

PATOGENEZA, OBRAZ KLINICZNY I DIAGNOSTYKA ZESPOŁU WIBRACYJNEGO ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZABURZEŃ CZUCIA WIBRACJI

Z INSTYTUTU MEDYCyny PRACY W ŁODZI

DYREKTOR: PROF. DR HAB. MED. J. INDULSKI

1. WSTĘP

Wibracja i jej szkodliwe działania na organizm ludzki jest ważnym problemem w nurcie zagadnień higieny pracy i patologii zawodowej.

Narzędzia i urządzenia stanowiące źródło drgań mechanicznych mają szerokie zastosowanie przede wszystkim w przemysłach: metalowym, stoczniowym, motoryzacyjnym, ponadto w górnictwie, budownictwie, leśnictwie oraz wielu innych dziedzinach gospodarki. Do najbardziej rozpowszechnionych źródeł wibracji zalicza się ręczne narzędzia pneumatyczne, np. młotki, świdry, ubijaki oraz inne narzędzia, takie jak: szlifierki, piły motorowe, polerki, wiertarki, ostrzałki itp. Drgania mechaniczne, a raczej wstrząsy mogą powstawać przy ręcznej obróbce różnych detali, np. przy ręcznym prostowaniu blach, wykonywaniu odkówek lub formowaniu resorów.

W patologii zawodowej największe znaczenie przypisuje się wibracji przekazywanej bezpośrednio ze źródła wibracji na ręce robotnika. W różnych publikacjach (2, 10, 11, 47) ten rodzaj wibracji określa się mianem wibracji miejscowej, w odróżnieniu od wibracji ogólnej działającej na całe ciało. Podział ten, powszechnie stosowany w praktyce, ma charakter zdecydowanie umowny z fizjologiczno-higienicznego punktu widzenia trudno uznać go za słuszny. Według Razumova i współaut. (55) wibracja w każdym przypadku wywiera działanie ogólnoustrojowe, uzależnione od wielkości energii drgań. Ilość energii przekazywanej z elementu drgającego na organizm jest wprost proporcjonalna do natężenia drgań, powierzchni styku i czasu oddziaływania. Ponieważ intensywność wibracji jest wprost proporcjonalna do prędkości drgań można przyjąć ten parametr jako wskaźnik ilościowy oceny wielkości ekspozycji. Podstawę radzieckich normatywów higienicznych stanowią pomiary prędkości drgań wibracji przekazywanej na ręce (50). Stopień szkodliwego działania wibracji określać może nie tylko jej charakterystyka fizyczna, którą wyrażają wartości częstotliwości, amplitudy, prędkości i przyspieszenia ale również trwanie efektywnej ekspozycji i wzmożonego napięcia statycznego mięśni, indywidualna wrażliwość, sposób wykonywania pracy i in. (2, 3, 10, 11, 16).

1.1. Cel pracy

Wysokie ryzyko zawodowe, jakie stwarza praca w narażeniu na działanie wibracji, nieodwracalność zaawansowanych zmian chorobowych i wreszcie zni-

kome efekty terapeutyczne rozwiniętego zespołu wibracyjnego stanowią podstawę by twierdzić, że jednym z ważniejszych zadań medycyny pracy jest zapobieganie rozwijaniu się schorzeń tego zespołu. Oprócz sposobów zapobiegania technicznego, istotne znaczenie ma również profilaktyka lekarska. Jednym z jej elementów jest wczesne wykrywanie przedklinicznych objawów stanowiących następstwo ekspozycji na wibrację.

Podstawowym celem pracy była ocena skutków przewlekłej ekspozycji na działanie wibracji, ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń czucia wibracji u pracowników w grupach zawodowych zróżnicowanych pod względem: charakteru pracy, rodzaju obsługiwanych narzędzi i wielkości ekspozycji zawodowej oraz ustalenie zależności między wielkością progu czucia wibracji, a długością stażu pracy i stopniem zaawansowania zespołu wibracyjnego. Analiza tych zależności może stanowić podstawę do oceny przydatności badania czucia wibracji, jako metody, która może mieć zastosowanie we wczesnej diagnostyce zespołu wibracyjnego oraz w działalności zapobiegawczej.

1.2. Patogeneza zespołu wibracyjnego

Nie ustalono dotychczas jednolitego systemu poglądów dotyczących patomechanizmu zmian chorobowych zespołu wibracyjnego, mimo że symptomatologia tego zespołu jest już obecnie dobrze znana. Brak jest również możliwości stworzenia doświadczalnego modelu zespołu wibracyjnego (11), bowiem warunki eksperymentalne nie odtwarzają w tym przypadku pełnego zespołu czynników występujących w konkretnych warunkach środowiskowych.

Tak więc, hipotezy dotyczące patogenyzy zespołu wibracyjnego opierają się w zasadzie na klinicznych i kliniczno-fizjologicznych badaniach.

Najwięcej uwagi poświęcono dotychczas próbie wyjaśnienia patomechanizmu zmian naczyniowych. Istnieje na ten temat wiele odmiennych poglądów. Wg Stewart (60) nadmierny rozrost tkanki podskórnej pod wpływem wibracji utrudnia kapilarom szybkie reagowanie na zmiany temperatury. Niektórzy badacze np. Ashe i współaut. (4) są zdania, że zasadniczy objaw choroby, a mianowicie skurcz naczyń, związany jest z miejscowym procesem patologicznym. Uważają oni, że istotną przyczyną choroby jest miejscowe uszkodzenie tętniczek palców, objawiające się wzrostem ich wrażliwości na ochłodzenie. Kordecka (26) opierając się na całokształcie badań krążenia skórno w palcach rąk wysuwa przypuszczenie, że w wyniku zawodowej ekspozycji na działanie wibracji dochodzi do wzrostu napięcia nerwów naczynioruchowych tętniczek przy jednoczesnym wzroście napięcia zespołów tętniczo-żylnych.

Prąglowski i Misiewicz (53) w wycinkach pobranych ze skóry opuszek palców rąk ludzi z objawami zespołu wibracyjnego, stwierdzili pogrubienie ścian naczyniowych z pogrubieniem śródbłonna i zwężeniem światła naczyń oraz zmniejszenie liczby ciałek Meissnera w warstwie brodawkowatej skóry, co jest prawdopodobnie wynikiem bezpośredniego mechanicznego uszkodzenia. Przerost mięśniówki naczyń palców stwierdzili również w badaniach biopsyjnych Ashe i współaut. (4). Autorzy radzieccy (2, 10, 11) głoszą pogląd, że pod wpływem wibracji oprócz zmian miejscowych, występują również zaburzenia stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego. Andreeva-Galanina i współaut.

(3) uważają, że wibracja wywołuje zmiany w całym organizmie i że pod wpływem afferentnych bodźców odruchowo powstają patologiczne reakcje w neuronach rdzenia kręgowego, zwojach współczulnych, układzie siatkowatym oraz w wegetatywnych ośrodkach naczynioruchowych zlokalizowanych w okolicy wzgórzowo-podwzgórzowej mózgu. Potwierdzeniem tych poglądów mogą być wyniki niektórych prac doświadczalnych na zwierzętach, które wykazały, że pod wpływem miejscowej wibracji dochodzi do wzrostu poziomu katecholamin w moczu i w różnych tkankach (33). Matoba i współaut. (35), na podstawie badań pletyzmoграфicznych, wykonanych po stymulacji dźwiękowej, doszli do wniosku, że u chorych z zespołem wibracyjnym występują zaburzenia autonomicznego układu nerwowego, mogą to być dane świadczące o uszkodzeniu wyższych ośrodków tego układu w podwzgórzu. Ten sam autor (36) oceniając m.in. wyniki badań EEG u osób z rozpoznanym zespołem wibracyjnym uważa, że drgania mechaniczne uszkadzają nie tylko naczynia, nerwy obwodowe i kości, ale również powodują zaburzenia czynności ośrodkowego układu nerwowego. Badania Andreewa - Galaniny i współaut. (2) wykazały, że reakcja naczynioruchowa na wibrację występuje wtedy, gdy częstotliwość drgań przekracza 25-30 Hz.

Najbardziej niekorzystną reakcję organizmu tj. skurcz naczyń obserwowano przy drganiach o częstotliwościach od 35 Hz do 250 Hz. Agata i współaut. (1) uważają, że wibracja o częstotliwości od 40 Hz do 125 Hz najbardziej niekorzystnie działa na układ naczyniowy i powoduje wystąpienie objawu Raynauda.

Na podstawie dotychczasowych spostrzeżeń można wysunąć wniosek, że wibrację należy traktować jako przewlekłe działający czynnik stresorodny, pod wpływem którego dochodzi do różnorodnych zaburzeń biochemicznych i enzymatycznych, mogących prowadzić do rozwoju zmian wetecznych i zwyrodnieniowych w różnych tkankach i układach, szczególnie w komórkach nerwowych, przepływie włókien mięśniowych, w ścianach naczyń i w układzie kostno-stawowym (3, 12, 41). Piśmiennictwo dokumentuje również dyskusję na temat rozwoju zmian kostnych w przebiegu zawodowej ekspozycji na wibrację. Według Hagena (18) zmiany kostne są spowodowane długotrwałym przeciążeniem układu kostno-stawowego, a nie bezpośrednim działaniem drgań mechanicznych. Minecki (46) wykazał, że pod wpływem wibracji dochodzi do zaburzeń metabolizmu tkanki kostnej i obniżenia poziomu wapnia i fosforu. Według Nalcza (51) zaawansowane zmiany w kościach wiążą się z podwyższeniem stosunku wapnia do fosforu i znacznym obniżeniem poziomu fosforu nieorganicznego w surowicy krwi. Niektóre doniesienia (62) uznają niedokrewienie tkanki kostnej lub działanie udaru powrotnego, występującego przy obsłudze narzędzi pneumatycznych, za czynnik etiologiczny zmian w układzie kostno-stawowym.

Przytoczone niejednolite poglądy na temat patogenetycznego zespołu wibracyjnego wskazują na potrzebę dalszych pogłębionych badań w tym kierunku. Od wyjaśnienia bowiem patomechanizmu zmian chorobowych zależy w dużej mierze skuteczność zapobiegania biologicznym skutkom zawodowej ekspozycji na wibrację.

1.3. Klasyfikacja zespołu wibracyjnego

Zróznicowanie obrazu klinicznego zespołu wibracyjnego stwarza konieczność podejmowania prób wyodrębnienia poszczególnych stadiów choroby. Doko-

nanie tego nie należy do zadań łatwych ze względu na odmienny przebieg choroby w różnych grupach zawodowych.

Andrzejewa-Galanina i współaut. (2) zaproponowali podział zespołu wibracyjnego na 4 stadia wg kryterium stopnia zaawansowania zmian chorobowych: na obraz kliniczny dwóch pierwszych stadiów składają się głównie subiektywne dolegliwości o charakterze bólów i parestezji rąk oraz miernie wyrażone zaburzenia czucia wibracji i dyskretne zmiany kapilaroskopowe. Objawy tego okresu choroby cofają się zazwyczaj po przerwaniu narażenia. Trzecie stadium choroby, oprócz nasilenia objawów początkowych, charakteryzuje się zmianami naczynioruchowymi, którym towarzyszą również wyraźne zaburzenia różnych postaci czucia. Zdaniem wymienionych autorów czwarte stadium występuje rzadko, ale może ujawnić się pod postacią uogólnionych zmian o typie przełomów naczyniowych, będących wyrazem uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego.

Drogićina i Mietlina (9) wyodrębniły następujące zespoły objawów występujące u pracowników zawodowo narażonych na działanie wibracji:

1. zespół dystonii naczyniowej
2. zespół naczynioskurczowy
3. zespół wegetatywnych zmian wielonerwowych
4. zespół zapalenia mięśni i powięzi
5. zespół wybiórczego uszkodzenia nerwu obwodowego
6. zespół międzymózgowy
7. zespół przedśionkowy.

Gwoździwicz i współaut. (17) proponują podział na następujące stadia choroby:

1. stany objawów zwiastunowych lub stany zagrożenia
2. wczesne okresy choroby wibracyjnej
 - a/ choroba wibracyjna (wczesna) w okresie kompensacji
 - b/ choroba wibracyjna (wczesna) w okresie dekompensacji
3. zaawansowane okresy choroby wibracyjnej.

Taylor i współaut. (65) zaproponowali klasyfikację postaci naczyniowej zespołu wibracyjnego (objaw Raynauda) na następujące stadia:

- 0 - brak bladnięcia palców rąk
- 0_T - okresowe mrowienie palców rąk
- 0_a - okresowe drętwienie palców rąk
- 1 - bladnięcie jednej lub więcej opuszek palców rąk z współistnieniem lub bez współistnienia mrowienia i drętwienia
- 2 - bladnięcie jednego lub więcej palców rąk z współistnieniem drętwienia, pojawiające się zazwyczaj w zimie
- 3 - rozległe bladnięcie palców rąk pojawiające się zarówno w lecie, jak i w zimie
- 4 - rozległe bladnięcie większości palców rąk pojawiające się zarówno w lecie, jak i w zimie.

