

УДК 612.1.537.531

ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА КРЫС С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ НА ГИПОКИНЕЗИЮ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭМИ КВЧ РАЗНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Пономарева В. П., Чуян Е. Н., Туманянц Е. Н.

В настоящее время установлено, что электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) обладает высокой биологической активностью. Однако для увеличения эффективности ЭМИ КВЧ возникает необходимость выбора оптимальных зон воздействия. Многочисленные экспериментальные и клинические данные указывают на то, что для повышения биологической эффективности локализация воздействия ЭМИ КВЧ играет даже большую роль по сравнению с физическими параметрами излучения [4;13;16]. Многие исследователи обращают внимание также на тот факт, что люди и животные различаются по индивидуальной чувствительности к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ, при этом усредненные данные демонстрируют отсутствие достоверного эффекта [8], а у некоторых больных при использовании стандартных режимов КВЧ-терапия не вызывает никаких изменений [11].

Поэтому увеличение эффективности КВЧ-терапии может быть достигнуто с учетом локализации воздействия и индивидуальных особенностей человека и животных.

В связи с этим задачей исследования явилось изучение реакции животных с различными типологическими особенностями на действие ЭМИ КВЧ различной локализации.

Ранее нами было описано антистрессорное действие этого фактора [15]. Поэтому решение поставленных задач осуществлялось в опытах на крысах с вызванной гипокинетической (ГК) стресс-реакцией.

Материал и методы

Эксперименты выполнены на 350 белых крысах-самцах весом 180 – 200 граммов с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью и низкой эмоциональностью, определенными в тесте «открытого поля» (ОП) (табл. 1). Известно, что различия поведения животных в ОП обусловлены их типологическими особенностями [9]. Всех животных

распределяли в повторных опытах на 4 равноценные группы по 8 – 10 особей в каждой. Животные I группы содержались в обычных условиях вивария (контроль, К). II группу составляли крысы, находящиеся в условиях 9-дневной ГК, которая создавалась помещением животных в пеналы, ограничивающие их двигательную активность. Крысы III, IV и V групп также находились в условиях ГК, но дополнительно подвергались облучению ЭМИ различной локализации. Так, у крыс III группы облучалась затылочная область, у крыс IV, V групп – наружная поверхность левого или правого бедер соответственно. Воздействие КВЧ-излучения осуществлялось ежедневно по 30 минут в течение 9 суток эксперимента с помощью генераторов «Луч. КВЧ-01» с длиной волны 7,1 мм, плотностью потока мощности 0,1 мВт/см².

Таблица 1.

Характеристика поведения крыс с различной двигательной активностью в тесте «открытого поля»

Характеристики выделенных групп	Характеристика поведения		
	Горизонтальная двигательная активность	Вертикальная двигательная активность	Реакция дефекации и урикации
Низкая двигательная активность, низкая эмоциональность (1)	11,72±1,92	2,38 ±0,32	0,7±0,2
	$P_{1,2}<0,001$	* $P_{1,2}<0,001$	
	$P_{1,3}<0,001$	$P_{1,3}<0,001$	
Средняя двигательная активность, низкая эмоциональность (2)	30,61 ±0,82	6,85±0,17	0,07 ±0,2
	$P_{1,2}<0,001$	$P_{1,2}<0,001$	
	$P_{2,3}<0,001$	$P_{2,3}<0,001$	
Высокая двигательная активность, низкая эмоциональность (3)	40,92±2,16	10,76±0,51	0,8 ±0,4
	$P_{1,3}<0,001$	$P_{1,3}<0,001$	
	$P_{2,3}<0,001$	$P_{2,3}<0,001$	

P_1 - P_3 - достоверность различий по критерию Стьюдента при сравнении с данными групп, обозначенных в табл. 1-3 соответственно.

Об антистрессорном действии ЭМИ судили по изменению неспецифической резистентности, оцениваемой по цитохимическому статусу нейтрофилов (содержание пероксидазы (ПО), катионных белков (КБ), липидов) и лимфоцитов (средние активности сукцинат- и α -глицерофосфатдегидрогеназ (СДГ и α -ГФДГ)) периферической крови. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью стандартного пакета прикладных программ для статистического анализа на ПК.

