

ендогенного синтезу НА і може впливати на формування канцерогенного навантаження на людину.

4. Отримані результати можуть стати підґрунтям для наукового обґрунтування шляхів попередження онкологічних захворювань населення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. IARC Monographs of the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 1-100. Lyon : IARC, 1972-2011.

2. Turusov V.S., Mohr U. (eds.) Pathology of Tumours in Laboratory Animals. P.1. Tumours in the Rat. Lyon : JARC, 1990. 225 p.

3. Турусов В.С. Номенклатура и гистологическая классификация опухолей лабораторных крыс. *Экспериментальная онкология*. 1992. № 2. С. 8-13.

4. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. К., 2006. 558 с.

5. Сердюк А.М., Янышева Н.Я., Черниченко И.А., Баленко Н.В. Закономерности модифицирующего влияния химических факторов окружающей среды на канцерогенез. *Довкілля та здоров'я*. 1997. № 2. С. 18-22.

6. N-Nitrosodimethylamine. Concise International Chemical Assessment Document 38. Geneva : IOMC, WHO, 2002. 45 p.

#### REFERENCES

1. IARC Monographs of the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 1-100. Lyon : IARC; 1972-2011.

2. Turusov V.S. and Mohr U. (eds.) Pathology of Tumours in Laboratory Animals. P.1. Tumours in the Rat. Lyon : JARC; 1990 : 225 p.

3. Turusov V.S. *Experimental Oncology*. 1992 ; : 8-13 (in Russian).

4. Antomonov M.Yu. Matematicheskaja obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh [Mathematical Processing and Analysis of Medico-Biological Data]. Kiev ; 2006 : 558 p. (in Russian).

5. Serdiuk A.M., Yanyшева N.Ya., Chernichenko I.A. and Balenko N.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 1997; 2 : 18-22 (in Russian).

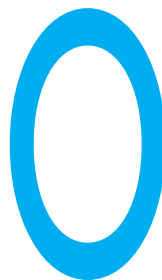
6. N-Nitrosodimethylamine. Concise International Chemical Assessment Document 38. Geneva : IOMC, WHO; 2002 : 45 p.

Надійшла до редакції 14.01.2017

## INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY ON THE STATE OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT INDICATORS IN THE ORGANISM OF EXPERIMENTAL ANIMALS

Didyk N.V.

### ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ НА СТАН ПРООКСИДАНТНИХ ТА АНТИОКСИДАНТНИХ ПОКАЗНИКІВ В ОРГАНІЗМІ ПІДДОСЛІДНИХ ТВАРИН



**ДІДИК Н.В.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

УДК 613.648.2 : 612.:57.081.2

**Ключові слова:**  
магнітне поле промислової частоти (50 Гц), перекисне окислення ліпідів, антиоксидантна система.

однією з важливих еколого-гігієнічних проблем є проблема електромагнітної безпеки. Велика кількість і різноманіття високовольтних ліній електропередачі, що нині перебувають в експлуатації в енергетичній системі України, створюють значне техногенне навантаження на навколишнє середовище у вигляді електромагнітних полів (ЕМП) промислової частоти (50-60 Гц) і являють небезпеку для здоров'я населення [1-3]. Наукові дані підтверджують високий ризик впливу на здоров'я магнітного поля (МП 50 Гц). Проявом біологічної дії МП може бути ефект метаболічних порушень, таких як окисно-відновні процеси.

Клінічними дослідженнями показано вплив МП на ЦНС, серцево-судинну, ендокринну системи: вплив на умовні та

#### ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ НА СОСТОЯНИЕ ПРООКСИДАНТНЫХ И АНТИОКСИДАНТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОРГАНИЗМЕ ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ

**Дидык Н.В.**

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

**Целью работы** было исследование про- и антиоксидантных показателей в крови и тканях органов подопытных животных при воздействии магнитного поля (50 Гц) различных уровней интенсивности.

**Материалы и методы исследования:** исследование влияния магнитного поля частотой 50 Гц (10, 30 и 90 мкТл) проводилось в эксперименте на белых крысах линии Wistar с использованием биохимических методов определения содержания малонового диальдегида и каталазы в крови.

**Результаты.** Полученными результатами установлено накопление МДА-продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Повышение активности каталазы как фермента антиокислительной системы защиты было недостаточным для инактивации ПОЛ. Отмеченные нарушения зависели от уровня интенсивности и времени действия МП 50 Гц.

