

- skyi Yu.D. and Bezverkha A.P. Okhorona zdorovia naseleння vid vplyvu poiednanoi dii mahnitnoho polia promyslovoi chastoty – 50 Hts ta nitrozaminiv (NA) [Public Health Protection from the Impact of Joint Effect of Industrial Frequency Magnetic Field (50 Hz) and Nitrosamines (NA)]. In : *Hihiiena naselenykh mist* [Hygiene of Populated Places]. Kyiv ; 2017 ; 67 : 99-111 (in Ukrainian).
2. Dumanskyi V.Yu., Nikitina N.H., Bitkin S.V., Zotov S.V., Serdiuk Ye.A., Halak S.S., Hots A.V., Semashko P.V. and Bezverkha A.P. [Problems of Protection of Public Health from the Impact of Electromagnetic Radiation of Industrial Frequency and the Way to Solve Them]. In : *Aktualni pytannia hromadskoho zdorovia ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy (piatnadtsiati marzieievski chytannia)* [Topical Issues of Public Health and Environmental Safety of Ukraine (The Fifteenth Marzieiev's Reading)]. Kyiv ; 2019 ; 19 : 146-149 (in Ukrainian).
 3. Chernychenko I.O., Dumanskyi V.Yu., Bitkin S.V., Tomashevskaya L.A., Nikitina N.H., Bezverkha A.P., Balenko N.V., Sovetkova L.S., Zotov S.V., Didyk N.V., Halak S.S., Lytvychenko O.M., Serdiuk Ye.A., Dumanskyi Yu.D., Kravchun T.Ye., Hryhorenko L.Ye. and Tsytseruk V.S. [Preliminary Hygienic Assessment of Joint Effect of the Magnetic Field (50 Hz) and Carcinogenic Factors (Nitrosamines) on Experimental Animals in the Experiment]. In : *Aktualni pytannia hihiieny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy (trynadtsiati marzieievski chytannia) : tezy dop. nauk-prakt. konf. molodykh vchenykh* [Topical Issues of Public Health and Environmental Safety of Ukraine (The Fifteenth Marzieiev's Reading): Abstracts of the Report of the Scientific and Practical Conf. of Young Scientists]. Kyiv ; 2017 ; 17 : 73-75 (in Ukrainian).
 4. Navakatikyan M.A. and Platonov L.L. Labirint dlia issledovaniya dvigatelnoy aktivnosti belykh kryss [Maze for the Study of Motor Activity of White Rats]. In : *Gigiena naselennykh mest : sb. nauch. tr.* [Hygiene of Populated Places]. Kiev ; 1988 ; 27 : 60-62 (in Russian).
 5. Harkavi L.K., Kvakina E.B. and Ukolova M.A. Adaptatsionnye reaktsii, rezistentnost organizma [Adaptation Reaction, Organism Resistance]. Rostov-na-Donu (Russia) : Rosrovskiy universitet ; 1977 : 128 p. (in Russian).
 6. Simonov P.V. Tri fazy v reaktsiyakh organizma na vozrastayushchiy stimul [Three Phases in the Organism Responses to Increasing Stimulus]. Moscow : izd-vo AN SSSR ; 1962 : 243 p. (in Russian).

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.139>

УДК 613.648.2:577. 152.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА СТАН ПРО- ТА АНТИОКСИДАНТНИХ ПРОЦЕСІВ В КРОВІ ПІДДОСЛІДНИХ ТВАРИН

Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є., Дідик Н.В.

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

Мета роботи. Визначення ефекту впливу на організм тварин ЕМВ диференційовано за часом дії і з різною інтенсивністю.

Об'єкт і методи дослідження. Дія електромагнітного випромінювання на про- та антиоксидантні процеси в організмі. Біохімічні, статистичні методи.

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідження проведені в умовах 4-х місячного хронічного експерименту на білих безпорідних щурах, які були поділені на групи відповідно до чинної інтенсивності ЕМВ – 2000 В/м×хв, 4000 В/м×хв, 6000 В/м×хв.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що у тварин, які піддавалися впливу електромагнітного випромінювання, відбувається порушення метаболічних процесів антиоксидантного балансу, що підтверджується змінами рівнів церулоплазміну та активно-

сті каталази в плазмі крові тварин. Дослідження показали, що дія ЕМВ відбувається через активацію перекисного окислення ліпідів, розподіл і мобілізацію систем антиоксидантного захисту, розвиток компенсаторно-адаптаційних механізмів для стабільного стану функціонування систем організму.

