

Е. Н. Чуян
Э. Р. Джелдубаева

РФФИ



НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ МИЛЛИМЕТРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ: НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ

Монография

Симферополь • ИТ «АРИАЛ» • 2020

Е. Н. Чуян, Э. Р. Джелдубаева

**НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ
МИЛЛИМЕТРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ:
НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫЕ
МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ**

Монография

Симферополь
ИТ «АРИАЛ»
2020

УДК 612.014.42

ББК 28.071 Б 56

Ч 96



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 20-115-00009, не подлежит продаже.*

Монография посвящается ученым, внесшим значительный вклад в становление и развитие Крымской школы электромагнитной биологии – В. Г. Сидякину, А. М. Сташкову, Н. А. Темурьянц.

Чуян Е. Н.

Ч 96 Низкоинтенсивное миллиметровое излучение: нейроиммуноэндокринные механизмы адаптационных реакций: монография / Е. Н. Чуян, Э. Р. Джелдубаева. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. – 624 с.
ISBN 978-5-907310-41-4

Монография является фундаментальным, комплексным исследованием проблемы биологического действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения. Авторы проанализировали большое количество литературного материала, что позволило представить современные гипотезы о биофизических и физиологических механизмах действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения на биологические объекты. Основную часть монографии составляют собственные экспериментальные данные, полученные в течение последних 15-ти лет, в которых показаны антистрессорное, иммуностимулирующее, антиоксидантное, антиноцицептивное действие низкоинтенсивного миллиметрового излучения. Представлены данные о модулирующем действии этого физического фактора на активность основных звеньев нейроиммуноэндокринной системы, о зависимости биологического действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения от индивидуальных особенностей организма животных, локализации, экспозиции воздействия, наличия или отсутствия поляризации электромагнитного излучения. Полученные данные представляют несомненный интерес как для более полного объяснения механизмов данного феномена, так и открывают перспективы практического использования электромагнитного излучения этого диапазона в практическом здравоохранении и ветеринарии в качестве дополнительного способа повышения неспецифической резистентности, предупреждающей анальгезии, антистрессорной терапии, представляющих собой профилактические подходы к защите пациента от действия стресса, операционной травмы и последующего развития послеоперационного болевого синдрома. В целом книга представляет собой значительный вклад в развитие методов низкоинтенсивной миллиметровой терапии и понимание механизмов их действия.

Монография предназначена научным работникам, преподавателям, аспирантам и студентам физиологических, биофизических и лечебных специальностей.

The monograph presents the results of the fundamental, comprehensive study dedicated to the problem of the low-intensity millimeter radiation biological effect. The authors have analyzed a large amount of scientific resources and it allows to present contemporary hypotheses on biophysical and physiological mechanisms underlying the influence of low-intensity millimeter radiation on biological objects. The main part of the monograph consists of the results of authors' experimental data received over the past 15 years which demonstrate anti-stress, immunostimulating, antinociceptive effect of the low-intensity millimeter radiation. Here the authors outline the modulating impact of this physical factor on the activity of all parts of the neuroimmunoendocrine system, on the dependence of the low-intensity millimeter radiation biological effects on individual physiological characteristics of animals, localization, exposure, polarization of electromagnetic radiation. The collected data are of high value for a better explanation of mechanisms in regard to the presented phenomenon, and open up the prospects for the practical use of such electromagnetic radiation in veterinary medicine and medical practice as an additional way to increase nonspecific resistance, preventive analgesia, anti-stress therapy which are prophylactic approaches to patients protection from stress, surgical trauma and subsequent development of postoperative pain syndrome. The work itself is a significant contribution to the problem of developing the methods of low-intensity EHF-therapy and understanding of specific mechanisms underlying relevant effects.

The monograph is intended for scientists, teachers, graduate students and students of physiological, biophysical and medical specialties.

