

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.134>
УДК 537.531:613.648.2:547.414:576.385.5

ПОВЕДІНКА БІЛИХ ЩУРІВ ПРИ ПОЄДНАНІЙ ДІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ (50 Гц) ТА НІТРОЗАМІНІВ

Зотов С.В., Безверха А.П.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Мета роботи: дослідити вплив магнітного поля промислової частоти (50-60 Гц) та нітрозамінів на поведінкові показники піддослідних тварин.

Матеріали та методи дослідження. У експериментах були використані методики автоматичної реєстрації локомоторної активності, яка дозволяє дати інтегральну оцінку уродженним формам поведінки на базі вивчення рухової активності тварин у лабіринті та дослідження грумінгу (у нашому випадку – догляд за хутром) щурів.

Принцип роботи лабіринту полягав у підрахунку кількості замикань щура сусідніх електродів, розташованих на дні і стінках відсіків. При цьому струм, який проходить через щура (біля 0,01 мкА) підсилюється і формується у сигнал, який подається на обчислювальний комплекс.

Грумінг у гризунів являє собою важливий елемент поведінки у природних умовах, який традиційно відносять до категорії комфортної поведінки. Він являє собою своєрідний ритуал з визначеною послідовністю поведінкових патернів.

Найбільш розповсюдженим (за своєю простотою і зручністю) є чисто кількісний підхід до реєстрації грумінгу, при котрому зараховується частота актів грумінгу тварин, які знаходяться в тих чи інших умовах фіксованого часу.

Результати дослідження. Проведені дослідження показали, що у тварин, які знаходилися під впливом вивчених факторів, реєструються поведінкові показники, які вказують на розвиток превентивного гальмування та збудження і класифікувати їх як загальні неспецифічні реакції

Висновки. Як показали проведені дослідження магнітне поле промислової частоти (50 Гц) є біологічно діючим фактором довкілля, який може впливати на поведінкові реакції білих щурів.

Зареєстровані поведінкові реакції вказують на виникнення в ЦНС тварин процесів збудження або гальмування, їх фазності і дозволяють класифікувати їх як загальні неспецифічні реакції превентивного гальмування, тренування та активації.

Ключові слова: поведінкові реакції тварин, магнітне поле, промислова частота, грумінг, рухова активність.

BEHAVIOUR OF WHITE RATS AT THE JOINT EFFECT OF INDUSTRIAL FREQUENCY MAGNETIC FIELD (50 Hz) AND NITROSAMINES

S.V. Zotov, A.P. Bezverkha

State Institution “O.M. Marzиеiev Institute for Public Health, NAMSU”, Kyiv

Objective. We investigated the effect of the industrial frequency (50-60 Hz) magnetic field and nitrosamines on the behavioural parameters of the experimental animals.

Materials and methods. In the experiments, we used the methods of automatic registration of locomotor activity which makes it possible to give the integral assessment of the innate forms of behaviour on the basis of the study of the motor activity of animals in the maze and the study of grooming (in our case, it is fur care) in rats.

The principle of maze operation was to calculate the number of rat's circuits of adjacent electrodes located at the bottom and on the walls of the compartments. In this case, the current, passing through the rat (about 0.01 μA), is amplified and formed into a signal that is fed to the computing complex.

Rodent grooming is an important element of natural behaviour that is categorized traditionally as a comfortable behaviour. It is a kind of ritual with a defined sequence of behavioural patterns.

A purely quantitative approach to grooming registration is the most common (by its simplicity and convenience) one, it takes into account the frequency of grooming acts in the animals that are under different conditions of fixed time.

Results. *The behavioral parameters, indicating the development of preventive inhibition and excitation and classifying them as general non-specific reactions, were noted in performed investigations among the animals under the influence of studied factors.*

Conclusions. *Performed investigations showed that industrial frequency magnetic field (50 Hz) is a biologically active environmental factor which can affect the behavioral responses of white rats.*

Recorded behavioural responses indicate the excitation or inhibition processes in the CNS of animals, their phases and allow them to be classified as general non-specific preventive inhibition, training, and activation reactions [5,6].

