

ZYGMUNT K. KULIGOWSKI

RUCHOWE ODRUCHY WARUNKOWE U SZCZUROW PODDANYCH KOMPLEKSOWEMU DZIAŁANIU WIBRACJI I HAŁASU

Z Zakładu Fizjologii Instytutu Naukowego Kultury Fizycznej w Warszawie
Kierownik: prof. dr Wł. Missiuro

Praca niniejsza zajmuje się wpływem jaki na wyższą czynność nerwową wywiera wibracja niskiej częstotliwości, działająca na cały organizm. Jako czynnik dodatkowy, niemniej jednak istotny, rozpatrujemy też wpływ hałasu, który powstał przy działaniu urządzenia wytwarzającego wibrację. Według *Galaniny* i *Zilbera* (*Andrejewa-Galaniny*, 1949) polem recepcyjnym dla drgań o małej częstotliwości jest błędnik. Na ogół działanie wibracji powoduje pobudzenie aparatu błędnikowego, np. w próbie kalorycznej skraca się okres utajony pojawiania się oczopląsu, przy czym czynnikiem pobudzającym jest przyspieszenie, jednakże stan układu wegetatywnego lub procesy chorobowe mogą zmieniać jego reaktywność w obu kierunkach. Wibracje niskiej częstotliwości powodują rytmiczne przesunięcia narządów wewnętrznych, wywołują zaburzenia czynności narządów trawienia i pośrednio obniżenie pobudliwości ośrodka pokarmowego. U ludzi narażonych na długotrwałe działanie wibracji ogólnych niskiej częstotliwości stwierdzono zaburzenia równowagi, koordynacji ruchów, zaburzenia w widzeniu stereoskopowym, zaburzenia w trawieniu, bóle brzuszne mające charakter napadowy, bóle głowy, szybkie męczenie się, brak apetytu (*Missiuro* i *Freitag* 1957, *Minecki* 1958).

Odnosnie interesującego nas w tej pracy wpływu wibracji tego typu na wyższą czynność nerwową większość dostępnych danych odnosi się do ludzi, nieliczne tylko pochodzą z badań przeprowadzonych na zwierzętach. *Lebidiewa* 1952, (cyt. wg *Galaniny* 1956) badając białe szczury poddane drganiom mechanicznym stwierdziła u nich senność pojawiającą się w czasie stosowania wibracji i trwającą po ich zakończeniu. *Kerman* (1940) stwierdził u ludzi poddanych działaniu wibracji niskiej częstotliwości senność i apatie.

Na szczególną uwagę ze względu na podobieństwo parametrów zasługują dane odnoszące się do wpływu pracy na traktorach na odruchy warunkowe traktorzystów. Praca na traktorach związana jest z podleganiem wibracjom o dość dużej amplitudzie i niskiej częstotliwości. Do wibracji pochodzących z pracy silnika posiadających częstotliwość kilku herców i amplitudę kilkudziesięciu milimetrów dochodzą wstrząsy spowodowane jazdą po nierównościach terenowych, o znacznie większej amplitudzie i niższej częstotliwości, dając swoistą wypadkową drgań. Wibracje te pod względem swego działania mają charakter ogólny. *Sienkiewicz i Juna-lejewa* (1960) stwierdzili u traktorzystów pracujących po 12 godz. dziennie zmiany fazowe w wytworzonych uprzednio odruchach warunkowych, osłabienie hamowania różnicowego i wzrost progowych wartości dla bodźców dźwiękowych. *Zujew* (1960) u robotników poddanych jednoczesnemu działaniu wibracji o częstotliwości 23—30 Hz pochodzącej z pneumatycznych młotów i hałasu o głośności do 118 Db stwierdził przedłużenie średniego okresu utajonego dodatnich odruchów warunkowych wzrastające ze stażem pracy. Wibracja z młotów pneumatycznych, chociaż miejscowa, działa także ogólnie na skutek przewodnictwa tkankowego. Zmiany wyższej czynności nerwowej u ludzi i zwierząt poddanych wibracji niskiej częstotliwości, jak widać, idą na ogół w kierunku rozwoju procesów hamowania w korze mózgowej, których intensywność, jak również występowanie, lub brak zmian fazowych, oraz ewentualne jednoczesne upośledzenia procesów pobudzenia i hamowania zależą od parametrów danych wibracji, czasu jej trwania, jak również od charakteru wytworzonych ruchowych odruchów warunkowych (obronne lub pokarmowe). Pozostaje nam jeszcze omówić wpływ hałasu na wyższą czynność nerwową. Przez hałas rozumiemy tu zjawiska określane w akustyce jako szmery, których biologiczną miarą jest głośność mierzona w decybelach (Db).

