

**МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ОСТРОГО РЕСПИРАТОРНОГО
ДИСТРЕСС-СИНДРОМА И ЕГО КОРРЕКЦИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЕМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

И.В. ТЕРЕХОВ*, А.А. ХАДАРЦЕВ*, В.С. НИКИФОРОВ**, С.С. БОНДАРЬ*

*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,
пр-т Ленина, 92, Тула, Россия, 300012, e-mail: trft@mail.ru

**ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»,
ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, Россия, 191015

Аннотация. СВЧ-облучение животных на частотах резонансной прозрачности водосодержащих сред при плотности потока мощности 10 нВт/см² не сопровождалось статистически значимым влиянием на тяжесть экспериментального острого респираторного дистресс-синдрома. Однако анализ распределения легочного индекса, как показателя выраженности альвеолярно-капиллярных нарушений, свидетельствует о том, что при плотности потока мощности СВЧ-излучения 10нВт/см², у 40% животных имеет место его нормализация. При данной мощности так же отмечено сокращение доли животных с легочным индексом в диапазоне 8-12 ед. с 60 до 20% (p=0,011). Проведенный статистический анализ выявил значимые различия распределений его абсолютных значений в данной группе и группе сравнения, в которой СВЧ-облучение не проводилось ($\chi^2=36,4$; p=0,001). СВЧ-облучение при плотности потока мощности 50 нВт/см² проявлялось нормализацией легочного индекса уже у 83% животных. Однако у 17% животных подвергнутых такому облучению отмечалось сохранение повышенных значений индекса, однако не превышающих 12 ед. Увеличение мощности СВЧ-излучения до 80 нВт/см² сопровождалось нормализацией проявлений острого дистресс-синдрома у 77% животных (p<0,001).

Анализ показал, что воздействие СВЧ-излучения на культуру клеток цельной крови при низкой плотности потока мощности сопровождается ростом в супернатанте концентрации брадикинина на 5,6% (p=0,37), NO на 0,54% (p=0,81) и Pg I₂ на 0,35% (p=0,87). При увеличении плотности до 50 нВт/см² отмечено дальнейшее повышение концентрации брадикинина на 34,6% (p=0,033), NO на 1,43% (p=0,21), Pg I₂ на 0,91% (p=0,76) в сравнении с контролем. дальнейшее увеличение до 80 нВт/см² – способствовало росту концентрации брадикинина на 38,3% (p=0,01), NO – на 2,33% (p=0,17) и Pg I₂ – на 1,4% (p=0,17).

Ключевые слова: острый респираторный дистресс-синдром, СВЧ излучение.

**MORPHO-FUNCTIONAL MANIFESTATIONS OF ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME
AND ITS CORRECTION BY MICROWAVE RADIATION IN THE EXPERIMENT**

I.V. TEREKHOV*, A.A. KHADARTSEV*, V.S. NIKIFOROV**, S.S. BONDAR*

*Tula State University, Lenin av., 92, Tula, Russia, 300012, e-mail: trft@mail.ru

**North-Western State I.I. Mechnikov Medical University, Str. Kirochnaya, 41, St. Petersburg, Russia, 191015

Abstract. Microwave irradiation of animals on the frequency of the resonance transparency of aqueous media at the power flux density 10 NW/cm² didn't accompanied by a statistically significant effect on the severity of experimental acute respiratory distress syndrome. Analysis of the distribution of pulmonary index, as an indicator of the severity of the alveolar-capillary disorders, suggests that while the power flux density of microwave radiation 10NW/cm², its normalization occurs in 40% of the animals. It is noted that in this capacity, there is a reduction in the proportion of animals with lung index in the range of 8-12% from 60 to 20% (p=0.011). The statistical analysis revealed significant differences distributions it absolute values in this group and the comparison group, in which microwave irradiation hasn't been conducted ($\chi^2=36,4$; p=0,001). Microwave irradiation with the power flux density 50 NW/cm² is manifested by normalization of pulmonary index in 83% of the animals. However, in 17% of animals subjected to such exposure it was noted the high conservation values of the index, which doesn't exceed 12 units. The increase of power of microwave radiation of up to 80 NW/cm² is accompanied by normalization of the manifestations of acute distress syndrome in 77% of the animals (p<0.001).