Kliakova-Deutschova (25) wyróżniła 4 postaci zespołu wibracyjnego, a mianowicie: wasculopatię, polineuropatię, mielopatię i cerebropatię.

W Polsce od 1974 r. obowiązuje następująca klasyfikacja zespołu wibracyjnego-

go, zaproponowana przez zespół ekspertów powołanych przez Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej (32):

1. postać naczyniowo-nerwowa
2. postać kostna
3. postać mieszana naczyniowo-nerwowo-kostna.

W postaci naczyniowo-nerwowej wyróżniono następujące okresy choroby:

- I okres zwiastunów
- II okres zmian wczesnych
- III okres zmian zaawansowanych.

1.3.1. Obraz kliniczny zespołu wirbracyjnego (2, 11, 21, 37, 65).

O k r e s z w i a s t u n ó w charakteryzują nieswoiste i miernie wyrażone objawy, ujawniające się zwłaszcza w chłodnych porach roku pod postacią parestezji zlokalizowanych w obrębie palców rąk. Przedmiotowo, w tym okresie poza zaburzeniami czucia wibracji praktycznie nie stwierdza się innych obiektywnych zmian. Stwierdzenie objawów zwiastunowych nie daje wystarczających podstaw do rozpoznania choroby zawodowej, może mieć jednak znaczenie przy podejmowaniu działalności zapobiegawczej.

W okresie zmian wczesnych obserwuje się progresję objawów zwiastunowych oraz sporadyczne występowanie napadowego błędnięcia końcowych odcinków niektórych palców rąk. Objaw ten ujawnia się tylko w chłodnych porach roku pod wpływem miejscowego lub ogólnego ochłodzenia. Częstym objawem w tym okresie jest zwiększona wrażliwość rąk na ochłodzenie.

W badaniu przedmiotowym można niekiedy stwierdzić marmurkowatość skóry dłoni i nieznacznie obniżoną ciepłotę skóry palców rąk. Czucia wibracji jest zazwyczaj wyraźnie osłabione. Wystąpienie napadowego skurczu naczyń nie zawsze daje się sprowokować za pomocą próby oziębienia. Wyniki badania neurologicznego w większości przypadków pozostają w granicach prawidłowych. Sprawność kończyn górnych jest w pełni zachowana. Objawy mają charakter odwracalny po przerwaniu narażenia zawodowego. To stadium choroby sprawia największe trudności diagnostyczne, ponieważ zgłaszane dolegliwości nie zawsze znajdują potwierdzenie w badaniach czynnościowych układu naczyniowego.

Symptomatologia zaawansowanego okresu choroby jest wieloraka. Bez względu na porę roku pojawia się napadowe błędnięcie lub sinienie większości palców rąk, rzadko jednak w obrębie kciuków.

W okresie skurczu tętniczek palce rąk są trupio białe lub w stanach atonii naczyń sine. Ciepłota skóry rąk znacznie się obniża. Charakterystyczna dla zaburzeń naczyniowych jest ich niesymetryczność. Większe nasilenie zmian obserwuje się zazwyczaj w zakresie ręki bardziej ekspozowanej na działania wibracji. Czas utrzymywania się obturacji lub atonii naczyń jest zmienny i waha się w zależności od zaawansowania choroby od kilku do kilkunastu, a czasem nawet do kilkudziesięciu minut. W tym stadium choroby często zgłaszane są skargi na: uporczywe drętwienie i mniejszą sprawność rąk, wrażliwość kończyn górnych na ochłodzenie, zaburzenia czucia, mimowolne wypadanie przedmiotów z rąk itp. W występowaniu tych dolegliwości trudno wykazać jakiegokolwiek prawidłowości, a pojawianie się symptomów chorobowych może nastąpić w

kilkanaście miesięcy bądź po kilkunastu latach od momentu podjęcia pracy w narażeniu. Badaniem przedmiotowym można stwierdzić w obrębie dłoni marmurkowatość skóry lub różny stopień jej zasinienia oraz wzmożoną wilgotność. Opuszki palców, okolice stawów międzypaliczkowych, a niekiedy cała ręka są nabrzmięte. Ciepłota skóry rąk jest znacznie obniżona, a okres odnowy ciepłoty skóry po próbie oziębienia jest często wydłużony. Ważnym objawem przedmiotowym występującym w przebiegu zaawansowanego zespołu wibracyjnego są zaburzenia czucia. Mogą one obejmować czucie bólu, dotyku, rzadziej temperatury i zazwyczaj zlokalizowane są w odsiebnych odcinkach kończyn górnych, dając obraz polineuropatii bez wpośledzenia sprawności ruchowej kończyn (10, 31). Próg czucia wibracji jest znacznie podwyższony; obserwuje się ograniczenie zakresu percepcji drgań. Do zaburzeń czucia wibracji dochodzi zwłaszcza pod wpływem wibracji o częstotliwości rzędu 100–250 Hz (11, 39). Na wielkość prądu czucia wibracji mają również wpływ ochłodzenie lub niedokrwienie rąk (28).

Poprzez pojęcie "czucie wibracji" należy rozumieć zdolność percepcji bodźców o charakterze drgań, działających z zewnątrz na powierzchnię ciała. Zasadniczymi bodźcami, wyzwalającymi impulsy w mechanoreceptorach są: kontakt (dotyk), nacisk (ciśnienie) i drgania (wibracja). Istotnym czynnikiem tych pobudzeń jest odkształcenie mechaniczne, którego wielkość określona jest amplitudą w mm lub μm (42). Percepcja drgań ma charakter czucia złożonego, ponieważ bodźce drgań są odbierane przez: mechanoreceptory czucia powierzchniowego (receptory nacisku, dotyku), mechanoreceptory czucia głębokiego, proprioceptory układu mięśniowego i kostno-stawowego (42; 61). Jego podstawę fizjologiczną stanowi prawdopodobnie drażnienie receptorów szybkimi mechanicznymi zmianami ciśnienia, co powoduje wysyłanie przez wiele receptorów impulsów o takiej samej częstotliwości co źródło drgań. Wg Melzacka (38) podstawę anatomiczną czucia wibracji stanowią:

- receptory ucisku umieszczone powierzchownie (ciałka Vater Pacciniego, Herbst, Meissnera, płytki Merkela),
- receptory ucisku i rozciągania zlokalizowane głęboko (ciałka Pacciniego w okostnej i ścięgnach, więzadłach, torebkach stawowych)
- szlaki prowadzące do sznurów tylnych rdzenia, a dalej szlaki rdzeniowe sięgające aż do podwzgórza.

Andreeva-Galanina, Drogićina, Artmanova (2) są zdania, że drogi przewodzące czucie wibracji prowadzą do rdzenia kręgowego (medulla spinalis) poprzez korzenie tylne (radices dorsales), a następnie dochodzą do rogu tylnego (cornu posterius). W dalszym ciągu przechodzą na stronę przeciwną i biegną w pęczku przednio-bocznym (fasciculus antero-lateralis), skąd oddają liczne połączenia do segmentów rdzeniowych. Biegąc w przednio-bocznym pęczku (fasciculus antero-lateralis), włókna czucia wibracji osiągają wzgórze wzrokowe (thalamus opticus), a następnie przez torebkę wewnętrzną (capsula interna) dochodzą do kory mózgowej w okolicy zakrętu nadbrzeżnego (gyrus supramarginalis). Obwodowym ośrodkiem czucia wibracji są zwoje współczulne (ganglia sympathici) i zwój gwiazdzisty (ganglion stellatum). Poprzez odcinki $C_2 - D_8$ rdzenia kręgowego i zwoje współczulne następuje połączenie ob-

wodowych receptorów czucia wibracji, bólu i temperatury z mózgiem. Tak więc czucie wibracji kontrolowane jest przez trzy ośrodki układu nerwowego, a mianowicie: rdzeniowy, wzgórzowy i korowy.

Szeroki zakres częstotliwości drgań wibracji jest wyczuwalny przez zdrowego człowieka. Największa wrażliwość przypada na częstotliwość od 200 do 400 Hz (56), co można wiązać z faktem, że częstotliwość rezonansowa ciałek Vater Pacciniego wynosi około 400 Hz. Ciała Pacciniego badane w temperaturze pokojowej (21 - 26°C) reagują na drgania sinusoidalne w zakresie 20 - 400 Hz optymalną odpowiedzią w przedziale 150 - 200 Hz. Natomiast w temperaturze 37°C ciała te reagują na drgania w zakresie 40 - 1000 Hz, dając optymalną odpowiedź dla 300 Hz (42, 57). Poszczególne części ciała wykazują odmienną wrażliwość wibracyjną. Ustalono, że najbardziej wrażliwe są opuszki palców, wargi, skóra stóp i brzucha (3, 67). Poznanie rozmieszczenia progów czucia wibracji ma znaczenie praktyczne, ponieważ w strefach najbardziej niskich progów czucia wibracji wykrywa się najczęściej zmiany naczyniowe wywołane zawodową ekspozycją na drgania mechaniczne (3).

Badania eksperymentalne i kliniczne wielu autorów (2, 21, 27, 39, 45, 48) wskazują na możliwość wykorzystania badania czucia wibracji w diagnostyce zespołu wibracyjnego. Wykrycie najwcześniejszych objawów choroby i możliwość właściwej oceny stopnia ich nasilenia, mają istotne znaczenie w działalności profilaktycznej. Wiadomo bowiem, że zaawansowane objawy zespołu wibracyjnego charakteryzuje nieodwracalność w wielu przypadkach prowadząca do inwalidztwa (3, 11). Dotychczas stosowane sposoby psychofizyczne badania czucia wibracji można podzielić na dwie następujące grupy (43):

1. badanie jakościowe, polegające na sprawdzeniu, czy badana osoba czuje drgania mechaniczne przekazywane na opuszki palców (metoda stroikowa);
2. badania ilościowe, polegające na wyznaczeniu progu czucia wibracji w opuszkach palców bądź dla określonej częstotliwości drgań, bądź też w pewnym zakresie drgań. Próg czucia wibracji można wyrażać ilościowo wielkością bezwzględnych parametrów drgań (amplituda w mm, prędkość w cm/sek lub przyspieszenie w cm/sek²). Jeżeli określoną wartość któregoś parametru bezwzględnego przyjmuje się za wartość odniesienia, to wielkość drgań, przy której jest ono odczuwalne można wyrazić w jednostkach względnych, tj. w decybelach i wówczas będziemy mieć do czynienia z poziomem progu czucia wibracji.

Poziom progu czucia wibracji można wyrazić w dB wg zależności:

$$L \text{ (dB)} = 20 \log \frac{V_1}{V_0}$$

gdzie: V_0 - oznacza bezwzględną progową prędkość drgań jako wartość odniesienia, a V_1 - oznacza inną stosowną prędkość drgań (41).

Mierniki służące do oceny zaburzeń czucia wibracji coraz szerzej stosowane są przez przemysłową służbę zdrowia.

Pierwsze prototypowe urządzenie tego typu zostało skonstruowane w 1965 r. przez Zakład Usługowy Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie na za-

mówienie Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Produkcja dalszych udoskonalonych mierników typu MCW podjęta została przez Zakład Doświadczalny Techniki Medycznej w Łodzi, który jest obecnie jedynym producentem tych urządzeń. Ostatnie prototypowy miernik czucia wibracji zbudowany został także w Głównym Instytucie Górnictwa.

P o s t a ć k o s t n a zespołu wibracyjnego, bez towarzyszących objawów ze strony układów naczyniowego i nerwowego, występuje rzadko. Odchylenia w układzie kostno-stawowym klinicznie mają najczęściej przebieg bezobjawowy i w nielicznych tylko przypadkach ograniczają sprawność ruchową kończyn górnych. Charakteryzują się ponadto niewielkim postępem zmian. Najczęściej lokalizują się w kościach nadgarotka, zwłaszcza w kości księżycowatej i łódkowatej, stawie promieniowo-łokciowym i stawie łokciowym, rzadziej natomiast w stawie barkowym. Zmiany kostno-stawowe występujące u osób narażonych na działanie wibracji nie mają własnej patomorfologii.

Kości nadgarotka najczęściej ulegają takim odchyleniom, jak: przewlekły zanik kostny, zmiany zniekształcające, złamania przewlekłe, martwica. Zmiany torbielkowe należą do często spotykanych odchylen nie tylko u pracowników narażonych na drgania mechaniczne (15, 20, 30).