Badania nad wpływem hałasu na układ nerwowy podejmowane przez wielu badaczy ustaliły ponad wszelką wątpliwość ujemny wpływ na jego czynność przejawiający się w rozwoju hamowania w korze mózgowej, które szkoła *Pawłowa* określa jako hamowanie ochronne. Ograniczymy się tu tylko do przytoczenia danych otrzymanych w badaniach pod względem metodycznym najbardziej zbliżonych do naszych. *Borisowa* (1960) badając wpływ hałasu o głośności 85 Db na ruchowe pokarmowe odruchy warunkowe u szczurów wytworzone metodą *Kotlarewskiego* (1951) stwierdziła wybitne zmiany w działalności odruchowo-warunkowej. Szczury wystawione na jednorazowe działanie 2 i 4-godzinnego hałasu wykazały przedłużenie okresu utajonego i obniżenie wielkości dodatnich odruchów warunkowych na słaby (czerwone światło) i silny (dzwonek) bodziec. Zwiększenie czasu działania hałasu do 6 godzin i stosowanie go w ciągu 17 dni spowodowało częściowe wypadanie odruchów warunkowych, a na-

stępnie doprowadziło do całkowitego wypadnięcia wszystkich odruchów warunkowych włącznie z naturalnym odruchem na zapach i widok pokarmu. Pięciodniowa przerwa w działaniu hałasu spowodowała powrót do normy działalności odruchowo-warunkowej tych zwierząt. W nawiązaniu do powyższego w niniejszej pracy podjęto próbę ustalenia jaki wpływ na wyższą czynność nerwową szczurów wywrze działanie wibracji o wybitnie niskiej częstotliwości i dość znacznej amplitudzie w połączeniu z hałasem o natężeniu 68,5 Db.

METODYKA

Doświadczenia przeprowadzono na 5-miesięcznych samcach szczurzych gat. *Mus norvegicus alb.* Wytwarzanie ruchowych pokarmowych odruchów warunkowych odbywało się dla każdego szczura oddzielnie w kamerze specjalnie do tego celu zbudowanej wg metody Kotlarewskiego (1951). Przebieg doświadczenia rejestrowano na taśmie kimograficznej, oraz protokółowano. Na taśmie rejestrowano włączenie bodźca świetlnego, lub dźwiękowego i moment podania pokarmu za pomocą pisaków elektromagnetycznych. Ruch zwierzęcia (odchylenie szklanej przegrody) zapisywano za pomocą bębena Marey'a, czas w sekundach za pomocą znacznika czasu. W protokole doświadczalnym notowano czas podania, nazwę, kolejny numer bodźca warunkowego, czas izolowanego działania i ogólny czas działania bodźca, okres utajony odruchów ruchowych mierzony z dokładnością do dziesiątych części sekundy przy pomocy sekundomierza; zapisywano wystąpienie lub brak naturalnego odruchu na widok i zapach pokarmu, oraz uwagi o ogólnym zachowaniu się zwierzęcia. Doświadczenia prowadzono w zasadzie codziennie z wyjątkiem niedziel i świąt. Zwierzęta przed doświadczeniem były głodzone przez kilka godzin. W kamerze otrzymywały ziarno pszenicy jako jednorazowe wzmocnienie odruchu. Normalne pożywienie (dieta standardowa) podawano szczurom po zakończeniu doświadczenia. Jako bodźca warunkowego dodatniego używano brzęczyka, bodźcami hamulcowymi były dzwonek i czerwone światło. Dzwonek był hamulcem różnicowym, czerwone światło używano w charakterze tzw. hamulca pierwotnego (Konorski, 1955), tj. bodźca zawierającego mało elementów podobnych do bodźca dodatniego, bo pochodzącego z innego analizatora. Każdy bodziec trwał 5 sekund. Bodźce podawano w odstępach od pół do półtorej minuty, nieregularnie, aby uniknąć wytworzenia się odruchu na czas. Bodźce dodatnie wzmocniano pokarmem bezpośrednio po wykonaniu przez zwierzę ruchu odchylającego. Liczba kojarzeń w czasie jednego doświadczenia wahała się od 8 do 12 i przeciętnie wynosiła 10. Po utrwaleniu odruchów dodatnich wytwarzano odruchy hamulcowe stosując w ciągu jednego doświadczenia na ogół nie więcej niż dwa bodźce hamulcowe. Po utrwaleniu odruchów obu rodzajów i prześledzeniu normalnego zachowania się zwierzęcia poddawano szczury trzęsieniu (wibracjom) w specjalnie skonstruowanym aparacie. Aparat ten składał się z klatki w kształcie sześcianu zawieszona na sprężynach, której dolna część za pośrednictwem czterech rozciągliwych linek z gumy połączonych następnie z nierozciągliwą linką skórzaną łączyła się z obracającą się korbą motorka elektrycznego. Obracanie się korby wprawiało klatkę w szybkie drgania w płaszczyźnie pionowej o amplitudzie 16 cm i częstotliwości 1,5/sek (1,5 Hz). Trzęsieniu się klatki oraz pracy motorka towarzyszył hałas o głośności od 67 do 70 decybeli, średnio 68,5 Db. Szczury trzęsione były na czczo przez

