

Leszek Bulski

BADANIE OSOBNICZYCH PROGÓW CZUCIA WIBRACJI¹ U OSÓB ZDROWYCH

Streszczenie

Badana była wrażliwość wibracyjna u osób zdrowych. Bodźcem dla tego wrażenia jest oddziaływanie fizyczne jako lekki dotyk, nacisk, wibracja. Biofizycznie określa się wibracje jako bodziec o energetycznym charakterze dla układu nerwowego. Stymulowane były opuszki palców ręki. Badania przebiegały w sposób fizjologiczny. Mierzono subiektywne progi czucia wibracji o częstotliwościach odpowiadających najlepszej wrażliwości tj. w zakresie 63-125-162-192-250-500 Hz za pomocą seryjnego miernika MCW-80. Celem badań była duża jednorodna grupa osób zdrowych. Otrzymano wyniki pomiarów w postaci palestezjogramów. Zadaniem badań było wyjaśnienie znacznej zmienności międzyosobniczej czucia wibracji. W rezultacie wyodrębniono i określono typy osobnicze tego zmysłu czucia wibracji. Wnioski wynikające z badań dostarczają kryteriów dla celów diagnostycznych.

Hipoteza

Hipotezą weryfikowaną w niniejszych badaniach było przekonanie o istnieniu osobniczych typów czucia wibracji odbieranych opuszkami palców. Tradycyjnie poszukiwano podstawy do oceny stopnia zaburzeń poprzez poszukiwaną tzw. normę fizjologiczną, w postaci średniego progu czucia u człowieka. Podyktowane to było praktyczną potrzebą na użytek masowych badań laboratoryjno-diagnostycznych. Niestety próby określenia wartości przeciętnej nie zostały zakończone sukcesem. Nie dało się wykreślić ostrej granicy między normą przeciętną a wartością patologiczną progów.

Tymczasem kształtowało się stanowisko metodologii w badaniach biologicznych uznające znaczne zróżnicowanie pod względem biologicznym u ludzi, jako sytuację nie budzącą wątpliwości. Przyjmuje się, że takie międzyosobnicze zróżnicowanie cech psychofizycznych jest właściwe naturze ludzkiej.

Zastanawiające wydawało się dlaczego nie udało się uchwycić ewentualnych typów osobniczych. W niniejszych badaniach oparto się na spostrzeżeniu sprzeczności w stosowaniu dotychczasowej metody opracowywania wyników pomiarowych. Z jednej strony rejestrowano znaczne zróżnicowanie międzyosobnicze, ale jednocześnie stosowano tradycyjnie matematyczny sposób analizy wyników, który oparty jest na przeciwstawnym pojęciu o rozkładzie normalnym wokół domniemywanej średniej.

W tych badaniach zastosowano wybieg metodologiczny. Zgromadzono globalne dane pomiarowe od grupy badanej na sposób diagramu (progi czucia ~ wybrane częstotliwości), co

¹ Fragment nie publikowanej rozprawy doktorskiej. Promotor prof.dr hab. Henryk Nowak, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej w Warszawie.

posłużyło dla określenia obszaru zróżnicowania progów, nie dopuszczając tym samym do selekcji niewygodnych wartości. Dalej poszczególne wykresy osobnicze nie zmieszano w uśrednioną wiązkę, ale przymierzano poszczególne osobnicze palestezjogramy na tak oddzielnie przygotowane tło wartości.

Przed analizą statystyczną, na podstawie piśmiennictwa, wyeksponowano dwa aspekty dotychczasowych badań palestezjometrycznych, wskazujących na istnienie sprzeczności między argumentami biofizycznymi, a – statystycznymi. Z jednej strony, istnieją sugestie, że rozkłady progów czucia wibracji cechuje odstępstwo od charakteru normalnego-gaussowskiego, a z drugiej strony metody opracowywania tych wyników zakładały występowanie właśnie normalnego charakteru tych rozkładów.

Z hipotezy badań wyniknie, że przegląd indywidualnych palestezjogramów wykaże istnienie typów osobniczych czucia wibracji, wyrażających się odrębnymi kształtami palestezjogramów. Klasyfikacja palestezjogramów oparta będzie na wskaźniku położenia środka wykresu (czyli dolnego ekstremum) oraz nachylenia obydwu ramion wykresu. W tym celu dokonano procedury normalizacji zakresów progów w oparciu o standardową skalę stenową.