Horwath, Kákosy, Rózsahégyi (20) na podstawie analizy radiogramów i wyników badań histologicznych twierdzą, że torbiele prawdziwe rzadko występują jako następstwo zawodowej ekspozycji na drgania mechaniczne. Częściej natomiast obserwuje się w obrazie radiologicznym pseudotorbiele jako skutek zmian strukturalnych o charakterze osteoporozy, procesów degeneracyjnych lub odpowiedniej projekcji centralnie umiejscowionych w kościach nadgarotka kanałów naczyń odżywczych. Zdaniem wymienionych autorów tylko pseudotorbiele pochodzenia zwyrodnieniowego o podchrzęstnej brzeżnej lokalizacji mogą być rozpatrywane w kategorii uszkodzeń powibracyjnych. Ich liczba wyraźnie wzrasta w miarę wydłużania się stażu pracy. W stawach łokciowym i barkowym do uszkodzeń powibracyjnych zalicza się następujące odchylenia: duże endostozy, zaawansowane zmiany zniekształcające, nawarstwienia okołostnowe (objaw topiącej się świecy woskowej), liczne torbiele i wolne ciała śródstawowe (32).

P o s t a ć m i e s z a n ą w obrazie klinicznym charakteryzują zaburzenia mięśni, ścięgien, kości, stawów w naczyniach i nerwach obwodowych. Zmiany mięśniowe sygnalizowane są przez uporczywe bóle kończyn górnych, nasilające się po pracy, zwłaszcza w nocy, osłabienie siły mięśniowej rąk, skostnienie przyczepów ścięgniastych. Niekiedy dochodzi do zaników mięśniowych w obrębie rąk. Objawy naczyniowo-nerwowe oraz odchylenia w układzie kostno-stawowym wykazują różny stopień zaawansowania (11, 32).

1.3.2. Diagnostyka zespołu wibracyjnego

Stosowane obecnie metody diagnostyczne służą przede wszystkim wykrywaniu zmian w układach naczyniowym, nerwowym i kostno-stawowym. Zakres obowiązkowych badań u osób narażonych na działanie miejscowej wibracji obejmuje: badanie internistyczne, neurologiczne, radiologiczne (kości rąk, stawów łokciowych i obręczy barkowej) oraz wykonanie takich prób, jak: oziębienie rąk,

uciaskowej, termometrycznej, białej plamy oraz badanie czucia wibracji metodą stroikową (32).

Do badań pogłębionych, wymagających odpowiedniego wyposażenia aparaturowego, wykorzystuje się: palestezjometrię, pletyzmografię, kapilaroskopię, termografię, badanie przepływu włóśniczkowego metodą radioizotopową, szybkość przewodnictwa nerwów obwodowych (13, 14, 19, 27, 31, 32).

Mikołajczyk i Iżycki (41) zwrócili uwagę na możliwość wykorzystania do celów diagnostycznych i zapobiegawczych oznaczenia glukozaminoglikanów w moczu. Autorzy przyjmując założenie, że w zespole wibracyjnym zmiany chorobowe powstają w narządach i układach o znacznym komponencie tkanki łącznej (naczynia, stawy, kości), której głównym składnikiem obok kolagenu są właśnie glukozoaminoglikany, wykazali, że wydalanie glukozoaminoglikanów zwiększa się wraz ze stopniem narażenia na wibrację. Stwierdzili ponadto stosunkowo wysokie wydalanie glukozoaminoglikanów u pracowników ekspozowanych na wibrację, ale nie wykazujących jeszcze uchwytnych zmian klinicznych. Mikołajczyk i Krzemińska (44) stwierdzili istotną korelację pomiędzy objętością moczu a ilością wydalanych glikozoaminoglikanów u pracowników narażonych w okresie zmiany roboczej na wibracje przekazywane na ręce. Zwiększone wydalanie glikozoaminoglikanów w moczu ujawniono u pracowników, u których nie stwierdzało się wykrywalnych zmian powibracyjnych.

Również Sroczyński i współaut. (58) stwierdzili w grupie osób narażonych na wibrację miejscową znamienny wzrost glikozoaminoglikanów zarówno u badanych bez objawów chorobowych, jak i w przypadkach rozpoznanej choroby wibracyjnej.

Przy ustalaniu rozpoznania istotne znaczenie ma prawidłowo zebrany wywiad zawodowy i chorobowy, dobra znajomość symptomatologii, przebiegu i dynamiki choroby oraz dokładne informacje dotyczące charakterystyki pracy, rodzaju obsługiwanych narzędzi oraz oceny wielkości ekspozycji na wibrację. Obraz kliniczny i przebieg zespołu wibracyjnego może być inny w różnych grupach zawodowych. Tę odmienność warunkują: charakterystyka widmowa drgań, sposób wykonywania pracy, długości efektywnego narażenia, warunki mikroklimatyczne, a także indywidualna wrażliwość pracownika. Stąd też diagnostyka w tej chorobie musi opierać się na kompleksowej ocenie stanu zdrowia z uwzględnieniem możliwie szerokiego zakresu badań, często też konieczna jest odpowiednio długa obserwacja wymagająca powtórzenia badań w różnych porach roku.

Brak swoistości objawów klinicznych stwarza konieczność przeprowadzenia wnikliwej diagnostyki różnicowej, w celu wykluczenia pozazawodowych przyczyn choroby. Postać naczyniowo-nerwową należy przede wszystkim różnicować z chorobą Raynauda oraz objawem Raynauda, który może występować w przebiegu takich chorób, jak: zarostowo-zakrzepowe zapalenie naczyń, twardzina skóry, toczeń rumieniowy trzewny, guzkowe zapalenie tętnic, choroba zimnych aglutynin, zespół żebra szyjnego i mięśnia pochyłego przedniego, zatory i zakrzepy tętnic górnych, krieglobulinemia, zatrucie chlorkiem winylu (65). Parastezje i zaburzenia czucia należy różnicować z jamistością rdzenia, za-

palenia nerwów, zespołem cieśni nadgarsetka, zespołem żebra szyjnego, dyskopatią. Zmiany w układzie kostno-stawowym wymagają różnicowania z chorobami pochodzenia reumatoidalnego oraz ze stanami pourazowymi.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badaniami objęto 398 pracowników, zatrudnionych w różnych zakładach i przedsiębiorstwach na stanowiskach: pilarzy, polerowników, oczyszczaczy odlewów, formierzy, kowali resorowych. Dane dotyczące liczebności poszczególnych grup, wieku, stażu pracy i dziennej ekspozycji na drgania mechaniczne podano w tabeli I.

Wszyscy pracownicy byli narażeni na działanie miejscowej wibracji i obsługiwali takie narzędzia, jak: szlifierki stacjonarne i ręczne różnych typów, polerki, ubijaki pneumatyczne, piły motorowe. Drgania mechaniczne były przekazywane bezpośrednio z narzędzia lub obrabianego detalu na ręce. Grupę kontrolną stanowiło 130 pracowników fizycznych, zatrudnionych w podobnych warunkach środowiskowych, ale nie narażonych na wibrację. Ich wiek, jak również długość stażu pracy nie wykazywały istotnych różnic w porównaniu z pracownikami eksponowanymi na drgania mechaniczne.

2.1. Metody pomiarów wibracji

Do pomiarów parametrów drgań wykorzystano następującą aparaturę firmy Brüela i Kjaera:

1. precyzyjny miernik poziomu natężenia dźwięku typ 2203
2. przystawka filtrów oktaowych typ 1613
3. integrator typ ZR 0020
4. czujnik piezoelektryczny, typ 4332 nr 203387 i typ 4330 nr 114050
5. kabel łączący A 00037
6. suwak przeliczeniowy, wskaźnik miernika na parametry prędkości drgań w cm/sek.

Podczas pomiaru drgań stykowy czujnik zamocowywano na powierzchni drgającej w kierunku największych drgań działających na ręce pracownika. Wykonywano pomiary próbne w trzech kierunkach prostokątnych do siebie, a główny pomiar wykonywano w kierunku maksymalnych drgań w pasmach oktaowych 31,5 - 2000 Hz, tj. w zakresie częstotliwości od 22 Hz do 2800 Hz, zgodnie z metodyką podaną w normach higienicznych stanowiących podstawę oceny (50).

Natężenie wibracji odczytywano bezpośrednio ze skali miernika, a następnie przeliczano na wielkości bezwzględne. Zastosowana aparatura pomiarowa nie daje możliwości oceny wielkości drgań w zakresie 1 - 22 Hz. Pomiary parametrów fizycznych drgań na stanowiskach pracy badanych pracowników wykonane zostały przez zespół Zakładu Szkodliwości Fizycznych IMP w Łodzi.

2.2. Podstawa oceny

W Polsce nie określono dotychczas obowiązujących norm higienicznych dla oceny narażenia na wibrację. Za podstawę oceny wielkości ekspozycji zawo-



podział badanych wg rodzaju zatrudnienia, wieku,
stażu pracy oraz dziennej ekpozycji
na drgania mechaniczne

Nazwa zakładu pracy	Rodzaj pracy	Liczba bada- nych	Wiek (lata) średnia wieku	Staż pracy (lata)					Dzienna ekspo- zycja w godzi- nach
				< 1	2-5	6-10	11-15	16 <	
Zarząd Lasów Państwowych	Pilarz	161	20-60 43,2	7	49	51	29	25	3-4
Fabryka Wyrobów Nożowniczych "Gerlach"	Szlifierz wyrobów no- żowniczych	41	23-56 40,0	—	3	20	9	9	4-5
Zakłady Metalowe w Radomiu	Szlifierz kluczy samo- chodowych	24	29-57 40,4	1	9	9	3	2	> 7
Pomorskie Odlewnie i Emaliernie w Grudziądzu	Szlifierz różnych de- tali	24	32-62 46,0	—	2	6	10	6	7
Zakłady Przemysłu Gumowego w Piaśno- wie	Obeluga błachów	11	20-52 39,2	2	4	2	1	2	3-4
Łódzkie Zakłady Metalowe	Polerownik	46	25-55 40,4	4	16	15	7	4	3-4
Wł - Fa - Ma w Łodzi	Oczyszczacz	24	26-59 39,3	1	6	14	2	1	6
Wł - Fa - Ma w Łodzi	Formierz	51	19-59 38,9	5	7	12	26	1	3-4
Fabryka Wyrobów z Proszków Spiekanych	Kowal reasorowy	16	19-61 41,1	—	—	6	3	7	2-3
Razem		398	19-61 41,3	20	96	135	90	57	—

dowej przyjęto radzieckie "Noray sanitarne i przepisy obowiązujące przy pracy z narzędziami, mechanizmami i urządzeniami wytwarzającymi drgania przekazywane na ręce robotników" nr 626 z dnia 13.03.1966 r. (50). Określające dopuszczalną prędkość drgań wyrażoną w cm/s oraz odpowiadający jej poziom prędkości w dB obliczony względem 5×10^{-6} cm/s dla poszczególnych środkowych częstotliwości oktaowych.

Oprócz parametrów fizycznych drgań radzieckie normatywy higieniczne określają również sposób obsługi narzędzi, organizację pracy oraz warunki mikroklimatyczne. Według tych norm ciężar narzędzi nie powinien przekraczać 10 kg, a nacisk ręczny wywierany na narzędzia nie powinien być wyższy od 20 kg. Sumaryczny dzienny czas narażenia na drgania mechaniczne nie powinien przekraczać 2/3 ogólnego czasu pracy. Temperatura powietrza w pomieszczeniach produkcyjnych nie może być niższa od 16°C , przy wilgotności powietrza w granicach 40-60% i ruchu powietrza, nie przekraczającym 0,3 m/sek.

2.3. Zakres i metody badań diagnostycznych

Rozpoznanie zespołu wibracyjnego ustalano uwzględniając następujący zakres badań: badanie ogólnolekarskie i neurologiczne, badanie czucia wibracji, próbę oziębiania, próbę uciskową, termometrię skórną z badaniem czasu odnowy po próbie oziębiania, rtg. kości rąk. U osób obsługujących narzędzia pneumatyczne lub poruszane silnikiem spalinowym wykonywano dodatkowo rtg stawów łokciowych, barkowych i odcinka szyjnego kręgosłupa.

2.3.1. Próba oziębiania

Próba oziębianie polegała na zanurzeniu rąk badanego w wodzie o temp. $+10^{\circ}\text{C}$ na okres 10 min. Odpowiednią temperaturę wody uzyskiwano przez ochłodzenie jej lodem. Po zakończeniu próby ręce badanego delikatnie osuszano ręcznikiem i dokonywano ich oględzin. Za wynik dodatni uznawano zblednięcie lub zasinienie nawet jednego palca bez względu na wielkość obszaru zmienionej powierzchni skóry.

2.3.2. Próba uciskowa

Próby tę wykonywano w przebiegu próby oziębiania. Po 5 min. zanurzenia rąk w wodzie o temp. $+10^{\circ}\text{C}$ badający wywierał pod wodą krótkotrwały ucisk na poszczególne opuszki palców badanego, wywołując ich zblednięcie. Mierzono następnie czas od momentu zwolnienia ucisku do powrotu prawidłowego ukrwienia skóry. Zblednięcie skóry opuszek palców rąk utrzymujące się powyżej 5 sek. uznawano za wynik dodatni.

