

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИИ
АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ПРИ СВЧ-ВОЗДЕЙСТВИИ
РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ
(обзор)

Э.Б. АЛЕКСАНДРОВА

*Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение Науки Институт Медико-биологических проблем
РАН, Хоросhevское шоссе, д. 76А, г. Москва, Россия, e-mail: elona6@yandex.ru*

Аннотация. Выявление закономерности и поиск механизма взаимодействия продуктов перекисного окисления липидов, с антиоксидантной системой организма, а так же подбор методов коррекции сдвига биохимических показателей является актуальной проблемой профилактической и клинической медицины. Универсальной реакцией любого организма на действие одного или группы вредных факторов является повышение энергообразования в клетках адаптивных систем. Известно, что истощенные запасы витаминов антиоксидантного действия и перекисных соединений начинают повреждать мембраны и рецепторный аппарат функционирующих и делящихся клеток В последние годы появились публикации в которых приводятся данные о различных сдвигах в процессах перекисного окисления липидов и функции антиоксидантной системы организма при СВЧ-воздействии. Сдвиги в процессах перекисного окисления липидов и функции антиоксидантной системы организма присутствуют при воздействии ЭМП различных частотных диапазонов, но эти сведения не систематизированы, противоречивы и не раскрывают полной информации о механизме действия этого фактора на организм. Наш литературный обзор посвящен анализу российских публикаций последних лет, по исследованиям изменения процессов перекисного окисления липидов и функции антиоксидантной системы организма при СВЧ воздействии различной интенсивности.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов (липидная перекиса), антиоксидантная система, ферментное и неферментное звено антиоксидантной системы, антиоксидантный стресс, влияние СВЧ-излучений на организм, тепловые и нетепловые интенсивности.

THE PROCESSES OF LIPID PEROXIDATION AND INDICATORS THE FUNCTION
OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF THE ORGANISM IN THE MICROWAVE EFFECT
OF DIFFERENT INTENSITY (review)

E.B. ALEKSANDROVA

*Federal State Institution of Science " Institute of Biomedical Problems RAS", Khoroshevskoe sh. 76A, Moscow,
Russia, e-mail: elona6@yandex.ru*

Abstract. Identification of patterns and the search mechanism of interaction products of lipid peroxidation with antioxidant system in the body, as well as selection methods offset correction of biochemical parameters is an important issue of preventive and clinical medicine. The universal response of any organism to the action of one or a group of harmful factors is the increase of energy production in the cells of adaptive systems. It is known that depleted stocks of vitamins antioxidant and peroxide compounds begin to damage the membrane and the receptor apparatus of the functioning and dividing cells. In recent years there have been publications which provide information about a variety of shifts in the LP processes and the function of the antioxidant system of the organism during microwave exposure. Shifts in the processes of lipid peroxidation and the function of the antioxidant system of the organism are present when exposed to EMFs of different frequency bands, but this information doesn't systematized, contradictory and doesn't disclosed the full information on the mechanism of action of this factor on the body. This literature review is devoted to the analysis of Russian publications in recent years, about changes of peroxidation processes and the function of the antioxidant system of the organism in the microwave effect of different intensity.

Key words: lipid peroxidation, antioxidant system, enzymatic and non-enzymatic system, antioxidant system, antioxidant stress, influence of microwave radiation on the organism, thermal and non-thermal intensity.

Введение. Одним из важных процессов, связанных с клеткой и клеточными мембранами, является перекисное окисление липидов. Его течение регулируется специальными клеточными веществами – антиоксидантами. Образование перекисей липидов имеет цепной свободнорадикальный механизм. Свободными радикалами называются частицы (атомы, молекулы), имеющие неспаренные электроны, отличающиеся высокой реакционной способностью (в норме концентрация свободных радикалов в тканях равна 10^{-6} - 10^{-8} моль/г ткани). В процессе перекисного окисления липидов, происходящего в биологических мембранах, участвуют свободные радикалы ненасыщенных жирных кислот клеточных мембран. При его активации нарушаются барьерные свойства мембран.

