

ВЛИЯНИЕ МОДУЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СВИНЕЙ

О. В. Глухова, Н. С. Девяткова, Е. П. Лобкаева

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

К настоящему времени доказано, что метаболические и функциональные свойства ряда биологических систем могут быть существенно изменены при воздействии на них электромагнитных излучений (ЭМИ). Взаимодействие низкоинтенсивного ЭМИ с биологическими объектами носит характер информационного обмена [1]. Установлена способность биологических систем избирательно реагировать на закон модуляции ЭМИ.

Доказана высокая чувствительность к ЭМИ сердечно-сосудистой системы. Поскольку изменение сердечного ритма характеризует вегетативный гомеостаз, оценка вегетативного статуса, осуществляемая методами анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), является одним из важных звеньев на пути установления биологических эффектов, вызванных действием сложномодулированного ЭМИ.

Целью данной работы являлось изучение функционального состояния вегетативной нервной системы крупных лабораторных животных при воздействии электромагнитного излучения.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись свиньи породы крупная белая массой 20–25 кг в количестве 8 голов. Животные содержались в стандартных условиях вивария.

Во время проведения исследований животных фиксировали в станке (рис. 1). Регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) проводили с помощью накладных электродов в трех стандартных отведениях. Электроды накладывали в области пясти и плюсны на кожу, обработанную спиртом и увлажненную электропроводящим гелем. В качестве воздействующего фактора использовали ЭМИ частотой 1 ГГц с пиковой плотностью потока энергии (ППЭ) 10 и 48 мкВт/см², а также ЭМИ с плавающим значением ППЭ в диапазоне 10...48 мкВт/см². В качестве источника ЭМИ использовали лабораторный генератор с антенного типа.

Исследование проводили в течение трех сеансов: во время первого сеанса – воздействие ЭМИ с ППЭ 10 мкВт/см², через 72 ч – второй сеанс, воздей-

ствие с ППЭ 48 мкВт/см², через 72 ч – третий сеанс, воздействия с плавающей ППЭ. Каждый сеанс проводили по схеме, представленной в табл. 1.

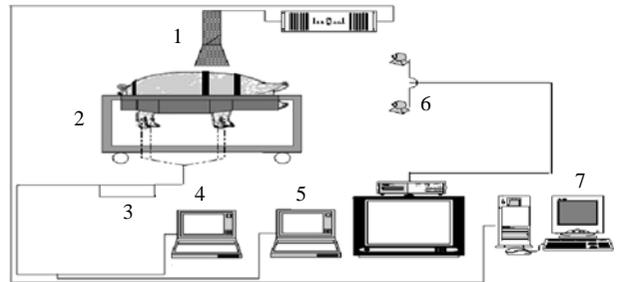


Рис. 1. Блок-схема установки для регистрации ЭКГ и воздействия ЭМИ: 1 – генератор; 2 – станок для фиксации животных; 3 – кардиограф; 4 – аналого-цифровой преобразователь; 5 – компьютер с программой «Поли-Спектр 8Е/8В»; 6 – видеокамера; 7 – комплекс управления генератором

Таблица 1

Описание сеанса исследования

Этап	Время, мин	Регистрация ЭКГ
Адаптация	20	
Определение исходного ВС	5	+
Первое воздействие	10	+
Пауза	5	
Второе воздействие	10	+
Пауза	5	
Третье воздействие	10	+
Определение итогового ВС	5	+

Для измерения величины ППЭ использовали прибор РЗ-41. Эффекты ЭМИ оценивали по реакции вегетативной нервной системы путем исследования ВСР по Р. М. Баевскому [2] и спектрального анализа сердечного ритма с применением быстрого преобразо-

вания Фурье [3]. Статистическую обработку проводили с использованием критериев Стьюдента и Уилкоксона [4]. Различия между сравниваемыми величинами считали статистически достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Для оценки эффектов ЭМИ использовали комплекс регистрации кардиосигнала, состоящий из кардиографа, аналого-цифрового преобразователя, персонального компьютера (рис. 1). Сигнал ЭКГ обрабатывали с применением программы «Поли-Спектр 8E/8B».

Результаты и обсуждение

Показатели вариабельности сердечного ритма животных при воздействии ЭМИ с ППЭ 10 мкВт/см² (сеанс 1) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели ВСР животных при воздействии ЭМИ с ППЭ 10 мкВт/см²

Показатели ВСР	Сеанс 1				
	исходный вегетативный статус	первое воздействие	второе воздействие	третье воздействие	итоговый вегетативный статус
Мо, с	0,54 ± ± 0,03	0,51 ± ± 0,05	0,54 ± ± 0,03	0,47 ± ± 0,04	0,45 ± ± 0,05
АМо, %	18,06 ± ± 2,32	12,61 ± ± 1,45	16,68 ± ± 1,83	17,34 ± ± 1,86	17,72 ± ± 2,34
Dx, с	0,31 ± ± 0,04	0,46 ± ± 0,06	0,42 ± ± 0,05*	0,38 ± ± 0,05	0,36 ± ± 0,07
ИН, у.е.	60,85 ± ± 13,48	33,64 ± ± 8,47*	47,78 ± ± 16,49	60,40 ± ± 15,33	80,48 ± ± 35,20
LF, у.е.	1186 ± ± 380	1851 ± ± 334	1930 ± ± 384	1724 ± ± 348*	1290 ± ± 219
HF, у.е.	2822 ± ± 940	3917 ± ± 983	3459 ± ± 1214	2482 ± ± 667	2094 ± ± 865
LF/HF	0,51 ± ± 0,09	0,64 ± ± 0,17	0,83 ± ± 0,22	0,80 ± ± 0,14	1,04 ± ± 0,28
TP, у.е.	4448 ± ± 1332	8165 ± ± 1166	6262 ± ± 1528*	5372 ± ± 1199	4426 ± ± 1135

Примечание: * – статистически значимые отличия от исходного статуса ($p < 0,05$).