Keywords: *animal behavioural responses, magnetic field, industrial frequency, grooming, motor activity.*

Відомо, що магнітне поле (50-60 Гц) та нітрозаміни відносяться до екологонебезпечних чинників навколишнього середовища і характеризуються загальнотоксичним впливом на організм людини та піддослідних тварин. Враховуючи те, що чинники стабільно присутні у навколишньому середовищі, а інтенсивність забруднення ними постійно зростає, нами проведені дослідження щодо впливу зазначених факторів, а саме, одночасної дії магнітного поля (50 Гц) і нітрозамінів на поведінкові реакції тварин в хронічному експерименті [1,2,3].

Мета роботи: дослідити вплив магнітного поля промислової частоти (50-60 Гц) та нітрозамінів на поведінкові показники піддослідних тварин.

Матеріали та методи дослідження. У експериментах були використані методики автоматичної реєстрації локомоторної активності, яка дозволяє дати інтегральну оцінку уродженим формам поведінки на базі вивчення рухової активності тварин у лабіринті [4] та дослідження грумінгу щурів .

Принцип роботи лабіринту полягав у підрахунку кількості замикань щура сусідніх електродів, розташованих на дні і стінках відсіків. При цьому струм, який проходить через щура (біля 0,01 мкА) підсилюється і формується у сигнал, який подається на обчислювальний комплекс.

У проведених дослідженнях були використані три часові інтервали: 0-2; 2-4 та 0-4 хв. Тестування проводилося за наступними поведінковими показниками – загальна горизонтальна активність (ЗГА), направлена горизонтальна активність (НГА), вертикальна активність (ВА). Експерименти проводились в умовах темряви у світло-звукоізолюючому боксі на білих безпородних щурах.

При вивченні грумінгу найбільш розповсюдженим (за своєю простотою і зручністю) є чисто кількісний підхід до реєстрації грумінгу, при котрому зараховується частота актів грумінгу тварин, які знаходяться в тих чи інших умовах фіксованого часу.

Тварини були розподілені на 4 групи: 1 – контрольна, 2 – тварини зазнавали впливу магнітного поля 50 Гц, 3 – тварини з їжею отримували 100 мг/кг нітрату натрію та 20 мг/кг тетрацикліну, 4 – комбінований вплив магнітного поля 50 Гц та нітрату 100 мг/кг з тетрацикліном.

Упродовж хронічного експерименту проводилась реєстрація рухомої активності тварин за 30, 60, 90 та 120 добу.

Результати дослідження. Вивчення динаміки рухової активності, показало, що на першому місяці комбінованого впливу факторів статистично вагомих змін не було зафіксовано (табл. 1).

Таблиця 1. Рухова активність тварин на першому місяці комбінованої дії факторів $M \pm m$, $n=10$.

Інтервали тесту	0-2 хв		2-4 хв		0-4 хв	
	НГА	ВА	НГА	ВА	НГА	ВА
Фон	7,60±0,52	6,50±0,48	6,10±0,59	4,50±0,65	13,7±0,82	11,0±0,94
I	6,00±1,2	7,70±0,64	6,70±0,76	6,40±0,8	12,7±1,76	14,1±1,32
II	4,80±0,74	7,30±0,68	5,40±0,4	5,70±0,68	10,20±1,02	13,00±0,60
III	6,30±0,54	8,90±0,57	6,60±1,1	6,90±0,78	18,90±1,89	15,85±0,54
IV	6,10±0,08	7,80±0,1	5,10±0,43	6,30±0,7	11,20±0,53	14,1±1,29

Статистично достовірні зміни у руховій активності зареєстровані на другому місяці впливу факторів (табл. 2). За цей термін у другій групі тварин фіксується збільшення НГА за усі інтервали тесту. Паралельно у 3 та 4 групах щурів реєструється зменшення параметру ВА.

Таблиця 2. Рухова активність тварин на другому місяці при комбінованій дії факторів $M \pm m$, $n=10$.

Інтервали тесту	0-2 хв		2-4 хв		0-4 хв	
	НГА	ВА	НГА	ВА	НГА	ВА
I	7,00±0,71	7,6±0,76	5,00±0,65	6,60±0,85	12,80±0,71	14,20±1,44
II	12,40±1,40**	6,90±1,15	8,40±1,07*	6,00±0,98	19,80±2,52**	12,90±0,54
III	7,10±0,540	5,30±0,54*	5,00±1,17	4,30±0,54*	12,10±1,88	9,80±0,81*
IV	5,20±1,00	5,30±0,52*	5,20±0,79	4,50±0,06	10,40±1,14	9,80±0,84*

Примітка. * – $p \leq 0,05$;
** – $p \leq 0,01$.