Результаты и их обсуждение

В проведенных экспериментах обнаружена зависимость антистрессорного действия ЭМИ КВЧ от локализации воздействия. Причем зависимость эта проявлялась неодинаково у крыс с различными типологическими особенностями. Крысы с СДА и низкой эмоциональностью, согласно нашим данным, преобладают в популяции. У этих животных развивается наиболее типичная реакция на ГК: снижение цитохимического показателя (ЦПС) липидов на 24% ($P < 0,01$), ИО - на 21% ($P < 0,01$; рис.1) в нейтрофилах, а также уменьшение средней активности СДГ на 46% ($P < 0,001$) и α -ГФДГ на 36% ($P < 0,001$) в лимфоцитах на 6 – 9 сутки относительно значений соответствующих показателей в контрольной группе животных.

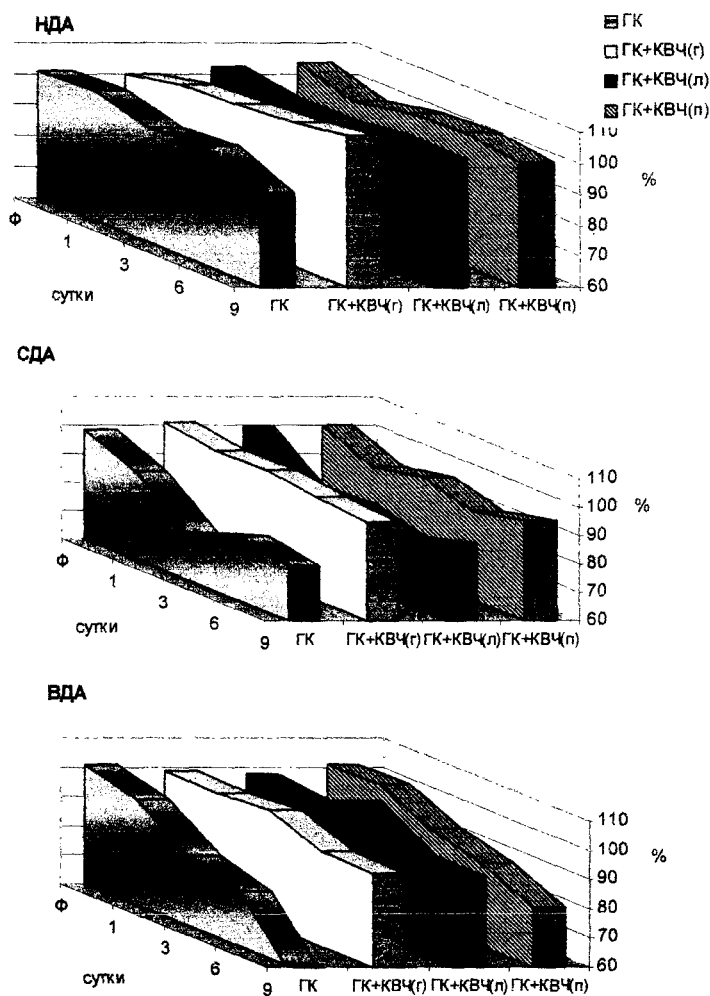


Рис. 1. Изменение цитохимического показателя содержания пероксидазы в нейтрофилах крови крыс с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой двигательной активностью (ВДА) при действии гипокинезии (ГК), комбинации гипокинезии и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ) при локализации воздействия ЭМИ на голову (г), левое (л) и правое (п) бедро (в % относительно значений в контроле).

При воздействии ЭМИ на затылочную область животных со СДА и ограниченной подвижностью обнаружена его способность препятствовать развитию гипокинетического стресса. Об этом свидетельствовало возрастание ЦПС липидов в 1 – 3 сутки эксперимента на 11 – 14 % ($P < 0.001$), средней активности СДГ в лимфоцитах на 9 сутки эксперимента на 45% ($P < 0.001$), а α -ГФДГ – на 23 – 40 % ($P < 0.001$) по сравнению с уровнем контрольных значений. Аналогичный эффект вызвало и воздействие ЭМИ КВЧ на наружную поверхность правого бедра. У гипокинезированных крыс, подвергавшихся дополнительному воздействию ЭМИ КВЧ на наружную поверхность левого бедра, лимитирования развития стресс-реакции не наблюдалось, а зарегистрировано снижение активности ферментов, аналогичное таковому при изолированном действии ГК: ЦПС липидов на 8% ($P < 0,01$), ПО – на 13 – 18 % ($P < 0,001$, рис. 1), средней активности СДГ на 45% ($P < 0,001$), а α -ГФДГ на 31% ($P < 0,02$) относительно значений изученных показателей у контрольных животных.