Biofizyczne podstawy hipotezy

Należy zaznaczyć, że progi czucia wibracji wykazują u ludzi znaczne zróżnicowanie indywidualne².

W standardowych warunkach fizjologicznych progi czucia wibracji wykazują dość znaczną zmienność międzypersonalną. Dlatego należałoby raczej mówić o obszarze progów czucia, a nie o wykresie³.

W badaniach palestezjometrycznych pewne osoby nie mogą być używane, bo ze względu na rozrzut progów czucia są nieprzydatne⁴.

Z biologicznego punktu widzenia niewątpliwie spodziewać się można osobniczych różnic we wrażliwości na działanie wibracji⁵.

W obrazie klinicznym i dynamice choroby wibracyjnej indywidualna wrażliwość, jako czynnik patologiczny jest sprawą podnoszoną w dyskusjach^{6 7}.

Wśród pracujących narzędziami pneumatycznymi stwierdza się (na podstawie piśmiennictwa i badań własnych cyt. autorów) występowanie grupy osób predysponowanych do wystąpienia zaburzeń zespołu wibracyjnego⁸.

Czynnikiem predysponującym do choroby wibracyjnej (z punktu widzenia medycyny pracy) jest nie wyjaśniona dostatecznie skłonność osobnicza, a nie wiek osoby⁹.

Badanie palestezjometryczne, ze względu na dość znaczne rozrzuty wartości progów czucia wibracji, nie daje możliwości wyznaczenia dokładnych stref normy i patologii (z wyjątkiem znacznie podwyższonych progów)¹⁰.

Tempo zanikania wrażliwości (podnoszenie progów czucia) na wibracje podczas długotrwałych ekspozycji, wykazują u ludzi dużą zmienność osobniczą¹¹.

Średnia progów czucia nie jest miarodajnym wskaźnikiem przy porównywaniu progów w populacji, ze względu na istnienie wartości znacznie skrajnych¹².

Zmiany morfologiczne w przodomózgowiu, pniu i rdzeniu kręgowym u świnek morskich, po ekspozycji na wibrację ogólną wykazują zróżnicowanie i świadczą o osobniczej wrażliwości na wibracje^{13 14}.

Zróżnicowane unaczynienie nerwów obwodowych u ludzi zdrowych stanowi o różnej odporności nerwów na czynnik szkodliwy¹⁵.

Przewodzenie nerwów czuciowych, nawet w warunkach fizjologicznych, posiada duży rozrzut międzyosobniczy¹⁶.

Mechanizmy fizjologiczne rozwoju choroby wibracyjnej zakładają istnienie czynnika wrodzonej wrażliwości osobniczej^{17 18}.

Czuciowe potencjały nerwowe nerwu pośrodkowego, łokciowego i promieniowego ręki (odbierające bodziec wibracyjny) wykazują duże zróżnicowanie osobnicze progu czucia potencjału elektrycznego¹⁹.

Stopień uszkodzenia nerwów czuciowych zależy od wrażliwości osobniczej, a nie od ekspozycji. Nie każdy człowiek jest w równym stopniu podatny na wystąpienie zespołu wibracyjnego. Całość badań przemawia za istnieniem wrażliwości osobniczej²⁰.

Przydatność badania kapilaroskopowego w diagnostyce choroby wibracyjnej jest różnie oceniana, ze względu na znaczną zmienność osobniczą²¹.

Wyniki badań elektromiograficznych w chorobie wibracyjnej, uzyskiwane w różnych badaniach, bywają kontrowersyjnie odmienne w ocenie stopnia uszkodzenia organizmu wywołanego wibracją²².

Statystyczne podstawy hipotezy

Metody statystycznego opracowywania wyników pomiarów progów czucia, przeprowadzonych na grupach pracowników narażonych i nie narażonych na wibracje, opierano na następujących parametrach statystycznych: średniej arytmetycznej, odchyleniu standardowym, współczynniku zmienności, teście istotności różnic F-Snedecora, teście różnic t-Studenta, teście istotności Cochran-Coxa, teście D-Duncana, współczynniku korelacji i średnim błędzie regresji – przy wyznaczaniu wartości średnich progów czucia²³.

Szacowanie istotności różnic, między wynikami uzyskiwanymi w różnych warunkach doświadczalnych, opierano na teście t-Studenta²⁴.