The analysis showed that the effect of microwave radiation on the cell culture of whole blood in low power flux density is accompanied by growth in supernatant the concentration bradikinin by 5.6% (p=0.37), NO by 0.54% (p=0,81) and Pg I₂ by 0.35% (p=0,87). It is noted that with the increase of density of up to 50 NW/cm², further increasing the concentration bradikinin by 34.6% (p=0.033), NO by 1.43% (p=0.21), Pg I₂ by 0.91% (p=0,76) in comparison with control occurs. A further increase to 80 NW/cm² contributed to the growth of the concentration bradikinin by 38.3% (p=0.01), NO by 2,33% (p=0,17) and Pg I₂ – by 1,4% (p=0,17).

Key words: acute respiratory distress syndrome, microwave irradiation.

Введение. Воздействие на организм экстремальных факторов зачастую сопровождается нарушением саморегуляции жизненно-важных функций организма, обусловленным блокированием отдельных саногенетических механизмов чрезмерными по своей величине воздействиями [2]. При этом, несмотря на прогресс в области интенсивной терапии критических состояний, разработка технологий восстановления нарушенных функций организма посредством активации внутренних резервов на субклеточном и клеточном уровне организации жизнедеятельности, является в настоящее время актуальной задачей.

В этой связи, с точки зрения восстановления нормальной реактивности и резистентности внутриклеточных систем к действию экзозологических факторов, представляется перспективным применение *электромагнитных излучений* (ЭМИ) с параметрами, близкими к параметрам собственных ЭМИ генерируемых организмом [8]. Одним из физических факторов, оказывающих синхронизирующее влияние на внутриклеточные молекулярные процессы является *сверхвысокочастотное излучение* (СВЧ) на частотах резонансной прозрачности водных сред – 1000 МГц, которое, по мнению ряда исследователей, является частотой колебаний водных кластеров [1, 4, 6].

Единичные сообщения о биологических эффектах ЭМИ нетепловой мощности частотой 1000 МГц, в противовес многочисленным публикациям о патогенном характере влияния СВЧ-излучения высокой мощности на организм, определяют актуальность более глубокого изучения эффектов данного физического фактора на организм человека и животных [3, 5].

Цель исследования – изучение особенностей биологических эффектов низкоинтенсивного СВЧ-излучения частотой 1000 МГц на состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости в условиях адреналин-индуцированного дистресс-синдрома у самцов крыс, а так же исследование возможных молекулярных механизмов реализации биологических эффектов СВЧ-облучения.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на 125 самцах белых беспородных крыс в возрасте 8-10 месяцев, находящихся в условиях смешанного вскармливания в период с мая по июль. Для формирования групп животных осуществляли рандомизацию путем генерации случайных чисел средствами пакета MS Excel. Животных маркировали и им присваивали цифровые индексы от 1 до 125 (общее число крыс). С помощью генератора случайных чисел создавали массив из случайных, равномерно распределенных чисел, при этом первые 25 номеров списка случайных чисел формировали контрольную группу, следующие 25 – группу сравнения, последующие – основные группы: 1-ю (25 крыс), 2-ю (25 крыс) и 3-ю (25 крыс).

Влияние излучения на течение *острого респираторного дистресс-синдрома* (ОРДС) изучали по выраженности основного проявления указанного патологического состояния – отека легких. ОРДС моделировали внутримышечным введением животному раствора адреналина гидрохлорида в дозе 0,5 мг/кг. Контрольная группа была представлена интактными животными, группа сравнения – крысами с ОРДС. Крыс опытных групп после инъекции раствора адреналина в мышцы внутренней поверхности бедра помещали в пластиковую клетку, где они находились в свободном состоянии, и подвергали СВЧ-воздействию в течение 15 минут, при этом животных 1-й группы подвергали облучению *плотностью потока мощности* (ППМ) 10 нВт/см², 2-й – 50 нВт/см², 3-й – 80 нВт/см² с помощью рупорной антенны магнитного типа с расстояния 20 см. По окончании облучения крыс выводили из эксперимента путем краниальной дислокации, после чего производили вскрытие грудной полости с выделением легких и определением их чистого веса. Выраженность патологических нарушений определяли по *легочному индексу* (ЛИ), рассчитываемому по формуле: $ЛИ = \text{масса легких, г} \times 100 / \text{масса тела животного, г}$.

В качестве источника ЭМИ использовали аппарат микроволновой терапии «Aquatone 02» (ООО «Телемак», г. Саратов).