ерные, рецепторные и каталитические функции мембран. В настоящее время рассматриваются в основном три механизма повреждения мембран при усилении перекисного окисления липидов:

- появление гидрофильных гидроперекисных групп в полиненасыщенных жирных кислотах фосфолипидов, нарушающих гидрофобность липидного бислоя и вызывающих резкое возрастание пассивной проницаемости мембраны для ионов;
- возникновение в ходе липоперекисления диальдегидов (например, малонового), способных вызывать полимеризацию и агрегацию белков и липидов в мембране;
- окисление перекисными радикалами аминокислотных остатков мембранных белков (в первую очередь гистидина, триптофана и аминокислот, содержащих сульфгидрильные группы), присутствие которых в активных центрах ферментов вызывает потерю ферментативной активности.

Названные первичные изменения приводят к серьезным нарушениям функционирования мембран, что проявляется и на уровне организма.

Настоящий литературный обзор посвящен анализу российских и зарубежных публикаций последних лет, по исследованиям изменения процессов *перекисного окисления липидов* (ПОЛ) и функции антиоксидантной системы организма при воздействии электромагнитного поля различных частотных диапазонов и интенсивности.

Универсальной реакцией любого организма на действие одного или группы вредных факторов является повышение энергообразования в клетках адаптивных систем. Это в свою очередь приводит к повышению содержания перекисных соединений в клетках и тканях. Избыток перекисных соединений особенно инактивируется антиоксидантной системы по средством витаминов и компонентов ферментного и не ферментного звена. В том числе витамины С, Е, А, Р, РР и др., глутатион (восстановленный и не восстановленный) и др.компоненты. Известно, что истощенные запасы витаминов антиоксидантного действия и перекисных соединений начинают повреждать мембраны и рецепторный аппарат функционирующих и делящихся клеток;

Известно, что ПОЛ представляет собой процесс непосредственного переноса кислорода на субстрат с образованием пероксидов, кетонов, альдегидов и других соединений. Реакция эта носит цепной самоиндуцирующий характер и возникает под действием активных форм кислорода. Особой активностью обладает супероксидный анион, который в организме может действовать как окислитель с образованием пероксида водорода и как восстановитель с образованием молекулярного кислорода. Наиболее легко отрывается атом водорода от углерода, находящегося в α -положении по отношению к двойной связи в молекуле ненасыщенной жирной кислоты. В результате в молекулах жирных остатков появляется система сопряженных двойных связей или конъюгированных диенов, которые легко взаимодействуют с кислородом с образованием пероксидных радикалов, а в дальнейшем и гидропероксидов (первичных продуктов ПОЛ) [5-12]. Поэтому, в качестве показателей оценивающих состояние процессов ПОЛ обычно определяют содержание первичных (диеновых конъюгатов и кетодиенов), вторичных (малоновый диальдегид) и конечных продуктов (основания Шиффа) процесса перекисного окисления.

В последнее время в научных публикациях, посвященных процессам перекисного окисления липидов при воздействии электромагнитных полей различных частотных диапазонов приводятся интересные данные, свидетельствующие о достоверных сдвигах в этих процессах. Комплексного анализа и обобщения этих результатов до настоящего времени не проводилось, однако существующих на сегодняшний день данных достаточно, чтобы высказать предположение о том, что взаимоотношение показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы организма, является одним из наиболее информативных и значимых биохимических параметров для диагностики и оценки тяжести электромагнитного воздействия различной интенсивности.

Настоящий литературный обзор посвящен анализу российских и зарубежных публикаций последних лет, по исследованиям изменения процессов ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма при воздействии электромагнитного поля различных частотных диапазонов и интенсивности.