6 godzin (w g. 8—14), a następnie natychmiast po wyjęciu z aparatu trzęsącego przenoszono je do pokoju doświadczalnego i badano w kamerze Kotlarewskiego. Praktycznie od momentu zakończenia wibracji i hałasu do zastosowania pierwszego bodźca warunkowego upływało od jednej do dwóch minut.

W celu wykrycia zmian w działalności odruchowo warunkowej porównywano wyniki 10—11 doświadczeń z okresu przed poddaniem działaniu wibracji i hałasu, który dla zwieźłości nazywać będziemy okresem spoczynkowym, z wynikami 10 doświadczeń ze stosowaniem wibracji. Porównywane szeregi doświadczeń były ciągłe, tzn. nie opuszczano tych doświadczeń, w których pobudliwość pokarmowa, a wraz z nią działalność odruchowo warunkowa (Cytawa i Jakubowicz, 1960) obniżała się dzięki działaniu przypadkowych czynników, ponieważ czynniki te mogły też występować w okresie poddawania zwierząt wibracji i hałasowi.

WYNIKI

Do doświadczeń drogą selekcji wybrano 9 samców szczyrzych. Pierwotnie odruchy warunkowe wytwarzano u większej ilości zwierząt, jednakże trudność wytworzenia odruchów u niektórych osobników powodowała konieczność ich odrzucenia. Warunkowe ruchowe odruchy pokarmowe na bodziec dodatni brzęczyk wytwarzały się na ogół po 70—80 skojarzeniach z pokarmem. Przeciętny okres utajony reakcji dodatniej w okresie spoczynkowym wynosił 2,1 sek., przy czym większość reakcji posiadała bardzo krótki okres utajony sięgający do 1,2 sek. (tab. 1). Brak

Tabela 1. Reakcje dodatnie 9 szczurów. Bodziec pobudzeniowy „brzęczyk“
Table 1. Positive reactions in 9 rats. Stimulus: buzzer

	Okres utajony 1)		Brak reakcji 4)	Razem 5)
	krótki * 2)	długi * 3)		
W spoczynku 6)	356 (53,4%)	291 (43,6%)	20 (3%)	667 (100%)
Po wstrząsach 7)	123 (19,6%)	252 (40,2%)	252 (40,2%)	627 (100%)

Latent period 1); short* 2); long* 3); no reaction 4); together 5); at rest 6); after convulsions 7).

* Krótki okres — do 1,2 sekundy włącznie, długi — powyżej (liczby w tabeli oznaczają ilość reakcji warunkowych, lub ilość braków reakcji po bodźcach warunkowych dodatnich).