Wielkość progu czucia wibracji wraz ze zmiennością osobniczą wyrażono za pomocą: średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego i oceniono testami t-Studenta, D-Duncana²⁵.

Oceniono nieprzydatność średniej arytmetycznej progów z populacji ze względu na wpływ wartości skrajnych, zbyt odległych Błąd: Nie znaleziono źródła odwołania.

Dokonano selekcji wyników pomiarów progów czucia wibracji, z powodu dużych różnic indywidualnej wrażliwości wibracyjnej i wybrano do analizy grupę wyników podobnych²⁶.

Problem badawczy

Dotychczas w palestezjometrii przyjmowano stanowisko podobnie jak w audiometrii tzn. zakładano ostrą granicę dla progu czucia. Jednak względny zakres zmienności progów czucia wibracji okazał się nieporównywalnie większy (kilkakrotnie) od zakresu słyszalności²⁷.

Wraz z uznaniem choroby wibracyjnej potrzeby kliniczne wymagały określenia normy – dopuszczając jednak, że jest ona zawsze zakresem wyników laboratoryjnych – przyjmowanym umownie²⁸.

Podejmowane próby palestezjometryczne opierano na pojęciach: odchylenia standardowego Błąd: Nie znaleziono źródła odwołania, rozdziału frakcji progów (np. 25%-75%) Błąd: Nie znaleziono źródła odwołania, progu absolutnego (50% przypadków)²⁹.

Biostatystyka nie uznaje koncepcji opartej na założeniu normalności rozkładów w pomiarach psychofizycznych, jako najwłaściwszej podstawy do orzekania o „normie” zachowania człowieka, ze

względu na występowanie ludzkich indywidualności. Stanowisko to potwierdzają fakty, że rozkłady biologiczne rzadko (jeśli w ogóle) mają charakter normalny-gaussowski. W tej pracy zbadano kształt rozkładów progów i stwierdzono nieprzydatność kilku parametrów rozkładów. Były to średnia arytmetyczna, średn. geometryczna, mediana, dominanta, a nawet wybrany punkt osobliwy na załamaniu wykresu.

Metoda badań

Aktualnie nie ma ogólnie uznanych norm fizjologicznych dla czucia wibracji. Podjęto więc, zadanie opracowania takich norm na podstawie populacji mężczyzn 20-latków, w wieku przed-produkcyjnym.

Ogółem przebadano po ponad 200 osób rocznie, w ciągu 3-ich lat. Szczególną uwagę zwrócono na jednorodność badanej populacji. Pomiary wykonywano na seryjnym mierniku czucia wibracji MCW-80 produkcji Zakładów Doświadczalnej Techniki Medycznej w Łodzi.

Ocena jednorodności próby

Przy tego typu badaniach stanu wrażliwości czuciowej szczególnie uzasadnione jest kontrolowanie wpływu ewentualnych czynników środowiskowych oraz osobniczych związanych z warunkami i trybem życia osób. Na podstawie piśmiennictwa wyodrębniono następujące czynniki mogące mieć wpływ na wyniki badań: osobnicza temperatura fizjologiczna palca, palenie papierosów, opóźnienie reakcji psychofizycznej, wiek osoby, pora roku, pora dnia, temperatura pomieszczenia.

Stwierdzono niezależność progów czucia od temperatur fizjologicznych palców. Ocena ta wydaje się być istotną, ponieważ odróżnia znane zjawisko podobne tzn. zależność progów od temperatur palców, ale w sytuacji oziębiania palców poprzez wymuszone termiczne oddziaływanie na rękę.

Nałóg palenia tytoniu zasługiwał na uwzględnienie z uwagi na wpływ substancji wydzielanych przy paleniu na ośrodkowy system nerwowy, w tym nawet na utratę czucia dotykowego w palcach. Nie stwierdzono jednak żadnego związku progów z nałogiem palenia.

Badanie palestezjometryczne jest badaniem subiektywnym, zależnym od stanu psychofizjologicznego osoby. Nie stwierdzono jednak zależności progów czucia od czasu utajenia reakcji na bodziec, co oznacza niezależność pomiaru progów od stopnia reaktywności psychoruchowej osoby.

Badana grupa osób miała nieznaczne zróżnicowanie wiekowe i nie stwierdzono zróżnicowania progów u tych osób.