2.3.3. Termometria skórna

Pomiaru ciepłoty skóry dokonywano na grzbietowej powierzchni obu rąk oraz na grzbietowej powierzchni paliczków paznokciowych palców obu rąk za pomocą termometru termistorowego typ PG 102 produkcji Zakładu Aparatury Naukowej Politechniki Poznańskiej. Badanie przeprowadzono w warunkach zapewniających temperaturę otoczenia nie niższą od 22°C . Pomiary ciepłoty skóry wykonywane były przed próbą oziębiania, bezpośrednio po jej zakończeniu, a następnie w odstępach pięciominutowych, aż do momentu uzyskania wartości wyjściowych temperatury skóry.





T a b e l a II

Najwyższe dopuszczalne poziomy prędkości drgań w dB (odnośnie $5 \cdot 10^{-6}$ c/sek oraz w wartościach bezwzględnych cm/sek)									
Hz	< 11	16 (11-22)	32 (22-45)	63 (45-90)	125 (90-180)	250 (180-355)	500 (355-710)	1000 (710-1400)	2000 (1400-2800)
dB	120	120	117	114	111	108	105	102	99
cm/sek	5	5	3,5	2,5	1,8	1,2	0,9	0,63	0,45

T a b e l a III

Klasyfikacja zaburzeń czucia wibracji

Czucie wibracji prawidłowe	Zaburzenia		
	nieznaczny stopień	średniego stopnia	znaczny stopnia
< 85 dB	86 - 90 dB	91 - 100 dB	100 dB

Do odchyień od stanu prawidłowego zaliczono:

1. niższą od 28°C wartość wyjściową temperatury skóry rąk i palców
2. różnice ciepłoty skóry między badanymi palcami przekraczające 2°C
3. wydłużenie powyżej 20 min czasu powrotu ciepłoty skóry do wartości wyjściowych po próbie oziębiania.

2.3.4. Badanie radiologiczne

Badanie radiologiczne wybranych kości i stawów wykonywano za pomocą sześciokanałowego aparatu rentgenowskiego typu TUR-D-700 z lampą Dr 125 KW/30/50 z przesłoną świetlną oraz kratką rozproszeniową do zdjęć kostnych.

2.4. Metody badania czucia wibracji (palestestjometria)

Badania czucia wibracji wykonywane były w Zakładzie Szkodliwości Fizycznych IMP w Łodzi, ponieważ w tym zakresie istnieje stała współpraca między tym Zakładem a Przychodnią Chorób Zawodowych.

2.4.1. Aparatura i zasada jej działania

W celu określenia progu czucia wibracji zastosowano miernik czucia wibracji (palestestjometr) wykonany przez CIOP w Warszawie na zamówienie Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi.

Zasada jego działania polega na tym, że napięcie z generatora akustycznego modulowane sinusoidalnie ulega wzmocnieniu i zostaje przekazane do wibratora, w którym powstają drgania mechaniczne, przekazywane na opuszkę palca za pomocą ruchomej końcówki. Indukowane przez wytworzone drgania napięcie w uzwojeniu czujnika zostaje wzmocnione i odczytane na miliwoltomierzu.

2.4.2. Warunki prowadzenia badań

W celu uzyskania miarodajnych i porównywalnych wyników pomiarów konieczne jest właściwe wyskalowanie przyrządu oraz odpowiednie przeszkolenie pracownika wykonującego badania. Od jego doświadczenia, sumienności i dobrej współpracy z pacjentem w dużej mierze zależy wynik końcowy. Ze względu na to, że badanie czucia wibracji jest badaniem subiektywnym; na jego wynik w istotny sposób może rzutować również nastawienie pacjenta, jego chęć lub brak współpracy z badającym.

Przed wykonaniem pomiaru należy wyjaśnić pacjentowi na czym polega badanie, a następnie przeprowadzić próbę z zastosowaniem drgań o częstotliwości 250 Hz. Umożliwia to badanemu poznanie charakteru działającego bodźca oraz opanowanie właściwej współpracy z badającym. W celu uzyskania prawidłowych i powtarzalnych wyników konieczne jest przeprowadzanie badania w pomieszczeniu zapewniającym odizolowanie badanego i badającego od wpływów zewnętrznych, by nie rozpraszać ich uwagi. Temperatura otoczenia nie może być niższa od 22°C , a hałas w pomieszczeniu nie powinien przekraczać 50 dB. Przed badaniem należy zmierzyć ciepłotę skóry rąk za pomocą termometru termistorowego. Jeżeli temperatura skóry jest niższa od 25°C , ręce badanego należy ogrzać przy kaloryferze, grzejniku lub lampie, w celu osiągnięcia wymaganego minimum ciepłoty. Nie jest wskazane palenie papierosów przez osobę badaną co najmniej 30 min przed badaniem (43).



2.4.3. Technika pomiaru

Osoba badana powinna ułożyć opuszkę palca na drgającej końcówce wibratora o powierzchni 1 cm^2 i naciskać ją z siłą regulowaną za pomocą specjalnego układu optycznego. Badający wzmacnia płynnie drgania za pomocą pokrętła amplitudy, aż do momentu kiedy badany słownie zasygnalizuje wrażenie ich odczuwania.

Badanie czucia wibracji wykonywano kolejno na opuszkach palców II, III, IV i V obu rąk w częstotliwościach 63, 125, 250, 400, 500, 640 i 800 Hz. Wskazania przyrządu pomiarowego odczytane w miliwoltach przeliczano na wielkość prędkości drgań w cm/s i odpowiadające mu poziomy w dB wg tabeli załączonej przez producenta.

2.4.4. Interpretacja wyników

Stopień zaburzeń czucia wibracji oceniano na podstawie średniej arytmetycznej wartości progu czucia wibracji w dB dla palców II, III i IV w zakresie częstotliwości 250, 400, 500 Hz tab. III.

Przyjęty podział zaburzeń czucia wibracji ustalony został na podstawie średnich wartości progu czucia wibracji, uzyskanych w grupie osób zdrowych, nie narażonych na drgania mechaniczne oraz w grupie osób z rozpoznanymi objawami zespołu wibracyjnego w różnym stopniu zaawansowania choroby.

2.5. Metody oceny statystycznej

Opracowanie statystyczne wyników badań wykonane zostało w Pracowni Statystyki IMP pod kierunkiem mgr Czesława Andryszka. Wielkość progu czucia wibracji wraz ze zmiennością osobniczą wyrażono za pomocą:

a/ średniej arytmetycznej ($\bar{X}$)

b/ odchylenia standardowego (s).

Analizę wyników badań wykonano oddzielnie dla ręki prawej i lewej, uwzględniając podział badanych wg grup zawodowych, stażu pracy i ustalonego rozpoznania.

Przy ocenie istotności różnic pomiędzy wartościami progu czucia wibracji w grupach narażonych na działanie wibracji i w grupie kontrolnej stosowano test t - Studenta

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n \cdot s^2 x_1 + n \cdot s^2 x_2}{n_1 + n_2 - 2} \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

W celu oceny istotności różnic w średnim poziomie progu czucia wibracji, ze względu na przyjętą klasyfikację, stosowano analizę wariancji wg schematu klasyfikacji pojedynczej oraz wielokrotny test rozstępu dla wszelkich możliwych porównań między średnimi, oparty na przedziale ufności D - Duncana

$$D = \frac{(\bar{y}_i - \bar{y}_j) \sqrt{2}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) \cdot v_e}}$$

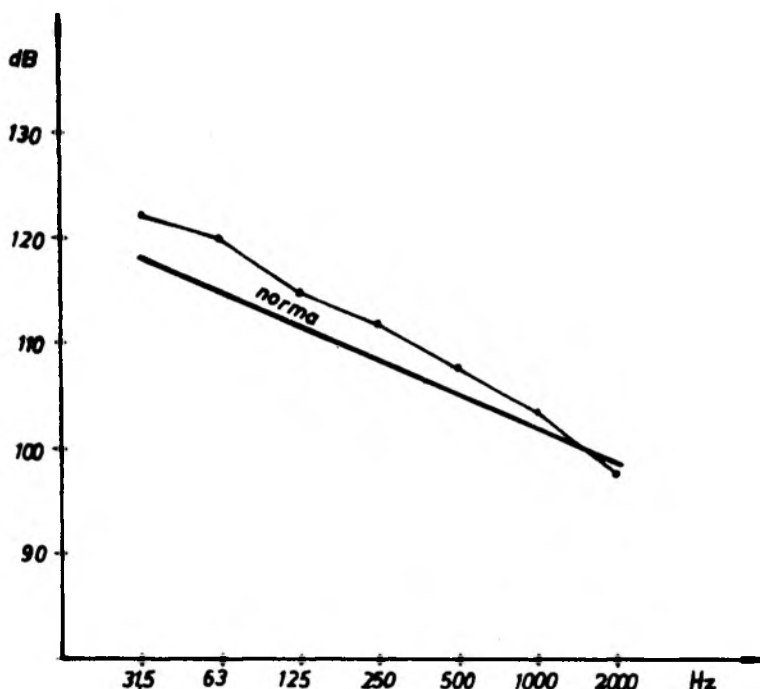
$(\bar{y}_i - \bar{y}_j)$ - różnice w poszczególnych średnich

n_i i n_j - liczebność porównywalnych grup

v_e - średni kwadrat błędu eksperymentalnego

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Źródła wibracji i wyniki pomiarów parametrów wibracji na badanych stanowiskach

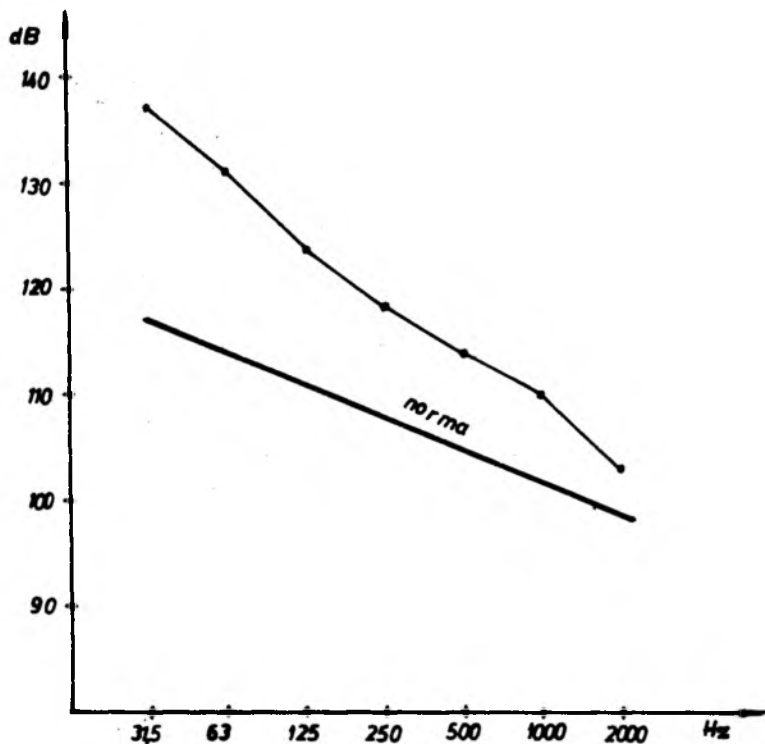


Ryc. 1 Analiza widmowa drgań mechanicznych szlifowanego detalu - Pomorska Odlewnia i Emaliernia

Szlifierka dwutarczowa: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez szlifowane części do pomp.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) około 7 godzin dziennie.

Według analizy widmowej wykazane drgania przekraczają dopuszczalną w normach higienicznych wartość prędkości o 3 - 6 dB (o 0,37 - 3,0 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych 31,5 - 1000 Hz.

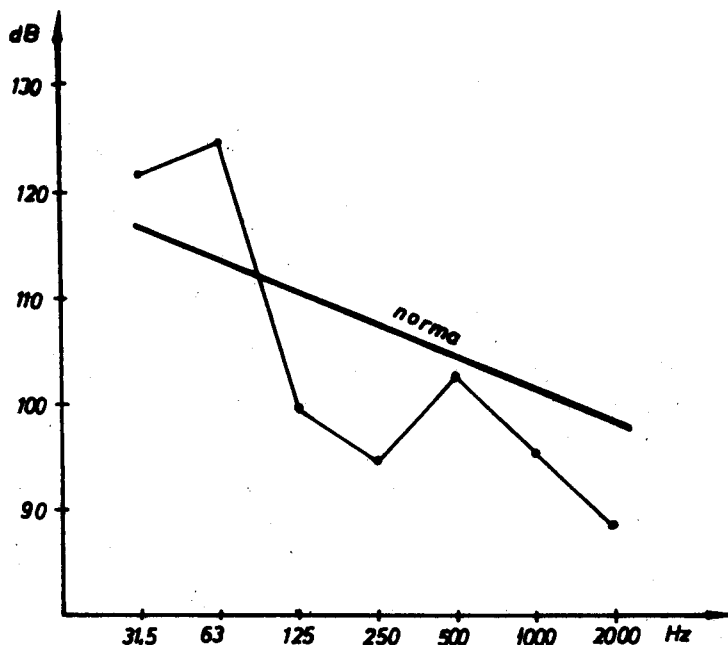


Ryc. 2 Analiza widmowa drgań mechanicznych szlifowanego detalu-Zakłady Metalowe im. Gen. Waltera

Szlifierka dwutarczowa: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez szlifowany klucz.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) ponad 7 godzin dziennie.