Оценка эффективности адаптации по морфологическому составу крови [3] показала, что у крыс с СДА в условиях ГК и систематического воздействия ЭМИ КВЧ на затылочную область и правое бедро развивается реакция тренировки, а при облучении левого бедра - регистрируется такая же реакция, как у животных с ограниченной подвижностью, дополнительно не подвергавшихся КВЧ-воздействию, т.е. стресс.

У крыс с ВДА ГК вызывает наиболее выраженные изменения исследуемых показателей. Эти изменения заключаются в выраженной лимфопении, эозинофилии и нейтрофилезе, резком снижении ЦПС пероксидазы (рис. 1), росте ЦПС липидов в нейтрофилах, угнетении дегидрогеназной активности в лимфоцитах. У этих животных положительный эффект достигался при действии КВЧ-излучения на затылочную область и левое бедро. В этих группах животных КВЧ-излучение препятствовало развитию стресс-реакции, но не способствовало повышению уровня функциональной активности клеточных элементов крови по сравнению с контрольными животными. Облучение правого бедра гипокинезированных животных не препятствовало развитию стресса, однако, облегчало его протекание.

Реакция на ограничение подвижности у крыс с НДА сопровождалась менее выраженным снижением показателей, характеризующих неспецифическую резистентность, которая регистрировалась в более поздние сроки наблюдения по сравнению с гипокинезированными животными с СДА и ВДА (рис. 1). У крыс с НДА, находящихся в условиях ГК и дополнительно подвергавшихся воздействию КВЧ-излучения на затылочную область, не обнаружено снижения защитных функций крови. Более того, наблюдалось повышение исследуемых показателей по отношению к контрольным животным (рис. 1).

В экспериментах по облучению наружной поверхности левого и правого бедер цитохимический статус нейтрофилов и лимфоцитов существенно не отличался от зарегистрированного у контрольных животных. Следовательно, воздействие ЭМИ на бедро у крыс с НДА препятствует развитию гипокинетического стресса, но не способствует повышению неспецифической резистентности по сравнению с контрольными животными. Различий биологического эффекта КВЧ-излучения от стороны облучения (левое или правое бедро) у животных с НДА не выявлено.

Таким образом, в проведенных экспериментах выявлена зависимость антистрессорного действия ЭМИ от локализации воздействия, что согласуется с литературными данными. Изменение эффективности ЭМИ КВЧ в зависимости от локализации воздействия показано и в исследованиях анальгетического [19], иммуностимулирующего действия [2;14], модификации условнорефлекторной деятельности крыс [18], регенерации роговицы и кожи [10], нервных волокон [6], лечения язвенной болезни желудка [16], сосудистых заболеваний головного и спинного мозга [5].

Полученные данные могут быть связаны с неодинаковой концентрацией элементов, чувствительных к действию ЭМИ КВЧ, в различных участках кожи. Так, затылочно-воротниковая область является одной из основных рефлексогенных зон, в которой обнаружено большое количество рецепторных окончаний, сосудов микроциркуляторного русла, лимфатических сосудов, БАТ, тучных клеток. Известно, что именно сосуды микроциркуляторного русла, нервные окончания и элементы APUD-системы, к которой, в частности, относятся тучные клетки, играют важную роль в механизмах физиологического действия ЭМИ КВЧ. С этих позиций неудивительно, что наиболее выраженный эффект нами обнаружен при воздействии ЭМИ КВЧ именно на затылочно-воротниковую область, в которой в большом количестве присутствуют первичные мишени для воздействия волн КВЧ-диапазона

При воздействии на затылочно-воротниковую область действие ЭМИ наиболее выражено у крыс с НДА. Такие животные характеризуются пассивно-оборонительной формой поведения, что, согласно Н.М. Хоничевой [17], свидетельствует о слабом тормозном типе нервной системы. Наименее выраженное антистрессорное действие зарегистрировано у животных с ВДА, характеризующихся активно-оборонительным характером поведения, что позволяет отнести их к сильному неуравновешенному типу нервной системы [9; 12].

Таким образом, различие в реакциях крыс выделенных групп на воздействие ЭМИ может быть обусловлено силой нервных процессов в ЦНС.

Как известно, с типологическими свойствами связаны и особенности межполушарной асимметрии [1], что может объяснить зависимость

биологической эффективности ЭМИ от стороны воздействия. Так, у крыс со СДА, у которых доминирует левое полушарие, более выражены эффекты при воздействии на наружную поверхность правого бедра. У животных с ВДА доминирует правое полушарие, а эффективность антистрессорного действия больше выражена при облучении левого бедра. Наконец, у животных с НДА, у которых межполушарная асимметрия не выражена, различий в биологической эффективности ЭМИ при воздействии на наружную поверхность правого или левого бедер не выявлено.