Виявлені зрушення в співвідношенні інтенсивності ПОЛ і ферментативної активності каталази можуть мати прогностичне значення для обґрунтування безпечних регламентів ЕМІ.

Висновки. У виявлені пошкоджень функціональних систем важливу роль відіграють показники біохімічних процесів окисдо-редукції, які гальмуються, чи прискорюються, формуючи реакцію відгуку організму на вплив ЕМВ.

Спостерігається дисбаланс в системі «перекисне окислення ліпідів-антиоксидантна система» (ПОЛ-АОС), що свідчить про перекисний характер порушень в організмі під впливом ЕМВ.

Таким чином, дослідження показали, що дія ЕМВ відбувається через активацію перекисного окислення ліпідів, розподіл і мобілізацію систем антиоксидантного захисту, розвиток компенсаторно-адаптаційних механізмів для стабільного стану функціонування організму.

Ключові слова: перекисне окислення ліпідів, електромагнітне випромінювання, оксидативний стрес, гематологічні показники

STUDY OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE STATE OF PRO- AND ANTIOXIDANT PROCESSES IN THE BLOOD OF EXPERIMENTAL ANIMALS

L.A. Tomashevskaya, T.E. Kravchun, N.V. Didyk

State Institution "O.M. Marzheiev Institute for Public Health, NAMSU", Kyiv

The aim of the work was to determine in the experiment the effect of EMR with different intensity and differentiated by time of exposure.

Subject and methods. The effect of EMR on the pro- and antioxidant processes in the organism. Biochemical, statistical methods.

Results and discussions. The investigations were conducted under conditions of the 4-month chronic experiment on outbred white rats which were divided into groups according to the EMR current intensity of 2000 V/m×min., 4000 V/m×min., 6000 V/m×min.

The findings allow us to make a conclusion that in animals exposed to electromagnetic radiation, metabolic processes of antioxidant balance are disturbed, which is confirmed by the changes in ceruloplasmin levels and catalase activity in animal blood plasma. The investigations demonstrated that effect of EMR occurs through the activation of lipid peroxidation, the distribution and mobilization of antioxidant protection systems, the development of compensatory-adaptive mechanisms for a stable state of the functioning of organism systems.

Conclusions. In revealing of the injuries of the functional systems, the indicators of biochemical processes of oxidation-reduction, which slow down or accelerate, the forming response of the organism to the effect of EMR, are of great importance.

There is an imbalance in the system "lipid peroxidation-antioxidant system" (POL-AOS), which indicates the peroxide nature of the disorders in the organism under effect of EMR.

Thus, the investigations have shown the impact of the EMR occurs through the activation of lipid peroxidation, the distribution and mobilization of antioxidant protection systems, the development of compensatory-adaptive mechanisms for a stable state of organism functioning.

Keywords: lipid peroxidation, electromagnetic radiation, oxidative stress, hematological indicators

Сучасні екологічні умови є визначальним фактором у формуванні здоров'я населення. Серед чинників забруднення навколишнього середовища одну з найбільш гострих екологічних проблем завдають електромагнітні випромінювання (ЕМВ). Розвиток мобільних комунікацій і існуюча потрібність в глобальному сотовому покритті призвели до погіршення електромагнітної ситуації довкілля, чому сприяє невідповідність національним і міжнародним стандартам електромагнітної безпеки. Актуальність вивчення електромагнітного впливу мобільного зв'язку визначена не тільки значним збільшенням кількості джерел, а і суттєвим збільшенням числа популяції людей, що підпадають під їх дію.

Активне впровадження ЕМВ здатне становити загрозу для населення [1,2]. Потенційно шкідлива дія ЕМВ на здоров'я людини є гігієнічною проблемою, найважливішими питаннями якої є вивчення фундаментальних закономірностей прояву біологічної дії в залежності від фізичних характеристик електромагнітного поля та особливостей взаємодії з функціональними системами для визначення ефекту відповіді організму.