Универсальной реакцией любого организма на действие одного или группы вредных факторов является повышение энергообразования в клетках адаптивных систем. Это в свою очередь приводит к повышению содержания перекисных соединений в клетках и тканях. Избыток перекисных соединений особенно инактивируется антиоксидантной системы по средством витаминов и компонентов ферментного и не ферментного звена. В том числе витамины С, Е, А, Р, РР и др., глутатион (восстановленный и не восстановленный) и др.компоненты. Известно, что истощенные запасы витаминов антиоксидантного действия и перекисных соединений начинают повреждать мембраны и рецепторный аппарат функционирующих и делящихся клеток.

Известно, что ПОЛ представляет собой процесс непосредственного переноса кислорода на субстрат с образованием пероксидов, кетонов, альдегидов и других соединений. Реакция эта носит цепной самоиндуцирующий характер и возникает под действием активных форм кислорода. Особой активностью обладает супероксидный анион, который в организме может действовать как окислитель с образованием пероксида водорода и как восстановитель с образованием молекулярного кислорода. Наиболее легко отрывается атом водорода от углерода, находящегося в α -положении по отношению к двойной связи в молекуле ненасыщенной жирной кислоты. В результате в молекулах жирных остатков появляется система сопряженных двойных связей или конъюгированных диенов, которые легко взаимодействуют с кислородом с образованием перок-

сидных радикалов, а в дальнейшем и гидропероксидов (первичных продуктов ПОЛ) [1-4, 12]. Поэтому, в качестве показателей оценивающих состояние процессов ПОЛ обычно определяют содержание первичных (диеновых конъюгатов и кетодиенов), вторичных (малонового диальдегида) и конечных продуктов (основания Шиффа) процесса перекисного окисления.

Реакции СПОЛ участвуют в процессах регуляции липидного состава биомембран и активности ферментов. Последнее является результатом как прямого действия продуктов липопероксидных реакций на ферменты, так и опосредованного – через изменения состояния мембран, с которыми ассоциированы многие ферменты.

В исследованиях влияния импульсно-периодического микроволнового излучения (10 ГГц, длительность импульсов 330 нс, частота повторения импульсов 10-25 Гц, импульсная УПМ 5×10^6 Вт) на печень белых мышей. Князева И.Р., Большаков М.А., и др. [2,7], выявили, что однократное 5-минутное воздействие в этом режиме в частности вызывает изменения перекисного окисления липидов, на первые сутки после облучения на всех частотах, за исключением 10 Гц уменьшился вдвое. Содержание общего белка через 72 ч после облучения снизилось примерно на 40-50% по сравнению с контрольной (ложно-облученной) группой.

При облучении крыс Кислицкая В.Н. (2004), находящихся на расстоянии 4-6 см пр 6-8 часов в сутки 6 раз в неделю у монитора персонального компьютера с характеристиками: электрическое поле при 2 кГц – 72 В/м, при 2-400кГц – 9 В/м, магнитное поле при 5-2000 Гц – 1960 нТл, при 2-400 кГц – 196 нТл, электро-статический потенциал – 2, 53 кВт. Содержание МДА в цельной крови крыс в условиях воздействия с указанными параметрами снижалось на 31,5%, в то время как содержание восстановленного глутатиона в эритроцитах крови крыс у условиях адаптации к электромагнитному облучению увеличивалось на 35%. Так же, в этих исследованиях было отмечено снижение активности глутатионпероксидазы в эритроцитах, и снижение активности глутатион-S-трансферазы у облученных крыс. В исследованиях Кислицкая В.Н.) содержания липидов в эритроцитах и сыворотки крови показано, что ЭМП оказывает влияние на липиды эритроцитарных мембран, но не влияет на липиды сыворотки крови.

Весьма интересные данные в исследованиях суммарного содержания антител приводятся в работе). Ими установлено, в частности, что значение IgM на 7-е сутки после окончания СВЧ воздействия, специфичных к жирным кислотам с малой цепью, к гидроксильным жирным кислотам и пальмитиновой/миристиновой/олеиновой жирным кислотам (C6-C8-C10-C12; C6-C8-C10-C12OH; PAL/MYR/OLE) в опытной группе ("ЭМП СВЧ") было статистически достоверно выше (0,362 ед OD), чем в группах «ложного» облучения и биоконтроля (0,262 и 0,241 ед OD соответственно). В дальнейшем, на 14-е сутки, разница между группами нивелировалась. Григорьев и др, считают, что эти данные демонстрируют, что в ранние сроки после воздействия ЭМП СВЧ у части клеток в липидной компоненте возникают процессы, которые отличаются от таковых у крыс других групп и могут быть обусловлены активацией окислительных внутриклеточных реакций.