УДК 612.014.42
ББК 28.071 Б 56

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ.....	20
ГЛАВА 1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ	23
1.1. Биофизические особенности и источники ЭМИ КВЧ	23
1.2. Влияние ЭМИ КВЧ на клетки и субклеточные структуры	31
1.3. Особенности действия ЭМИ КВЧ на многоклеточные организмы... 38	
1.4. Зависимость биологической эффективности ЭМИ КВЧ от физических параметров, локализации воздействия и свойств биологического объекта	49
1.5. Основные гипотезы о механизмах биологических эффектов ЭМИ КВЧ.....	58
1.6. Заключительные замечания	69
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	72
2.1. Организация экспериментов.....	72
2.2. Методика экспериментального воздействия ЭМИ КВЧ.....	92
2.3. Моделирование гипокинезии.....	94
2.4. Моделирование электромагнитного экранирования	95
2.5. Методика формирования однородных групп и исследования поведенческих реакций животных	97
2.6. Методика определения коэффициента моторной асимметрии у животных	100
2.7. Методы моделирования болевых реакций	102
2.7.1. Моделирование тонической боли	102
2.7.2. Моделирование висцеральной боли	102
2.7.3. Методы стимуляционной алгометрии	104
2.8. Исследование активности симпатoadреналовой системы	110

2.8.1. Гистофлуоресцентное исследование катехоламинсодержащих структур	110
2.8.2. Цитохимический анализ катехоламинов в эритроцитах периферической крови	111
2.9. Исследование показателей системы крови	112
2.9.1. Исследование содержания мелатонина в сыворотке крови	112
2.9.2. Исследование концентрации цитокинов в плазме крови	112
2.9.3. Цитохимическое исследование функциональной активности лимфоцитов и нейтрофилов периферической крови	114
2.9.4. Исследование активности бактерицидных систем нейтрофилов	116
2.9.5. Исследование энергетических систем нейтрофилов и лимфоцитов	118
2.9.5. Определение лейкоцитарной формулы	120
2.9.6. Исследование показателей системы гемостаза	121
2.10. Исследование прооксидантных / антиоксидантных систем в коре головного мозга крыс	123
2.10.1. Определение показателей интенсивности перекисного окисления липидов	124
2.10.2. Определения содержания суммарных тиоловых групп	125
2.11. Исследования функциональной активности перитонеальных тучных клеток	125
2.12. Исследование фосфатазной активности альвеолярных макрофагов	126
2.13. Метод анализа временной организации физиологических процессов	127
2.14. Методы статистической обработки результатов исследования	132
ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СИМПАТОАДРЕНАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗОЛИРОВАННОГО И КОМБИНИРОВАННОГО С ГИПОКИНЕТИЧЕСКИМ СТРЕССОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	135
3.1. Гистофлуоресцентное исследование катехоламинергических структур надпочечников, миокарда и твердой мозговой оболочки при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии ЭМИ КВЧ	135

3.2. Динамика содержания катехоламинов в эритроцитах крови крыс с разным профилем моторной асимметрии при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии ЭМИ КВЧ.....	139
3.3. Изменение содержания катехоламинов в эритроцитах крови после инфицирования крыс, предварительно подвергавшихся воздействиям ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации	145
3.4. Изменение веса надпочечников у крыс с разным профилем моторной асимметрии при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии ЭМИ КВЧ	147
3.5. Изменение функциональной активности симпатoadреналовой системы при мнимом воздействии ЭМИ КВЧ.....	150
3.6. Анализ результатов исследования	151
ГЛАВА 4. ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ	156
4.1. Изменения показателей поведения крыс под влиянием последовательного и комбинированного с гипокинезией воздействия ЭМИ КВЧ.....	156
4.2. Инфранианная ритмика показателей поведения крыс при изолированном и комбинированном с гипокинезией действии ЭМИ КВЧ.....	161
4.3. Изменение поведенческих реакций у крыс с разным профилем моторной асимметрии в условиях гипокинезии и комбинированного с гипокинезией воздействия ЭМИ КВЧ различной локализации.....	168
4.4. Изменение коэффициентов моторной асимметрии у крыс в условиях гипокинезии и комбинированного с гипокинезией воздействия ЭМИ КВЧ различной локализации	183
4.5. Изменение поведенческих реакций и коэффициентов моторной асимметрии у крыс при мнимом воздействии ЭМИ КВЧ	188
4.6. Анализ результатов исследования	188
ГЛАВА 5. АНТИНОЦИЦЕПТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ	193
5.1. Антиноцицептивное действие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ при однократном воздействии.....	193

