

ВПЛИВ СТАТИЧНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА УМОВНОРЕФЛЕКТОРНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Б. М. Медведєв

*Всесоюзний інститут гігієни і токсикології пестицидів, полімерних і пластичних мас,
Київ*

Інтерес до статичного електричного поля (СЕП) виник в останні роки завдяки широкому застосуванню в різних галузях техніки і побуту нових синтетичних полімерів, які мають високі діелектричні властивості і внаслідок цього здатні нагромаджувати на своїй поверхні заряди значної величини [5]. Постійне розширення застосування електронно-іонної технології, сильних електричних полів у різних галузях виробництва висуває серйозні гігієнічні питання, основним з яких є біологічна дія статичних електричних полів підвищеної напруги, які виникають на виробництві та побуті, і протягом тривалого часу впливають на людину.

В літературі мало даних про вплив електростатичних полів, тотожних тим, що виникають в результаті нагромадження електричних зарядів на пластичних масах.

Дані, що розкривають деякі аспекти дії статичної електрики на організм експериментальних тварин, одержані нами раніше [1—4], свідчать про те, що добова експозиція СЕП може розглядатися як порогова.

Дослідження електрофізіологічних властивостей нерва [2] показало, що під впливом СЕП згаданої напруги збільшується тривалість прихованого періоду та потенціалу дії у тварин.

На людині [10] вивчали біологічну дію СЕП різної напруги (20, 30, 60 і 90 кВ/м). Встановлено, що СЕП напругою 20 і 30 кВ/м не викликає змін у діяльності центральної нервової і серцево-судинної систем. При більш високій напрузі СЕП знижувався поріг нервово-м'язової збудливості, відзначались кумулятивні зміни лабільності субкортикальної функції мозку. Ці зміни були нестійкими і нормалізація функції наставала після припинення дії СЕП.

Наелектризований одяг з синтетичних матеріалів створює СЕП напругою 250—500 в/см. Застосування такого одягу веде до зниження чутливості людини до адекватних подразників, знижує тонус і реактивність судинної системи шкіри, зменшує в ній кровотік, а також знижує тонус і реактивність симпатичного відділу вегетативної нервової системи, при цьому також пригнічуються окисно-відновні процеси в поверхневих шарах шкіри [8].

Описана умовнорефлекторна регуляція серцевої діяльності і дихання після перебування в СЕП у кроликів, щурів і голубів [9]. Автор приходить до висновку, що виявлені зміни регуляції серцевої діяльності з боку вищих відділів центральної нервової системи під впливом СЕП починаються не тільки на характері пристосувальних реакцій організму, але, можливо, спроможні викликати порушення адаптаційних можливостей по відношенню до інших факторів зовнішнього середовища.

Методика досліджень

Для вивчення біологічної дії СЕП на кішках в модельованих умовах ми розробили і застосували спеціальну установку, докладно описану раніше [2].

Кожен дослід складався з таких етапів: кішку з виробленим стереотипом умовного рефлексу вміщали в камеру установки, де створювали СЕП заданої напруги, після закінчення експозиції тварину переводили для перевірки умовнорефлекторної діяльності в камеру умовних рефлексів. Ці спостереження провадили одразу після впливу СЕП та в наступні дні до того часу, коли характеристика умовних рефлексів була близька або відповідала вихідній.

Оцінку умовнорефлекторної діяльності здійснювали до і після впливу СЕП напругою 500—600 в/см, протягом трьох-чотирьох днів по 6 год на день, а також у період післядії (перші 5—7 і 20 діб). Був застосований метод дослідження рухових харчових умовних рефлексів [6, 7] з об'єктивною реєстрацією досліджуваних показників. Тварина була натренована так, що в міжсигнальний проміжок вона сиділа в центрі камери. Це здійснюється з допомогою платформи посередині камери на однаковій відстані від кормушок. Таким чином, при подачі умовного подразника тварина пробігає однакову відстань від кормушок. Все це забезпечує можливість відзначення прихованого періоду умовного рефлексу з урахуванням побіжки. Пульт управління має сигналізаційний і реєструючий пристрій. В середині камери встановлені світлові і звукові подразники, механічні кормушки і три платформи, що мають контакти, з'єднані з реєструючим приладом.