Изменение значений показателей процессов ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма происходит не только при описанных выше вариантах облучения. На сегодня можно считать достоверно доказанным факт значительных сдвигов показателей ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма при различных комбинациях сочетанного воздействия ЭМП СВЧ. В качестве примера таких сдвигов для нашей работы, представляют интерес данные полученные Савином и др (2010г), при попытке изучения регуляции свободнорадикальных процессов модулирующим воздействием электромагнитного излучения в сочетании с введением стволовых клеток. В этой работе авторами изучение активности свободнорадикальных процессов проводилось в условиях гипоплазии красного костного мозга, которая достигалась путем внутривенного введения 0,1 мл фторурацила. Первой группе животных внутривенно вводили фторурацил 0,1 мл. Вторая группа животных одновременно с введением цитостатика подвергалась воздействию электромагнитных полей миллиметрового диапазона частотой 37 ГГц, мощностью 0,3 мВт/см².

Продолжительность однократного облучения составила 30 минут, суммарное время воздействия составило 180 минут. Животным третьей группы, кроме воздействия на них цитостатиков и ЭМИ КВЧ, осуществлялось введение стволовых клеток. Уровень свободно радикальных процессов оценивался на основании активности оксидантов и антиоксидантной защиты по стандартным методикам. В качестве исследуемых показателей определяли уровень гидроперекисей липидов, концентрацию малонового диальдегида, антиокислительную активность плазмы, активность каталазы и супероксиддисмутазы.

На основании полученных результатов, было установлено, что в первой группе экспериментальных животных, после введения фторурацила, наблюдается достоверное повышение активности гидроперекисей липидов и малонового диальдегида, сопровождающееся снижением антиокислительной активности плазмы и ключевых ферментов, регулирующих активность свободнорадикальных процессов — каталазы и супероксиддисмутазы, что свидетельствует, об избыточном накоплении первичных свободных радикалов, обусловленном воздействием на организм цитостатика.

Во второй группе животных наблюдались аналогичные изменения, но в сравнении с первой группой отмечается незначительное снижение концентрации гидроперекисей липидов и малонового диальдегида на фоне возрастания активности каталазы, супероксиддисмутазы и, как следствие, антиокислительной активности плазмы. Выявленные изменения, авторы, связывают с возрастанием активности антиоксидантной системы под действием электромагнитного излучения [10].

Однако, изучая влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ с шумовым спектром на систему крови и ПОЛ лабораторных животных. КВЧ-воздействие проводилось на область тазовых костей и затылка после радиационного поражения в течение 10 дней ежедневно, установили, что облучение контрольных животных вызвало увеличение продуктов перекисного окисления липидов. Содержание диеновых конъюгатов так же возрастало примерно на 30% по сравнению с интактными животными, триеновых – увеличивается постепенно и к 18 суткам после облучения превышает норму почти в 3 раза. Накопление продуктов ПОЛ связано с развитием пострadiационных свободно-радикальных реакций. Конечный результат поражающего действия радиации в этой работе авторы предлагают наблюдать по изменению содержания оснований Шиффа. Их количество на 11 сутки после облучения возросло в 3,5 раза по сравнению с нормой. Это говорит об истощении антиоксидантной системы. Но к 18 суткам, а еще более к 25 суткам замечено снижение концентрации оснований Шиффа, что свидетельствует о начале репарационного процесса и восстановлении антиоксидантной системы. У животных, прошедших КВЧ-терапию в затылочной области, содержание диеновых конъюгатов возрастает в 2,5 раза по сравнению с контролем. Следовательно, КВЧ-излучение усиливает уже идущий процесс ПОЛ. Головной мозг является органом с высокой предрасположенностью к индукции свободно-радикальных реакций. На 18 сутки количество диеновых конъюгатов возрастает в 5 раз. К 25 суткам их количество снижается, оставаясь выше уровня интактных животных.