* Short period — up to 1.2 seconds, long — more than (the figures in the table indicate the numbers of conditional reactions, or the numbers of absent reactions after positive conditional stimuli).

reakcji na bodziec dodatni zdarzał się bardzo rzadko, liczbowo wynosił 3%. Odruchy hamulcowe zostały wytworzone po utrwaleniu odruchów pobudzeniowych (dodatnich). Bodźce hamulcowe, które od pierwszego zastosowania konsekwentnie nie były wzmacniane miały różny charakter. W przypadku dzwonka mieliśmy do czynienia z bodźcem tego samego analizatora co bodziec dodatni, a poza tym bardzo do niego podobnym fizjologicznie dla szczurów, jak o tym świadczyły trudności z odróżnicowaniem, traktujemy go więc jako hamulec różnicowy. Czerwone światło natomiast, jak o tym wspomnieliśmy w metodyce było tzw. hamulcem pierwotnym i od pierwszych zastosowań nie wywoływało odruchu ruchowego (dzwonek — trzeba było przeciętnie 30-krotnie stosować bez wzmo-

Tabela 2. Reakcje ujemne na bodźce hamulcowe świetlne i dźwiękowe
Table 2. Negative reactions to inhibitory light and sound stimuli

Bodziec hamulcowy „czerwone światło“, grupa złożona z 6 szczurów Inhibitional stimulus „red light“ group of 6 rats			Bodziec hamulcowy „dzwonek“ grupa złożona z 3 szczurów Inhibitional stimulus „buzzer“ group of 3 rats	
	Ilość bodźców hamulcowych 1)	Ilość rozhamowań 2)		
W spoczynku 3)	142	37 (26,1%)	74	15 (20,3%)
Po wstrząsach 4)	79	10 (12,7%)	53	10 (18,9%)

Number of inhibitory stimuli 1); number of disinhibitions 2); at rest 3); after convulsions 4.

cnienia, aby wygasić pojawiającą się dodatnią reakcję). Należy także dodać, że bodźce świetlne są dla szczura biologicznie słabsze niż dźwiękowe. Otrzymane hamowanie w okresie spoczynkowym nigdy nie było całkowite (tab. 2) i reakcje dodatnie zdarzały się zarówno na dzwonek (20,3%) jak i na czerwone światło (26,1%) jako przejaw rozhamowania prawdopodobnie spowodowanego przejściowo zwiększoną pobudliwością pokarmową.

Po poddaniu szczurów kompleksowemu działaniu wibracji i hałasu nastąpiły wyraźne zmiany w zarysowanym wyżej obrazie.

W pierwszym dniu stosowania wibracji na 9 badanych zwierząt u 1 wystąpiło silne zaburzenie działalności odruchowo warunkowej w postaci zniknięcia 70% odruchów dodatnich, u 3 wypadło po ok. 30% odruchów dodatnich, a u pozostałych 5 nastąpiło tylko nieznaczne zwiększenie

okresu utajonego tych odruchów oraz zmniejszenie procentu rozhamowań reakcji ujemnych. Wyraźny wpływ wibracji nastąpił dopiero w trzecim dniu doświadczeń: tylko jeden szczur zachował swoje normalne reakcje z okresu spoczynkowego, u pozostałych ośmiu procent braków reakcji dodatnich przeciętnie wahał się od 20 do 40.

W dalszych doświadczeniach nasilało się wypadanie dodatnich odruchów warunkowych aż do niemal całkowitego ich zniknięcia.

Przeciętnie w ostatnich doświadczeniach brak było około 80% reakcji dodatnich. U niektórych zwierząt zdarzały się i dni, w których następowało całkowite zniknięcie odruchów na bodźce dodatnie. Jednocześnie w tych doświadczeniach hamowanie stawało się stuprocentowe. Przeciętne zmiany uzyskane na przestrzeni dziesięciu dni trzęsienia w porównaniu z wynikami dziesięciu doświadczeń z okresu spoczynkowego są przedstawione w tab. 1 i 2. Widzimy tam, że jeśli chodzi o odruchy dodatnie, najwybitniejsze zmiany zaszły w procencie braków reakcji oraz w procencie reakcji o najkrótszym okresie utajonym. Procent reakcji o dłuższym okresie utajonym zmniejszył się w porównaniu do doświadczeń ze zwierzętami w spoczynku, co jest zrozumiałe, gdyż po wibracjach ta część naturalnego rozrzutu reakcji jak gdyby przedłużyła swój okres utajony w nieskończoność, tzn. przeszła do grupy braków. Przeciętne wartości dla odruchów hamulcowych z okresu działania wibracji w porównaniu z wynikami okresu spoczynkowego przedstawione są w tab. 2. Z tabeli tej możemy odczytać niewątpliwe zmniejszenie się procentu rozhamowań reakcji ujemnych dla obu bodźców hamulcowych po wibracjach w porównaniu z odpowiednimi wartościami okresu spoczynkowego.