Wg analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 4 - 19 dB (o 9,25 - 29 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 31,5 - 2000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.

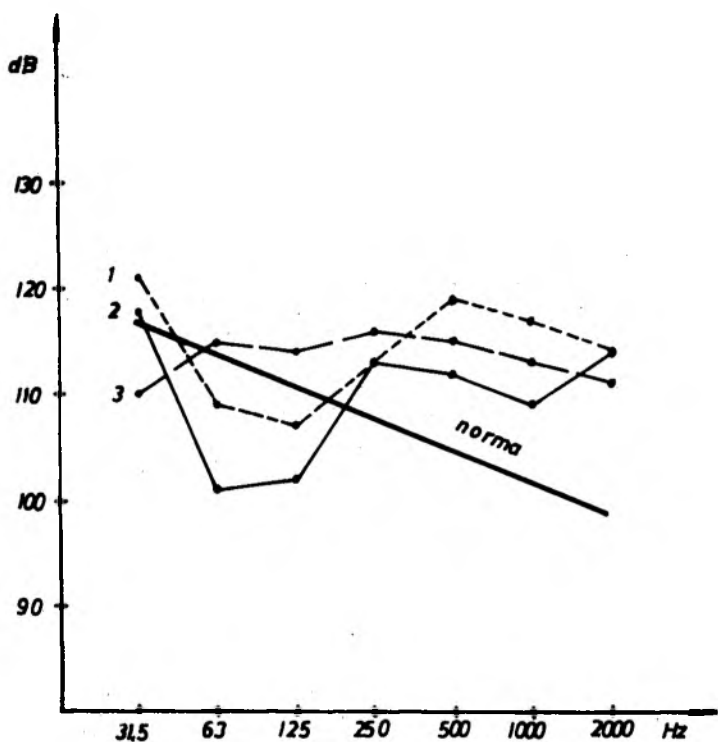


Ryc. 3 Analiza widmowa drgań mechanicznych polerowanego detalu - łódzkie Zakłady Metalowe

Polerka: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez polerowany detal.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) 3 - 4 godzin dziennie.

Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 4 - 11 dB (o 2,2 - 6,5 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 31,5 - 63 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.



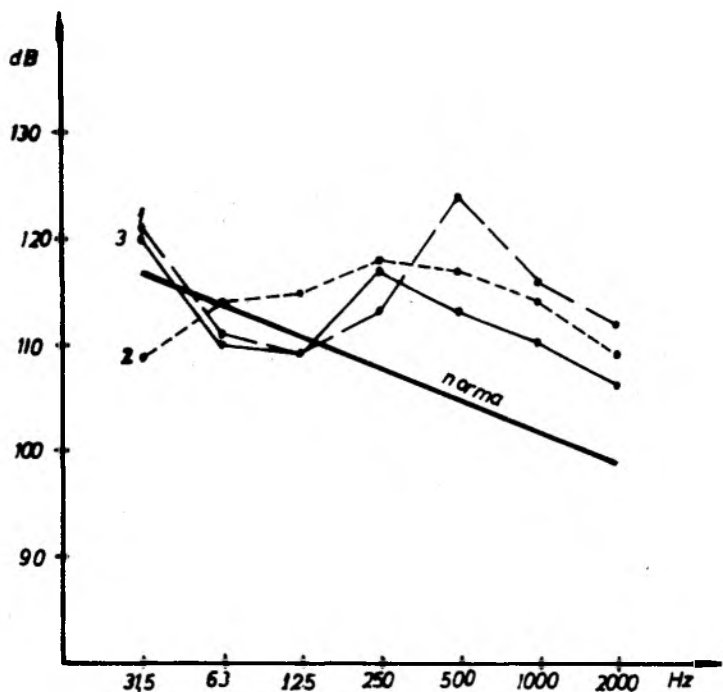
Ryc. 4 Analiza widmowa drgań mechanicznych odkuwki nożyczek dużych - Zakłady Wyrobów Nożowniczych "GERLACH"

- 1 - szlifowanie zamka wewnątrz
- 2 - szlifowanie powierzchni pod znak firmy
- 3 - szlifowanie grzbietu nożyczek

Szlifierka dwutarczowa: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez odkuwkę nożyczek dużych krawieckich podczas szlifowania grzbietu nożyczek, zamka wewnątrz i powierzchni pod znak firmy.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) około 5 godzin dziennie. Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 1-15 dB (o 0,3 - 3,8 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 125 - 2000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.



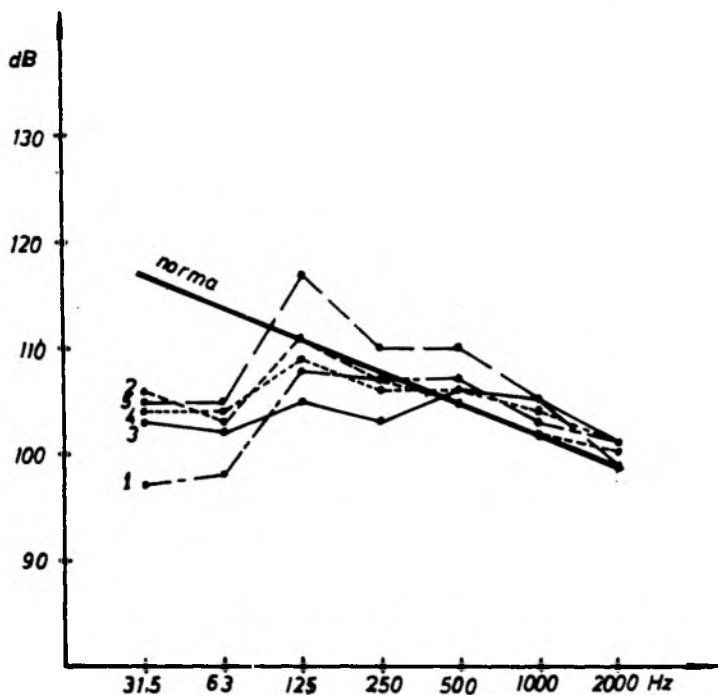


Ryc. 5 Analiza widmowa drgań mechanicznych odkuwki nożyczek małych - Zakłady Wyrobów Nożowniczych "GERLACH"

- 1 - szlifowanie zamka wewnątrz
- 2 - szlifowanie powierzchni pod znak firmy
- 3 - szlifowanie grzbietu nożyczek

Szlifierka dwutarczowa: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez odkuwkę nożyczek małych, podczas szlifowania grzbietu nożyczek, zamka wewnątrz i powierzchni pod znak firmy.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) około 5 godzin dziennie. Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 3 - 19 dB (o 0,5 - 6,6 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 31,5 - 2000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.



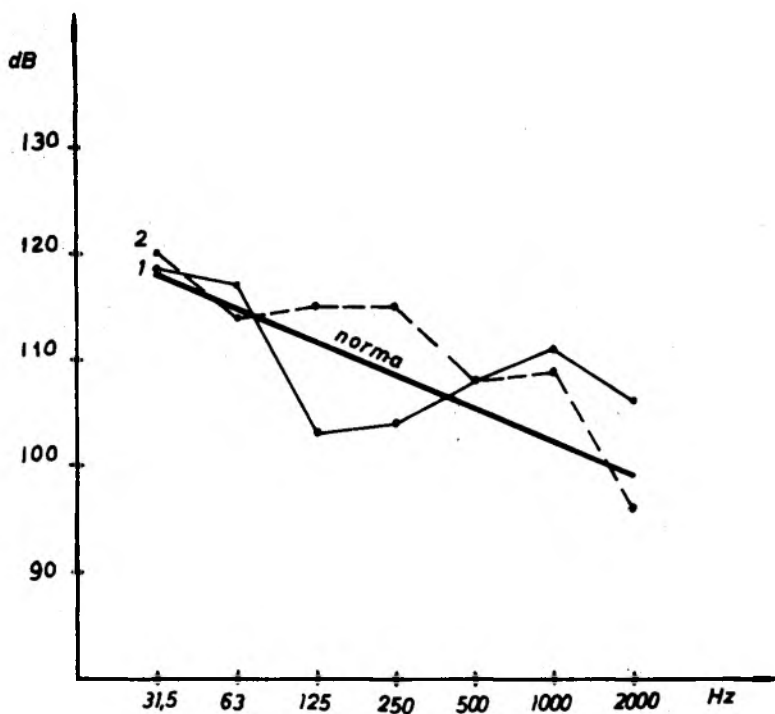
Ryc. 6 Analiza widmowa drgań mechanicznych na uchwycie wałka giętego biału
Piastowskie Zakłady Przemysłu Gumowego "STOMIL"

- 1 - kamień szlifierski $\varnothing$ 5 mm
- 2 - kamień szlifierski $\varnothing$ 15 mm
- 3 - kamień szlifierski $\varnothing$ 20 mm
- 4 - kamień szlifierski $\varnothing$ 35 mm
- 5 - tarcza szlifierska $\varnothing$ 90 mm

Biał typ-3 o napędzie elektrycznym: drgania przekazywane są na przemian na prawą i lewą rękę poprzez uchwyt wałka giętego podczas szlifowania detali żeliwnych z zastosowaniem kamieni żeliwnych o średnicach $\varnothing$ 5, 15, 20, 35 mm i tarczy szlifierskiej o $\varnothing$ 90 mm.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) 3 - 4 godzin dziennie, przy czym szlifowanie za pomocą tarczy szlifierskiej nie przekraczało 1 godziny dziennie.

Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przy szlifowaniu kamieniami o $\varnothing$ 5, 15, 20 i 35 mm przekraczają o 1 - 3 dB (o 0,04 - 0,24 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 500 - 2000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych. Natomiast występujące prędkości drgań przy szlifowaniu tarczami o $\varnothing$ 90 mm przekraczają o 2-6 dB (o 0,23-1,7 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych dopuszczalne wartości norm higienicznych.



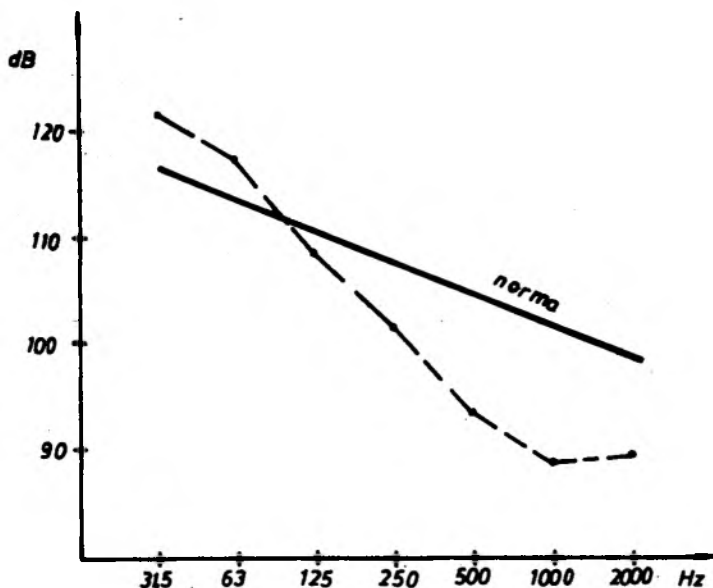
Ryc. 7 Analiza widmowa drgań mechanicznych oczyszczanych detali - Włdzewska Fabryka Maszyn Włókienniczych "WI-FA-MA"

- 1 - oczyszczanie detali małych
- 2 - oczyszczanie detali dużych

Szlifierka dwutarczowa: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez oczyszczany detal.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) około 6 godzin dziennie. Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 1 - 9 dB (o 0,3 - 1,17 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 31,5 - 2000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.



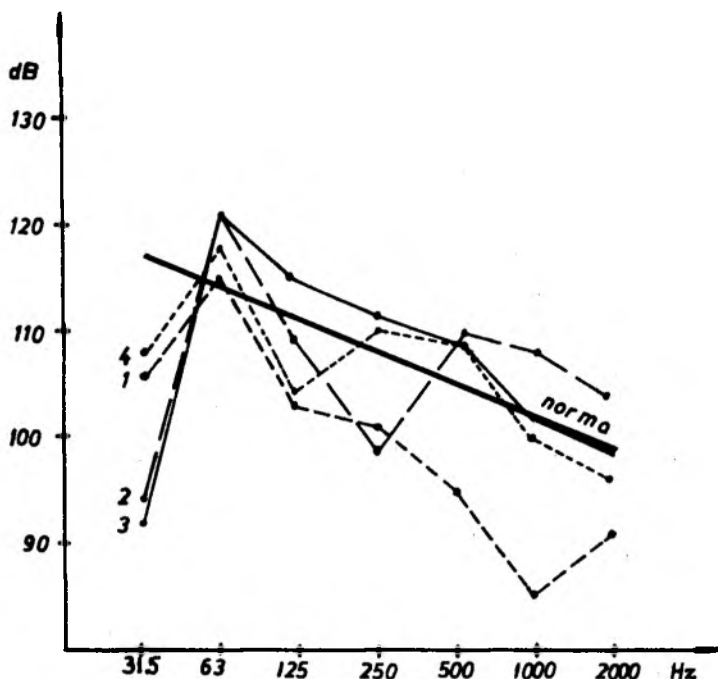


Ryc. 8 Analiza widmowa drgań mechanicznych ubijaka pneumatycznego - Włocławskie Fabryka Maszyn Włókienniczych "WI-FA-MA"

Ubijak pneumatyczny: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez korpus ubijaka.