В содержании триеновых конъюгатов снижения не было замечено даже к 25 суткам после облучения. Оно возросло по сравнению с контролем в 5 раз. По-видимому, это обусловлено спецификой ПОЛ в головном мозге. Содержание оснований Шиффа постепенно уменьшается к концу периода наблюдений, но остается выше контроля. Это говорит о неэффективности КВЧ-терапии на затылочную область.

У животных, прошедших КВЧ-терапию в области таза, наблюдался подъем уровня первичных продуктов перекисации. В качестве источника КВЧ-облучения в этой работе использовалась терапевтическая установка «Агат-С». Мощность облучения – 1 Гр/мин. КВЧ-терапию начинали через 1 час после облучения в области тазовых костей (1 опытная группа) и затылочной области (2 опытная группа). Животные контрольной группы лечению не подвергались. Лечение проводилось с помощью аппарата КВЧ-терапии с шумовым излучением «АМФИТ-0,2/10-01» в течение 10 дней по 20 минут ежедневно. Аппарат разработан в НИФТИ ННГУ и производится серийно. Диапазон частот составляет 53,57- 78,33 ГГц, мощность излучения шумового сигнала — 0,2-1,5 мкВт [9].

Результаты и их обсуждение. Наиболее интересные результаты анализа научных публикаций по проблеме исследования корреляции продуктов ПОЛ и показателей антиоксидантной системы организма при электромагнитных и СВЧ-воздействиях различной интенсивности представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Вариации показателей ПОЛ при различных комбинациях электромагнитного и СВЧ-воздействия

Авторы	Исследуемые показатели процесса ПОЛ	Параметры облучения и режим воздействия	Характер изменений исследуемых показателей ПОЛ
Князева И.Р., Большакова М.А. и др.(2005г)	Общий белок (ОБ), перекисное окисление липидов (ПОЛ)	Импульсно-периодическое микроволновое излучение 10 ГГц длительность импульсов 330мс частотат повторения импульсов 10-25 ГГц,импульсная УПМ 5x10	однократное и пятиминутное воздействие изменения ПОЛ через 24 часа на всех частотах, кроме 10ГГц, на 10 ГГц-уменьшение ПОЛ на 40-50%
Муравлева Л.Е, Кулмагамбетов И.Р. и др (2006г)	первичные (ДК), вторичные(ТК) и конечные (основания Шиффа)продукты ПОЛ, активность каталазы и глутатионпероксидазы	СВЧ-излучение, 24мВт/см2, время облучения 30 суток, время экспозиции-10 минут	Наиболее выраженное увеличение продуктов ПОЛ
Князева И.Р, (2005 г)	первичные (ДК), вторичные(ТК) и конечные (основания Шиффа)продукты ПОЛ	СВЧ ЭМИ КВЧ-диапазона, частота 53.57-78,33ГГц, мощность излучения шумового сигнала 0.2-1,5 мкВт/см2	
Замай Т.Н. и др.(2003г)	МДА в цельной крови крыс, восстановленный глутатион в эритроцитах крови крыс, глутатионпероксидаза, Липиды в эритроцитах мембран и липиды сыворотки крови	Монитор персонального компьютера с характеристиками: электрическое поле при 2 кГц - 72 В/м, при 2-400 кГц-9 В/м,магнитное поле при 5-2000 Гц-1960 нТл, при 2-400 кГц-196 нТл, электростатический потенциал -2,53 кВт.	МДА в цельной крови крыс снизилось на 31,5%. Исследование липидов в эритроцитах показало, что ЭМП оказывает влияние на липиды эритроцитарных мембран, но не влияет на липиды сыворотки крови, снижение глутатионпероксидазы