Przy rozpatrywaniu otrzymanych wyników należy wyjaśnić, że spadek reakcji dodatnich nie następował w sposób ciągły, lecz przerywany był okresami zwiększonej ich ilości w poszczególnych doświadczeniach. Również zachodziły niewielkie indywidualne różnice między zwierzętami. Najbardziej rzucającą się w oczy zmianą było wypadanie po wstrząsach dodatnich odruchów warunkowych. Występowało ono u 8 szczurów na 9 badanych. U jednego tylko szczura wpływ wibracji wyraził się jedynie w przedłużeniu okresu utajonego reakcji dodatnich i polepszeniu hamowania. U wszystkich nastąpiło zmniejszenie procentu reakcji o najkrótszym okresie utajonym i rozhamowań odruchów hamulcowych. Jako ilustrację podanych wyżej wyników przytaczamy protokoły 5 doświadczeń ze szczurem nr 9, którego reakcje są bardzo typowe (tab. 3 i 4).

Oprócz doświadczeń w kamerze Kotlarewskiego wykonaliśmy także kontrolne obserwacje w zwierzętarni sprawdzające pobudliwość pokarmową u szczurów w tych wypadkach, kiedy następował szczególnie silny spadek reakcji dodatnich. Zwykle w tym czasie już w kamerze Kotlarewskiego szczury nie zjadały części pokarmu podanego jako wzmocnienie bodźców

Tabela 3. Szczur Nr 9. Doświadczenie Nr 29. Dn. 26. II. 1961 r. godz. 14.10'
 Table 3. Resting period. Rat No. 9. Experiment No. 29. Febr. 26, 1961, 14.10' hrs

Czas podania bodźca 1)	Nazwa bodźca 2)	Nr bodźca 3)	Czas izolowanego działania bodźca 4)	Ogólny czas działania bodźca w sek. 5)	Okres utajony w sek. 6)	Odruch naturalny 7)	Uwagi 8)
14.11'	Brzęczyk 9)	273	0,9	5	0,7	+	
12'	"	274	0,8	5	0,6	+	
12'45"	"	275	0,8	5	0,6	+	
13'30"	Czerwone światło 10)	28	—	5	11,2 *	—	
14'	Brzęczyk	276	0,8	5	0,6	+	
14'45"	Czerwone światło	29	—	5	—	—	drapie się 11)
15'30"	Brzęczyk	277	0,5	5	0,3	+	
16'15"	"	278	0,5	5	0,3	+	
17'	Czerwone światło	30	—	5	—	—	
18'	Brzęczyk	279	0,7	5	0,5	+	

Okres spoczynkowy. Doświadczenie Nr 30. Dn. 27. II. 61 r. godz. 14.00 12)

14.16'	Czerwone światło 10)	31	—	5	—	—	drapie się 11)
17'	Brzęczyk 9)	280	5	5	7,6	+	
18'	"	281	1,9	5	1,7	+	
19'	Czerwone światło 10)	32	—	5	—	—	
20'	Brzęczyk 9)	282	0,8	5	0,6	+	
20'40"	"	283	0,3	5	1,1	+	
21'10"	"	284	0,8	5	0,6	+	
21'40"	"	285	0,8	5	0,6	+	
22'10"	Czerwone światło 10)	33	—	5	—	—	
23'	Brzęczyk 9)	286	0,8	5	0,6	+	

Time of application of stimulus 1); designation of stimulus 2); No. of stimulus 3); time of isolated action of stimulus 4); total time of action of stimulus in sec. 5); latent period in sec. 6); natural reflex 7); remarks 8); buzzer 9); red light 10); scratches 11); Resting period. Experiment No. 30. Febr. 27, 1961, 14.15' hrs. 12).

* Rozhamowanie.