Анализ ВСР в первом сеансе показал, что воздействие сложно модулированного ЭМИ с пиковой ППЭ 10 мкВт/см² вызывало статистически значимое снижение напряжения регуляторных систем (ИН) на 45 % ($p < 0,05$) в течение первого воздействия, активацию парасимпатического отдела (рост Dx на 35 % и TP на 41 % ($p < 0,05$)) во время второго воздейст-

вия и активацию симпатического отдела (рост LF на 45 % ($p < 0,05$)) в течение третьего воздействия. В литературных источниках эта закономерность объясняется расходом энергетических ресурсов организма (свободные жирные кислоты, глюкоза, кислород, АТФ), в результате которого мобилизуются силы организма для противостояния стрессорным условиям. Наблюдаемая картина представляла собой стандартную реакцию на стресс.

Воздействие ЭМИ с ППЭ 48 мкВт/см² (второй сеанс) вызывало статистически значимое снижение активности систем гуморальной регуляции (Мо) на 7 % ($p < 0,05$) во втором воздействии и в итоге снизилось (Мо) на 9 % ($p < 0,05$) (рис. 2), изменения основных показателей статистически не значимы.

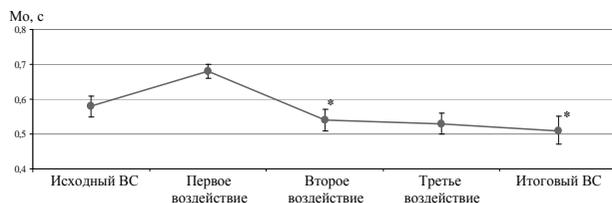


Рис. 2. Динамика показателя Мо гистограммы распределения RR-интервалов животных при воздействии ЭМИ с пиковой ППЭ 48 мкВт/см²: * – статистически значимые отличия от исходного статуса ($p < 0,05$)

Воздействие ЭМИ с плавающим пиковым значением ППЭ (третье воздействие) приводило к статистически значимому уменьшению активности гуморальной системы (Мо) на 12 % ($p < 0,05$) во время третьего воздействия (рис. 3), снижению активности симпатического отдела (АМо) на 17 % ($p < 0,05$) (рис. 4) и повышению активности парасимпатического (TP) на 28 % ($p < 0,05$) в конце сеанса (рис. 5).

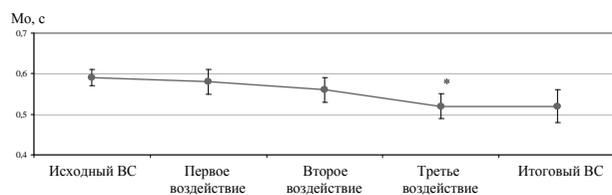


Рис. 3. Динамика показателя Мо гистограммы распределения RR-интервалов животных при воздействии ЭМИ с плавающей ППЭ: * – статистически значимые отличия от исходного статуса ($p < 0,05$)

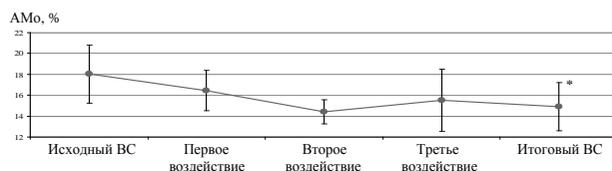


Рис. 4. Динамика показателя АМо гистограммы распределения RR-интервалов животных при воздействии ЭМИ с плавающей ППЭ: * – статистически значимые отличия от исходного статуса ($p < 0,05$)

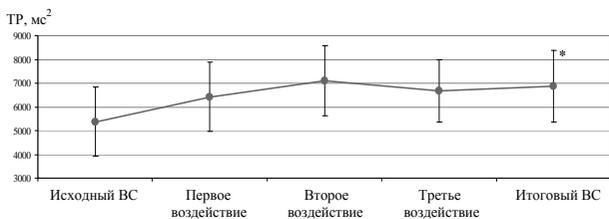


Рис. 5. Динамика показателя TP спектрограммы распределения RR-интервалов животных при воздействии ЭМИ с плавающей ППЭ:
* – статистически значимые отличия от исходного статуса ($p < 0,05$)

Выводы

1. В результате исследований установлено, что первый сеанс воздействия ЭМИ с пиковой ППЭ 10 мкВт/см^2 вызывал компенсаторные реакции на функциональное состояние вегетативной нервной системы, которые проявлялись в виде периодического усиления влияния симпатического и парасимпатического отделов.

2. Воздействие второго сеанса ЭМИ с пиковой ППЭ 48 мкВт/см^2 снижало активность систем гуморальной регуляции.

3. Воздействие третьего сеанса ЭМИ с плавающей ППЭ приводило к повышению variability сердечного ритма с преобладанием парасимпатической регуляции.

Литература

1. Цуков В. Я. Электромагнитные поля в окрестности радиотехнической станции // Электромагнитные поля в биосфере. Т. 1. М.: Наука, 1994. С. 101–108.
2. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма. М., 1984.
3. Рябькина Г. В., Соболева А. В. Вариабельность ритма сердца. М.: Оверлей, 2001.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973.