На третьому місяці впливу факторів спостерігається збереження стану активності НГА і ВА у 2-й групі тварин – за 2-4 та 0-4 хв. тесту. У цей же час у 3-й і 4-й групах пригнічення рухової активності змінюється на активацію НГА та ВА за 2-4 хв. тесту (табл. 3).

Таблиця 3. Рухова активність тварин на третьому місяці при комбінованій дії факторів $M \pm m$, $n=10$.

Інтервали тесту	0-2 хв		2-4 хв		0-4 хв	
	НГА	ВА	НГА	ВА	НГА	ВА
I	6,10±0,71	4,90±0,81	3,00±0,79	1,90±0,57	9,10±1,31	6,80±1,21
II	6,50±0,42	5,10±0,92	5,10±0,78	5,00±0,60*	11,60±1,28	10,10±1,15*
III	5,90±1,24	5,40±0,73	5,20±0,68	4,30±0,72	11,10±1,46	9,80±1,34
IV	5,10±0,77	4,70±0,21	9,30±0,54*	4,80±0,69*	9,40±0,95	8,80±1,00

Примітка. * – $p \leq 0,05$.

На четвертому місяці комбінованого впливу факторів стан активації НГА за усі інтервали тесту зберігається тільки у 2-й групі піддослідних тварин (табл. 4).

Таблиця 4. Рухова активність тварин на четвертому місяці при комбінованій дії факторів $M \pm m$, $n=10$.

Інтервали тесту	0-2 хв		2-4 хв		0-4 хв	
	НГА	ВА	НГА	ВА	НГА	ВА
I	3,89±0,77	2,78±0,78	1,11±0,39	1,44±0,44	5,00±1,05	4,22±1,08
II	8,11±1,02**	4,00±0,80	5,22±1,29**	2,78±0,89	13,33±1,89**	6,78±1,78
III	55,11±0,89	3,44±0,47	2,56±0,85	2,33±0,76	7,67±1,43	5,78±0,99
IV	4,56±0,60	3,78±0,70	1,67±0,41	1,56±0,65	6,20±0,66	5,33±1,14

Примітка. ** – $p \leq 0,01$.

Вивчення грумінгу тварин показало, що зміни у поведінці реєструються на другому місяці впливу комбінованих факторів. В цей період в третій групі тварин фіксується зменшення грумінгу за усі інтервали тесту (табл. 5).

Таблиця 5. Грумінг тварин протягом 4-х місяців комбінованої дії факторів $M \pm m$, $n=10$.

Інтервал тесту	Групи	0-2 хв	2-4 хв	0-4 хв
I місяць	Фон	1,00±0,21	1,50±0,34	2,50±0,45
	I	0,30±0,85	0,90±0,23	1,20±0,33
	II	0,80±0,47	1,20±0,29	2,00±0,67
	III	0,70±0,33	1,30±0,36	2,00±0,58
	IV	0,60±0,34	1,30±0,42	1,80±0,65
II місяць	I	0,80±0,25	1,30±0,26	2,10±0,46
	II	0,40±0,22	0,90±0,23	1,30±0,26
	III	0,10±0,10*	0,50±0,17*	0,60±0,22**
	IV	0,60±0,27	0,80±0,36	1,40±0,59
III місяць	I	1,20±0,29	0,80±0,25	2,00±0,47
	II	0,50±0,22	0,90±0,38	1,40±0,45
	III	0,70±0,26	0,70±0,21	1,40±0,27
	IV	0,10±0,10**	0,50±0,22	0,60±0,22*
IV місяць	I	1,33±0,29	0,33±0,71	1,67±0,29
	II	0,67±0,17	1,11±0,35	1,78±0,40
	III	0,67±0,29	1,21±0,20*	1,78±0,38
	IV	0,44±0,24*	0,56±0,18	1,00±0,29

Примітки:

- * – $p \leq 0,05$;
- ** – $p \leq 0,01$.

На третьому місяці експерименту зменшення грумінгу фіксується вже у четвертій групі тварин, за 0-2 та 0-4 хв. тесту (табл. 5).