* Disinhibition.

dotadnich i to nawet po wykonaniu reakcji ruchowej (tab. 4, prot. dośw. Nr 33/2). (Od zasady wzmacniania tylko zespołu: „dodatni bodziec warunkowy + reakcja ruchowa” robiliśmy rzadkie wyjątki w przypadku szczególnie silnego spadku reakcji dodatnich).

Okazało się przy tym, że również i w zwierzętarni szczury te nie jadły w ciągu 45—60 minut od ustania wibracji, niektóre natomiast piły wodę. Po upływie 12 dni od zakończenia poddawania szczurów wibracjom i ha-

Tabela 4. Pierwszy dzień trzęsienia. Szczur Nr 9. Doświadczenie nr 32/1. Trzęsiony od godz. 8.00 do 14.00, dnia 6. III. 1961 r.

Table 4. First day of vibration. Rat No. 9. Experiment No. 32/1. Vibrated from 8.00 to 14.00 hrs. Mar. 6, 1961

Czas podania bodźca 1)	Nazwa bodźca 2)	Nr bodźca 3)	Czas izolowanego działania bodźca 4)	Ogólny czas działania bodźca w sek. 5)	Okres utajony w sek. 6)	Odruch naturalny 7)	Uwagi 8)
14.01'	Brzęczyk 9)	291	5	5	8	+	
2'	„	292	1,7	5	1,5	+	
3'	„	293	1,2	5	1	+	
4'	Czerwone światło 10)	35	—	5	—	—	
5'30"	Brzęczyk 9)	294	2	5	1,8	+	
6'50"	„	295	0,9	5	0,7	+	
7'50"	Czerwone światło 10)	36	—	5	—	—	
8'30"	Brzęczyk 9)	296	1,6	5	1,4	+	
9'	„	297	1,2	5	1	+	
12'	„	298	1,6	5	1,4	+	

II dzień trzęsienia. Doświadczenie 33/2 Dn. 7. III. 61 r. trzęsiony od godz. 8-ej do 14-tej 11)

14.01'	Brzęczyk	299	—	5	—	—	Nie ma odruchu naturalnego 12)
2'	„	300	—	5	—	—	
3'	„	301	5,2	5	—	—	podanego pokarmu nie je 13)
4'	„	302	1,4	5	1,2	—	nie je 14)
5'	„	303	—	5	—	—	
6'	„	304	5,2	5	—	—	nie je 14)
7'	Czerwone światło	37	—	5	—	—	
8'	Brzęczyk	306	—	5	—	—	
9'	„	306	—	5	—	—	drapie się 15)

Tabela 4. (c. d.). Doświadczenie nr 34/3. Trzęsiony od godz. 8.00 do 14.00. Dn. 8. III. 61 r.
Table 4. Experiment No. 34/3. Vibrated from 8.00 to 14.00 hrs. Mar. 8, 1961

Czas podania bodźca 1)	Nazwa bodźca 2)	Nr bodźca 3)	Czas izolowanego działania bodźca 4)	Ogólny czas działania bodźca w sek. 5)	Okres utajony w sek. 6)	Odruch naturalny 7)	Uwagi 8)
14.02'	Brzęczyk 9)	307	1,6	5	1,4	+	
2'30"	"	308	3,8	5	3,6	+	
3'	"	309	1,3	5	1,1	+	
3'30"	Czerwone światło 10)	38	—	5	—	—	odwrócił się 16)
4'30"	Brzęczyk 9)	310	—	5	—	—	
5'	"	311	—	5	—	—	
5'30"	"	312	5	5	7,5	+	
6'	"	313	—	5	—	—	drapie się 15)
6'30"	"	314	—	5	—	—	
7'	"	315	2,7	5	2,5	+	

Time of application of stimulus 1); designation of stimulus 2); No. of stimulus 3); time of isolated action of stimulus 4); total time of action of stimulus in sec. 5); latent period in sec. 6); natural reflex 7); remarks 8); buzzer 9); red light 10); II day of vibration. Experiment No. 33/2. Mar. 7, 1961 11); vibrated from 8.00 to 14.11 hrs. 11); natural reflex absent 12); does not ingest food offered 13); does not eat 14); scratches 15); turned 16).