**Выводы.** Под влиянием магнитного поля происходит интенсификация процессов перекисного окисления липидов в органах и крови крыс и сопровождается активацией каталазы. Это может свидетельствовать о некоторой разбалансированности про- и антиоксидантных процессов, поскольку индукция свободнорадикальных процессов не уравновешена антиоксидантной системой защиты.

**Ключевые слова:** магнитное поле промышленной частоты (50 Гц), перекисное окисление липидов, антиоксидантная система.

© Дідик Н.В. СТАТТЯ, 2017.

безумовні рефлексії, порушення частоти серцевих скорочень, гіпофункцію щитоподібної залози та інше [4, 5]. В експерименті на тваринах виявлено вплив на гематологічні показники [6].

Найвні відомості про реакцію фізіологічних систем на дію МП недостатньо висвітлюють глибинні біологічні ефекти впливу МП 50 Гц. Тому за мету даної роботи було дослідження про- та антиоксидантних показників у крові та тканинах органів піддослідних тварин за дії магнітного поля різних рівнів індукції.

**Методи досліджень.** На білих щурах лінії Wistar досліджували вплив МП частотою 50 Гц і рівнем навантаження 10, 30 і 90 мкТл при щоденному восьмигодинному опроміненні тварин протягом 120 діб. Піддослідних тварин розподіляли

на групи по 10 тварин відповідно до рівня. У крові та в органах визначали стан перекисного окислення ліпідів та каталазну активність кожні 30 діб. Усі результати були оброблені за допомогою статистичного методу дослідження з обчисленням критерію t-Ст'юдента відносно контролю.

Найважливішим показником стану метаболічних процесів є перекисне окислення ліпідів (ПОЛ). ПОЛ – це вільнорадикальне окислення ненасичених жирних кислот, вільних та тих, що входять до складу ліпідів, з утворенням гідроперекисів, альдегідів, кетонів, окислених жирних кислот. Зміни інтенсивності процесів ПОЛ є провідним ланцюгом у механізмі прояву несприятливої дії на організм. В якості показника ПОЛ досліджували за утворенням малонового діальдегіду (МДА) за взаємодією з тиобарбітуровою кислотою.

Стан ферментативної антиоксидантної системи (АОС) досліджували визначенням активності каталази у крові. Активність каталази визначали за методом, принцип якого полягає у тому, що каталаза руйнує субстрат  $H_2O_2$ , незруйнована частина пероксиду водню у взаємодії з солями

молібдену створює стійкий комплекс, інтенсивність забарвлення якого пропорційна активності ферменту.

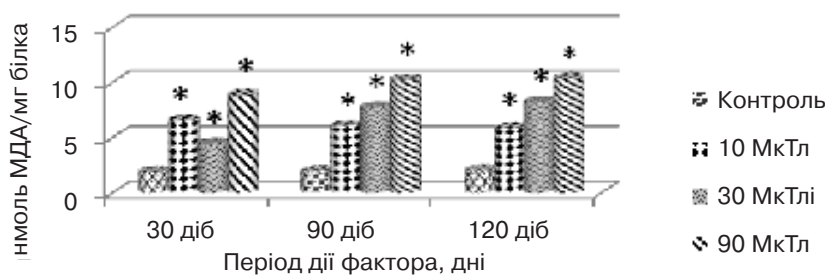
**Результати досліджень.** Вплив МП на прооксидантні та антиоксидантні процеси в організмі піддослідних тварин визначали за показниками ТБК-активних продуктів перекисного окислення ліпідів за вмістом малонового діальдегіду та ферментативної активності каталази. Накопичення ТБК-активних продуктів у гомогенатах печінки щурів спостерігалось протягом усього періоду дії МП (рис. 1). Слід зазначити, що за дії МП 10 мкТл було збільшення вмісту малонового діальдегіду у середньому у 3 рази відносно контрольної групи і зберігалось з першого по четвертий місяць. У групі щурів, які піддавалися дії МП 30 мкТл, також відзначено поступове збільшення накопичення ТБК-активних продуктів від першого до четвертого місяців. За дії МП 90 мкТл – суттєве і стійке збільшення вмісту малонового діальдегіду у печінці щурів відбувалось протягом усього експерименту.

У всіх дослідних групах тварин можна простежити наявність дозо-часової залежності, а саме: зі збільшенням рівня МП та часу його впливу збільшується різниця з показниками контрольної групи.