Czas narażenia na tym stanowisku (łącznie) wynosił około 3 - 4 godzin dziennie.

Według analizy widmowej występujące prędkości drgań przekraczają o 4 dB (o 1,6 - 2,1 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 31,5 - 63 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.



Ryc. 9 Analiza widmowa drgań mechanicznych piły motorowej typ BK₃

- 1 - rękojeść lewa, płaszczyzna drgań pionowa
- 2 - rękojeść lewa, płaszczyzna drgań pozioma
- 3 - rękojeść prawa, płaszczyzna drgań pionowa
- 4 - rękojeść prawa, płaszczyzna drgań pozioma

Piła motorowa BK₃: drgania przekazywane są na obie ręce pracownika poprzez uchwyty piły.

Czas narażenia na tym stanowisku wynosił (łącznie) około 3-4 godzin dziennie. Według analizy widmowej występujące na rękojeści lewej w płaszczyźnie poziomej prędkości drgań przekraczają o 5-7 dB (o 0,34 - 3,4 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych 63, 250, 500 i 1000 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.

Według analizy widmowej występujące na rękojeści prawej w płaszczyźnie pionowej prędkości drgań przekraczają o 2-7 dB (o 0,4 - 3,1 cm/s) w zakresie częstotliwości oktaowych od 63 do 500 Hz dopuszczalne wartości norm higienicznych.

Wyniki badania podmiotowego - występowanie charakterystycznych objawów zespołu wibracyjnego w poszczególnych grupach zawodowych(%)

Rodzaj zatrudnienia	Liczba badanych (ogółem)	Napadowe blednięcie palców rąk	Parestezje	Drętwienie kończyn	Bóle rąk	Wrażliwość rąk na ochłodzenie
Szlifierz wyrobów nożowniczych	41	17,1	12,2	19,5	14,6	9,5
Szlifierz kluczy samochodowych	24	100,0	91,7	62,5	75,0	91,7
Szlifierz różnych detali	24	45,8	41,7	29,2	37,5	58,3
Obeżuga białów	11	18,2	27,3	36,4	9,1	27,3
Polerownik	46	-	6,5	2,2	-	6,5
Oczyszczacz	24	25,0	16,7	33,3	12,5	20,8
Formierz	51	9,8	7,8	21,6	11,8	3,9
Kowal resortowy	16	100,0	43,8	81,3	81,3	93,8
Pilarz	161	24,8	46,6	49,7	32,9	28,6
Razem	398	27,9	33,4	36,9	27,4	28,6
Grupa kontrolna	130	-	7,6	6,9	10,0	5,3

Najbardziej wieloraką symptomatologię zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym, obserwowano w grupie szlifierzy z Zakładów Metalowych w Radomiu oraz u kowali resortowych.

Najczęściej zgłaszane przez nich dolegliwości to drętwienia (36,9%) oraz parestezje (33,4%) w obrębie kończyn górnych. Dolegliwości w postaci napadowego blednięcia lub sinienia palców rąk występowały we wszystkich grupach zawodowych, z wyjątkiem polerowników.

Ogółem objaw ten zgłaszało 27,9% narażonych, w tym wszyscy szlifierze kluczy samochodowych i kowale resortowi. Wrażliwość rąk na ochłodzenie była najczęstsza u pracowników, u których stwierdzono najwyższy odsetek objawów naczyniowych. Bóle kończyn górnych zgłaszało 27,4% badanych. Objaw ten szczególnie często występował w grupie kowali resortowych (81,3%) i szlifierzy kluczy samochodowych (75%). Jedynie polerownicy nie podawali dolegliwości bólowych w kończynach górnych, z objawów podmiotowych występujących u badanych, a nie uwzględnionych w tabeli, wymienić należy zmniejszoną sprawność kończyn górnych (14%), osłabienie siły mięśniowej rąk (13%), mimowolne wypadanie przedmiotów z rąk (6%). Dolegliwości te zgłaszali zwłaszcza kowale resortowi, pilarze i formierze.

Zestawienie występowania objawów przedmiotowych zespołu wibracyjnego w poszczególnych grupach zawodowych(%)

Rodzaj zatrudnienia	Liczba badanych ogółem	Dodatni wynik próby oziębiania	Dodatni wynik próby uciśkowej	Zasinienie skóry rąk	Zaburzenia czucia wibracji	Zaburzenia czucia powierzchniowego	Obniżona ciepłota skóry rąk	Wydłużony okres odnowy ciepłoty skóry rąk
Pilarz	161	8,9	-	7,5	72,0	12,9	19,3	25,5
Szlifierz wyrobów nożowniczych	41	-	4,9	-	80,5	4,9	48,8	14,6
Szlifierz kluczy samochodowych	24	95,8	58,3	16,7	100,0	50,0	70,8	45,8
Szlifierz różnych detali	24	19,2	-	8,3	100,0	29,2	50,0	8,3
Obsługa białów	11	-	-	-	72,7	27,3	18,2	-
Polerownik	46	-	-	-	65,2	-	17,4	-
Oczyszczacz	24	8,3	4,2	4,2	87,5	8,3	41,7	12,5
Formierz	51	5,9	2,0	16,8	72,5	5,9	27,5	13,7
Kowal resorowy	16	93,6	75,0	25,0	100,0	75,0	62,5	43,8
Razem	398	16,6	7,5	7,3	77,9	15,3	31,2	19,3
Grupa kontrolna	130	-	-	2,3	19,1	5,3	7,6	3,1

Do najczęściej występujących objawów przedmiotowych zaliczyć należy obniżenie czucia wibracji (77,9%). Objaw ten występował u wszystkich szlifierzy Zakładów Metalowych w Radomiu, szlifierzy Pomorskiej Odlewni i Emalii w Grudziądzu oraz u kowali resorowych; w pozostałych grupach zawodowych częstość występowania tego objawu kształtowała się od 65,2% do 80,5%.

Obniżenie ciepłoty skóry rąk stwierdzano znacznie rzadziej (31,2%). Wydłużony okres ciepłoty skóry, po próbie oziębiania, wykryto u 19,3% ogółu badanych oraz blisko u 50% szlifierzy kluczy samochodowych i u kowali resorowych, a ponadto u 25% pilarzy. Obiektywnie napadowy skurcz naczyń w obrębie palców rąk stwierdzono u 16,6% badanych. Częstość występowania tego objawu określono na 6% u formierzy, do ponad 90% u szlifierzy kluczy samochodowych i kowali resorowych. Do najrzadziej występujących zmian przedmiotowych zaliczyć należy zasinienie skóry rąk (7,3%), dodatni wynik próby uciśkowej (7,5%) oraz zaburzenia czucia powierzchniowego (15,3%). W pojedynczych przypadkach obserwowano zaniki mięśni międzykostnych lub innych grup mięśniowych. Wszystkie objawy podmiotowe i przedmiotowe, obserwowane u narażonych na wibrację, były istotnie statystycznie częstsze niż w grupie kontrolnej.



T a b e l a VI

Zestawienie występowania zmian kostnych w poszczególnych grupach zawodowych (%)

Rodzaj zatrudnienia	Liczba badanych ogółem	Zmiany kostne ogółem	Osteoporoza	Torbielki	Zmiany zwyrodnieniowe				Wolne ciała śródstawowe	Zespół wibracyjny pod postacią zmian kostnych
					kości ręk	stawy łokciowe	stawy barłowe	kręgosłup		
Pilarz	161	51,6	18,0	25,7	-	8,1	6,2	18,6	5,0	6,8
Szlifierz wyrobów nożowniczych	41	41,5	4,8	17,3	9,8	17,1	4,9	-	-	-
Szlifierz kluczy samochodowych	24	29,2	4,2	20,8	-	8,3	-	-	-	-
Szlifierz różnych detali	24	50,8	37,5	37,6	25,0	33,3	16,7	8,3	20,8	4,2
Obsługa białych	11	27,3	-	8,2	18,2	9,1	-	-	-	-
Polerownik	46	28,3	-	6,5	2,2	-	-	-	-	-
Oczyszczacz	24	54,2	4,2	37,5	8,3	8,3	8,4	-	-	-
Formierz	51	58,8	9,8	41,2	25,5	5,9	5,9	5,9	11,8	3,9
Kowal resorowy	16	100,0	56,3	45,6	-	33,8	25,0	81,3	18,8	-
Razem	398	50,0	18,6	35,7	4,8	13,3	15,3	12,1	5,5	4,0
Grupa kontrolna	130	30,7	6,9	30,0	0,7	5,3	1,5	15,3	2,3	-

Zmiany kostne wykryto radiologicznie u 50% pracowników narażonych na działanie wibracji. W grupach zawodowych częstość występowania zmian kostnych kształtowała się od 27,3% u pracowników obsługujących białe, do 100% w grupie kowali resorowych. Stwierdzone jakościowe i ilościowe odchylenia w układzie kostno-stawowym nie wykazywały cech określonej prawidłowości, nawet u osób wykonujących prace o podobnym charakterze (szlifierze).

Wśród radiologicznie ujawnionych uszkodzeń tkanki kostnej najczęstsze były zmiany zniekształcająco-zwyrodnieniowe (46,5%), różnie umiejscowione. Zdecydowanie przeważały one w grupach kowali resorowych, szlifierzy różnych detali i pilarzy. Torbielki kostne wykryto u 35,7% badanych; przeważnie umiejscowione w kościach nadgarstka, znacznie rzadziej występowały w kościach śródreżca, paliczek i innych odcinkach kończyn górnych. Najliczniej reprezentowane były torbielki o średnicy od 0,5 do 1 mm. Najwięcej zmian torbielkowatych ujawniono u kowali resorowych (45,6%), formierzy (41,2%), szlifie-

rzy różnych detali (37,6%) i oczyszczaczy (37,5%). Na uwagę zasługuje wysoki odsetek zmian torbielkowatych w grupie kontrolnej (30,0%). Rozrzedzenia struktury kostnej przede wszystkim w obrębie kości rąk i stawów łokciowych, o różnym nasileniu dotyczyły 18,6% badanych. Najwięcej zmian tego typu stwierdzono u kowali resorowych (56,3%) i szlifierzy różnych detali (37,5%). Cech osteoporozy nie wykryto jedynie u pracowników obsługujących białe i polerowników. Inne odchylenia w układzie kostno-stawowym o charakterze wolnych ciał śródstawowych, wysepek kostnych, osteochondrozy, odłamów fragmentów kostnych i innych, należały do rzadszych i dotyczyły 5,5% ogółu pracowników narażonych na drgania mechaniczne. Zmiany radiologiczne, upoważniające do rozpoznania choroby zawodowej stwierdzono u 4% badanych. Obserwowano je u pilarzy (6,8%), szlifierzy różnych detali (4,2%) i formierzy (3,9%).

T a b e l a VII

Występowanie postaci naczyniowo-nerwowej zespołu wibracyjnego w poszczególnych grupach zawodowych wg stopnia zaawansowania (%)

Rodzaj zatrudnienia	Liczba badanych (ogółem)	Okres zwiastunów	Początkowy okres zespołu wibracyjnego	Zaawansowany zespół wibracyjny
Pilarz	161	16,1	21,0	8,6
Szlifierz wyrobów nożowniczych	41	22,0	17,1	-
Szlifierz kluczy samochodowych	24	4,2	4,2	91,6
Szlifierz różnych detali	24	8,3	33,3	29,2
Obsługa białych	11	9,1	18,2	-
Polerownik	46	4,3	-	-
Oczyszczacz	24	20,8	25,0	-
Formierz	51	11,8	3,9	5,8
Kowal resorowy	16	-	6,2	93,8
Razem	398	13,1	14,6	15,3

Dane zawarte w tabeli przedstawiają częstotliwość występowania różnych stadiów naczyniowo-nerwowej postaci zespołu wibracyjnego. Ogółem: początkowy okres choroby rozpoznano u 14,6% badanych, zaawansowany zespół wibracyjny u 15,3% pracowników. W niektórych grupach (szlifierze kluczy samochodowych, kowale resorowi) najbardziej zaawansowane zmiany naczyniowo-nerwowe stwierdzono u ponad 90% pracowników. Występowały one ponadto u 29,2% szlifierzy różnych detali, 8,6% pilarzy i 5,8% formierzy. Początkowy okres zespołu wibracyjnego najczęściej obserwowano w grupie szlifierzy różnych

detali (33,3%) i oczyszczaczy (25%). Objawy zaliczane do okresu zwłastunów zgłaszało 13,1% osób. Jediną grupą zawodową, w której nie stwierdzono ani jednego przypadku upoważniającego do rozpoznania choroby zawodowej byli polerownicy. U 2 spośród nich występowały jedynie objawy zwłastunowe.

