

СИНЕРГИЗМ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ НЕСУЩИХ И МОДУЛИРУЮЩИХ ЧАСТОТ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Б.Гапеев, Н.К.Чемерис

Институт биофизики клетки РАН, г. Пущино Московской обл., Россия; gapeyev@icb.psn.ru

В современных условиях открытые и самоорганизующиеся биологические системы подвергаются воздействию сложного спектра многочастотных и модулированных электромагнитных излучений (ЭМИ). Комплексному решению проблемы механизмов, ответственных за реакцию биологических систем на многочастотные электромагнитные воздействия на фоне возрастающей фармакологической нагрузки на популяцию, не уделяется должного внимания.

Цель настоящей работы заключалась в определении особенностей действия низкоинтенсивного модулированного ЭМИ крайне высоких частот (КВЧ) на уровне целого организма животных с использованием модели местного воспалительного процесса.

Ранее мы показали, что однократное облучение мышей ЭМИ КВЧ (42.2 ГГц, 100 мкВт/см², 20 мин) через 1 ч после индукции острого воспаления зимозаном приводило к снижению экссудативного отека и гипертермии области воспаления в среднем на 20% при интенсивностях 0.1-0.7 мВт/см² и частотах 37.5, 42.2-42.6, 51.8 и 65 ГГц. Ряд так называемых "терапевтических" частот ЭМИ КВЧ, в том числе 53.57 и 61.22 ГГц, оказались менее эффективными или вовсе неэффективными в отношении исследуемого воспалительного процесса. В узком частотном диапазоне 42.0-43.0 ГГц противовоспалительный эффект имел квазирезонансную зависимость от несущих частот с фактором добротности около 100.

Значительный интерес представляет исследование влияния модулированного ЭМИ КВЧ, которое может действовать на специфические физиологические и биохимические процессы в биологической системе, восприимчивые к определенной комбинации несущей и модулирующей частот излучения. Используя модулированное ЭМИ, можно одновременно воздействовать на объект набором гармонических сигналов, что, в принципе, позволяет, подбирая формы импульсов модуляции и частоты, определенным образом изменять активность различных систем клетки и организма.

На модели острого воспалительного процесса мы проверили гипотезу о том, что противовоспалительное действие ЭМИ КВЧ можно существенно модифицировать, применяя импульсную модуляцию с определенными частотами. Обнаружено, что при эффективной несущей частоте 42.2 ГГц применение различных частот модуляции из диапазона 0.03-100 Гц не приводило к значительному увеличению или снижению эффекта. Напротив, при "неэффективных" несущих частотах 43.0 и 61.22 ГГц использование частот модуляции 0.07-0.1 и 20-30 Гц позволило восстановить противовоспалительный эффект до максимального уровня. Таким образом, при действии модулированного ЭМИ КВЧ с определенными частотами модуляции не происходит снижения величины эффекта на "эффективных" несущих частотах, и возникает эффект на "неэффективных" несущих частотах. Этот вывод имеет принципиальное значение для клинического использования ЭМИ КВЧ, поскольку применение модулированного излучения позволяет снизить требования к стабильности частоты медицинских генераторов ЭМИ КВЧ и подбору индивидуальных несущих частот. Полученные нами результаты демонстрируют синергическое усиление эффектов излучения при определенной комбинации несущих и модулирующих частот.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 08-04-90000-Бел_а) и Фонда содействия отечественной науке.

SYNERGISM IN BIOLOGICAL EFFECTS OF CARRIER AND MODULATION FREQUENCIES OF LOW-INTENSITY EHF-RADIATION

A.B.Gapeyev, N.K.Chemeris

Institute of Cell Biophysics of Russian Acad. Sci., Pushchino, Moscow region, 142290, Russia;

E-mail: gapeyev@icb.psn.ru

Using a model of acute zymosan-induced paw edema in mice, the anti-inflammatory effects of modulated extremely high-frequency electromagnetic radiation were studied. It was shown that in narrow ranges of modulation frequencies some carrier frequencies, which were ineffective at non-modulated exposure, become effective.