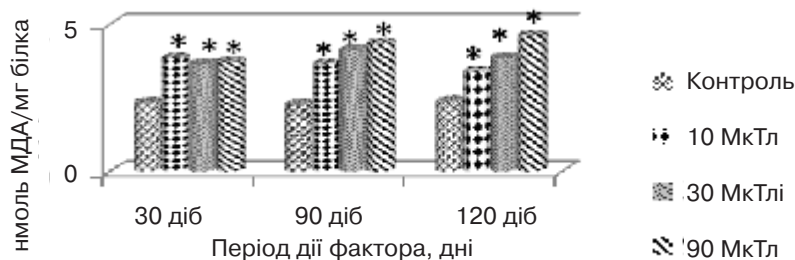
При визначенні вмісту ТБК-активних продуктів у гомогенатах тканини головного мозку щурів отримані результати показали накопичення малонового діальдегіду, у головному мозку тварин в усіх дослідних групах протягом експерименту (рис. 2). Спостерігається лінійна залежність від часу впливу фактора та його рівня.

У сироватці крові спостерігається накопичення ТБК-активних продуктів протягом експерименту в усіх групах тварин. Отримані результати наведено на рисунку 3, з якого видно, що у перший місяць впливу МП рівень МДА у сироватці крові був однаково підвищеним в усіх групах тварин порівняно з показниками контрольної групи. З часом дії фактора у групі тварин, що зазна-

**Рисунок 1**  
Вміст ТБК-активних продуктів у гомогенатах печінки за дії МП (нмоль МДА/мг білка)



**Рисунок 2**  
Вміст ТБК-активних продуктів у гомогенатах тканин головного мозку за дії МП (нмоль МДА/мг білка)



**INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY ON THE STATE OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT INDICATORS IN THE ORGANISM OF EXPERIMENTAL ANIMALS**  
**Didyk N.V.**

*SI "O.M. Marzeiev Institute for Public Health, NAMS of Ukraine", Kyiv*

**Objective.** We studied pro- and antioxidant indices in blood and tissues of the organs of the experimental animals under effect of the magnetic field (50 Hz) of different intensity levels.

**Materials and methods.** The effect of the magnetic field of 50 Hz (10, 30 and 90  $\mu$ T) was studied in the experiments on white Wistar rats using biochemical methods, such as determination of the content of malonic dialdehyde and catalase in blood.

**Results.** The obtained results show the accumula-

tion of MDA-products of lipid peroxidation. The increase in catalase activity as an enzyme of the antioxidant protection system was not sufficient to inactivate LPO. The noted violations were dependent on the intensity level and the action time of the MP 50 Hz.

**Conclusions.** Under the influence of the magnetic field intensification of the processes of lipid peroxidation in the organs and blood of rats occurs and is accompanied by the activation of catalase. This may indicate a certain imbalance between pro- and antioxidant processes, since the induction of free radical processes is not balanced by the antioxidant protection system.

**Keywords:** magnetic field of industrial frequency (50 Hz), lipid peroxidation, antioxidant system.

вала впливу МП з максимальним рівнем навантаження (90 мкТл), спостерігалось збільшення різниці щодо контрольних значень (майже в 1,5 рази), яка є найсуттєвішою.

Дослідження активності антиоксидантного ферменту каталази показало, що інтенсифікація перекисного окислення ліпідів у гомогенатах печінки щурів під впливом МП супроводжується активізацією антиоксидантної системи у печинці тварин. Так, найсуттєвіше підвищення активності каталази у печинці щурів спостерігається за хронічної дії МП 30 мкТл і 90 мкТл. Невелика, але достовірна активація каталази мала місце і при 10 мкТл (рис. 4).

Протягом експерименту у гомогенатах тканин головного мозку щурів активність каталази в усіх групах тварин змінювалась хвилеподібно та коливалась у межах показників контрольних груп (рис. 5). У групі тварин, що зазнавали впливу МП на рівні 90 мкТл, у перші 3 місяці спостерігалось деяке зниження активності каталази, яке на четвертому місяці сягнуло достовірних значень.

У сироватці крові активність каталази знижувалась в усіх групах щурів протягом усього терміну експерименту (рис. 6). Найвиразніша різниця з показниками контрольної групи спостерігалась у групах тварин, що зазнавали впливу МП на рівні 30 та 90 мкТл, особливо у перші 3 місяці дії досліджуваного фактора. Після 120 діб впливу МП на рівні 30 та 90

мкТл можна побачити незначне відновлення активності каталази у сироватці крові. Слід зазначити, що за дії рівня 10 мкТл каталазна активність не відрізнялася від контрольної групи.