W związku z tym, że znane jest zjawisko zmiany czucia wibracji u ptaków wraz z porą wiosenną, próbowano sprawdzić czy wystąpiło ono także u badanych osób. Nie stwierdzono jednak zróżnicowania progów w zimowo-wiosennym okresie prowadzenia badań.

Podobnie nie stwierdzono zależności progów od pory dnia, a badania prowadzone były zarówno rano jak i wieczorem.

Ocena jednorodności wyników

Jak w każdych badaniach typu psychofizycznego uzyskuje się rozrzut wyników, który wymaga kontroli procedury ich uzyskiwania. W tych badaniach kontrolowano następujące czynniki: błędy grube progów, rozpiętość min-max progów u każdej osoby, rozróżnialność indywidualna progów, zróżnicowanie palców oraz kierunek przebiegu pomiarów.

Selekcję błędów grubych dokonano dla progów przy tej samej częstotliwości dla poszczególnych palców. Postawą odrzucenia błędu grubego był test oparty na odchyleniu standardowym.

Innym użyciem takiego testu było sprawdzenie rozpiętości (rozrzutu) pomiędzy wartością maksymalną a minimalną progów u osoby. Zbyt duża rozpiętość progów świadczyłaby o braku ustabilizowanego progów u danej osoby.

Określono także rozpoznawalność progów przez poszczególne osoby w oparciu o odchylenie standardowe progów u osoby, a nie z wyników dla całej grupy badanej. Klóciłoby się to z założeniem pracy o zróżnicowaniu międzysobniczym.

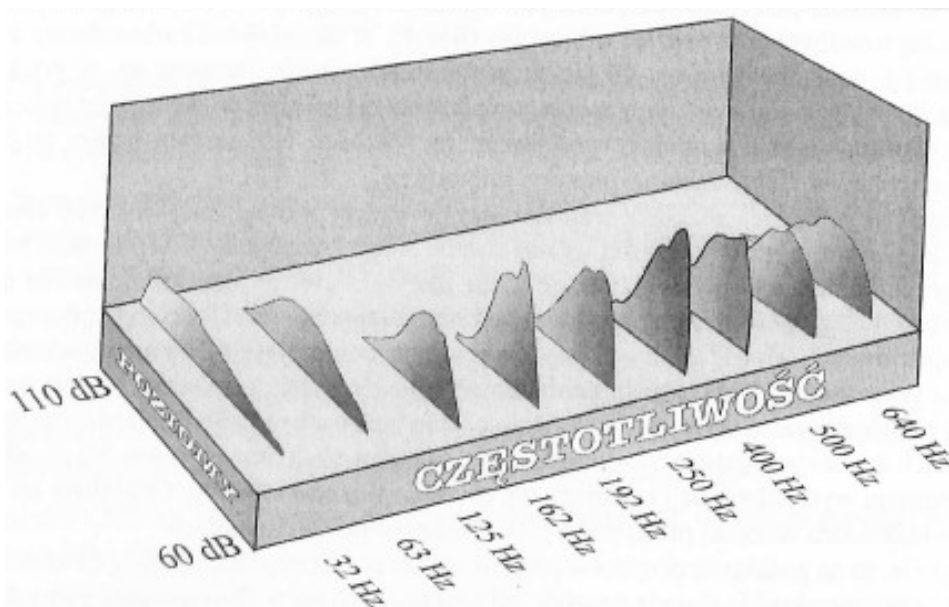
Brak zróżnicowania progów między palcami ręki został potwierdzony trzema argumentami. Pierwszy argument wynika z braku różnicy między palcami obliczonej dla całej grupy badanej. Drugi argument sprecyzował, że występuje równomierność rozkładów progów palców u osoby. Wreszcie trzeci argument ostatecznie zdecydował o braku różnic między palcami. Dowiódł on, że żaden palec nie dostarcza progów o tendencji do wartości wyższych, ani niższych wobec innych palców.

Potwierdziło się, że kolejność zmian częstotliwości (narastająco bądź zanikająco) podawanych przez generator miernika na palec nie ma wpływu na wartości progów.