5.2. Сравнительное исследование антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и анальгина при тонической боли у крыс.....	209
5.3. Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от продолжительности курсового воздействия.....	217
5.4. Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения от экспозиции воздействия и наличия поляризации ЭМИ.....	229
5.5. Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей животных.....	236
5.6. Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от локализации воздействия.....	242
5.7. Изменение временной организации болевой чувствительности животных под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	247
5.7.1. Изменение ультрадианной ритмики продолжительности болевых реакций у крыс под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	247
5.7.2. Влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на циркадианную ритмику болевой чувствительности животных.....	258
5.7.3. Инфрадианная ритмика болевой чувствительности крыс при воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	273
5.8. Модификация болевой чувствительности животных при комбинированном действии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и умеренного электромагнитного экранирования.....	277
5.9. Роль системы опиоидных пептидов в механизмах антиноцицептивного действия ЭМИ КВЧ.....	282
5.9.1. Влияние налоксона на анальгетический эффект ЭМИ КВЧ при экспериментально вызванной тонической боли у крыс.....	283
5.9.2. Влияние налоксона на анальгетический эффект КВЧ-воздействия при экспериментально вызванной висцеральной боли у крыс.....	288
5.9.3. Влияние налоксона на анальгетический эффект КВЧ-воздействия при экспериментально вызванной острой термической боли у крыс.....	293
5.10. Роль серотонина в механизмах антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	295
5.11. Участие катехоламинергической системы в механизмах антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	300

5.11.1. Роль норадренергической системы в механизме антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	301
5.11.2. Дофаминергическая система в механизме антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	306
5.12. Значение мелатонина в механизмах антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.....	309
5.13. Анализ результатов исследования	312
ГЛАВА 6. ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ И ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ У КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	314
6.1. Изменение содержания мелатонина в крови крыс под влиянием изолированного и комбинированного с гипокинезией воздействия ЭМИ КВЧ.....	314
6.2. Изменение содержания цитокинов в плазме крови крыс при воздействии ЭМИ КВЧ, гипокинезии, их комбинации и последующем инфицировании	317
6.3. Динамика функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при воздействии ЭМИ КВЧ.....	319
6.3.1. Изменение функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при воздействии ЭМИ КВЧ, гипокинезии, их комбинации и последующем инфицировании	321
6.3.2. Изменение функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс, находящихся в условиях ограничения подвижности, при превентивном воздействии ЭМИ КВЧ.....	332
6.3.3. Изменение временной динамики и инфрадианной ритмики функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс при длительных воздействиях гипокинезии, ЭМИ КВЧ и их комбинации	341
6.3.4. Изменения функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови у крыс с разным профилем моторной асимметрии при изолированном и комбинированном с ЭМИ КВЧ разной локализации воздействии гипокинезии	370
6.4. Изменение системы гемостаза у крыс при воздействии ЭМИ КВЧ, гипокинезии, их комбинации и последующем инфицировании	387
6.5. Состояние функциональной активности защитных	

систем крови и показателей гемостаза при мнимом воздействии ЭМИ КВЧ.....	396
6.6. Изменение функциональной активности перитонеальных тучных клеток под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации.....	396
6.7. Изменение фосфатазной активности альвеолярных макрофагов под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации.....	398
6.8. Изменение веса тимуса у крыс при воздействии ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации.....	399
6.9. Анализ результатов исследования.....	401
ГЛАВА 7. МЕЖПОЛУШАРНАЯ АСИММЕТРИЯ ПРООКСИДАНТНЫХ / АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ У КРЫС С РАЗНЫМ ПРОФИЛЕМ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ ПРИ ИЗОЛИРОВАННОМ И КОМБИНИРОВАННОМ С ГИПОКИНЕЗИЕЙ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	425
7.1. Изменение интенсивности перекисного окисления липидов в головном мозге крыс с разным профилем моторной асимметрии при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии ЭМИ КВЧ	426
7.2. Изменение содержания суммарных тиоловых групп в головном мозге крыс с разным профилем моторной асимметрии при изолированном и комбинированном с гипокинезией воздействии ЭМИ КВЧ	430
7.3. Анализ результатов исследования.....	434
ГЛАВА 8. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ НЕЙРОИММУНОЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ	441
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	522
ЛИТЕРАТУРА.....	528