#### Висновки

Узагальнюючи отримані результати щодо стану прооксидантно-антиоксидантних процесів можна дійти висновку, що під впливом МП відбувається інтенсифікація процесів перекисного окислення ліпідів в органах та крові щурів і супроводжується акти-

вацією каталази — фермента антиоксидантного захисту. Це може свідчити про деяку розбалансованість про- та антиоксидантних процесів, оскільки індукція вільнорадикальних процесів не врівноважена антиоксидантною системою захисту. Особливості визначених зрушень систем ПОЛ та АОС показали залежність реалізації впливу МП на організм від діючого рівня інтенсивності МП та часу дії фактора.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сердюк А.Н., Думанский Ю.Д., Никитина Н.Г.,

Рисунок 3  
**Вміст ТБК-активних продуктів у сироватці крові за дії МП (нмоль МДА/мг білка)**

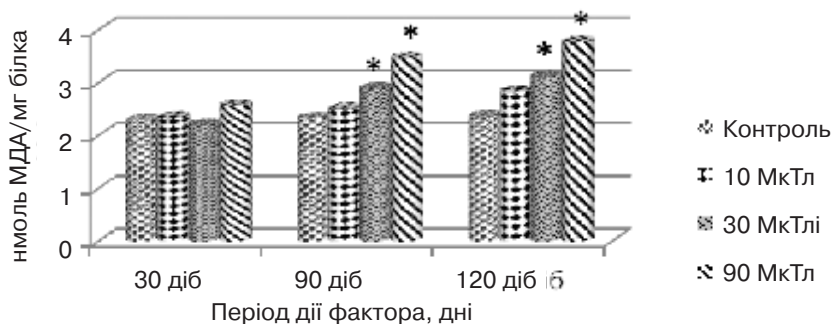
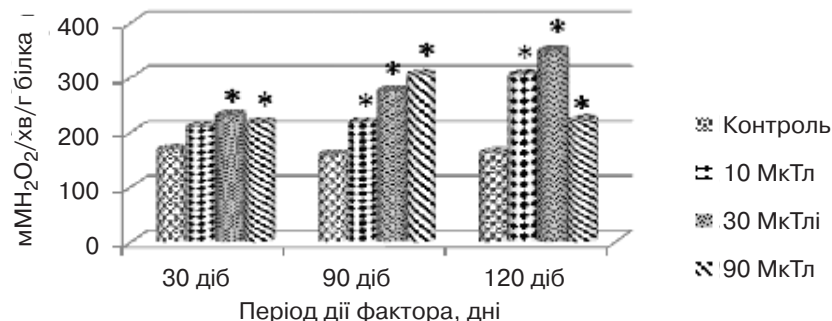


Рисунок 4  
**Динаміка активності каталази у гомогенатах печінки за дії МП, (мМ Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/хв/г білка)**





Томашевская Л.А., Бездольная И.С., Андриенко Л.Г. и др. Проблемы защиты здоровья населения от влияния магнитного поля промышленной частоты (50 Гц). *Гігієна населених місць* : зб. наук. пр. К., 1999. Вип. 35. С. 148-153.

2. Думанський Ю.Д., Сердюк А.М., Селезньов Б.Ю. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень). *Гігієна населених місць* : зб. наук. пр. К., 2003. Вип. 41. С. 195-203.

3. Мартынюк В.С., Цейслер Ю.В., Темуриянц Н.А. Интерференция механизмов влияния слабых электромагнитных полей крайне низких частот на организм человека и животных. *Геофизические*

*процессы и биосфера*. 2012. Т. 11, № 1. С. 16–39.

4. Марсакова Н.В., Валкин О.Н. Особенности воздействия слабого магнитного поля на живой организм. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2016. № 2. С. 185-190.

5. Кузнецов К.Б., Плиева А.М., Закирова А.Р., Темеркеева Я.М. Исследование воздействия электромагнитных полей 50 Гц на биологические объекты. *Вестник Уральского государственного университета путей сообщения*. 2016. № 4. С. 159-169.

6. Верещако Г.Г., Горох Г.А., Козлов А.Е., Сухарева Д.В. Реакция некоторых показателей крови крыс-самцов на продолжительное воздействие МП ПЧ (50 Гц). *Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь: история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития* : сб. науч. тр. *Международ. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда»*, (Минск, 28 октября 2016 г.). Минск : БГМУ, 2016. С. 212-214.