3.3. Wyniki badania czucia wibracji

Najwyższe wartości progu czucia wibracji, przekraczające 100 dB, stwierdzono u szlifierzy kluczy samochodowych i kowali resorowych, najniższe (mieszczące się w kategorii zaburzeń miernego stopnia) u pilarzy. Stopień zróżnicowania pozostałych grup pracowników według średnich wartości progu czucia wibracji, nie był aż tak znaczny. Stwierdzone odchylenia mieściły się zgodnie z przyjętą klasyfikacją w grupie zaburzeń czucia wibracji średniego stopnia. Porównanie wyników badań między ręką prawą i lewą nie wykazało istotnych różnic. Zwraca uwagę fakt (tab. VIII), że jedynie w grupie kontrolnej oraz wśród pracowników obsługujących biały i polerowników, notowano percepcję pełnego zakresu drgań. W innych grupach zawodowych część badanych nie odczuwała drgań końcówki wibratora w wyższych częstotliwościach. Drgania o częstotliwości 63 Hz i 125 Hz były odczuwane przez wszystkich badanych. Począwszy jednak od częstotliwości 250 Hz notowane były przypadki zniesienia czucia w tym zakresie (8,3% szlifierzy kluczy samochodowych). Jediną grupą zawodową, w której żaden z pracowników nie odczuwał drgań o częstotliwości 800 Hz byli szlifierze kluczy samochodowych.

Analiza statystyczna wykazała, że średnie wartości poziomu czucia wibracji odnoszące się do pracowników wymienionych grup zawodowych były istotnie wyższe w porównaniu z wartościami uzyskanymi w grupie kontrolnej ($p < 0,001$).

Zaburzenia czucia wibracji stwierdzone u 77,9% narażonych wykazywały różny stopień zaawansowania. Najwięcej przypadków z poziomem progu czucia wibracji, rzędu 100 dB i więcej, obserwowano u szlifierzy kluczy samochodowych (100%), kowali resorowych (100%), szlifierzy różnych detali (58,4%), oczyszczaczy (45,9%), najmniej przypadków w grupie polerowników (4,3%), pracowników obsługujących białą (9,1%), pilarzy (9,3%), formierzy (9,8%).

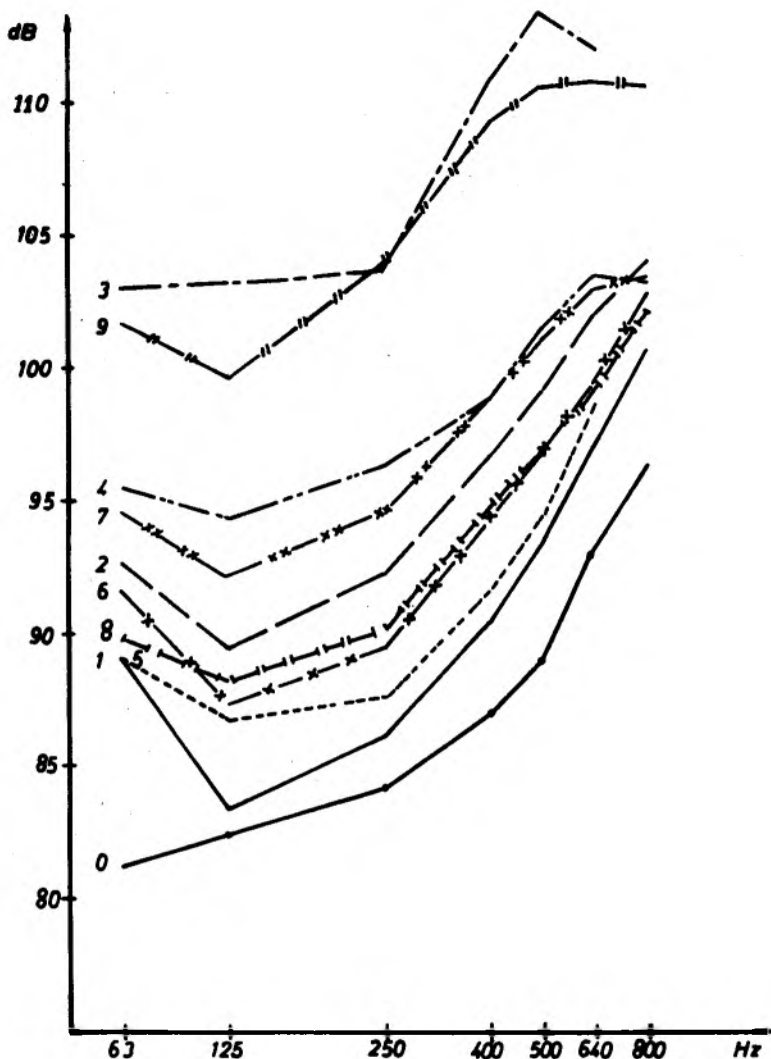
Ogółem zaburzenia czucia znacznego stopnia stwierdzono u 23,4% badanych. Uwzględniając rodzaj zatrudnienia najmniej stopień zróżnicowania poziomu progu czucia wibracji dotyczył zaburzeń średniego stopnia.

W grupie kontrolnej mierne zaburzenia czucia wibracji odnotowano u 11,5% osób. U pracowników narażonych na drgania mechaniczne ten rodzaj odchylenia był dwukrotnie częstszy.

Jeszcze większą różnicę obserwowano porównując w analogicznych grupach częstość występowania następnego stopnia zaburzeń czucia wibracji (w przedziale od 91 do 100 dB). Natomiast wartości powyżej 100 dB w grupie kontrolnej w ogóle nie były postrzegane.

Z danych przedstawionych w tab. X oraz na ryc. 11 wynika, że próg czucia wibracji podwyższa się w miarę wydłużającego się stażu pracy. Na tego rodzaju zależność zwracają uwagę również inni autorzy (2, 11). Wzrost progu czucia wibracji był najbardziej dynamiczny u osób o stażu pracy od 2 do

Nazwa zakładu pracy	Rodzaj pracy	Liczba badanych	Częstotliwość w Hz								Średnia (częst. 250, 400, 500 Hz)
			63	125	250	400	500	640	800		
Grupa kontrolna	pracownik fizyczny	130	130 81,3 [±] 5,1	130 82,4 [±] 5,2	130 84,3 [±] 5,3	130 87,0 [±] 7,2	130 89,0 [±] 4,5	130 93,3 [±] 5,3	130 96,2 [±] 3,4	910 87,5 [±] 8,4	390 86,1 [±] 6,1
Zarząd Lasów Państwowych	piłarz	161	161 89,2 [±] 5,5	161 83,4 [±] 6,8	161 86,1 [±] 5,9	156 90,4 [±] 7,3	148 93,4 [±] 7,1	135 97,1 [±] 6,8	114 100,7 [±] 6,6	1036 90,3 [±] 6,9	469 90,1 [±] 7,1
Fabryka Wyrobów Nożowniczych "Gerlach"	szlifierz wyrobów nożowniczych	41	41 92,7 [±] 5,4	41 89,4 [±] 7,2	41 92,3 [±] 5,9	37 95,7 [±] 7,0	37 99,1 [±] 7,9	35 102,1 [±] 7,5	23 104,0 [±] 7,1	260 96,1 [±] 7,0	119 96,7 [±] 7,2
Zakłady Metalowe w Radomiu	szlifierz kluczy samochodowych	24	24 103,0 [±] 9,2	24 103,2 [±] 11,5	22 103,7 [±] 9,8	20 110,8 [±] 6,7	14 113,7 [±] 8,1	8 112,1 [±] 9,4	-	112 106,5 [±] 10,0	56 106,7 [±] 8,9
Ponorska Odewnia i Emaliarnia	szlifierz różnych detali	24	24 95,5 [±] 7,3	24 94,4 [±] 6,6	24 96,3 [±] 9,6	23 98,6 [±] 9,3	22 101,5 [±] 9,6	17 103,5 [±] 9,8	13 103,3 [±] 7,3	147 97,6 [±] 8,5	69 100,2 [±] 9,4
Zakłady Przenysłu Gumowego w Piastowie	obaługa białow	11	11 89,1 [±] 5,1	11 86,7 [±] 4,8	11 87,6 [±] 3,6	11 91,6 [±] 3,8	11 94,4 [±] 3,9	11 98,6 [±] 4,9	11 101,8 [±] 4,5	77 92,6 [±] 8,7	33 91,1 [±] 3,6
Łódzkie Zakłady Metalowe	polerownik	46	46 91,6 [±] 5,5	46 87,3 [±] 5,6	46 89,4 [±] 5,9	46 94,2 [±] 6,9	46 96,9 [±] 6,9	46 99,5 [±] 6,7	46 102,6 [±] 6,1	322 94,4 [±] 8,0	138 93,9 [±] 6,9
Wi - Fa - Ma w Łodzi	oczyszczacz	24	24 94,6 [±] 7,2	24 92,1 [±] 7,5	24 94,6 [±] 7,5	22 98,8 [±] 7,4	22 101,1 [±] 8,2	17 103,0 [±] 6,4	13 103,3 [±] 5,5	146 97,6 [±] 7,1	68 96,6 [±] 7,6
Wi - Fa - Ma w Łodzi	formierz	51	51 89,9 [±] 6,4	51 88,2 [±] 7,2	51 90,1 [±] 7,1	51 94,6 [±] 7,4	51 96,8 [±] 8,1	48 99,1 [±] 7,1	42 102,1 [±] 6,6	345 93,7 [±] 7,1	193 93,9 [±] 7,5
Fabryka Wyrobów z Proszków Spiekanych z Łomiankach	kowal rezerowy	16	16 101,7 [±] 4,8	16 99,7 [±] 5,9	16 104,0 [±] 5,5	15 109,2 [±] 6,7	15 110,6 [±] 7,1	10 110,9 [±] 4,7	4 110,7 [±] 5,1	91 105,8 [±] 5,7	45 107,8 [±] 6,3



Ryc. 10. Prógu czucia wibracji w grupach zawodowych o różnym narażeniu na wibrację (ręka prawa)

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| 0 - grupa kontrolna | 6 - polerownik |
| 1 - pialarz | 7 - oczyszczacz |
| 2 - szlifierz wyrobów nożowniczych | 8 - formierz |
| 3 - szlifierz kluczy samochodowych | 9 - kowal resorowy |
| 4 - szlifierz różnych detali | |
| 5 - obsługa białków | |

Zaburzenia czucia wibracji wg stopnia ich nasilenia (%)

Rodzaj zatrudnienia	Liczba badanych	Zaburzenia niewielkiego stopnia 86 - 90 dB	Zaburzenia średniego stopnia 91 - 100 dB	Zaburzenia znacznego stopnia powyżej 100 dB
Pilarz	161	31,1	31,7	9,3
Szlifierz wyrobów nożowniczych	41	12,2	56,1	12,2
Szlifierz kluczy samochodowych	24	-	-	100,0
Szlifierz różnych detali	24	8,3	33,3	58,4
Obsługa białów	11	18,2	45,4	9,1
Polerownik	46	37,0	23,9	4,3
Oczyszczacz	24	8,3	33,3	45,9
Formierz	51	21,6	43,1	9,8
Kowal resorowy	16	-	-	100,0
Razem	398	22,3	32,2	23,4
Grupa kontrolna	130	11,5	7,6	-

10 lat. W badanym materiale przyrost ten wynosił około 6 dB i był istotny statystycznie w porównaniu z grupą kontrolną. W miarę jak wzrastał staż pracy jeszcze bardziej podwyższał się próg czucia wibracji, ale dynamika tego wzrostu, nie była już tak znaczna. W grupie pracowników o stażu pracy powyżej 15 lat średnia wartość progu czucia wibracji była tylko o 10 dB wyższa od średniej wartości grupy kontrolnej. Prawdopodobnie jest to wynikiem zjawiska adaptacji. U osób o stażu pracy do jednego roku poziom czucia wibracji w palcach obu rąk był wyższy niż u pracowników grupy kontrolnej, ale różnica istotna statystycznie dotyczyła tylko ręki lewej ($p < 0,05$). Wartości progu czucia wibracji pozostałych grup, uszeregowanych wg długości stażu pracy, były istotnie statystycznie wyższe w zakresie obu rąk, w porównaniu z wartościami uzyskanymi w grupie kontrolnej ($p < 0,001$).

Nie stwierdzono natomiast różnic statystycznie znamiennych pomiędzy średnimi wartościami progu czucia wibracji, kolejnych grup o stażu pracy dłuższym od 5 lat.