За результатами експериментальних досліджень, автори [3,4] вказують, що ЕМВ викликають різноспрямовані зміни в органах і системах в залежності від рівня діючої інтенсивності випромінювання і від терміну дії. При цьому рівень інтегрального показника функціонального стану організму за ступенем відхилення від норми комплексу показників функціональних систем слугує критерієм оцінки негативного впливу фактору. Особливе місце в питаннях безпеки/небезпеки впливу ЕМВ посідають дослідження механізмів порушень метаболічних процесів з утворенням оксидативного стресу як універсального механізму пошкодження та змін про- і антиоксидантного балансу [5,6].

Мета роботи. Метою даної роботи було визначення ефекту впливу на організм тварин ЕМВ диференційовано за часом дії і з різною інтенсивністю.

Об'єкт і методи дослідження. Експериментальні дослідження виконані на білих безпородних щурах. Всі маніпуляції з тваринами виконувались згідно положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей», Страсбург, 18 березня 1986 р. та закону України №3447 – IV «Про захист тварин від жорсткого поводження», 2006 р. [7,8].

Вивчалась дія ЕМВ 192 МГц в стохастичному режимі опромінення з інтенсивністю 2000 В/м×хв, 4000 В/м×хв, 6000 В/м×хв. Тварини були розподілені на 4 групи: 1-а – контрольна, 2-4-а – дослідні групи відповідно діючому рівню ЕМВ. Хронічний експеримент тривав 4 місяці та 1 місяць післядії. Реєстрацію показників проводили щомісяця: в крові визначали стан перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) за показником малонового діальдегіду (МДА) та активність антиоксидантних ферментів.

Статистичну обробку виконували методом варіаційного аналізу з визначенням t-критерію Ст'юдента [9].

Результати дослідження та їх обговорення. Відносна стабільність гомеостазу в нормальних умовах підтримується на порівняно низькому стаціонарному рівні вільнорадикального окислення. Активність біооксидантів та мобілізація нейрогуморальних регуляторних систем нейтралізують генерацію ПОЛ і забезпечують збалансованість про- і антиоксидантних біохімічних процесів.

Дослідження показали, що в плазмі крові щурів спостерігалось поступове підвищення фізіологічного перекисного окислення ліпідів після двох місячної дії (рис. 1).

Поступове накопичення Fe-індукованого МДА в плазмі крові щурів можна було спостерігати протягом всього періоду дії досліджуваного фактору у всіх дослідних групах тварин. Найвиразніші зміни спостерігались в групі тварин, що зазнавали впливу ЕМВ на рівні 6000 В/м×хв, а 30 діб після припинення дії досліджуваного фактору не було достатньо для відновлення показника, значень контрольної групи не було досягнуто.

Найбільш виразним було Fe-індуковане накопичення МДА при дії високо рівня інтенсивності та з протягом часу – через 3-4 місяці, що можливо пов'язано з вивільненням високоактивного заліза (Fe^{2+}) з гема при зниженні вмісту гемоглобіна.

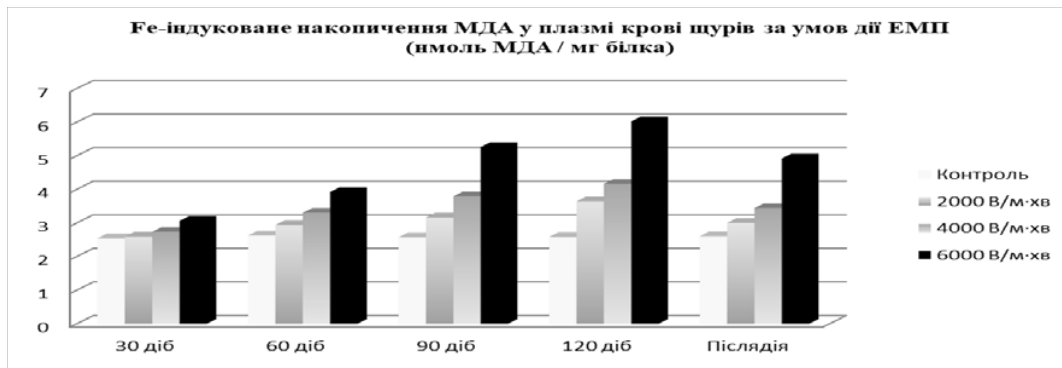


Рисунок 1.