Вариации показателей АОС при различных комбинациях электромагнитных и СВЧ-воздействий

Авторы	Исследуемые параметры АОС	Параметры облучения и режим воздействия	Характер изменений исследуемых показателей
Думанский Ю.Д., Томашевская Л.А., 1982	активность сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы в печени	ППЭ ЭМИ 140, 100, 60 мкВт/см ² , длина волны 8мм, время облучения 12 часов в день	снижение активности сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы в печени к 3-4 месяцу
М.Г.Шандала и соавт. 1985	активность сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы в печени	частота ЭМИ 2750 МГц, ППЭ 100, 500, 2500 мкВт/см ² , время облучения 12 часов в день	угнетение активности сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы в печени к 3-4 месяцу
В.С.Белокриницкая, Л.А.Томашевская, 1985	активность сукцинатдегидрогеназы, малатдегидрогеназы, лактаддегидрогеназы, активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, гликоген в цитоплазме клеток	воздействие микроволн длиной волны 12,6 см интенсивностью от 1 до 1000 мкВт/см ² , а также на низких уровнях 1-50 мкВт/см ²)	повышение активности сукцинатдегидрогеназы, малатдегидрогеназы, лактаддегидрогеназы, активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы
Н.С.Полька, 1989	цитохромоксидаза, глюколиз-лактатдегидрогеназа, гликогенолиз	хроническое воздействие ЭМИ частотой 2750 МГц, ППЭ 200 мкВт/см ²	угнетение цитохромоксидазы, активация глюколиз-лактатдегидрогеназы и гликогенолиз

Несмотря на огромное количество научных публикаций посвященных исследованию изменения показателей ПОЛ при облучении СВЧ-полем в различных комбинациях воздействия и при разных интенсивностях, набор изучаемых параметров характеризующих состояние процесса ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма, представленных в работах последних лет весьма разрознен и ограничен. Как правило, это упоминание о выявленных изменениях в значении вторичных (МДА) и конечных (основания Шиффа) показателей, выявленные на фоне исследования общих биохимических, гематологических и морфологических показателей крови экспериментальных животных.

Характер патогенных воздействий ЭМИ радиочастотного диапазона в общих чертах соответствует таковым при воздействии ЭМИ СВЧ.

Сведения о состоянии первичных параметров (диеновых конъюгатов и кетодиенов) процесса ПОЛ, изменения показателей функции антиоксидантной системы при воздействии ЭМП СВЧ-диапазона, в проанализированных работах встречаются редко, представлены не в полном объеме, либо отсутствуют полностью.

Это говорит о необходимости, проведение более детального и углубленного изучения показателей характеризующих процессы ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма, выявления полной цепи их взаимодействия между собой и механизма активации этих процессов СВЧ-излучениями.

Заключение. Все вышеизложенное свидетельствует о том, что сдвиги в процессах ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма присутствуют при воздействии ЭМП различных частотных диапазонов, но эти сведения не систематизированы, противоречивы и не раскрывают полной информации о механизме действия этого фактора на организм. Таким образом, возникает необходимость в проведении дальнейших исследований в этом направлении.

Целью экспериментальных исследований нашей работы, является углубленное изучение влияния ЭМП и, в частности, СВЧ-диапазона различной интенсивности на взаимоотношение показателей перекисного окисления и функции антиоксидантной системы организма.

Для реализации поставленной задачи в нашей работе при СВЧ-воздействии различных интенсивностей будут изучены следующие параметры процессов ПОЛ и антиоксидантной системы организма животных (крыс) (табл. 3).

