

## ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГИПОГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗНИКИ ПОЛ/АОЗ У БЛИХ ЩУРІВ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

*Никифорок О.І., Назаренко В.І., Мельник Н.А.  
ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ*

**Вступ.** Вплив ослабленого геомагнітного поля (ОГМП) на живий організм є однією з актуальних проблем сучасної гігієнічної науки [1]. В останні роки досить активно проводяться дослідження впливу цього чинника на рівні клітини, окремих органів та організму, в цілому. Також, в зв'язку з активним освоєнням космічного простору, особливий інтерес викликають питання щодо можливих ризиків впливу на людини планетарних магнітних полів Марса (<5 мкТл), Місяця (<0,3 мкТл) та міжпланетного простору (<0,01 мкТл) [2]. Приводяться дано щодо негативного впливу гіпогеомагнітного поля на клітинні механізми синтезу протеїна Р-53 та мітохондріальну активність [3]. Встановлено, що депривація геомагнітного поля приводить до змін активності СДГ та МДГв нейронах сенсомоторної корці щурів, що свідчить, на думку авторів, про дисфункцію циклу Кребса та робить популяцію нейронів менш пластичною та пристосованою до несприятливих впливів довкілля [4].

Вивчалися особливості впливу ослабленого ГМП на умовно-рефлекторну діяльність, імунну та репродуктивну систему лабораторних тварин в хронічному експерименті та висловлюються припущення щодо механізмів магнітно-резонансної природи ефектів даного чинника, що зумовлюють зміни фізико-хімічних процесів у живих організмах [1]. Тому, великий інтерес викликають питання щодо можливостей впливу ослабленого ГМП на систему ПОЛ/АОЗ, відповідальну за захист організму від розвитку «оксидативного стресу», внаслідок несприятливого впливу зовнішніх чинників [5,6].

Є окремі відомості щодо можливості прооксидантного впливу на біологічні системи та ризику «оксидативного стресу» певних поєднань природних та штучних електромагнітних полів [7], а також ослабленого геомагнітного поля [8].

**Метою роботи** були дослідження особливостей впливу ослабленого ГМП на показники ПОЛ/АОЗ в умовах хронічного експерименту та визначення порогу його несприятливої дії.

**Методи досліджень.** В досліді використовувались білі щури – самці лінії Wistar. Утримання та харчування проводились згідно умов, що передбачаються в правилах, що прийняті Європейською конвенцією по захисту хребетних тварин які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей. Тварини утримувалися на стандартному харчовому раціоні, при вільному доступі до води.

Для експозиції тварин в гіпогеомагнітному середовищі були розроблені 3 металевих залізних камери з різними величинами ослабленого геомагнітного поля (таблиця №1), в залежності від товщини металеві стінки. Визначення рівнів ГМП проводилась за допомогою магнітометру трьохкомпонентного малогабаритного МТМ-01 (Росія), за середнім значення рівня магнітної індукції в кожній камері.

Тварини були розділені на 4 групи по 10 щурів: контрольна та 3 групи, які підлягали хронічній дії ОГМП протягом 3-х місяців. Для цього, тварини груп 2, 3, 4 кожного дня, окрім вихідних, на 8 годин розміщувалися в умови ОГМП.

Таблиця 1. Групи тварин та параметри ГМП в хронічному експерименті.

Параметр ГМП	Групи білих щурів			
	Контроль	Експозиція ОГМП		
	група №1 (n=10)	група №2 (n=10)	груп №3 (n=10)	група №4 (n=10)
Рівень магнітної індукції, мкТл	49,0	25,0	15,0	6,5
Рівень ГМП від норми, %	100	51	31	13
коефіцієнт ослаблення ГМП, рази	–	2,0	3,3	7,7

Експеримент тривав 4 місяці та мав: 3 місяці експозиції і 1 місяць відновлення після дії ОГМП. В кожній з серій, у піддослідних тварин відбиралася периферична кров з хвоста – через 1 місяць та через 3 місяці експозиції ОГМП і через 1 місяць після завершення експозицій.

Серед показників активності систем перикисного окислення ліпідів (ПОЛ) та антиоксидантного захисту визначали ключові: концентрацію малонового діальдегіду (МДА) та активність супероксиддисмутази (СОД) і каталази (КТ) в периферичній крові білих щурів.

Концентрацію малонового діальдегіду (МДА) визначали методом, що базується на здатності МДА взаємодіяти з 2-тіобарбітуровою кислотою з утворенням забарвленого триметинового комплексу, що має максимум

поглинання при 532 нм (метод визначення ТБК-активних продуктів [9]).

Активність супероксиддисмутази (СОД) досліджували шляхом визначення ривня інгібування ферментом процесу відновлення нітросинього тетразолію в присутності NADH і феназинметасульфату методом [10].

Активність каталази (КТ) досліджували за швидкістю розпаду гідроген пероксиду за методом, описаним М.А. Корольок [11].