В опытах *in vitro* с образцами крови использовали наборы «Цитокин-Стимул-Бест» производства ЗАО «Вектор Бест», содержащие среду DMEM. При этом 1 мл цельной крови помещался во флакон, содержащий 4 мл среды. Содержимое флакона тщательно перемешивали, после чего облучали в течение 15 минут; затем центрифугировали и отделяли супернатант для проведения иммуноферментного анализа. Анализ проводили с использованием наборов производства CUSABIO BIOTECH (КНР) на автоматическом иммуноферментном анализаторе Personal Lab (Италия).

Статистическую обработку результатов исследования проводили в программе Statistica 6.0. Описательные статистики включали оценку *среднего значения* (\bar{x}), *среднеквадратичного отклонения* (СКО), *медианы* (Me), а так же 25 и 75-го перцентилей (25%; 75%). Межгрупповые различия средних значений исследуемых показателей оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Равенство дисперсий исследуемых групп проверялось с помощью F-критерия. Статистическую значимость различий средних значений ЛИ оценивали с помощью теста наименьшей существенной разницы (HSD test).

Результаты и их обсуждение. Результаты оценки ЛИ в различных группах представлены в табл. 1.

Состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости в группах

Группы	x, ед.	СКО	Me	Процентили		
				25%	75%	
Контроль	7,9	1,19	7,5	7,1	7,9	
Группа сравнения	12,7	4,61	10,8	9,5	14,2	
Опытная группа	1-я	11,1	5,23	8,2	7,9	12,6
	2-я	6,3	2,54	5,2	4,9	6,4
	3-я	6,9	2,07	6,7	5,3	6,9

Результаты однофакторного дисперсионного анализа указывают на наличие статистически значимого влияния СВЧ-облучения на ЛИ ($F=4,6$; $p=0,006$). Для оценки статистической значимости различий ЛИ между конкретными группами, был проведен анализ послетестовых вероятностей, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2

Пслетестовые вероятности межгрупповых различий ЛИ

Группы	Контроль	Группа сравнения	Основные группы			
			1-я	2-я	3-я	
Контроль	-	0,01	0,1	0,4	0,7	
Группа сравнения	0,01	-	0,5	0,003	0,01	
Опытная группа	1-я	0,1	0,5	-	0,03	0,047
	2-я	0,4	0,003	0,03	-	0,7
	3-я	0,7	0,01	0,047	0,7	-

Проведенный анализ показал, что введение животным адреналина в дозе 0,5 мг/кг сопровождается статистически значимым, в сравнении с интактными животными, увеличением соотношения массы легких/массы тела животного (ЛИ) на 60,7% ($p=0,01$). Морфологическими проявлениями нарушений альвеолярно-капиллярного равновесия являлись макроскопические кровоизлияния в виде геморрагических участков и пятен в легком, а также выделение, при аккуратном нажатии на ткань легких, жидкости, выходящей из трахеи.

В условиях развития отека легких СВЧ-воздействие сопровождалось существенными изменениями ЛИ, указывающими на модификацию альвеолярно-капиллярной проницаемости у животных. Так, максимальная эффективность облучения, проявляющаяся снижением ЛИ, достигается при ППМ 50 нВт/см², при этом отмечается снижение ЛИ в 2,02 раза ($p=0,003$), достигающее значений группы контроля. При этом следует заметить, что на этом режиме достигается снижение повышенных значений ЛИ на 25,3% ниже контрольных, носящее характер тенденции. Облучение животных ППМ 80 нВт/см² сопровождается снижением ЛИ на 45,6% ($p=0,03$), также достигающего значений группы контроля. Таким образом, указанные режимы облучения приводят к существенному снижению ЛИ, эффективно нормализуя нарушения альвеолярно-капиллярного равновесия в легких.

Воздействие на организм животных СВЧ-излучения ППМ 10 нВт/см² не сопровождается значимым изменением ЛИ в сравнении с группой сравнения ($p=0,5$), при этом отмечается увеличение дисперсии ЛИ в данной группе на 14%, указывающее, что излучение при данной мощности все же оказывает влияние на процессы в организме животных. Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует о закономерном повышении ЛИ под влиянием адреналина и положительном действии СВЧ-воздействия на состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости, проявляющемся снижением ЛИ. Наряду с увеличением абсолютных значений ЛИ, результаты исследования свидетельствуют о неоднородной чувствительности животных к адреналину. Так, анализ различий межгрупповых дисперсий ЛИ у животных контрольной группы и группы сравнения выявил статистически значимое повышение данного показателя в 3,9 раза ($F=27,8$; $p=0,0003$).

