

УДК 577.3

**ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЧАСТОТОЙ 5 ГЦ**

Д.О.К. АЛИЕВА, О.А. КУЗНЕЦОВА, Е.И. САВИН, Т.И. СУББОТИНА, А.А. ЯШИН

*ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,  
Тула, Россия (300012, г. Тула, пр. Ленина, 92), e-mail: [dj\\_djinka@mail.ru](mailto:dj_djinka@mail.ru)*

**Аннотация.** Исследования последних лет позволяют выявить возможность целенаправленного воздействия ИЭМИ на различные морфофункциональные системы организма. На морфологических уровнях организации первичные, базовые патологические эффекты реализуются через реакции со стороны сосудов микроциркуляторного русла, нарушение метаболических процессов энергетического обеспечения тканей. Является актуальным исследование патологической взаимосвязи между активностью свободно-радикальных процессов и изменением агрегатного состояния крови, так как свободно-радикальное окисление опосредует ряд биохимических реакций, активирующих гуморальные факторы свёртывания крови и в то же время представляет универсальный повреждающий фактор, активирующейся под воздействием электромагнитных полей.

В работе использовались методы математической статистики, такие как корреляционный анализ, а также составлялись линии регрессии, которые позволяют предсказывать значения одного из показателей по ряду других показателей. По найденным уравнениям множественной регрессии были построены поверхности регрессии. Корреляционный анализ позволяет установить зависимость между показателями активностью свободно-радикальных процессов. Вычислялся коэффициент корреляции, который служит мерой линейной взаимосвязи между двумя измеряемыми величинами.

Регрессионный анализ, примененный в работе, позволил построить ряд регрессионных моделей с определенными значениями параметров модели (коэффициентов при независимых переменных) и использовать их для предсказания или прогнозирования значений зависимой переменной при новых значениях независимых переменных. Построенные в работе регрессионные модели позволяют прогнозировать значения ряда показателей в зависимости от воздействия на организм исследуемых импульсных магнитных полей частотой 5 Гц. При этом для каждой из регрессионных моделей вычислялся коэффициент детерминации, который показывает, какая доля вариации одного признака зависит от варьирования другого признака.

**Ключевые слова:** свободно-радикальные процессы, гидроперекиси липидов, малоновый диальдегид, антиокислительная активность плазмы, активность каталазы, супероксиддисмутаса.

**APPLICATION OF THE CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS TO RESEARCH ACTIVITY OF FREE RADICAL PROCESS UNDER THE PULSED ELECTROMAGNETIC FIELDS' EFFECT WITH 5 Hz FREQUENCY**

J.O.K. ALIYEVA, O.A. KUZNETSOVA, E.I. SAVIN, T.I. SUBBOTINA, A.A. YASHIN

*FGBOU VPO "Tula State University", Tula, Russia (300012, Tula, 92, Lenin Prospect),  
e-mail: [dj\\_djinka@mail.ru](mailto:dj_djinka@mail.ru)*

**Abstract.** Researches of the last years allow to reveal possibility of targeted influence of PEMI on various morphofunctional systems of organs. On morphological levels of the organization primary, basic pathological effects are realized through reactions from vessels of the microcirculatory bloodstream, error of metabolic process of power providing tissues. It is actual to research pathological interrelation between activity of free radical process and change of an aggregate state of blood, as free radical oxidation mediates a number of the biochemical reactions activating humoral factors of blood clotting and at the same time represents the universal disturbing factor being activated under the effect of electromagnetic fields.

In our work we used methods of mathematical statistics, such as the correlation analysis, and also regression lines were formed which allow to predict values of one of indicators on a number of other indicators. Regression surfaces were constructed according to found equations of multiple regression. The correlation analysis allows to define dependence between indicators activity of free radical processes. The correlation coefficient was calculated which serves as a measure of linear interrelation between two measured sizes.

The regression analysis applied in the work, allowed to construct a number of regression models with certain values of model parameters (coefficients at independent variables) and to use them for prediction or forecasting of values of a dependent variable at new values of independent variables. The regression models constructed in the work allow to predict values of a number of indicators depending on impact of pulse magnetic fields with a frequency of 5 Hz on organism of the studied. At this for each of regression models the determina-

tion coefficient was calculated which shows what share of variation of one sign depends on variation of other sign.