Параметры процессов ПОЛ и антиоксидантной системы организма животных

Состояние процесса ПОЛ:	Функция антиоксидантной системы	
	Показатели ферментного звена	Показатели не ферментного звена
Содержание диеновых конъюгатов и кетодиенов полиненасыщенных жирных кислот в крови	По состоянию активности супероксиддисмутазы (СОД) в эритроцитах	Аскорбиновая кислота (витамин С) в плазме крови
Содержание МДА(малонового диальдегида) в кроки	По состоянию активности глутатионпероксидазы в крови	Токоферолы в плазме крови (альфа-токоферолы с расчетом показателя коэффициента МДА/ТФ
Комплексы липопротеидов (по флуоресцирующим основанием Шиффа)	По состоянию активности глутатионредуктазы (ГР)	Восстановленный глутатион

Результаты наших исследований позволят расширить представления об изменениях показателей характеризующих процессы ПОЛ и функции антиоксидантной системы организма, и могут быть использованы для выявления полной цепочки взаимодействия между собой процессов ПОЛ и механизма активации этих процессов СВЧ-излучениями. Кроме того, обобщение полученных экспериментальных результатов может лечь в основу разработки методических рекомендации по оказанию первой помощи пострадавшим в случаи возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера связанных с электромагнитным воздействием.

Литература

1. Большаков М.А., Иванова Л.А., Коровин М.С., Ростов В.В. Оценка морфофункционального состояния печени белых мышей после кратковременного воздействия импульсно-периодическим микроволновым и рентгеновским излучениями // Бюллетень сибирской медицины. 2005. Том 4. С.130.
2. Жукова Г.В., Горошинская И.А., Качесова П.С., Немаскалова Л.А. Противоопухолевая эффективность слабых электромагнитных воздействий и некоторые системные биохимические показатели в эксперименте // Сибирский онкологический журнал. 2009. Приложение № 2
3. Замай Т.Н., Маркова Е.В., Титова Н.М. Особенности функционирования клеточной мембраны в условиях воздействия электромагнитного поля // Вестн. Красноярск. гос. ун-та. Естеств. науки. 2003. N 5. С. 151-159.
4. Кислицкая В.Н., Култанов Б.Ж. Танкибаева Н.У., Фролова Т.Г., Аманова К.С. Влияние хронического СВЧ излучения мощностью 5ВТ и 10ВТ на некоторые показатели ПОЛ в эксперименте // Инновационные технологии в медицине и образовании Материалы международной научно-методической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Я.А. Лазариса. Караганда, 2004. С. 189–190.
5. Кислицкая В.Н. Влияние СВЧ излучения мощностью 5ВТ на показатели окислительной модификации белка и уровень оксида азота в плазме крови крыс // Медицина и экология. 2004. №3. С. 97–98.
6. Изучение биохимических показателей печени мышей при воздействии микроволнового излучения / Князева И.Р., Большаков М.А. [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. 2005. Том 4. С.63.
7. Мельчиков А.С., Яковлева Ю.С Влияние воздействия микроволн тепловой интенсивности на органы и ткани экспериментальных животных // Современные наукоемкие технологии. 2007. №6. С. 67–68.
8. Овощникова Л.В., Корягин Л.В., Елисева Л.В. Влияние КВЧ-излучения на систему крови и перекисное окисление липидов при экспериментальной лучевой болезни // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского. Серия Биология. Вып. 2(4). Миллиметровые волны в биологии и медицине. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2001, С.31–36.
9. Савин Е.И., Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Субботина Т.И, Морозов В.Н. Регуляция свободнорадикальных процессов модулирующим воздействием электромагнитного излучения в сочетании с введением стволовых клеток // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. №5. С. 77–79.
10. Москвин С.В., Соколовская С.В., Субботина Т.И., Хадарцев Т.И., Яшин А.А., Яшин М.А. Патогенные воздействия неионизирующих излучений на организм человека. Серия монографий «Экспериментальная электромагнитобиология», вып.5. Москва-Тверь-Тула: Изд-во «Триада», 2007.
11. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Спарочник /Под.ред.проф.И. П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.
12. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Иванов А.А. Мобильная связь и изменение электромагнитной среды обитания населения необходимость дополнительного обоснования существующих гигиенических нормативов // Радиационная биология.Раиоэкология. 2010. Т.50. №1. С. 6–10.