Облучение животных ППМ 10 нВт/см², находящихся в состоянии адреналин-индуцированного стресса, сопровождалось повышением дисперсии ЛИ в сравнении с группой контроля на 14,1% ($F=0,7$; $p=0,41$). Увеличение ППМ до 50 нВт/см² сопровождалось дальнейшим снижением дисперсии ЛИ в данной группе. Однако несмотря на положительную тенденцию, дисперсия в данной группе в 2,1 раза превышала соответствующие значения здоровых животных ($F=10,4$; $p=0,002$). Дальнейшее повышение интенсивности облуче-

ния до 80 нВт/см² сопровождалось дальнейшим сокращением различий в дисперсиях с группой контроля, которые, тем не менее, оставались статистически значимыми ($F=6,6$; $p=0,01$).

С целью анализа распределения значений легочного индекса в группах для подробной характеристики динамики альвеолярно-капиллярных нарушений были построены и проанализированы категоризированные графики (рис.).

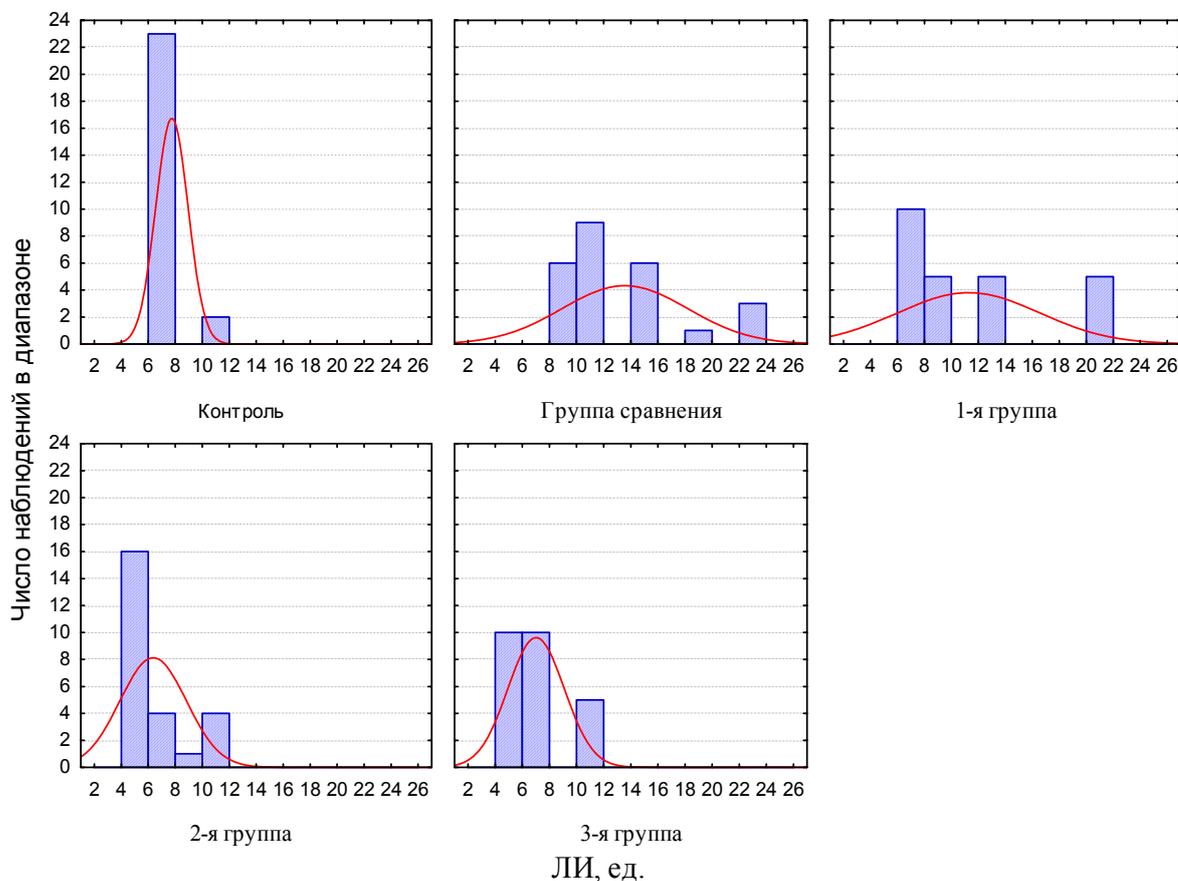


Рис. Распределение частоты встречаемости ЛИ в группах (по оси абсцисс отложены значения ЛИ, по оси ординат – число наблюдений, входящих в диапазон значений ЛИ)