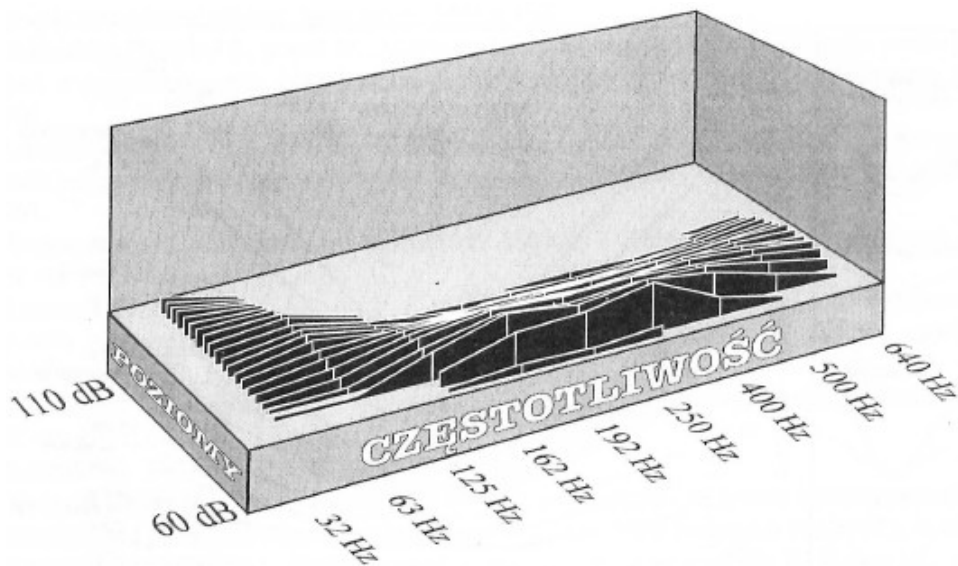
Wnioski

1. Niniejsze badania palestezjometryczne potwierdziły występowanie znacznego zróżnicowania osobniczej wrażliwości na bodziec wibracyjny (Ryc.1). W szczególności stwierdzono duże zróżnicowanie u osób w wieku ok. 20 lat tj. przed-produkcyjnym. Oznacza to, że poza znanym czynnikiem związanym z wykonywaniem zawodu oraz czynnikiem wieku istnieje jeszcze znacznie decydujący czynnik osobniczy wrażliwości na wibracje. Tym samym należy go poważnie brać pod uwagę w diagnozowaniu choroby wibracyjnej.
2. Otrzymane w badaniach rozkłady wartości progów czucia wibracji przy różnych częstotliwościach, dają ogólny rozkład częstości występowania progów w populacji. Wprawdzie ten globalny diagram rozkładów progów przyjmuje formę litery „U”, ale tej sugestii nie można przypisywać indywidualnym wykresom progów czucia dla kolejnych osób (Ryc.2). U poszczególnych osób rejestrowano indywidualne wykresy progów, lecz odbiegające od globalnego kształtu. Dotyczy to w szczególności położenia minimum wykresu, a przede wszystkim stopnia nachylenia ramion palestezjogramu i tym samym zróżnicowania tych nachyleń. Stwierdzono występowanie wszystkich możliwych kształtów wykresów, tzn. układów nachylenia ramion. Na podstawie palestezjogramu wyróżniono najliczniejszy typ osobniczy czucia wibracji. Określony on jest globalnym rozkładem wartości progów (Ryc.3). Obejmuje połowę populacji.
3. Okazuje się, że na podstawie pomiarów progów czucia przy różnych częstotliwościach, nie można jednoznacznie określić stopnia wrażliwości czuciowej u osoby. Bowiem przy jednych częstotliwościach osoba wykazywać może nadwrażliwość, a przy innych – upośledzenie czucia w stosunku do przeciętnej wartości progów dla populacji. Parametry palestezjogramu takie jak stopień nachylenia ramion oraz położenie minimum (ekstremum), nadają się dla określenia indywidualnego typu osobniczego czucia wibracji (Ryc.4). O przypisaniu do określonego typu osobniczego czucia, w pomiarach skróconych za pomocą miernika MCW-80 decydują szczególne wartości progów przy częstotliwościach 192 Hz oraz 63 Hz i 500 Hz.