łasowi ponownie zbadano działalność odruchowo-warunkową trzech zwierząt. U jednego (szczura nr 9, którego protokoły doświadczeń zamieszczono wyżej) brak było w ogóle reakcji na bodźce dodatnie. U dwóch pozostałych brak było odpowiednio 38% i 25% reakcji dodatnich, a pozostałe reakcje dodatnie miały przedłużony okres utajony w porównaniu z normą, reakcje hamulcowe (na czerwone światło, były prawidłowe). Zbadanie odruchów warunkowych tych szczurów po upływie 38 dni od ustania wibracji wykazało, że u szczura nr 9 nastąpiła pewna poprawa, (brakowało tylko 60% reakcji dodatnich), natomiast brak było zupełnie odruchów u drugiego szczura, trzeci szczur wykazał około 40%-wy brak odruchów dodatnich.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Złożony charakter wpływu jaki na wyższą czynność nerwową wywiera łączne działanie wibracji niskiej częstotliwości, oraz hałasu o głośności 68 Db stwarza pewne trudności w interpretacji wyników doświadczeń.

Wydaje się, że głównym czynnikiem wywołującym narastanie hamowania w odruchach warunkowych u badanych przez nas szczurów była wibracja. Hałas stosowany w naszych doświadczeniach był znacznie słabszy od hałasu używanego przez *Borisową* (1960) — por. wstęp. Jak wynika z prawa Webera i Fechnera (głośność zmienia się jak logarytm z natężenia dźwięku) hałas w doświadczeniach *Borisowej* miał natężenie prawie sto razy większe (10^2) od hałasu wytworzonego przez nasze urządzenie wibracyjne. Biorąc jednak pod uwagę ogólnie znaną dużą wrażliwość białych szczurów na hałas, mógł on istotnie wpłynąć na nasilenie się zmian wywołanych przez wibrację, wywołując hamowanie ochronne w korze mózgowej (*Pawłow*, 1955). Czynnikiem uczulającym na „stressowe” działanie wibracji i hałasu mógł być także stan wygłodzenia (*Selye*, 1950), w którym znajdowały się szczury przed badaniem odruchów wzmacnianych pokarmem. Z badań *Selye’go* nad jednoczesnym stosowaniem różnych czynników obarczeniowych („stressor agents”) wynika, że ich łączne działanie wywołujące obronne reakcje ustroju sumuje się i tak np. przy równoczesnym stosowaniu histaminy, aldehydu mrówkowego i zimna, jedna trzecia dawki każdego z tych czynników użytych łącznie wystarcza do wywołania reakcji „zespołu ogólnego przystosowania” (G-A-S) o nasileniu równym temu, które wywołane zostało przez pełną dawkę każdego z tych trzech czynników użytych osobno (*Selye*, 1950). Możemy więc przypuszczać, że działanie w naszych doświadczeniach hałasu obok wibracji również sumowało się w układzie nerwowym.

Odnosnie wpływu samej wibracji sądzimy, że prawdopodobnie mechanizm jej działania był następujący: zgodnie z danymi z literatury (*Andrejewa-Gałanina*, 1949, *Minecki*, 1958) wibracja ta dzięki swojej dużej amplitudzie powodowała rytmiczne przesunięcia się narządów wewnętrznych, oraz podrażnienia labiryntu wywołując na drodze odruchowej silne obniżenia pobudliwości ośrodka pokarmowego (potwierdzone przez nasze obserwacje nad zmniejszonym łaknieniem u szczurów w zwierzętarni, po powrocie z doświadczeń). Obniżenie pobudliwości pokarmowej było z kolei przyczyną znikania wytworzonych dodatnich ruchowych pokarmowych odruchów warunkowych i przedłużenia ich okresu utajonego, oraz polepszenia hamowania różnicowego (*Cytawa i Jakubowicz*, 1960). Osłabienie dodatnich odruchów stopniowo się nasilało, prawdopodobnie na skutek specyficznego sumowania się zmian w czynności odruchowo-warunkowej (pogłębianie się hamowania), chodzi tu głównie o stopniowe wygasanie dodatnich reakcji warunkowych na skutek braku wzmocnienia pokarmem, który wprawdzie był podawany, ale którego zwierzęta często nie zjadały. Te zmiany w odruchach warunkowych w zasadzie nie ustąpiły po upływie dwunastu dni od ustania wibracji i hałasu, jak o tym świadczą wyniki doświadczeń kontrolnych. Sądzimy, że stało się to z powodu znacz-

nego stopnia wygaszenia reakcji warunkowych badanych w warunkach silnie obniżonej pobudliwości pokarmowej. Takiego wygaszania odruchów warunkowych nie wywołuje sam hałas, nawet o większym natężeniu, gdyż w doświadczeniach *Borisowej* (1960) po pięciu dniach od ustania hałasu działalność odruchowo-warunkowa szczurów powróciła do normy.