Анализ полученных результатов показал, что воздействие адреналина (группа сравнения) приводит к увеличению значения ЛИ выше 8 ед. у всех животных, при этом нормальные величины ЛИ (6-8 ед.) отсутствуют. В данной группе наблюдается перераспределение частоты встречаемости ЛИ из диапазона 6-8 ед. (92,5% всех значений), наблюдающегося в контроле, в диапазон 8-12 ед., что составляет 62,5% всех значений в данной группе. Кроме того, 25% значений ЛИ приходится на диапазон 14-16 ед., у 12,5% животных ЛИ превышает 16 ед. Таким образом, у 40% животных имеются значительные нарушения альвеолярно-капиллярной проницаемости, характеризующие развитие альвеолярного отека легких.

В 1-й группе при ППМ 10 нВт/см², как уже было отмечено, эффект облучения не сопровождается статистически значимым изменением средних значений ЛИ и его дисперсии. Однако анализ распределения ЛИ показывает, что 40% животных реагируют на проводимое воздействие снижением ЛИ до нормальных значений. Кроме того, в данной группе отмечается сокращение доли животных с ЛИ 8-12 ед. с 62,5 до 20% ($p=0,011$). Сравнение распределений ЛИ в группе сравнения и 1-й группе, произведенное с помощью критерия хи-квадрат, свидетельствует о значимых различиях распределений ЛИ в данных группах ($\chi^2=36,4$; $p=0,001$), что подтверждает наличие биологического действия облучения ППМ 10 нВт/см².

Во 2-й группе особенности биологического действия СВЧ-излучения низкой интенсивности проявляются нормализацией ЛИ у 83% животных, причем у 60% ЛИ находится в диапазоне 4-6 ед., что не встречается в контрольной группе, у 17% животных значения ЛИ превышают контрольные, однако не достигают 12 ед.

Увеличение ППМ до 80 нВт/см² (3-я группа животных) сопровождается снижением доли животных с величинами ЛИ до 6 ед. (с 60 до 40%) и соответствующим увеличением доли животных с «нормальными» значениями ЛИ (6-8 ед.) с 17 до 40%. Доля животных с ЛИ 10-12 ед. остается практически неизменной и составляет 20%. Значения ЛИ, превышающие 12 ед., не встречаются у облученных животных 3-й группы, как и у крыс 2-й группы.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о выраженном регулирующем действии низкоинтенсивного СВЧ-излучения на альвеолярно-капиллярную проницаемость в условиях гиперактивации симпатoadреналовой системы.

С целью подтверждения гипотезы о формировании биологического эффекта воздействия за счет активации вазодилатирующих механизмов регуляции сосудистого тонуса, была исследована плазменная концентрация NO, простагландина I₂ и брадикинина цельной крови под влиянием облучения (табл. 3).

Таблица 3

Динамика концентрации вазоактивных медиаторов под влиянием облучения

Группы	Брадикинин				NO				Pg I ₂			
	x	Q25	Me	Q75	x	Q25	Me	Q75	x	Q25	Me	Q75
Контроль	0,81	0,78	0,81	0,84	2,8	2,73	2,8	2,86	7,18	7,04	7,18	7,31
1-я	0,86	0,82	0,86	0,89	2,81	2,74	2,81	2,88	7,2	7,07	7,2	7,33
2-я	1,09	1,07	1,09	1,11	2,84	2,77	2,84	2,9	7,24	7,11	7,24	7,37
3-я	1,12	1,11	1,12	1,13	2,86	2,8	2,86	2,92	7,28	7,14	7,28	7,41