При визначенні фонового накопичення МДА у плазмі крові щурів за умов дії ЕМП встановлено його статистично значиме зростання також з 1-го місяця експерименту при максимальному опроміненні тварин (табл. 1). З другого місяця цей показник зростав в цій же групі та досягав максимальних значень на 4 місяць. У період післядії відбувалось часткове зниження цього параметра.

Таблиця 1. Вміст фонового МДА у плазмі крові щурів за умов дії ЕМП (нмоль МДА/мг білка).

Період дії фактору, дні	Контроль	2000 В/м×хв	4000 В/м×хв	6000 В/м×хв
30 діб	2,54±0,07	2,59±0,09	2,73±0,10	3,06±0,09**
60 діб	2,62±0,09	2,94±0,08*	3,30±0,12**	3,92±0,15**
90 діб	2,57±0,08	3,16±0,12**	3,79±0,13**	5,26±0,13**
120 діб	2,58±0,11	3,64±0,18**	4,16±0,22**	6,02±0,19**
Післядія	2,60±0,07	3,00±0,14*	3,44±0,15**	4,92±0,12**

Примітки: 1. * – $p < 0,05$;
2. ** – $p < 0,01$.

В той же час активність системи антиоксидантного захисту оцінювалась за показниками ферментативної активності каталази яка протидіє можливій активації перекисного окислення ліпідів в організмі. Встановлене зростання активності каталази спостерігалось з 2-го місяця експерименту в середній та максимальній групах. На 3-му та 4-му місяці досліджу каталазна активність була збільшена в усіх трьох групах опромінених тварин. У період післядії при мінімальному опроміненні цей показник повертався до контрольного рівня, а у інших групах прослідковувалась тенденція до його зниження порівняно з 4-им місяцем (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка ферментативної активності каталази в плазмі крові щурів за умов дії ЕМП (мМ H_2O_2 /хв/г білка).

Період дії фактору, дні	Контроль	2000 В/м×хв	4000 В/м×хв	6000 В/м×хв
30 діб	65,17±3,15	63,09±3,09	69,42±3,42	72,88±3,93
60 діб	62,51±2,74	69,41±4,09	78,49±4,99*	94,39±6,59**
90 діб	60,30±2,39	77,85±4,07**	92,87±5,60**	116,78±8,83**
120 діб	59,46±3,50	84,89±5,69**	120,50±8,09**	135,19±9,02**
Післядія	63,40±3,34	67,74±4,51	92,44±4,96**	122,96±7,32**

Примітки: 1. * – $p < 0,05$;
2. ** – $p < 0,01$.

Разом з тим, в сироватці крові щурів, що піддавались дії ЕМП за рівнів навантаження 6000 В/м×хв, 4000 В/м×хв активність церулоплазміну знижувалась протягом всього експерименту в середньому на 20-25% в порівнянні з контролем (табл. 3).

У групі тварин з навантаженням ЕМП 2000 В/м×хв спостерігалась тенденція до зменшення активності ферменту, яке набуло статистичної значущості на 4-му місяці.

Таблиця 3. Активність церулоплазміну в сироватці крові щурів (мМоль/л).

Діючі рівні	Період дії фактору, дні			
	30	60	90	120
6000 В/м×хв	33,1±1,26*	33,9±1,53*	32,5±1,36*	3,48±1,54*
4000 В/м×хв	34,5±2,07*	35,8±2,15*	36,4±1,86*	37,6±1,97
2000 В/м×хв	38,3±2,35	37,4±1,65	38,0±1,58	35,7±2,14*
Контроль	43,5±1,98	42,3±1,82	42,7±2,06	41,7±1,85

Примітка: * – $p < 0,05$.