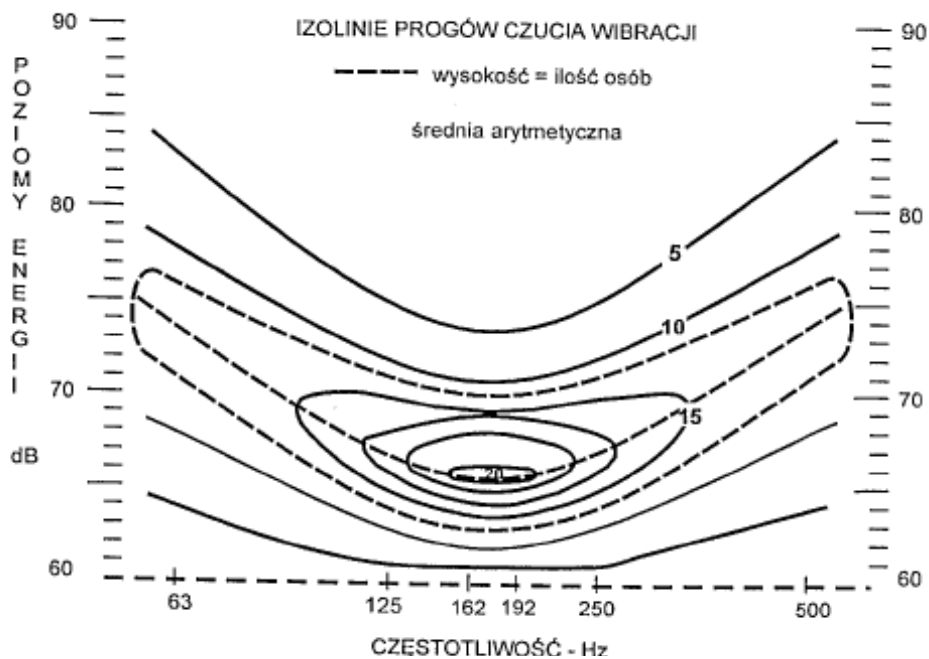
4. Zarejestrowane w niniejszych badaniach progi czucia dotyczą populacji mężczyzn, zdrowych, 20-latków. Wydaje się, że wyniki zastosowanej zasady analizy czucia wibracji mogą stanowić normę dla oceny wibracyjnej wrażliwości osób bez względu na wiek, płeć i zagrożenie wynikające z zawodowej ekspozycji na działanie wibracji. Z porównania wyników badań krajowych i zagranicznych wynika, że uzyskano tu najniższe wartości progów.
5. W celu ujednoczenia badań palestezjometrycznych i w konsekwencji zagwarantowania możliwości porównywania wyników uzyskiwanych w różnych laboratoriach i placówkach służby zdrowia, proponuje się zastosowaną tu formułę uśredniania wartości pomiarów progów. Przebieg badania obejmowałby trzy etapy:
 - 3-5 pomiarów; nie notowane, efekt trendu przyuczania
 - 10 pomiarów; notowane, właściwe wartości progów
 - 0-4 pomiarów; poprawiane, zastępowanie progów skrajnych.
6. W zamiarze usprawnienia przebiegu pomiarów dla celów służby zdrowia proponuje się skrótowy symboliczny zapis osobniczego typu czucia wibracji. W zapisie stosowano by trzy elementy w postaci graficznej (w przybliżeniu) lub cyfrowe (dokładne). Podstawą do oceny stopnia wrażliwości czuciowej tj. progów u badanej osoby stanowi normalizacja progów według skali stenowej. Ogólnie przyjmuje się wg tej skali, że wartości 5-6 -stena dotyczą przeciętnej wrażliwości, 1-2 -nadwrażliwości, 3-4 -nasilenia oraz 7-8 -osłabienia, 9-10 -upośledzenia czucia.
7. Tezy rozprawy upoważniają do postawienia kolejnych hipotez, a w szczególności dotyczących wpływu określonej ekspozycji na wibracje na poszczególne wyodrębnione tu typy wrażliwości wibracyjnej. Na podstawie piśmiennictwa i pilotażowych badań jest podstawa dla przypuszczenia, że wraz z ekspozycją zmienia się typ osobniczy czucia, a wrażliwość niekiedy może nawet ulegać polepszeniu.