Стереотип умовних рефлексів виробляли протягом 1,5—2,5 місяця. У цей строк включили час, витрачений на постановку спроб для визначення типологічних особливостей нервової діяльності піддослідних тварин. Розподіл експериментальних тварин за типами вищої нервової діяльності, як відомо, складний і певною мірою умовний. Даних, що характеризують типологічні особливості кішок, в літературі мало. З цієї метою застосували тести на швидкість вироблення умовних рефлексів та їх диференцировки, реакції на подовження дії диференціувального подразника, швидкість згасання і відновлення рефлексів. Всі п'ять кішок, що перебували в досліді, належали до сильного типу нервової діяльності з переважанням подразних процесів. Тварини були приблизно однакового віку — один-півтора роки. Подача умовних подразників у камері здійснювалась за схемою: зумер, біле світло, синє світло, біле світло, зумер, біле світло, синє світло, біле світло, зумер. Так подавали дев'ять сигналів протягом одного запису.

За визначенням С. К. Красноза *, «...рівень збудливості коркових клітин змінюється відповідно величині попередньої підкормки і зберігається протягом усього досліду». Для стабілізації умовнорефлекторної діяльності кішок, за 1—2 хв до досліду або перед тренуванням тварини одержували такий самий шматок м'яса, як і при роботі в камері.

Характеристикою умовнорефлекторної реакції служили: тривалість латентного періоду, тобто час від подачі сигналу до початку рухової реакції, час, витрачений твариною на переміщення від центра камери (контактна ділянка підлоги) до кормушки, і диференціальна реакція. Характер умовнорефлекторної діяльності тварин до перебування в СЕП служив вихідним фоном для кожної кішки.

Результати досліджень

Одержані результати досліджень наведені в табл. 1, з якої видно, що у кішок після перебування в СЕП встановлюється тенденція до подовження прихованого періоду на умовний подразник — зумер, і при цьому час побіжки збільшується.

На умовний подразник — біле світло — наставало збільшення латентного періоду. Час побіжки на цей подразник також збільшувався.

У період післядії на п'яту — сьому доби після перебування в СЕП на такий умовний подразник, як зумер, відзначалась тенденція до зменшення латентного періоду. Час побіжки зменшувався. На біле світло зберігалась тенденція до подовження латентного періоду умовного рефлексу. Час побіжки також скорочувався (табл. 2).

При проведенні дослідів на кішці № 4 зареєструвати показники умовного рефлексу після перебування в СЕП не вдалося, тварина не займала вихідної позиції на контактній ділянці підлоги, хоч на подані умовні сигнали реагувала адекватно. Лише протягом наступних 20 днів поступово наставало відновлення умовнорефлекторної реакції. Істотних

* Журн. высш. нервн. деят., 1957, 6, 906.

Таблиця 1
Вплив статичного електричного поля на умовнорефлекторну діяльність кішок