Перевірку на нормальність розподілення варіаційних рядів та статистичних гіпотез проводили за критерієм t-Ст'юдента. Для проведення розрахунків використовували програмний пакет, а також програмний продукт STATISTICA 6,0.

**Результати досліджень** показників ПОЛ/АОЗ в умовах хронічного експерименту протягом 4-х місяців представлені у табл. 2.

Таблиця 2. Показники ПОЛ/АОЗ в умовах хронічного експерименту.

Рівень магнітної індукції, мкТл	Експозиція						Післядія		
	1 місяць			3 місяці			1 місяць		
	МДА, нм/мл	КТ, МЕ/мг Нь	СОД, МЕ/мг Нь	МДА, нм/мл	КТ, МЕ/мг Нь	СОД, МЕ/мг Нь	МДА, нм/мл	КТ, МЕ/мг Нь	СОД, МЕ/мг Нь
49,0 (конт- роль)	0,8± 0,06	4,9± 0,5	21,3± 0,7	1,3± 0,3	6,6± 0,6	19,5± 1,6	1,3± 0,03	6,1± 0,4	23,8± 1,0
25,0 (група 2)	0,5± 0,05	4,1± 0,5	19,8± 1,4	3,2± 0,9	4,0± 0,4*	11,3± 2,3*	1,4± 0,1	4,3± 0,3*	19,9± 1,6
15,0 (група 3)	1,3± 0,3	3,1± 0,6*	15,7± 2,3*	2,5± 0,4*	4,8± 0,7*	16,3± 2,2	1,3± 0,05	4,6± 0,2*	18,3± 1,3*
6,5 (група 4)	1,7± 0,2*	2,4± 0,5*	6,0± 1,0*	5,0± 0,5*	2,2± 0,5*	7,0± 1,2*	1,4± 0,08	4,6± 0,4*	13,6± 1,1*

Примітка. \* – зміни показників достовірні (p<0,05).

Аналіз отриманих даних свідчить, що дія фактору ОГМП на показники ПОЛ/АОЗ вже помітний на першому місяці експерименту, особливо виражену дію цього чинника видно в групах №3 та №4 де рівні магнітної індукції були відповідно, 15,0 та 6,5 мкТл ( $p < 0,05$ ). Спостерігалися зміни усіх показників ПОЛ/АОЗ, ріст концентрації МДА відбувався на фоні зниження активності показників КТ та СОД. При цьому, проявлялася лінійна залежність змін показників від рівня експозиції ОГМП.

В групі №2 з рівнем експозиції ГМП 25 мкТл, зміни цих показників не суттєво відрізнялися від показників контролю ( $p > 0,05$ ).

Через 3 місяці експозиції, показники ПОЛ/АОЗ в різних групах були різні і не мали чіткої залежності від інтенсивності впливу чинника. Зокрема в групі з експозицією 6,5 мкТл рівень МДА підвищився у 3,8 рази, а показники СОД і КТ залишилися суттєво зниженими в порівнянні з іншими групами, що свідчило про певний дисбаланс у роботі систем ПОЛ/АОЗ та ознаки «оксидативного стресу». В групі з рівнем ОГМП спостерігали збільшення концентрації МДА у 1,9 рази активності КТ у порівнянні з контрольною групою на 27% ( $p < 0,05$ ). В групі з

експозицією 25 мкТл спостерігали тенденцію до підвищення МДА ( $p < 0,1$ ), в порівнянні з контрольною групою, а також відбулося зниження активності СОД та КТ.

В періоді після дії, через 1 місяць, показник МДА в усіх групах що піддалися дії фактору ОГМП з різними рівнями, не відрізнявся від контрольної групою, що свідчило про позитивну динаміку відновлення балансу систем ПОЛ/АОЗ. Але, при цьому, спостерігали зниження активності КТ та СОД в групах з рівнями експозиції 15 та 6,5 мкТл, особливо помітне у групі 4.

Таким чином, отримані дані свідчать про активний вплив ослабленого ГМП на організм білих щурів в умовах хронічного експерименту. Глибина та вираженість цих змін залежать від рівня ОГМП та тривалості його дії. Якщо при експозиції 1 місяць спостерігаються негативні наслідки дії цього чинника на системи ПОЛ/АОЗ при рівнях 15 та 6,5 мкТл, то при тривалості експозиції 3 місяця, спостерігаються негативні ефекти у системі АОЗ з рівнем 25 мкТл. Після відновлення 1 місяць спостерігається позитивна динаміка у відновленні показника МДА, на фоні зменшення активності КТ у усіх експонованих групах, та СОД в групах з попередньою експозицією 15 та 6,5 мкТл.

### Висновки

1. Вплив на білих щурів протягом 3-х місяців ослабленого ГМП з рівнями 15 і 6,5 мкТл призводить до підвищення вмісту МДА на фоні зниження активності каталази та супероксиддисмутазу і периферичній крові білих щурів ( $p < 0,05$ ).