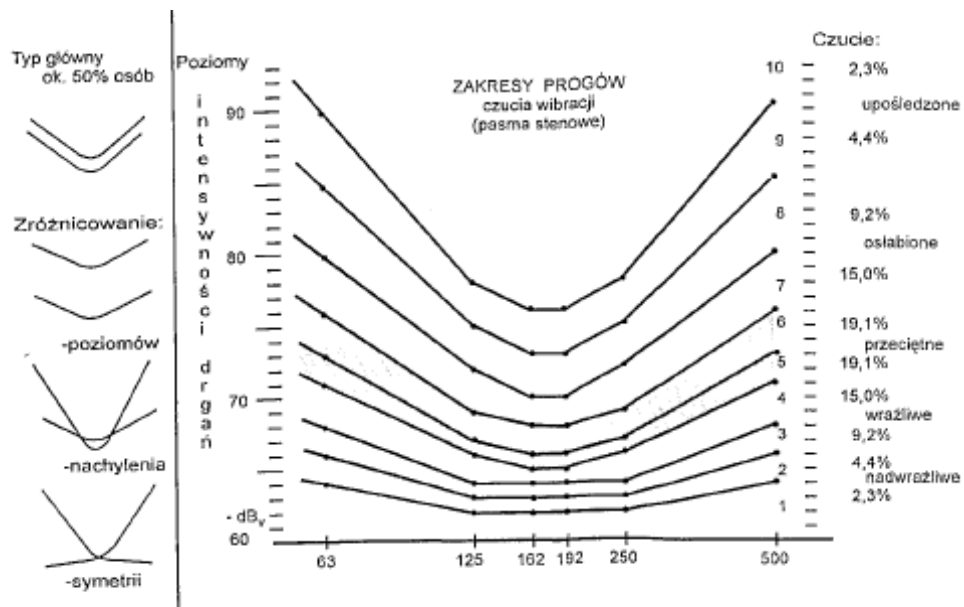
Ryc. 1 Rozkłady progów czucia w grupie badanej. Liczebności względne progów dla poziomów drgań w zależności od częstotliwości. Widać jednoznacznie nie-gaussowski charakter rozkładów. Więc, sugeruje, że istnieje tendencyjny czynnik (nie przypadkowy), który różnicuje międzysobniczo.



Ryc. 2 Widok przestrzenny rozkładów progów. Widać jednoznacznie, że osoby z dobrą czułością na środkowe częstotliwości, nie są tak wyczulone na częstotliwości poboczne. Nie oznacza to więc, że osobnicze wykresy są względem siebie tylko przesunięte w pionie.



Ryc. 3 Diagram progów występujących u badanej grupy. Sugeruje to, że środkowe części osobniczych wykresów są mniej zróżnicowane (leżą znacznie bliżej siebie) niż ich ramiona.



Ryc. 4 Podział pełnego zakresu progów na pasma stenowe. Stanowi to skalę dla porównań międzypersonalnych czułości odbierania wibracji. Pozwala wskazać stopień odchylenia czułości przy każdej częstotliwości.