На всіх етапах експериментальних досліджень опромінених щурів та щурів контрольних груп був проведений загальний аналіз крові та підрахунок лейкоцитарної формули. Гематологічні дослідження здійснювали за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора РСЕ – 90 Vet, фірми НТІ (США).

При визначенні вмісту гемоглобіну в крові спостерігалось його достовірне поступове зниження протягом експерименту у всіх групах щурів. Найвиразніша різниця з показниками контрольної групи спостерігалась у тварин, що зазнавали максимального впливу ЕМВ на рівні 6000 В/м×хв, тобто можна зазначити залежність від часу дії фактору та його інтенсивності (табл. 4).

Таблиця 4. Кількість гемоглобіну в крові щурів в динаміці експерименту.

Діючі рівні	Період дії фактору, дні				Післядія 30 діб
	30	60	90	120	
	Гемоглобін, г/л				
6000 В/м×хв	115,4±3,78*	107,7±3,02*	105,1±2,12*	106,3±2,72*	120,8±5,46*
4000 В/м×хв	122,3±2,42*	122,0±3,02*	117,7±2,42*	118,8±1,51*	122,8±4,65*
2000 В/м×хв	137,1±3,02*	124,0±3,31*	122,0±2,87*	121,1±2,12*	128,2±2,93*
Контроль	146,4±3,02	137,7±3,33	134,0±1,79	134,4±2,12	137,5±2,56

Примітка: * – $p < 0,05$.

Абсолютна кількість лейкоцитів у крові щурів зазнавала суттєвих змін протягом всього експерименту, а саме, поступове підвищення у всіх групах щурів. Також слід зазначити, що рівень зниження показника залежав від часу дії досліджуваного фактору та від терміну його дії. У період відновлення, який тривав 1 місяць відновлення показника, до значень контрольної групи не відбулося у тварин, що зазнавали впливу ЕМВ на рівні 6000 та 4000 В/м×хв (табл. 5).

Відносна кількість моноцитів поступово знижувалась протягом експерименту у всіх дослідних групах тварин. При цьому відбувалось зменшення резервних можливостей моноцитів у дослідних групах щурів, що зазнавали впливу ЕМВ на рівні 4000 та 6000 В/м×хв.

Таблиця 5. Абсолютна кількість еритроцитів периферичної крові щурів в динаміці експерименту.

Діючі рівні	Період дії фактору, дні				Післядія 30 діб
	30	60	90	120	
	Абсолютна кількість лейкоцитів, $n \times 10^9/\text{л}$				
6000 В/м×хв	17,01±0,73*	19,12±0,71*	19,21±0,92*	16,83±1,65*	13,20±3,53*
4000 В/м×хв	12,84±0,41*	14,46±0,58*	16,92±0,82*	14,21±1,02*	11,97±2,54*
2000 В/м×хв	12,43±0,49*	13,15±0,49	15,97±2,32	12,85±0,90	11,10±1,11
Контроль	11,10±0,33	11,96±0,39	11,75±0,44	11,02±0,29	10,62±0,35

Примітка: * – $p < 0,05$.

Навіть після відновлювального періоду (1 місяць післядії) резервні можливості моноцитів ще більше зменшилися і показник функціонального резерву вірогідно відрізнявся від контрольного (табл. 6).

Таблиця 6. Відносна кількість моноцитів в периферичній крові щурів в динаміці експерименту.

Діючі рівні	Період дії фактору, дні				Післядія 30 діб
	30	60	90	120	
	Моноцити, %				
6000 В/м×хв	3,57±0,76	5,00±0,6	4,00±0,71	3,71±0,60	2,28±2,85*
4000 В/м×хв	4,43±1,21	3,57±0,76	5,00±1,06	3,57±0,60	2,71±3,56*
2000 В/м×хв	5,00±0,60	4,43±0,76	3,57±0,45*	3,86±0,76	3,42±4,57*
Контроль	5,57±0,90	4,43±0,90	5,29±0,60	4,00±0,60	4,57±0,45

Примітка: * – $p < 0,05$.

Також слід зазначити, що паралельно знижується активація захисних функцій клітин моноцитарного ряду крові, а саме киснезалежний внутрішньоклітинний метаболізм моноцитів.