Дослідження 4-х місячного впливу факторів показало, що пригнічення грумінгу зберігається у 4-й групі за 0-2 хв. тесту. За цей же час у третій групі зниження грумінгу змінюється на його збільшення за 2-4 хв. тесту.

Таким чином, комбінований вплив факторів при вивчених умовах його дії викликає неспецифічні адаптаційні реакції в організмі тварин, які виявляють себе, принаймні, на безусловнорефлекторному рівні, і засвідчують о зниженні, чи зростанні тону мотиваційних центрів лімбічної системи, які несуть відповідальність за відповідні форми поведінки [5,6].

У цьому зв'язку функціональний стан ЦНС, що фіксується у процесі комбінованого впливу факторів отримало назву як активація, гальмування та їх фазність.

Висновки

1. Магнітне поле промислової частоти (50 Гц) є біологічно діючим фактором довкілля, який може впливати на поведінкові реакції білих щурів.
2. Вплив електромагнітного поля при вивчених режимах і умовах їх використання викликають реакції організму, які виявляються, зокрема, у безумовнорефлекторній (уродженій) сфері поведінки.
3. Встановлені протилежні стани ЦНС в якості відповідної реакції організму тварин на вплив ЕМП промислової частоти – періоди активації, гальмування та їх фазність.
4. Зміни в поведінці тварин при дії ЕМП можуть свідчити про зниження або зростання тону мотиваційних центрів, відповідальних за певні форми поведінки.
5. Зареєстровані поведінкові реакції тварин, які вказують на виникнення в ЦНС процесів збудження або гальмування, їх фазності і відповідні реакції можуть бути розцінені як загальні неспецифічні реакції тренування та активації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черниченко І.О., Думанський В.Ю., Нікітіна Н.Г., Сердюк Є.А., Соверткова Л.С., Баленко Н.В., Литвиченко О.М., Томашевська Л.А., Григоренко Л.Є., Біткін С.В., Думанський Ю.Д., Безверха А.П. Охорона здоров'я населення від впливу поєднаної дії магнітного поля промислової частоти – 50 Гц та нітрозамінів (НА). *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.* К., 2017. Вип. 67. С. 99-111.
2. Думанський В.Ю., Нікітіна Н.Г., Біткін С.В., Зотов С.В., Сердюк Є.А., Галак С.С., Гоц А.В., Семашко П.В., Безверха А.П. Проблеми захисту здоров'я населення від впливу електромагнітних випромінювань промислової частоти та шлях їх вирішення. *Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (п'ятнадцяті марзєєвські читання): зб. тез доп. науково-практ. конф.* К., 2019. Вип. 19. С. 146-149.
3. Черниченко І.О., Думанський В.Ю., Біткін С.В., Томашевська Л.А., Нікітіна Н.Г., Безверха А.П., Баленко Н.В., Соверткова Л.С., Зотов С.В., Дідик Н.В., Галак С.С., Литвиченко О.М., Сердюк Є.А., Думанський Ю.Д., Кравчун Т.Є., Григоренко Л.Є., Цицерук В.С. Попередня гігієнічна оцінка поєднаної дії магнітного поля (50 Гц) та канцерогенних чинників (нітрозамінів) на піддослідних тварин в експерименті. *Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (тринадцяті марзєєвські читання) : тези доп. наук-практ. конф. молодих вчених.* К., 2017. Вип. 17. С. 73-75.
4. Навакатикян М.А., Платонов Л.Л. Лабиринт для исследования двигательной активности белых крыс. *Гигиена населённых мест : сб. науч. тр.* К., 1988. Вып. 27. С. 60-62.
5. Гаркави Л.К., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции, резистентность организма. Ростов-на-Дону: изд-во Ростов. уни-та, 1977. 128 с.
6. Симонов П.В. Три фазы в реакциях организма на возрастающий стимул. М. : АН СССР, 1962. 243 с.

REFERENCES

1. Chernychenko I.O., Dumanskyi V.Yu., Nikitina N.H., Serdiuk Ye.A., Sovertkova L.S., Balenko N.V., Lytvychenko O.M., Tomashevskaya L.A., Hryhorenko L.Ye., Bitkin S.V., Duman-

- 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 kryk [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-