№ тварини	Характер впливу	Умовний рефлекс на зумер		Умовний рефлекс на біле світло		Синє світло		Кількість	
		Латентний період	Час побіжки	Латентний період	Час побіжки	+	—	гальмувань	побіжок
1	Вихідні показники	1,75±0,4	3,07±0,2	4,02±0,3	3,36±0,3	10	—	12	5
	Експозиція СЕП 24 год	3,17±0,3	4,89±0,8	8,50±1,1	6,10±2,2	4	1	3	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	>0,02	>0,05	<0,01	>0,25	6	2	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	2,60±0,2	3,60±0,5	4,75±0,5	2,02±0,2	—	—	—	—
2	Вихідні показники	>0,05	<0,5	<0,15	<0,002	3	3	7	9
	Експозиція СЕП 24 год	1,2±0,2	2,16±0,4	2,95±0,3	2,25±0,22	—	4	4	4
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	1,17±0,1	2,63±0,4	3,05±0,8	2,19±0,7	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	>0,1	>0,5	>0,5	>0,5	—	—	—	—
3	Вихідні показники	1,31±0,1	1,87±0,1	7,25±2,3	2,30±0,3	—	2	4	—
	Експозиція СЕП 24 год	>0,5	<0,5	>0,05	>0,5	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	2,13±0,47	3,67±0,7	4,38±0,5	3,35±0,3	—	8	7	9
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	2,70±0,8	5,41±2,1	6,71±0,5	3,35±0,4	—	4	7	4
4	Вихідні показники	>0,5	<0,5	=0,01	>0,5	—	4	2	—
	Експозиція СЕП 24 год	1,75±0,5	2,43±0,2	7,87±0,3	5,9±0,3	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	>0,5	=0,1	<0,001	<0,001	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	1,38±0,86	2,32±1,1	3,38±0,5	2,91±0,8	2	8	6	4
5	Вихідні показники	1,12±0,12	2,25±0,5	2,30±0,2	2,80±0,7	2	—	7	6
	Експозиція СЕП 18 год	>0,5	>0,5	>0,05	>0,5	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	4,06±0,85	2,78±0,22	4,41±0,60	3,19±0,22	2	13	12	4
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	2,00±0,4	2,50±0,2	4,63±0,4	2,75±0,4	1	1	7	—
6	Вихідні показники	<0,05	<0,25	>0,5	<0,25	—	—	—	—
	Експозиція СЕП 18 год	2,75±0,6	3,13±0,5	4,75±0,4	2,75±0,4	—	2	3	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	>0,25	>0,5	>0,5	>0,25	—	—	—	—
	Через 5—7 діб після впливу СЕП	>0,25	>0,5	>0,5	>0,25	—	—	—	—

Примітка. «+» означає наявність реакції на синє світло, а «—» — відсутність її; статистична вірогідність (p) приведена по відношенню до вихідних даних.

відмінностей у порівнянні з вихідними, крім збільшення кількості побіжок, не виявлено.

У кішки № 5 на умовний подразник — зумер — після перебування в СЕП наставало зменшення латентного періоду рефлексу ($p < 0,05$). Інші показники умовного рефлексу були близькі до вихідних. Через сім днів після впливу СЕП на зумер прихований період рефлексу, як і раніше, був менший вихідного ($p < 0,02$). Час побіжки не змінювався. На біле світло латентний період умовного рефлексу і час побіжки залишались без змін. Кількість побіжок і гальмувань зменшувалась.

Таблиця 2
Середні значення впливу статичного електричного поля на умовнорефлекторну діяльність піддослідних кішок

Характер впливу	Умовний рефлекс на зумер		Умовний рефлекс на біле світло	
	Латентний період	Час побіжки	Латентний період	Час побіжки
Вихідні показники				
Експозиція СЕП 18—24 год	$2,1 \pm 0,55$	$2,8 \pm 0,52$	$3,8 \pm 0,44$	$3,5 \pm 0,38$
p	$2,26 \pm 0,4$	$3,85 \pm 0,8$	$5,7 \pm 0,7$	$3,59 \pm 0,9$
	$< 0,25$	$< 0,05$	$< 0,1$	$< 0,5$
Через 7—5 дів після впливу СЕП	$1,92 \pm 0,3$	$2,65 \pm 0,2$	$5,38 \pm 0,76$	$3,2 \pm 0,38$
p	$< 0,5$	$< 0,5$	$< 0,05$	$< 0,05$

Примітка. Статистична вірогідність (p) приведена по відношенню до вихідних показників.

Більшість тварин одразу після перебування в СЕП відрізнялись за поведінкою від вихідних дослідів: вони не одразу займали вихідну ділянку підлоги камери. Частина тварин, виконавши реакції-відповіді один-два рази, потім відмовлялись займати вихідну позицію. Така поведінка тривала чотири-п'ять днів, а потім наставала чітка відповідь на ті чи інші подразники.