Отримані результати дозволяють дійти висновку, що у тварин, які піддавались впливу електромагнітного випромінювання, відбувається порушення метаболічних процесів антиоксидантного балансу, що підтверджується змінами рівнів церулоплазміну в сироватці крові та каталази в плазмі крові опромінених тварин.

Висновки

Таким чином, у виявлені пошкоджень функціональних систем важливу роль відіграють показники біохімічних процесів оксидо-редукції, які гальмуються, чи прискорюються, формуючи реакцію відгуку організму на вплив ЕМВ.

Регуляція процесів ліпопероксидації здійснюється системою анти радикального захисту, яка має широку субстратну відновлюючу специфічність. Так індукція реакцій перекисного окислення та активація каталази в плазмі крові, зниження церулоплазміну та рівня гемоглобіну при тривалій дії ЕМВ, не повністю скомпенсована різноспрямованими змінами ферментативної та субстратної активності антиоксидантної системи захисту. Спостерігається дисбаланс в системі «перекисне окислення ліпідів-антиоксидантна система» (ПОЛ-АОС), що свідчить про перекисний характер порушень в організмі під впливом ЕМВ.

Таким чином, дослідження показали, що дія ЕМВ відбувається через активацію перекисного окислення ліпідів, розподіл і мобілізацію систем антиоксидантного захисту, розви-

ток компенсаторно-адаптаційних механізмів для стабільного стану функціонування організму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сердюк А.М., Думанський Ю.Д. Електромагнітна безпека – сучасна гігієнічна проблема, шляхи її вирішення. *Гігієнічна наука і практика на рубежі століть: матеріали XVI з'їзду гігієністів України*. Дніпропетровськ : АРТ-Прес, 2004. Т. 2. С. 251-254.
2. Думанский В.Ю., Биткин С.В., Сердюк Е.А., Томашевская Л.А. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и защита населения от его влияния. *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.* Київ, 2011. Вип. 58. С. 184-189.
3. Григорьев Ю.Г. К прогнозу развития опухолей головного мозга у пользователей сотовых телефонов. *Гигиена и санитария*. 2017. №7. С. 695-697.
4. Васин А.Л., Шафиркин А.В. Оценка изменений различных систем организма при адаптации к хроническому действию электромагнитных полей на основе обобщённых показателей. *Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, 2004-2005 : сб. тр.* М. : АЛЛАНА, 2006. С. 75-104.
5. Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є. Глутатіонзалежна система антиоксидантного захисту в організмі тварин за дії електромагнітних випромінювань. *Довкілля та здоров'я*. 2018. №4 (89). С. 4-10.
6. Васильева Е.Г. Механизм влияния электромагнитных полей на живые организмы. *Вестник Астраханского гос. тех. ун-та*. 2008. №3 (44). С. 186-191.
7. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей. Страсбург, 18 березня 1986р.
8. Про захист тварин від жорсткого поводження : Закон України №3447 – IV. 2006.
9. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. 2-е изд. К. : Мединформ, 2017. 579 с.

REFERENCES

1. Serdiuk A.M. and Dumanskyi Yu.D. Elektromahnitna bezpeka – suchasna hihiiienichna problema, shliakhy yii vyrishennia [Electromagnetic Safety Is a Modern Hygienic Problem, Ways to Solve It]. In : *Hihiiienichna nauka i praktyka na rubezhi stolit: materialy XVI zizdu hihiiienistiv Ukrainy [Hygienic Science and Practice at the Turn of Centuries: Materials of the XVI Congress of Hygienists of Ukraine]*. Dnipropetrovsk : ART-Pres ; 2004 ; 2 : 251-254 (in Ukrainian).
2. Dumanskiy V.Yu., BitkinS.V., SerdiukeA.A. and Tomashevskaya L.A. Elektromagnitnoye zagryazneniye okruzhayushchey sredy I zashchita naseleniya ot ego vliyaniya [Electromagnetic Pollution of the Environment and Protection of the Population from Its Influence]. In : *Hihiiiena naselenykh mist [Hygiene of Populated Places]*. Kyiv ; 2011 ; 58 : 184-189 (in Russian).
3. Grigorev Yu.G. *Gigiena I sanitariia*. 2017 ; 7 : 695-697 (in Russian).
4. Vasin A.L. and Shafirkin A.V. Otsenka izmeneniy razlichnykh system organizma pri adaptatsii k khronicheskomu deystviyu elektromagnitnykh poley na osnove obobshchennykh pokazateley [Assessment of Changes in Various Organism Systems when Adapting to the Chronic Effect of Electromagnetic Fields Based on Generalized Indicators]. In : *Ezhegodnik Rossiyskogo natsionalnogo komiteta po zashchite ot neioniziruyushchikh izlucheni: 2004-2005 [Year-Book of the Russian National Committee for Protection Against Nonionizing Radiation, 2004-2005]*. Moscow : ALLANA ; 2006 : 75-104 (in Russian).
5. Tomashevskaya L.A. and Kravchun T.Ye. *Dovkillia ta zdorovia (Environment and Health)*. 2018 ; 4 (89) : 4-10 (in Ukrainian).
6. Vasileva E.G. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008 ; 3 (44) : 186-191 (in Russian).
7. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research and Other Scientific Purposes. Strasbourg ; 1986.

8. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstkoho povodzhennia : Zakon Ukrainy №3447 – IV. 2006 [On the Protection of Animal Abuse: Law of Ukraine No. 3447 – IV. 2006]. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15> (in Ukrainian).
9. Antomonov M.Yu. Matematicheskaya obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh. 2-e izd. [Mathematical Processing and Analysis of Medico-Biological Data. 2nd ed.]. Kiev : Medinform ; 2017 : 579 p. (in Russian).

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.146>

УДК 613.648.2:616.15

СИСТЕМА КРОВІ ТВАРИН ЗА УМОВ СУМІСНОЇ ДІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ І НІТРОЗАМІНІВ

Томашевська Л.А., Кравчун Т.Є., Цицирук В.С.

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

Мета: дослідження впливу електромагнітного випромінювання та комбінації тетрацикліну з нітратом натрію на гематологічні показники.

Об'єкт і методи дослідження. Сумісна дія магнітного поля та нітрозамінів на гематологічні показники. Біохімічні, статистичні методи.

Результати дослідження та їх обговорення. Структура лейкограми змінювалась за рахунок змін абсолютної кількості лейкоцитів (зниження), моноцитів (зниження) та гранулоцитів (зниження). Також зміни торкнулись і відносної кількості лімфоцитів – спостерігалось поступове підвищення показника, що може бути проявом активації регенераторних процесів в популяції лімфоцитів та активації імунної системи на дію пошкоджуючого фактору. Встановлено, що характер і вираженість ефектів залежали від діючої фактору, рівня навантаження МП та часу їх впливу.

Висновки. Гематологічні дослідження виявили якісні та кількісні зміни лейкоцитарних та еритроцитарних клітин. Встановлено, що характер і вираженість ефектів залежали від діючого фактору, його рівня та часу впливу

Характер змін гематологічних показників при сумісній дії досліджуваних факторів обумовлений як дією магнітного поля на рівні 90 мкТл, так і дією комплексу хімічних факторів (нітрат натрію+тетрациклін), але що з них переважає в досягненні патологічного ефекту відокремити важко. Розвиток вищезазначених зрушень морфологічного складу крові може бути проявом зниження функціональних резервів організму, формуванням адаптаційно-приспосувальних реакцій, спрямованих на підтримку сталості гомеостазу організму в умовах дії досліджуваного фактору, та початком розвитку патологічних станів.

Ключові слова: магнітне поле, нітрозаміни, сумісна дія, система крові, гематологічні показники.

ANIMAL BLOOD SYSTEM UNDER JOINT EFFECT OF MAGNETIC FIELD AND NITROZAMINES

L.A. Tomashevska, T.Ye. Kravchun, V.S. Tsytsyruk

State Institution "O.M. Marzheiev Institute for Public Health, NAMSU", Kyiv

Objective. The aim of the study was to investigate the effect of electromagnetic radiation and combination of tetracycline with sodium nitrate on the hematological parameters.

Subject and methods. Joint effect of magnetic field and nitrosamines on the hematological parameters. Biochemical, statistical methods.