Przypisy

- ² Razumov I.K., Denisov E.I., Malinskaja N.N., Pozdniakova R.Z.: *O porogach vosprijatia celovekom polos statisticeskoj vibracii*. Gig.Trud.Prof.Zabol., 1967,5,3.
- ³ Mikołajczyk H., Dzwonnik Z.: *Postępy w opracowywaniu przyrządów do pomiaru progu czucia wibracji*. Probl.Tech.Med., 1973,3,281.
- ⁴ Lewandowski A.: *Badania porównawcze reakcji dotykowej na nie-sinusoidalne drgania periodyczne*. CIOP, Prace, 1963,(38),3.
- ⁵ Minecki L.: *Biologiczne działanie wibracji*. Med.Pracy, 1962,5,355.
- ⁶ Stasiów A., Sochański R., Szafraniec L., Kulicz A.: *Obserwacje nad występowaniem, obrazem klinicznym i rozpoznawaniem choroby wibracyjnej u górników*. Med.Pracy, 1974,1,95.
- ⁷ Iżycki J.: *Profilaktyka zespołu wibracyjnego*. Med.Pracy, 1974,5,503.
- ⁸ Gwoździewicz J., Banaszkiwicz T.: *Predyspozycja osobnicza do choroby wibracyjnej*. CIOP, Mat.Stud.Bad., 1971,(3),171.
- ⁹ Valentin H., Klosterkötter W., Lechnert G., Petry H., Rutenfranc J., Weber G., Wenzel H.G., Wittgens H., Woitowitz H.J.: *Medycyna pracy*. PZWL, W-wa 1985.
- ¹⁰ Iżycki J., Dzwonnik Z., Moskwa W.: *Ocena przydatności palestezjometrycznej metody badania czucia wibracji w diagnostyce choroby wibracyjnej*. CIOP, Mat.Stud.Bad., W-wa 1971,(3),186.
- ¹¹ Mikołajczyk H.: *Podstawy fizjologiczne i metody badania czucia wibracji*; cz.I Mechanoreceptory Med.pracy, 1975,6,505; cz.II Przyrządy i sposoby badania czucia wibracji, Med.pracy, 1976,1,51.
- ¹² Kępski B., Dzwonnik Z.: *Analiza zależności poziomu progu czucia wibracji od stażu pracy w grupie zawodowej pilarzy*. Med.pracy, 1990,6,383.
- ¹³ Gałańska-Pomykoł J., Sopek M., Zalewska H.: *Charakterystyka morfologiczna zmian powstałych w przodomózgowiu świnek morskich pod wpływem ogólnej wibracji*. Med.pracy, 1986,4,209.
- ¹⁴ Gałańska-Pomykoł J., Finkiewicz-Murawiejska L., Zalewska H.: *Zmiany morfologiczne w pniu mózgu i rdzeniu kręgowym świnek morskich pod wpływem wibracji*. Med.pracy, 1983,5-6,361.
- ¹⁵ Hausmanowa-Petrusewicz I., Jędrzejowska H., Haftek J.: *Choroby nerwów obwodowych*. PZWL, W-wa 1972.
- ¹⁶ Koczocik-Przedpelska J., Adamczyk K.B., Gruszczyński W., Kaczmarek D.: *Przydatność oznaczenia przewodzenia włókien nerwowych czuciowych dla diagnostyki choroby wibracyjnej*. Med.pracy, 1982,5-6,342.
- ¹⁷ Markiewicz L.: *Mechanizmy fizjologiczne rozwoju choroby wibracyjnej*. CIOP, Mat.Stud.Bad., W-wa 1971,(3),13.
- ¹⁸ Jurczak M.: *Wibracje*. PWN, W-wa 1974.
- ¹⁹ Wochnik-Dyjas D., Niewiadomska M.: *Czuciowe potencjały nerwowe nerwu pośrodkowego, łokciowego i promieniowego – studium metodologiczne*. Neur.Neurochir.Pol., 1973,4,487.
- ²⁰ Koczocik-Przedpelska J., Gałka-Skowalczyńska E., Przedpelska-Ober E., Kusza M.: *Elektrofizjologiczne metody wczesnego wykrywania choroby wibracyjnej*. Med.pracy, 1975,2,109.
- ²¹ Jakubowski R., Zagórski J., Sadło A.: *Metody diagnostyki choroby wibracyjnej*; cz.I Kapilaroskopia.Termografia skóry i próba termicz., Med.wiejska, 1973,2,103; Palestezjometria.Pletyzmografia, Med.wiejska, 1973,4,243.
- ²² Samusik J., Kołodziejczyk W.: *Wyniki badań przewodzenia nerwowego w chorobie wibracyjnej*. Med.pracy, 1978,3,201.
- ²³ Koradecka D., Markiewicz L., Lelenc E., Iżycki J., Andryszek C., Dzwonnik Z.: *Metody współczesnej diagnostyki zaburzeń wywołanych działaniem wibracji*. CIOP, Mat.Stud.Bad., W-wa 1972,(7).
- ²⁴ Koradecka D.: *Wpływ czynników związanych z pracą typowymi narzędziami wibracyjnymi na obwodowe krążenie krwi*. CIOP, Mat.Stud.Bad., 1980,(49).
- ²⁵ Iżycki J.: *Patogeneza, obraz kliniczny i diagnostyka zespołu wibracyjnego ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń czucia wibracji*. Inst.Med.Pracy, Stud.Mat.Monograf., Łódź, 1982,3,9.
- ²⁶ Kapuścińska Z.: *Badanie progów wrażliwości wibracyjnej*. CIOP, Prace, 1966,(51),291.
- ²⁷ Renowski J.: *Hałasy i wibracje*. Wyd.Politech.Wrocł., Wr-w 1976.
- ²⁸ Wulff H.R.: *Racjonalna diagnoza i leczenie. Wprowadzenie do teorii decyzji klinicznej*. PZWL, W-wa 1991.
- ²⁹ Zimbardo P.G., Ruch F.L.: *Psychologia i życie*. PWN, W-wa 1988.