На підставі одержаних результатів можна гадати, що статичні електричні поля підвищеної напруги впливають на динамічний стереотип, вироблений і закріплений умовнорефлекторними реакціями у кішок. Це полягає в збільшенні прихованого періоду умовного рефлексу на звуковий і світловий подразники. Це можна трактувати як уповільнення нервових процесів у субстратах, де здійснюється вища інтеграція нервової діяльності. Виявлену післядію такого фізичного фактора як СЕП на вищу нервову діяльність слід брати до уваги при розробці гігієнічних рекомендацій для виробництва синтетичних полімерних матеріалів, де виникають статичні електричні поля підвищеної напруги.

Висновки

1. Умовні рефлекси у кішок під впливом статичного електричного поля напругою 500—600 в/см при експозиції 18—24 год (по 6 год на добу) характеризуються тенденцією до збільшення латентного періоду на звукові та світлові умовні подразники.
2. Безпосередньо після впливу статичного електричного поля час, витрачений на пересування в камері при виконанні умовних рефлексів, збільшується. Настають більш часто парадоксальні реакції-відповіді на слабкий і сильний світлові умовні подразники.

3. Встановлені зміни в перебігу умовних рефлексів зберігаються, як правило, протягом п'яти — семи діб після припинення впливу статичного електричного поля, отже, цей фізичний фактор може виявляти короточасну післядію на вищу нервову діяльність кішок.

Література

1. Медведєв Б. М., Ковтун С. Д.— В кн.: Труды VIII съезда Укр. физиол. об-ва, Львов, 1968, 342.
2. Медведєв Б. М., Ковтун С. Д.— В кн.: Гигиена применения полимерных матер. и изделий из них, К., 1969, 166.
3. Медведєв Б. М.— В кн.: Труды XI съезда Всес. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, Л., 1970, 421.
4. Медведєв Б. М.— В кн.: Труды IX съезда Укр. физиол. об-ва, Запорожье—Киев, 1972, 246.
5. Орловский В. М.— В сб.: Матер. I научно-практич. конфер. молодых гигиенистов и сан. врачей, М., 1965, 159.
6. Спыну Е. И.— Научная сессия в честь 300-летия воссоед. Украины с Россией, К., 1954, 14.
7. Спыну Е. И.— Токсикол. хлорорганич. пестицидов диенового синтеза и гигиена труда при их применении. Автореф. дисс., Л., 1965, 37.
8. Шандала М. Г., Акименко В. Я.— В сб.: Тез. Всес. конфер. «Защита от вредного действия статич. электрич.», Северодонецк, 1973, 46.
9. Яковлева М. И.— В кн.: Физиол. механизмы действия электромагн. полей, Л., 1973, 175.
10. Якубенко А. В., Луковкин В. В., Сазонова Т. Е., Кривова Т. И.— В кн.: Гигиена труда и биол. действие электромагн. волн. радиочастот, М., 1972, 105.

Надійшла до редакції
14.VI 1974 р.

INFLUENCE OF STATIC ELECTRIC FIELD ON CONDITIONED-REFLEX ACTIVITY

B. M. Medvedev

All-Union Institute of Hygiene and Toxicology of Pesticides,
Polymeric Masses and Plastics, Kiev

Summary

The static electric fields (SEF) of increased intensity appear in the living and industrial premises due to a wide application of polymeric materials. In the course of usage the polymeric materials accumulate the electric charges of considerable value (20, 30 and more kV) on their surface.

The available data of the SEF influence on the nervous system do not show the effect of these fields on the conditioned food moving reflexes serving as an index of the integral function of the nervous system.

Experiments were performed on cats. The conditioned reflex activity was estimated before and after the SEF influence (intensity 500—600 V/cm), with a 24 h exposure (6 h per day) as well as during the period just after the influence. It is determined that under the influence of SEF the cat's conditioned reflexes are characterized by an increase in the latent period and in the time necessary to perform these reflexes.

Those changes in the conditioned reflexes are preserved as a rule for 5—7 days, i. e. SEF causes a short-term aftereffect on the cat's higher nervous activity.