния и снижает индекс напряженности у испытуемых, что связано с усилением вагусных влияний на сердечный ритм.

3. У испытуемых под воздействием ЭМИ КВЧ значительно увеличивается мощность высоко- и низкочастотных компонентов спектра, что свидетельствует об усилении парасимпатических влияний на сердце и улучшении барорефлекторной регуляции.

4. Низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ нормализует регуляцию сердечного ритма, прежде всего, со стороны вегетативной нервной системы, что указывает на уменьшение степени централизации управления сердечным ритмом.

5. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ имеет выраженный эффект последействия, о чем свидетельствует увеличение интегральных показателей функционального состояния и снижение индекса напряженности на протяжении последующих 7-ми дней после окончания курса КВЧ-терапии.

Литература

1. *Десятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
2. *Ефимов А.С., Ситко С.П.* Теория саногенеза (механизма лечебного эффекта) микроволновой резонансной терапии// Лікувальна справа.– 1993.– № 9.-С. 111-115.
3. *Ганеев А.Б., Чемерис Н.К.* Действие непрерывного и модулированного ЭМИ КВЧ на клетки животных: Обзор. Ч.1. Особенности и основные гипотезы о механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ // Вестник новых медицинских технологий. – 1999. - Т.6, № 1. - С. 15-22.
4. *Чуян Е.Н., Темуриянц М.А., Московчук О.Б., Чирский Н.В., Верко Н.П., Туманянц Е.Н., Пономарева В.П.* Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2003.– 448 с.
5. *Чуян Е.Н., Темуриянц М.А., Московчук О.Б., Чирский Н.В., Верко Н.П., Туманянц Е.Н., Пономарева В.П.* Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2003.– 448 с.
6. *Repacholi M.H.* Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs// Bioelectromagnetics. – 1998. – №1. – P. 1-19.
7. *Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н.* Миллиметровые волны и живые системы. – М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2004. – 107 с.
8. *Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю.* Комплексный подход к оценке функционального состояния организма студентов. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60), № 1.– С. 123-140.
9. *Смирнов К.Ю., Смирнов Ю.А.* Разработка и исследование методов математического моделирования и анализа биоэлектрических сигналов. – С-Пб, 2001. – 43 с.
10. *Ярилов С.В.* Физиологические аспекты новой информационной технологии анализа биоэлектрических сигналов и принципы технической реализации. – С-Пб, 2001. – 48 с.
11. *Обоснование аппаратно-программных методов, предназначенных для скрининг-диагностики внутренних заболеваний и для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий в системе диспансеризации военнослужащих и пенсионеров МО.* Отчет о научно-исследовательской работе. – СПб: ВМА, 2002. – 77 с.
12. *Баевский Р.М. Кирилов О.И.* Математический анализ сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
13. *Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., Одинак М.М., Шустов Е.Б., Коваленко И.Ю., Давыденко В.Ю.* Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах. С-Пб, Рос. воен. мед. академ.– Физиология человека. – 2002. – Т 28, N 1. – С. 130-143
14. *Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение//* Материалы докладов международного симпозиума. – Ижевск, 1996. – 225 с.
15. *Heart rate variability. Standatds of Measurement, Physiological interpretation and clinical use//* Circulation. – 1996. – V.93. – P. 1043-1065.
16. *Гундерчук О. Н., Гришина В. В., Гладкова Т. С., Леванов В. М.* Опыт применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона при различных нозологических формах. // Вестник нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Серия «Биология». – 2001. – № 1.– С. 66-69.
17. *Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Пономарева В.П., Чирский Н.В.* Функциональная асимметрия у человека и животных: влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. – Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2004. – 440 с.
18. *Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р.* Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения: монография. – Симферополь: „ДИАЙПИ”, 2006. – 458 с.
19. *Дикке Г.Б.* Влияние электромагнитных волн миллиметрового диапазона на состояние

вегетативной нервной системы у женщин после ампутации матки // Миллиметровые волны в биологии и медицине.– 1999.–Т. 13, №1. – С.28-33.
20. Поповченко Н.В. К вопросу о роли вегетативной нервной системы в реализации лечебных эффектов

микроволновой терапии / Тез. Докл. I Всесоюз. симпоз. «Фундаментальные прикладные аспекты применения ММ излучения в медицине».– Киев, 1989.– С. 294.

ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ПІД ВПЛИВОМ НІЗКОІНТЕНСИВНОГО ЕМВ НВЧ

Чуян О.М., Бирюкова О.А., Раваева М.Ю.

Стаття присвячена обґрунтуванню ефективності застосування нізкоінтенсивного міліметрового випромінювання для корекції функціонального стану організму студентів-нормотоників. Встановлено, що курсова дія ЕМВ НВЧ достовірно підвищує значення показників функціонального достатку і знижує індекс напруги у студентів.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання у край високої частоти, функціональний стан, варіабельність ритму серця, кардіоритмограма, індекс напруги, вегетативний тонус.

MODIFICATION OF INDICES OF HUMAN FUNCTIONAL STATE UNDER LOW-INTENSITY ELECTROMAGNETIC RADIATION OF VERY HIGH FREQUENCY

Chuyan E.N., Birjukova E.A., Ravaeva M.U.

Article is devoted to substantiation of efficiency of application electromagnetic radiation for correction of a functional state of students with normal sympathetic-vagal balance. The level of a functional state increase and index of a strain decrease under low-intensity EMV VLF effect is shown.

Key words: low-intensity electromagnetic radiation of very high frequency, functional state, index of a strain, heart rate variability, vegetative tone.
