

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Раваева Марина Юрьевна

канд. биол. наук, доцент

Чуян Елена Николаевна

д-р биол. наук, первый проректор

Чуян Евгений Викторович

научный сотрудник

Заячникова Татьяна Валентиновна

канд. биол. наук, старший преподаватель

Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет имени В.И. Вернадского»
г. Симферополь, Республика Крым

ВАЗОАКТИВНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В УСЛОВИЯХ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА

Аннотация: в работе рассматривается динамика параметров кожной микроциркуляции при действии гипокинетического стресса, низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты и их комбинации. Показано, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты оказывает нормализующее действие на микроциркуляцию, препятствуя развитию стрессорной вазоконстрикции.

Ключевые слова: гипокинезия, электромагнитное излучение крайне высокой частоты, микроциркуляция.

Вступление.

Многочисленные данные экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) обладает выраженной биологической эффективностью [1] и широко применяются в медицинской практике с целью коррекции

расстройств различного генеза, в том числе и тех, которые сопровождаются изменением функционального состояния микрососудистого русла. Результаты наших исследований [2] дают основание считать, что в основе механизма биологического действия и терапевтической эффективности этого физического фактора лежит вазопротекторное действие. Однако необходимо отметить, что наши исследования, проводимые на здоровых волонтерах, не дают возможности оценить действие ЭМИ КВЧ в условиях нарушения физиологического равновесия и развития патологического процесса. В связи с этим, настоящее исследование направлено на изучение действия ЭМИ КВЧ на микрогемодинамику животных, находящихся в условиях гипокинетического (ГК) стресса, который вызывает выраженные нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы в целом и ее микроциркуляторного звена [3].

Входные данные и методы.

Экспериментальная часть работы выполнена на 80 белых беспородных крысах-самцах массой 180-250 г., которые были разделены на 4 группы по 20 крыс в каждой. Животные первой группы являлись биологическим контролем (контроль) и находились в обычных условиях вивария. Вторую группу составляли крысы, находившиеся в условиях экспериментальной стресс-реакции, которая моделировалась девятисуточным ограничением подвижности (гипокинезия, ГК). Крысы третьей группы в течение 10-ти суток подвергались ежедневно 30-минутному воздействию ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковую область (КВЧ). Животные четвертой группы подвергались 10-тикратному комбинированному воздействию ГК и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Для создания условий экспериментального ограничения подвижности использовались специальные пеналы из оргстекла, состоящие из 5 ячеек. Размеры каждой ячейки составляли 140 × 60 × 60 мм для каждой крысы. В описанных пеналах животные находились 10 суток по 20 часов в сутки, в течение остальных 4-х часов осуществляли кормление и уход за животными, КВЧ-воздействие (для группы ГК+КВЧ), регистрацию микроциркуляции. Описанная модель ограничения подвижности животных вызывает развитие хронического ГК стресса.

КВЧ-воздействие осуществлялось с помощью одноканального генератора «КВЧ. РАМЕД. ЭКСПЕРТ-01» (рабочая длина волны 7,1 мм, плотность потока мощности облучения 0,1 мВт/см²) ежедневно в течение 30 минут на затылочно-воротниковую область.

Исследование параметров микроциркуляции крови проводилось методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) при помощи лазерного анализатора кровотока «ЛАКК-02» во втором исполнении (производство НПП «Лазма», Россия) в течение 6 минут на 1, 3, 5, 7, 10 сутки эксперимента. В качестве параметров, анализируемых методом лазерной доплеровской флоуметрии, рассматривали неосцилляторные показатели базального кровотока: показатель перфузии (ПМ, перф. ед.), среднее квадратичное отклонение (СКО, флакс, перф. ед.), коэффициент вариации (Кв, %), которые дают общую оценку состояния микроциркуляции крови [4; 5]. Вейвлет-преобразование ЛДФ-сигнала позволило провести анализ нормированных характеристик ритмов колебаний кровотока: эндотелиального (Аэ), нейрогенного (Ан), миогенного (Ам), дыхательного (Ад) и пульсового (Ап) компонентов микрогемодинамики.

Результаты. Обсуждение и анализ.

Результаты настоящего исследования показали, что 10-тисуточная ГК приводила к снижению Ан – на 14,1% ($p \leq 0,05$), Аэ – на 18,3% ($p \leq 0,05$), Ам – на 12,6% ($p \leq 0,05$), Ад – на 9,2%; ($p \leq 0,05$) и Ап – на 6,5% ($p \leq 0,05$) относительно данных в контрольной группе крыс, что свидетельствовало о развитии вазоконстрикции, нарушении притока и оттока крови и доминировании шунтового кровотока, уменьшении количества функционирующих капилляров. Изменение осцилляторных показателей находило свое отражение и в снижении интегральных неосцилляторных показателей тканевого кровотока. Так, показатели уровня перфузии, СКО и Кв после 10-тисуточной ГК снижались на 30,6% ($p \leq 0,05$), 48% ($p \leq 0,05$) и 39% ($p \leq 0,05$) соответственно, что в целом, отражало нарушение тканевой микроциркуляции на всех уровнях ее регуляции – сосудистом и внесосудистом.