Анализ показал, что воздействие на кровь излучением, эквивалентным облучению животных 1-й группы, сопровождается ростом концентрации брадикинина в супернатанте на 5,6% (p=0,37), NO – на 0,54% (p=0,81) и Pg I₂ – на 0,35% (p=0,87). При повышении ППМ до 50 нВт/см² было отмечено возрастание уровня брадикинина на 34,6% (p=0,033), NO на 1,43% (p=0,21), Pg I₂ на 0,91% (p=0,76). Облучение образцов крови ППМ 80 нВт/см² характеризовалось ростом концентрации брадикинина на 38,3% (p=0,01), NO 2,33% и Pg I₂ на 1,4% (p=0,17).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что облучение крови низкоинтенсивным СВЧ-излучением на частотах резонансной прозрачности водосодержащих сред сопровождается существенным увеличением концентрации брадикинина, являющегося мощным вазодилатирующим фактором. Облучение способствует также повышению уровня оксида азота и простагландина E₂, однако в отношении указанных медиаторов влияние излучения сравнительно невелико.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что у интактных животных состояние альвеолярно-капиллярного баланса соответствует легочному индексу 6-12 ед., причем у 90% животных ЛИ находится в диапазоне 6-8 ед.

Введение адреналина животным закономерно сопровождается изменениями гемодинамики. При этом адреналин, как медиатор симпатической нервной системы, оказывает положительные хронотропный и инотропный эффекты, обусловленные стимуляцией β₁- и β₂-адренергических рецепторов, что приводит к увеличению ударного и минутного объемов крови, а также общего периферического сосудистого сопротивления. Указанные эффекты адреналина обуславливают повышение системного артериального давления в обоих кругах кровообращения, что особенно критично для малого круга кровообращения. Повышение гидростатического давления в малом круге кровообращения сопровождается усилением транссудации жидкости через эндотелий в межклеточное пространство с развитием интерстициального отека, в дальнейшем переходящего в альвеолярный.

Анализ результатов проведенного исследования показал, что животные группы сравнения отличаются различной резистентностью к отекогенному действию адреналина. Так, 12,5% животных проявляют минимальную резистентность (ЛИ>22 ед.), 25% – умеренную (ЛИ 14-16 ед.) и 62,5% – высокую (ЛИ 8-10 ед.).

В этих условиях воздействие на организм СВЧ-излучения ППМ 10 нВт/см² характеризуется нормализацией ЛИ у 40% животных, у остальных 60% происходит увеличение резистентности к отекогенному действию адреналина, выражающееся в снижении максимального уровня ЛИ (с 22-24 ед. в группе сравнения до 20-22 ед. при облучении). Кроме того, сокращается до 20% доля животных с умеренно повышенными значениями ЛИ в пользу таковых с нормализованным ЛИ, что является следствием повышения реактивности организма крыс.

Увеличение ППМ до 50 нВт/см² у 83,3% животных восстанавливает реактивность организма, позволяя успешно противодействовать влиянию адреналина. При этом у 16,7% животных отмечается сохранение умеренных нарушений альвеолярно-капиллярной проницаемости. Повышение ППМ до 80 нВт/см² сопровождается дальнейшей нормализацией сосудистой проницаемости.

Исследования состояния вазодилатирующих факторов в образцах крови, подвергнутых облучению *in vitro*, свидетельствуют о том, что одним из механизмов наблюдаемого саногенетического эффекта в отношении адреналин-индуцированного отека легких является увеличение в кровотоке таких субстанций как брадикинин, оксид азота и простагландин E₂. Очевидно, что под влиянием облучения имеет место усиление внутрисосудистой активации калликреин-кининовой системы, а также стимуляция продукции эндотелием и клетками крови простагландинов и NO.

Выводы:

1. На модели нелетального адреналинового отека легких показано биологическое действие СВЧ-излучения ППМ от 10 до 80 нВт/см², выражающееся в нормализации альвеолярно-капиллярной проницаемости.
2. СВЧ-воздействие ППМ 10 нВт/см² сопровождается нормализацией ЛИ у 40% животных, у остальных имеет место снижение ЛИ. Кроме того, облучение снижает тяжелые проявления отека легких. Так, облучение животных ЭМИ ППМ 40 нВт/см² приводит к нормализации ЛИ у 83,3%, при этом у 40% крыс ЛИ становится ниже контрольных значений, у 16,7% животных сохраняется умеренное повышение ЛИ. В данной группе тяжелого отека легких не отмечалось. Увеличение ППМ излучения до 80 нВт/см² сопровождается повышением ЛИ в сравнении с предыдущей группой за счет сокращения доли животных с минимальными значениями ЛИ.
3. Резистентность здоровых животных к действию адреналина характеризуется значительной вариабельностью. При этом 62,5% животных, подвергнутых воздействию адреналина, отличаются высокой к нему резистентностью, 25% – умеренной и 12,5% – низкой. СВЧ-облучение при интенсивности 40 и 80 нВт/см² способствует повышению резистентности животных к действию адреналина, проявляющимся нормализацией величины и вариабельности ЛИ.
4. Одним из механизмов положительного влияния СВЧ-облучения на проявление ОРДС является повышение активности калликреин-кининовой системы, стимуляция продукции клетками цельной крови простаглинды и оксида азота.