## REFERENCES

1. Serdiuk A.M., Dumanskyi Yu.D., Nikitina N.G., Tomashevskaya L.A., Bezdolnaya I.S. et al. Problemy zashchity zdorovia naseleniia ot vliianiia magnitnogo polia promyshlennoi chastoty (50 Hz) [Problems of the Population Health Protection from the Effect of Magnetic Fields of the Industrial Frequency (50 Hz)]. In : *Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]*. Kyiv, 1999 ; 35 : 148-153 (in Russian).

2. Dumanskyi Yu.D., Serdiuk A.M. and Selezniiov B.Yu. Elektromagnitne zabrudnennia navkolyshnioho seredovyschcha – suchasna hihienichna problema (pidsumky ta perspektyva doslidzhen) [Electromagnetic Contamination of the Environment – Modern Hygienic Problem (Results and Prospects of Research)]. In : *Hihiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]*. Kyiv, 2003 ; 41 : 195-203 (in Ukrainian).

3. Martyniuk V.S., Tseisler Yu.V. and Temuriantz N.A. *Geograficheskiye protsessy i biosfera*. 2012 ; 11 (1) : 16–39 (in Russian).

4. Marsakova N.V. and Valkin O.N. *Pedagogiko-psikhologicheskiye i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskoi kultury i sporta*. 2016 ; 2 : 185-190 (in Russian).

5. Kuznezov K.B., Pliieva A.M., Zakirova A.P. and Temerkееva Ya.M. *Vestnik Uralskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*. 2016 ; 4 : 159-169 (in Russian).

6. Vereshchako G.G., Gorokh G.A., Kozlov A.Ye. and Sukhareva D.V. Reaktsiya nekotorykh pokazateley krovi kryssamtsov na prodolzhytelnoie vozdeistviye MP PCh (50 Hz) [Reaction of Some Blood Indices of Rats-Males on the Prolonged Exposure of MF of Industrial Frequency (50 Hz)]. In : *Sanitarno-epidemiologicheskaya sluzhba Respubliki Belarus: istoriya, aktualnye problemy na sovremennom etape i perspektyvy razvitiia* : sbornik nauch. trudov konf. [Sanitary-and Epidemiological Service of the Republic of Belarus: History, Actual Problems at Modern Stage and Prospects of Development: Coll Sci.-Pract. Conf. "Health and Environment"]. Minsk : BGMU; 2016 : 212-214 (in Russian).

Надійшла до редакції 12.01.2017

**Динаміка активності каталази у гомогенатах тканин головного мозку за дії МП (мМ Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/хв/г білка)**

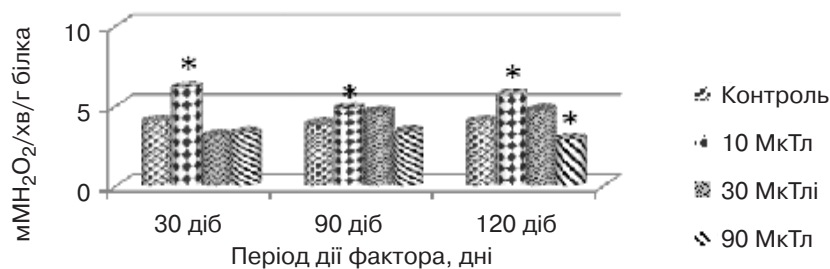


Рисунок 5

**Динаміка активності каталази у сироватці крові за дії МП (мМ Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/хв/г білка)**

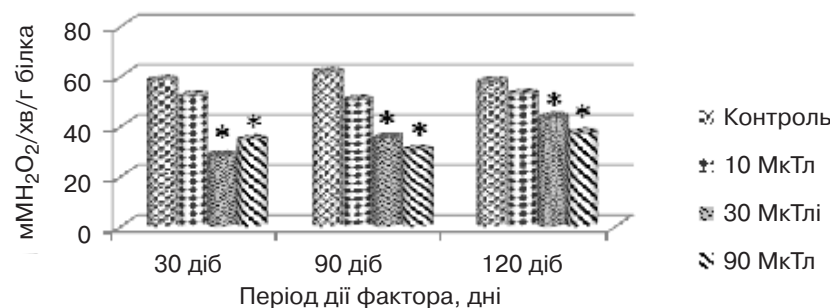


Рисунок 6