Противоположная динамика показателей микроциркуляции развивалась при КВЧ-воздействии, причем эффект возрастал с увеличением кратности применения данного физического фактора. Так, после 10-тикратного применения ЭМИ КВЧ увеличились осцилляторные показатели микроциркуляции: Аэ – на 34 %, ($p \leq 0,05$), Ан – на 25 % ($p \leq 0,05$), Ам – на 10 % ($p \leq 0,05$), Ап – на 13 %, а также снизились Ад на 12 % ($p \leq 0,05$). Увеличились и неосцилляторные показатели: ПМ – на 62 % ($p \leq 0,05$), СКО – на 69 % ($p \leq 0,05$), КВ – на 33 % ($p \leq 0,05$). В целом, динамика изученных показателей свидетельствовала, что после 10-ти сеансов КВЧ-воздействия у животных наблюдалось достоверное изменение активности всех компонентов регуляции микрососудистого тонуса, что выражалось в увеличении выработки NO эндотелием, снижении периферического сопротивления, увеличении притока крови в нутритивное микрососудистое русло, улучшении веноулярного оттока, что в целом, отражало увеличение перфузии.

Исследование микрогемодинамики у животных 4 группы, находящихся в условиях ГК, показали, что 10-тикратное КВЧ-воздействие приводило к увеличению Аэ на 34,6% ($p \leq 0,05$), Ан – 24,1% ($p \leq 0,05$), Ам – 21,3% ($p \leq 0,05$), Ап на 10,8 % ($p \leq 0,05$), ПМ – 106,3% ($p \leq 0,05$), СКО – 79% ($p \leq 0,05$), а Кв – 39% ($p \leq 0,05$) по сравнению с таковыми показателями у животных при изо-лированной ГК. Можно заключить, что КВЧ-воздействие привело к нормализации микроциркуляторных процессов у животных, находящихся в условиях ГК. В пользу этого свидетельствуют достоверные различия показателей у животных группы ГК+КВЧ не только по сравнению с таковыми у животных группы ГК, но и по сравнению с показателями микроциркуляции в контрольной группе животных. Так, начиная с третьих суток ГК, при КВЧ-воздействии наблюдалось приближение показателей микроциркуляции к таковым в контрольной группе, а начиная с 5-х суток эксперимента – их достоверное увеличение по сравнению с таковыми в контрольной группе животных.

Заключение и выводы.

Таким образом, комбинированное действие ЭМИ КВЧ и ГК привело к нивелированию вазоконстрикции, вызванной ГК стрессом. Можно предположить,

что оптимизация регуляции системы микроциркуляции является одним из основных проявлений физиологических эффектов ЭМИ КВЧ, лежащих в основе его антистрессорного действия.

В целом, в реакции микроциркуляции на действие ЭМИ КВЧ участвуют практически все регуляторные компоненты сосудистого и внесосудистого генеза. Вероятно, что такой системный характер отклика организма, находящегося в условиях ГК, на ЭМИ КВЧ обусловлен большим количеством мишеней для ЭМИ КВЧ, включающих микрососуды кожи, клетки крови, диффузную нейро-эндокринную систему, а также нервные окончания и периферические нервы кожи, активация которых изменяет функциональную активность нервной, иммунной, эндокринной систем организма с изменением содержания или синтеза биологически активных веществ (гормонов, цитокинов, нейромедиаторов), что играет существенную роль в механизмах регуляции процессов микроциркуляции крови.

Результаты настоящего исследования существенно дополняют имеющиеся сведения о биологической активности ЭМИ КВЧ и его антистрессорном действии в модели хронического стресса, которое оказывает нормализующее действие на микроциркуляцию, препятствуя развитию стрессорной вазоконстрикции. Полученные в настоящем исследовании результаты позволяют понять механизмы терапевтического действия ЭМИ КВЧ при лечении заболеваний, патогенез которых связан, в первую очередь, с расстройствами микроциркуляции.

Полученные данные позволяют значительно повысить эффективность и расширить возможности применения КВЧ-излучения не только для лечения, но и для профилактики многих заболеваний, поскольку, развитие любого заболевания сопровождается комплексом неспецифических симптомов, обусловленных развитием общего адаптационного синдрома, или стресс-реакции. Таким образом, одним из основных механизмов действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ является их способность лимитировать развитие стресс-реакции на уровне микроциркуляции.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, в рамках научного проекта р_юг_а № 14-44-01569 «Механизмы действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты на тканевую микрогемодинамику».

Список литературы

1. Бецкий О.В. Миллиметровые волны и живые системы. / О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 107 с.
2. Механизмы действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения на тканевую микрогемодинамику / Е.Н. Чуян, Н.С. Трибрат, М.Н. Ананченко, М.Ю. Раваева. – Симферополь: Информ.-изд. отдел ТНУ им. В.И. Вернадского. – 2011. – 324 с.
3. Инчина В.И. Адаптация к физическим нагрузкам после иммобилизационного стресса / В.И. Инчина, А.В. Зорькина, Я.В. Костин // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1997. – Т. 31. – №3. – С. 35–39.
4. Козлов В.И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии: Пособие для врачей. – М.: Медицина, 2001.
5. Крупаткин А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М.: Медицина, 2005.