Литература

1. Воронцова З.А., Ушаков И.Б., Хадарцев А.А., Есауленко И.Э., Гонтарев С.Н. Морфофункциональные соотношения при воздействии импульсных электромагнитных полей / Под ред. И.Б. Ушакова – Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2012. 368 с.
2. Грызлова О.Ю., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А., Яшин С.А. Биорезонансные эффекты при воздействии электромагнитных полей: физические модели и эксперимент: Монография / Под ред. А.А. Яшина.– Москва – Тверь – Тула: ООО «Издательство «Триада», 2007. 160 с.
3. Диверсификация результатов научных открытий в медицине и биологии. Том III. / Под ред. Хадарцева А.А., Несмеянова А.А., Гонтарева С.Н. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2012. 186 с.
4. Особая роль системы «миллиметровые волны - водная среда» в природе / Н.И. Сеницын, В.И.Петросян, В.А. Ёлкин [и др.] // Научные технологии. 2000. №2. С. 33–37.
5. Петросян, В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ. 2005. Т.31. Вып. 23. С. 29–33.
6. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Елкин [и др.] // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. №5-6. С. 62–129.
7. Ушаков И.Б., Штемберг А.С., Шафиркин А.В. Реактивность и резистентность организма млекопитающих. М.: Наука, 2007. 493 с.
8. Хадарцев А.А. Избранные технологии не медикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине / Под ред. Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «Инфра», 2009. 398 с.

References

1. Vorontsova ZA, Ushakov IB, Khadartsev AA, Esaulenko IE, Gontarev SN. Morfofunktsional'nye sootnosheniya pri vozdeystvii impul'snykh elektromagnitnykh poley / Pod red. I.B. Ushakova. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: ZAO «Belgorodskaya oblastnaya tipografiya»; 2012. Russian.
2. Gryzlova OYu, Subbotina TI, Khadartsev AA, Yashin AA, Yashin SA. Biorezonansnye efekty pri vozdeystvii elektromagnitnykh poley: fizicheskie modeli i eksperiment: Monografiya / Pod red. A.A. Yashina. Moskva-Tver'-Tula: OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2007. Russian.
3. Diversifikatsiya rezul'tatov nauchnykh otkrytiy v meditsine i biologii. Tom III. / Pod red. Khadartseva A.A., Nesmeyanova A.A., Gontareva S.N. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: ZAO «Belgorodskaya oblastnaya tipografiya»; 2012. Russian.
4. Sinitsyn NI, Petrosyan VI, Elkin VA, et al. Osobaya rol' sistemy «millimetrovye volny - vodnaya sreda» v prirode. Naukoemkie tekhnologii. 2000;2:33-7. Russian.
5. Petrosyan VI. Rezonansnoe izluchenie vody v radiodiapazone. Pis'ma v ZhTF. 2005;31(23):29-33. Russian.
6. Petrosyan VI, Sinitsyn NI, Elkin VA, et al. Rol' molekulyarno-volnovykh protsessov v prirode i ikh ispol'zovanie dlya kontrolya i korrektsii sostoyaniya ekologicheskikh sistem. Biomeditsinskaya radioelektronika. 2001;5-6:62-129. Russian.

7. Ushakov IB, Shtemberg AS, Shafirkin AV. Reaktivnost' i rezistentnost' organizma mlekopitayushchikh. Moscow: Nauka; 2007. Russian.

8. Khadartsev AA. Izbrannye tekhnologii ne medikamentoznogo vozdeystviya v rehabilitatsionno-vosstanovitel'noy i sportivnoy meditsine / Pod red. N.A. Fudina. Tula: OOO RIF «Infra»; 2009. Russian.