References

1. Bol'shakov MA, Ivanova LA, Korovin MS, Rostov VV. Otsenka morfofunktsional'nogo sostoyaniya pecheni belykh myshey posle kratkovremennogo vozdeystviya impul'sno-periodicheskim mikrovolnovym i rentgenovskim izlucheniymi. Byulleten' sibirskoy meditsiny. 2005;4:130. Russian.
2. Zhukova GV, Goroshinskaya IA, Kachesova PS, Nemaskalova LA. Protivoopukholevaya effektivnost' slabykh elektromagnitnykh vozdeystviy i nekotorye sistemnye biokhimicheskie pokazateli v eksperimente. Sibirskiy onkologicheskii zhurnal; 2009. Prilozhenie № 2. Russian.
3. Zamay TN, Markova EV, Titova NM. Osobennosti funktsionirovaniya kletochnoy membrany v usloviyakh vozdeystviya elektromagnitnogo polya. Vestn. Krasnoyarsk. gos. un-ta. Estestv. nauki. 2003;5:151-9. Russian.
4. Kislitskaya VN, Kultanov BZh, Tankibaeva NU, Frolova TG, Amanova KS. Vliyanie khronicheskogo SVCh izlucheniya moshchnost'yu 5VT i 10VT na nekotorye pokazateli POL v eksperimente. Innovatsionnye tekhnologii v meditsine i obrazovanii Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii, posvyashchenoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya Ya.A. Lazarisa. Karaganda; 2004. Russian.
5. Kislitskaya VN. Vliyanie SVCh izlucheniya moshchnost'yu 5VT na pokazateli oksilitel'noy modifi-katsii belka i uroven' oksida azota v plazme krovi krysa. Meditsina i ekologiya. 2004;3:97-8. Russian.
6. Knyazeva IR, Bol'shakov MA, et al. Izuchenie biokhimicheskikh pokazateley pecheni myshey pri vozdeystvii mikrovolnovogo izlucheniya. Byulleten' sibirskoy meditsiny. 2005;4:63. Russian.
7. Mel'chikov AS, Yakovleva YuS Vliyanie vozdeystviya mikrovoln teplovy intensivnosti na organy i tkani eksperimental'nykh zhivotnykh. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2007;6:67-8. Russian.
8. Ovoshchnikova LV, Koryagin LV, Eliseeva LV. Vliyanie KVCh-izlucheniya na sistemu krovi i perekisnoe okislenie lipidov pri eksperimental'noy luchevoy bolezni. Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvenno-go universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya Biologiya. Vyp. 2(4). Millimetrovye volny v biologii i meditsine. N. Novgorod: Izd-vo NNGU; 2001. Russian.
9. Savin EI, Khadartsev AA, Ivanov DV, Subbotina TI, Morozov VN. Regulyatsiya svobodnoradikal'nykh protsessov moduliruyushchim vozdeystviem elektromagnitnogo izlucheniya v sochetanii s vvedeniem stvo-lovykh kletok. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2010;5:77-9. Russian.
10. Moskvina SV, Sokolovskaya SV, Subbotina TI, Khadartsev TI, Yashin AA, Yashin MA. Patogennye vozdeystviya neioniziruyushchikh izlucheniya na organizm cheloveka. Seriya monografiy «Eksperimental'naya elektromagnitobiologiya», vyp.5. Moskva-Tver'-Tula: Izd-vo «Triada»; 2007. Russian.
11. Kondrakhin IP. Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki: Sparvochnik /Pod.red.prof.I. P. Kondrakhina. Moscow: KolosS; 2004. Russian.
12. Grigor'ev YuG, Grigor'ev OA, Ivanov AA. Mobil'naya svyaz' i izmenenie elektromagnitnoy sredy obitaniya naseleniya neobkhodimost' dopolnitel'nogo obosnovaniya sushchestvuyushchikh gigienicheskikh normativov». Radiatsionnaya biologiya. Raiokologiya. 2010;50(1):6-10. Russian.