2. Після експозиції ОГМП з рівнями 15,0 і 6,5 мкТл протягом періоду відновлення 1 місяць не виникає повного відновлення активності КТ і СОД, що може свідчити про певну стійкість наслідків «оксидативного стресу», який розвивається при впливі даного чинника.

3. На підставі проведених досліджень можливо умовно вважати рівень ослабленого геомагнітного поля 25 мкТл, як такий що не викликає в хронічному експерименті негативних наслідків несприятливого впливу на показники МДА та СОД.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Походзей Л.В. Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды: дис. доктора мед.наук: спец. 14.00.50. – Медицина труда / Л.В. Походзей. – М., 2004. – 181 с.
2. Wei Chuan M.O. Hypomagnetic field, an ignorable environmental factor in space / M.O. Wei Chuan, L.I.U. Ying, H.E. Rong Qiao // SCIENCE CHINA (Life Sciences). 2014. – Vol.57. – №7. – P. 726-728.
3. Куранова М.Л. Воздействие гипогеомагнитного поля на живые системы / М.Л. Куранова, А.Е. Павлов, И.М. Спивак, С.В. Сурма и др. // Вестник СПбГУ. 2010. – Вып.4 (сер. 3). – С.99-104.

4. Гоженко А.І., Масевич Ю.В., Насібуллін Б.А. Гістохімічно виявляємо особливості активності ферментів циклу кребса у нейронах сенсомоторні кори щурів при депривації геомагнітного поля / А.І. Гоженко, Ю.В. Масевич, Б.А. Насібуллін // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2013. – №2(32). – С.98-132.
5. Меньщикова Е.Б., Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты, Е.Б. Меньщикова, В.З. Ланкин, Н.К. Зенков, И.А. Бондарь, Н.Ф. Круговых, В.А. Труфякин. – М.: «Слово», 2006. – 556 с.
6. Forman H.J. Reactive oxygen species and alpha,beta-unsaturated aldehydes as second messengers in signal transduction / H.J. Forman // Ann. N-Y. Acad. Sci. 2010. – V.1203. – P. 35-44.
7. Consales C. Electromagnetic Fields, Oxidative Stress, and Neurodegeneration / C. Consales, C.Merla, C. Marino, V. Benassi // Int. Journal of Cell Biology. 2012. – Vol. 2012. – Article ID 683897. – 16 p. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2012/683897>.
8. Куликов В.Ю. Влияние слабых экологических факторов на систему гемостаза и реактивность клеток эффекторов воспаления в эксперименте / В.Ю. Куликов, Е.А. Козяева, О.В. Сорокин // Мир науки, культуры, образования. 2011. – №3 (20). – С. 320-326.
9. Коробейникова Е.Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой / Е.Н. Коробейникова // Лаб. дело. 1989. – №7. – С. 8-9.
10. Дубинина Е.Е. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека / Е.Е. Дубинина, Л.А. Сальникова, Л.Ф. Ефимова // Лаб. дело. 1983. – №10. – С. 30-33.
11. Королюк М.А. Метод определения активности каталазы / Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. // Лаб. дело. 1988. – №1. – С.16-18.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИПОГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛ / АОЗ У БЕЛЫХ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

*Никифорук А.И., Назаренко В.И., Мельник Н.А.*

*Полученные данные свидетельствуют об активном влиянии ослабленного ГМП на организм белых крыс в условиях хронического эксперимента. Глубина и выраженности этих изменений зависят от уровня ОГМП и продолжительности его действия. Если при экспозиции 1 месяц наблюдаются негативные последствия действия этого фактора на системы ПОЛ/АОЗ при уровнях 15 и 6,5 мкТл, то при продолжительности экспозиции 3 месяца, также наблюдаются негативные эффекты в системе АОЗ с уровнем ОГМП 25 мкТл. В период последействия 1 месяц, наблюдается положительная динамика в восстановлении показателя МДА, на фоне уменьшения активности КТ во всех представляемых группах, и СОД в группах с предыдущей экспозицией 15 и 6,5 мкТл.*

### **THE STUDY OF HYPOGEOMAGNETIC FIELD ON POL / AOP INDICATORS IN WHITE RATS IN CONDITIONS OF CHRONIC EXPERIMENT**

*O.I. Nykyforuk, V.I. Nazarenko, N.A. Melnyk*

*The data of the study show an active influence of hypo geomagnetic fields (HGMF) on white rats in a chronic experiment. The depth and severity of these changes depend on the level of HGMF and its duration. If the 1 month exposure observed negative effects of this factor on the action of the system POL/AOS at levels of 15 and 6.5 mkT, when the duration of exposure 3 months leads to adverse effects in the AOS with the level of HGMF 25 mkT. In the period of 1 month after exposure, the positive dynamics in the recovery index of MDA, amid decreasing the activity of KT in all are groups and SOD in groups with previous exposure 15 mkT and 6,5 mkT.*