Таким образом, антистрессорное действие ЭМИ миллиметрового диапазона определяется типологическими особенностями животных, которые во многом объясняют зависимость биологического действия от локализации воздействия.

Литература

1. Бианки В.А. Асимметрия мозга животных. – Л.: Наука, 1985. – 294 с.
2. Бугерук В.В. Використання КВЧ-терапії в комплексному лікуванні хронічної імунної недостатності у хворих із хламідійною і герпесвірусними інфекціями. // Одеський медичний журнал. – 2000. — № 1(57). – С. 69 – 72.
3. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: Имедис, 1998. – 656 с.
4. Голант М.Б. Резонансное действие когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона волн на живые организмы // Биофизика. – 1989.- Т. XXIV. – Вып. 6. – С. 1007 – 1614.
5. Карлов В.А., Родштат И.В., Калашников Ю.Д. и др. КВЧ-терапия диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови при сосудистых заболеваниях головного и спинного мозга // Сб. докл. Междунар. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Том 1. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 82 – 91.
6. Колосова Л.И., Авелев В.Д., Акоев Г.Н., Рябчикова О.В. Влияние электромагнитного поля миллиметрового диапазона малой мощности на регенерацию периферических нервов // Сб. докл. Междунар. симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Т 2. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 398 – 402.
7. Кулагин Д.А., Блондинский В.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Усп. физиол. наук. – 1986. — № 1. – С. 92 – 110.
8. Лушников К.В., Гапеев А.Б., Садовников В.Б., Черемис Н.К. Влияние крайневисокочастотного электромагнитного излучения низкой интенсивности на показатели гуморального иммунитета здоровых мышей // Биофизика. – 2001. – Т. 46, №4. – С. 753 – 760.
9. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте «открытого поля» // ЖВНД. – 1981.- Т.31, №2. – С. 301 – 307.
10. Недзвецкий В.А. Регенарция роговой оболочки глаза и кожи в условиях КВЧ-терапии // Сб. докл. Междунар. симпоз. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 369 – 372.

11. Пославский М.В., Зданович О.Ф. Индивидуальная чувствительность больных к миллиметровому излучению. Повышение эффективности к КВЧ-терапии // Сб. докл. Межд. симп. «Миллиметровые волны в медицине и биологии». – М.: МТА КВЧ. – 1997. – С. 45 – 48.
12. Симонов П.В. Модификация типологии Айзенка для крыс // ЖВНД. – 1984. – Т.5. – С. 953 – 957.
13. Струсов В.В., Уткин Д.В., Дремучев В.А. Хирургические аспекты применения КВЧ-терапии // Миллиметровые волны в биологии и медицине – 1995.– № 6. – С. 48-49.
14. Суворов А.П., Киричук В.Ф., Тарасова О.В. Система гемостаза, иммунного статуса и ферментов протеолиза у больных атопическим дерматитом в процессе КВЧ-терапии. / Вестник дерматологии и венерологии. – 1998. — № 6. – С. 16 – 19.
15. Темурьянц Н.А., Чуян О.М., Верко Н.П., Московчук О.Б., Туманянц О.М., Шишко Е.Ю., Минко В.А., Куртсеитова Е.Е. Зміни реакції організму щурів на гіпокінезію при дії електромагнітного випромінювання надто високих частот // Фізіологічний журнал. – 2003. – Т. 49, №1. – С. 87 – 93.
16. Теппоне М.В., Веткин А.Н., Кротенко А.А., Миляев О.И. Многозональная КВЧ-терапия // Сб. докл. Междунар. симпози. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Том. 1. – М: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 201 – 207.
17. Хоничевой Н.М., Дмитриева И.А., Хрущинская А.А. Индивидуальные особенности поведения крыс: проявления тревожности // ЖВНД. – 1984. – Т. 34, № 3. – С. 537 – 545.
18. Хромова С.В., Холодов Ю.А. Модификация условной рефлекторной деятельности крыс мм излучением при различной локализации воздействия // Применение КВЧ-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. – М.: ИРЭ АН СССР, 1989. –С. 48 – 51.
19. Radzievsky A., Rojavin M.A., Cowan A., Alekseev S. I., Marvin, Ziskin C. Analgetic effect of millimeter waves in mice: dependence on the site of exposure // Life Sciences. – 2000. – Vol. 66, № 2. – P.2101 – 2111.

Поступила в редакцию 11.04.2003 г.