**Key words:** free radical process, hydroperoxides of lipids, malondialdehyde, antioxidant activity of plasma, activity of catalase, superoxide dismutase.

**Цель исследования.** Анализ с помощью методов математической статистики базовых показателей, отражающих активность свободно-радикальных процессов, при воздействии *импульсных магнитных полей* (ИЭМИ) частотой 5 Гц.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальные исследования выполнены на беспородных крысах обоих полов в возрасте от 3 до 6 месяцев. Животные подвергались воздействию импульсных электромагнитных полей частотой 5 Гц, продолжительность однократного воздействия 30 минут. Суммарное время экспозиции составило 600 минут. Для исследования активности свободно-радикальных процессов использовались следующие показатели: гидроперекиси липидов (ОЕ/мл), малоновый диальдегид (мкмоль/л), антиокислительная активность плазмы (%), активность каталазы (мкат/л) и супероксиддисмутаза (ОЕ 1 мг белка эритр.). Для анализа уровня свободно-радикальных процессов и активности антиоксидантов использовался метод математической статистики – корреляционный анализ, на основании результатов которого были получены уравнения регрессии. Обработка данных проводилась с использованием пакета программ STATISTICA 6.0.

**Результаты и их обсуждения.** Проведен парный корреляционно - регрессионный анализ внутри группы для показателей *свободно-радикального окисления* (далее СРО-показателей), полученных у всех экспериментальных животных, подвергшихся воздействию ИЭМИ при частоте 5 Гц [1, 2].

Результаты расчетов линейных коэффициентов корреляции сведены в следующих таблицах (табл. 1-2). Все коэффициенты корреляции в таблицах имеют уровень значимости  $p < 0,01$ , который указывает на то, что вероятность ошибки не превосходит 1%.

В таблицах 1-2 жирным шрифтом выделены те значения коэффициентов, которые соответствуют высокой и весьма высокой корреляции между показателями.

*Таблица 1*

**Коэффициенты корреляции для показателей СРО, полученных у экспериментальных животных, подвергавшихся воздействию ИЭМИ при частоте 5 Гц**

Показатели	1	2	3	4	5
Гидроперекиси липидов (1)	1,00	0,83	-0,80	-0,80	-0,69
Малоновой диальдегид (2)	0,83	1,00	-0,93	-0,95	-0,81
АА плазмы (3)	-0,80	-0,93	1,00	0,92	0,77
Активность каталазы (4)	-0,80	-0,95	0,92	1,00	0,87
Супероксиддисмутаза (5)	-0,69	-0,81	0,77	0,87	1,00

Следует отметить, что наибольшая прямая линейная корреляция (0,95) наблюдалась между активностью каталазы и малоновым диальдегидом. Также следует отметить здесь весьма высокую обратную корреляцию между малоновой диальдегидом и антиокислительной активностью плазмы (-0,93), весьма высокую прямую корреляцию между активностью каталазы и антиокислительной активностью плазмы (0,9223).

По результатам корреляционного анализа для высокой и весьма высокой линейной корреляции при частоте 5 Гц построены прогнозные регрессионные модели, значимость которых  $p < 0.01$  [3]. Результаты вычисления коэффициентов регрессии между показателями оксидантов и антиоксидантов методов наименьших квадратов представлены в табл. 2.

*Таблица 2*

**Результаты регрессионного анализа между показателями оксидантов и антиоксидантов**

Показатели		Корреляция	Коэффициенты регрессии	
оксиданты (Y)	антиоксиданты (X)		a	b
Гидроперекиси липидов (Y <sub>1</sub> )	АА плазмы (X <sub>1</sub> )	-0,80	-0,0815	3,6792
	Активность каталазы (X <sub>2</sub> )	-0,80	-0,1390	3,4217
Малоновой диальдегид (Y <sub>2</sub> )	АА плазмы (X <sub>1</sub> )	-0,93	-0,1390	4,5436
	Активность каталазы (X <sub>2</sub> )	-0,95	-0,2452	4,1807
	Супероксиддисмутаза (X <sub>3</sub> )	-0,80	-1,0041	3,6465

Наиболее точными моделями являются:

1) прогнозная модель между малоновым диальдегидом и активностью каталазы (совокупный коэффициент детерминации  $R^2 = 0,91$ ):

маловый диальдегид =  $-0,2452 * \text{активность каталазы} + 4,1807$ .