WNIOSKI

1. Łączne działanie wibracji o częstotliwości 1,5 Hz i amplitudzie 16 cm oraz hałasu o głośności 68 Db powoduje wystąpienie u szczurów procesów hamowania w korze mózgowej przejawiającego się w wybitnym osłabieniu dodatnich odruchów warunkowych i polepszeniu hamowania różnicowego.

2. Nasilanie się procesów hamowania jest spowodowane obniżeniem pobudliwości ośrodka pokarmowego w wyniku działania wibracji, oraz drażniącym działaniem długotrwałego hałasu wywołującym rozwój hamowania ochronnego w korze mózgowej.

З. К. Кулиговски

ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ У КРЫС, ПОДАВАЕМЫХ КОМПЛЕКСНОМУ ВЛИЯНИЮ ВИБРАЦИИ И ЗВУКА

Содержание

Целью настоящей работы являлось определить эффект одновременного влияния вибрации частотой 1,5 герцов и амплитудой 16 см, и звука напряжением 68 децибелов, на высшую нервную деятельность белых крыс.

Двигательные пищевые условные рефлексy у 9 крыс были выработаны по методу Котляревского (1951). В результате проведенных исследований установлено, что изменения вызваны вибрацией и звуком, действующим на протяжении шести часов в течение 10 дней состоят в продлении латентной фазы положительных рефлексов и в частичном их выпадении (в среднем в 40,2%), а также в улучшении дифференциального торможения.

Z. K. Kuligowski

MOTOR CONDITIONAL REFLEXES IN RATS SUBJECTED TO COMBINED ACTION OF VIBRATION AND NOISE

Summary

The purpose of this investigation was to determine the effect on higher activity of the central nervous system in rats of vibration of frequency 1.5 Hz and amplitude 16 cm., and noise of intensity 68 Db acting at the same time. Motor gastro-

intestinal conditional reflexes were elicited in nine rats by the method of Kotlarewski (1951). The results showed that changes evoked by vibration and noise acting for 6 hours in ten consecutive days consist in prolongation of the latent period of positive reactions and their partial abolition (in 40.2 per cent of cases, on the average), and in improved differential inhibition.

PISMIENICTWO

1. Andrejewa-Galanina E. C.: *Gigiena i Sanitarija*, 1949, 9, 22.
2. Andrejewa-Galanina E. C.: *Wibracija i jeo znaczenije w gigienie truda*. Medgiz. 1956.
3. Borisowa M. K.: *Żurn. Wyssh. Nerwn. Diejat.* 1960, 106, 908.
4. Cytawa J., Jakubowicz J.: *Acta Physiol. Pol.* 1960, 5/6, 11, 680.
5. Kerman R.: *Isledowanija wlijanija wibracji na organizm czelowieka*. Wojenno-Sanitarnoje Dieło, 1940, Nr 7.
6. Konorski J.: *Postepy Wiedzy Medycznej*, 1955, 2, 1, 15.
7. Kotlarewski L. J.: *Żurn. Wyssh. Nerwn. Diejat.* 1951, 1, 5, 753.
8. Minecki L.: *Biuletyn Inst. Medyc. Pracy w Przemysle Wlokienniczym i Chemicznym w Lodzi*, 1958, 1, 45.
9. Missiuro W., Freytag J.: *Medycyna Pracy*, 1957, Nr 2.
10. Pawłow I. P.: *Wyklady o czynności mózgu*. PZWL, Warszawa 1955, 15, 184.
11. Selye H.: *Stress*, Acta Inc. Montreal, 1950, 51.
12. Sienkiewicz J. W., Junalejewa S. A.: *Gigiena i Sanitarija*, 1960, 11, 25.
13. Zujew G. J.: *Gigiena i Sanitarija*, 1960, 9, 36.

Otrzymano: 25. 7. 1961.

Adres autora: Warszawa, Marymoncka 34, Inst. Nauk. Kult. Fiz.