2) прогнозная модель между малоновым диальдегидом и АА плазмы (совокупный коэффициент детерминации  $R^2 = 0,86$ )

маловый диальдегид =  $-0,1390 * \text{активность каталазы} + 4,5436$ .

Графически данные прогнозные модели представлены на рис. 1 и 2.

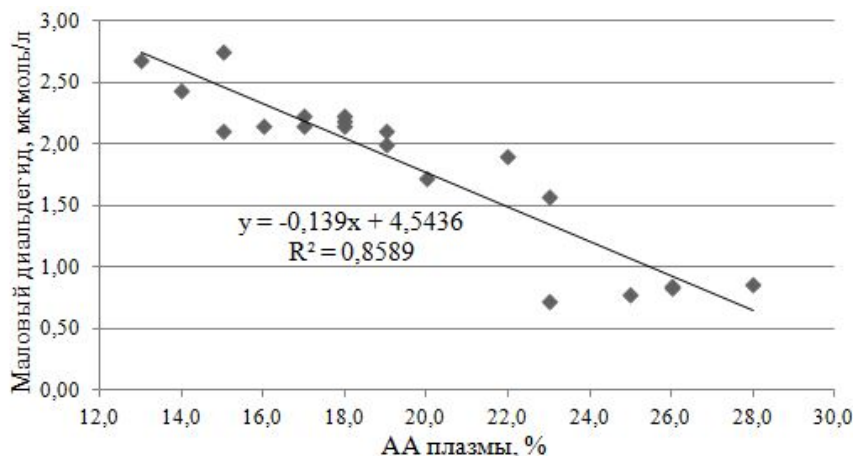


Рис.1. Линейная корреляция между малоновым диальдегидом и АА плазмы.

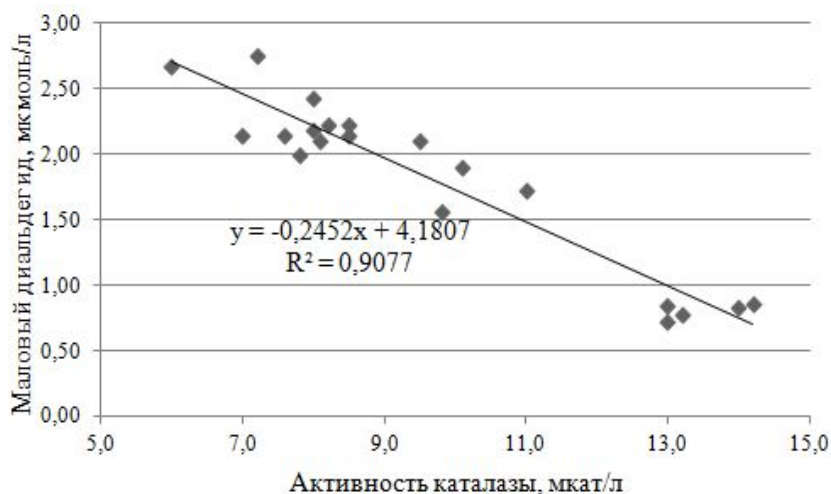


Рис. 2. Линейная корреляция между малоновым диальдегидом и активностью каталазы.

**Вывод.** Таким образом, проведённый корреляционно-регрессионный анализ между системами оксидантов и антиоксидантов позволил выяснить, как связаны между собой показатели этих систем, о чём свидетельствуют корреляционные зависимости между активностью показателей оксидантной и антиоксидантной систем.

#### Литература

1. Борковский, С.С. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики: Учебное пособие / С.С. Борковский, В.М. Захаров, А.М. Лукашов, А.Р. Нурутдинова, С.В. Шалагин – Казань: Изд. КГТУ, 2010. – 126 с.
2. Боровиков, В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В. Боровиков. – 2-ое изд. – СПб.: Питер, 2003. – 868 с.
3. Алиева, Д.О. Влияние ЭМИ КВЧ и стволовых клеток на регуляцию свободно-радикальных процессов в условиях экспериментальной гипоплазии красного костного мозга / Д.О. Алиева, Е.И. Савин, Д.В. Иванов, В.Н. Морозов, Т.И. Субботина, А.А. Хадарцев, А.А. Яшин // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т.ХVIII, №1. – С. 193–194.