Według danych zawartych w tab. XI i ryc. 12 zaburzenia czucia wibracji wykazują wyraźną progresję w zależności od stopnia zaawansowania naczyniowo-nerwowej postaci zespołu wibracyjnego. Średnie wartości poziomu progu czucia wibracji u badanych ze stwierdzonymi różnymi stadiami choroby wibracyjnej, porównane z wartościami grupy kontrolnej, były istotnie statystycznie wyższe

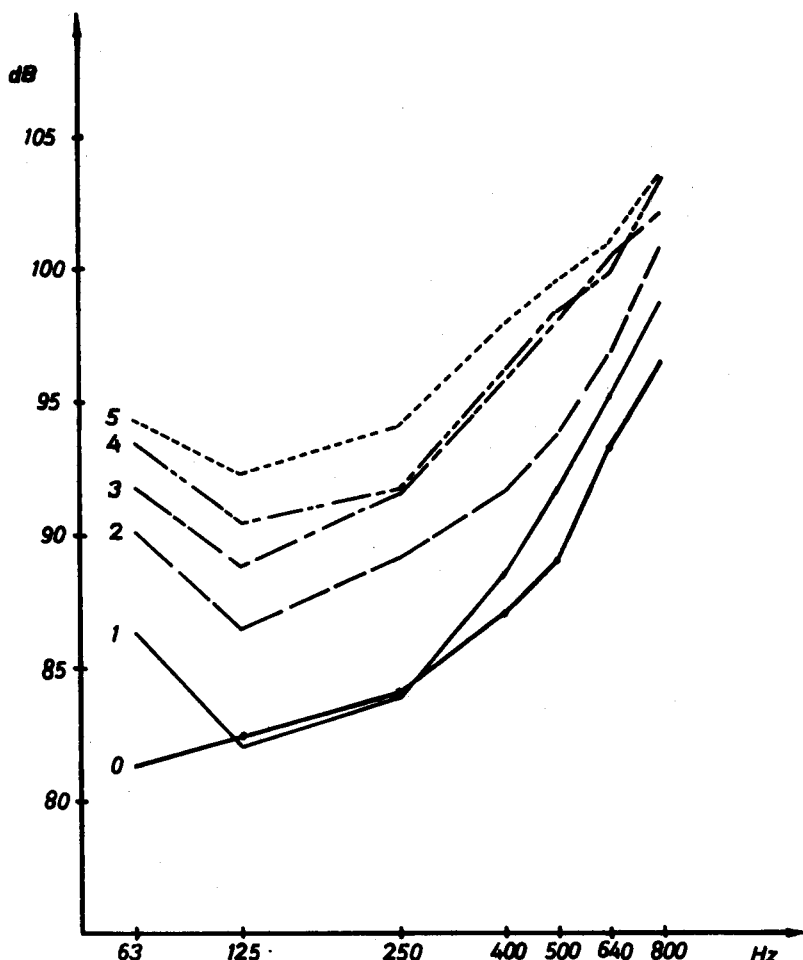


Staż pracy	Liczba badanych	Lokalizacja	Częstotliwość w Hz						Średnia (250, 400, 500 Hz)
			63	125	250	400	500	640	
Grupa kontrolna	130	ręka prawa	81,3 ^{±5,1}	82,4 ^{±5,2}	84,1 ^{±6,3}	87,0 ^{±7,2}	89,0 ^{±4,5}	93,3 ^{±5,3}	87,6 ^{±5,4}
		ręka lewa	81,3 ^{±5,1}	82,4 ^{±5,2}	84,1 ^{±6,3}	87,0 ^{±7,2}	89,0 ^{±4,5}	93,3 ^{±5,3}	87,6 ^{±5,4}
		ręka prawa	86,3 ^{±3,9}	82,0 ^{±3,6}	83,9 ^{±4,0}	88,5 ^{±5,9}	91,7 ^{±7,1}	95,2 ^{±7,1}	89,1 ^{±7,8}
		ręka lewa	86,2 ^{±4,3}	83,1 ^{±4,8}	83,6 ^{±5,7}	88,9 ^{±5,4}	90,5 ^{±5,6}	94,5 ^{±7,0}	89,7 ^{±4,9}
2 - 5	96	ręka prawa	90,2 ^{±6,5}	86,5 ^{±7,2}	89,1 ^{±6,9}	91,6 ^{±8,6}	93,7 ^{±7,9}	96,7 ^{±7,8}	91,8 ^{±8,4}
		ręka lewa	90,1 ^{±6,2}	86,5 ^{±7,9}	87,0 ^{±6,4}	92,0 ^{±8,2}	93,3 ^{±7,2}	97,0 ^{±6,8}	92,1 ^{±8,5}
6 - 10	135	ręka prawa	91,9 ^{±7,2}	88,9 ^{±9,8}	91,7 ^{±9,5}	95,8 ^{±9,1}	97,9 ^{±9,9}	100,4 ^{±8,4}	94,9 ^{±9,9}
		ręka lewa	91,6 ^{±6,1}	88,6 ^{±7,5}	91,4 ^{±6,7}	95,6 ^{±8,2}	97,6 ^{±7,5}	100,0 ^{±7,8}	94,6 ^{±8,7}
11 - 15	90	ręka prawa	93,5 ^{±6,4}	90,5 ^{±7,6}	91,6 ^{±6,2}	96,1 ^{±7,9}	98,3 ^{±7,6}	99,9 ^{±7,0}	95,6 ^{±8,4}
		ręka lewa	92,2 ^{±5,2}	89,7 ^{±6,6}	92,4 ^{±7,8}	96,4 ^{±7,6}	99,1 ^{±7,6}	101,7 ^{±6,2}	98,0 ^{±9,3}
16 <	57	ręka prawa	94,4 ^{±8,3}	92,4 ^{±9,6}	94,1 ^{±9,2}	97,9 ^{±9,0}	99,5 ^{±8,5}	100,9 ^{±7,7}	97,1 ^{±9,1}
		ręka lewa	95,6 ^{±8,3}	89,5 ^{±7,1}	93,5 ^{±8,0}	97,9 ^{±8,0}	93,9 ^{±8,5}	100,7 ^{±6,8}	96,8 ^{±8,1}

T a b e l a X I

Średnie wartości poziomu pręgu czucia wibracji w dB w zależności od klasyfikacji zespołu wibracyjnego

Rozpoznanie	Liczba badanych	Lokalizacja	Częstotliwość w Hz						Średnia (250, 400, 500 Hz)
			63	125	250	400	500	640	
Grupa kontrolna	130	ręka prawa	81,3 ^{±5,1}	82,4 ^{±5,2}	84,1 ^{±6,3}	87,0 ^{±7,2}	89,0 ^{±4,5}	93,3 ^{±5,3}	87,6 ^{±5,4}
		ręka lewa	81,3 ^{±5,1}	82,4 ^{±5,2}	84,1 ^{±6,3}	87,0 ^{±7,2}	89,0 ^{±4,5}	93,3 ^{±5,3}	87,6 ^{±5,4}
Brak objawów zespołu wibracyjnego	211 (53,0)	ręka prawa	88,9 ^{±4,6}	85,1 ^{±4,5}	86,7 ^{±5,4}	91,0 ^{±6,6}	93,7 ^{±7,1}	97,1 ^{±7,2}	91,8 ^{±7,9}
		ręka lewa	89,0 ^{±5,0}	85,3 ^{±5,3}	86,8 ^{±5,4}	91,6 ^{±6,6}	94,1 ^{±7,0}	97,3 ^{±6,5}	91,9 ^{±7,9}
Okres zwiastunów	52 (13,1)	ręka prawa	93,6 ^{±6,7}	90,0 ^{±7,5}	92,4 ^{±7,9}	96,5 ^{±7,8}	98,2 ^{±7,4}	99,8 ^{±7,2}	95,0 ^{±8,3}
		ręka lewa	93,3 ^{±5,6}	89,0 ^{±6,5}	92,2 ^{±7,5}	96,7 ^{±7,7}	98,9 ^{±6,4}	101,3 ^{±6,6}	96,0 ^{±8,2}
Początkowy okres zespołu wibracyjnego	58 (14,6)	ręka prawa	94,4 ^{±6,0}	90,2 ^{±7,1}	93,5 ^{±7,5}	98,1 ^{±7,6}	100,6 ^{±6,8}	104,0 ^{±6,7}	97,0 ^{±8,4}
		ręka lewa	94,3 ^{±5,3}	92,3 ^{±6,9}	93,5 ^{±6,3}	96,9 ^{±5,9}	97,7 ^{±6,1}	102,9 ^{±5,6}	96,8 ^{±7,7}
Zaawansowany zespół wibracyjny	61 (15,3)	ręka prawa	99,1 ^{±8,6}	97,6 ^{±10,9}	101,4 ^{±10,2}	104,6 ^{±9,1}	106,4 ^{±8,1}	106,3 ^{±4,1}	103,8 ^{±9,2}
		ręka lewa	97,9 ^{±7,5}	95,5 ^{±8,4}	99,8 ^{±9,9}	104,6 ^{±8,8}	106,9 ^{±6,0}	107,1 ^{±6,8}	101,2 ^{±6,6}
Zaawansowana zmiana kostna	16 (4,0)	ręka prawa	86,8 ^{±4,3}	82,6 ^{±3,7}	84,2 ^{±5,3}	87,0 ^{±4,0}	91,2 ^{±5,7}	96,3 ^{±10,4}	89,9 ^{±8,1}
		ręka lewa	88,5 ^{±5,9}	85,8 ^{±7,7}	86,4 ^{±7,6}	90,1 ^{±9,0}	90,1 ^{±6,4}	95,6 ^{±7,0}	91,2 ^{±8,5}

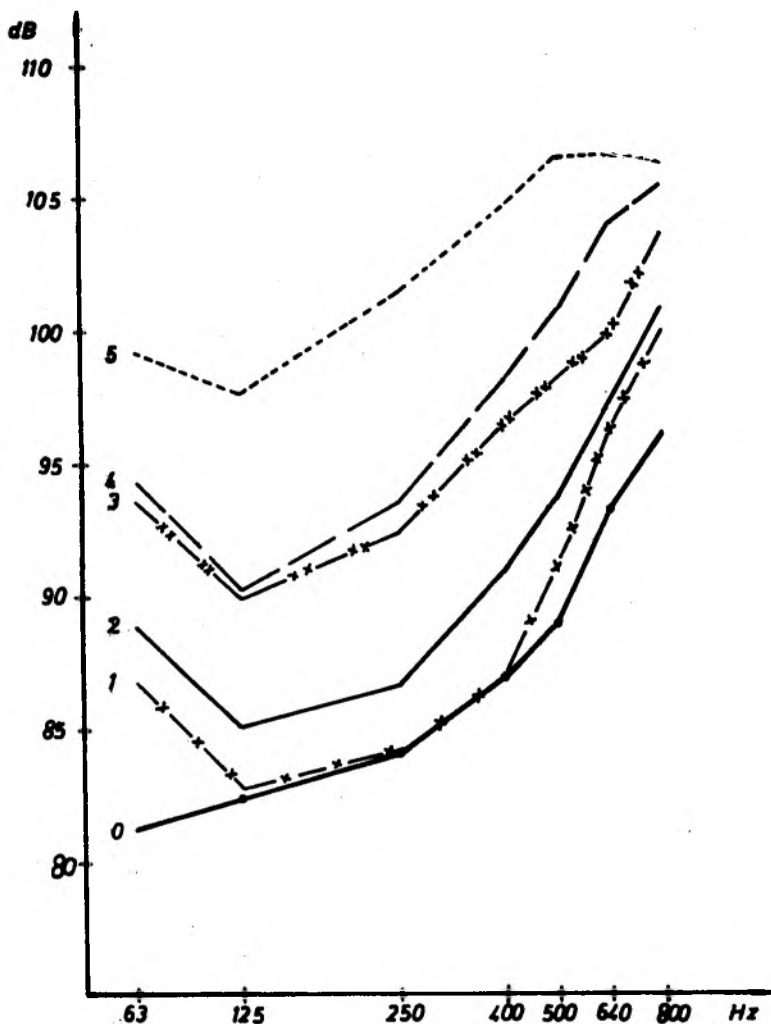


Ryc. 11 Próg czucia wibracji w zależności od długości stażu pracy w narażeniu na działanie wibracji (ręka prawa)

- 0 - grupa kontrolna
- 1 - staż pracy do 1 roku
- 2 - " " 2 - 5 lat
- 3 - " " 6 - 10 "
- 4 - " " 11 - 15 "
- 5 - " " 16 lat i więcej

($p < 0,001$) zarówno w zakresie ręki prawej, jak i lewej. U badanych z zaawansowanymi zmianami kostnymi zaburzenia czucia były większe, niż w grupie kontrolnej; ale w zakresie ręki prawej różnica nie była istotna statystycznie ($p > 0,05$). Podkreślić należy fakt, że u pracowników ekspozowanych na działanie drgań mechanicznych, u których nie występowały objawy zespołu wibracyjnego próg czucia wibracji był również podwyższony w porównaniu z poziomem czucia wibracji uzyskanym u badanych grupy kontrolnej ($p < 0,001$). Średnie wartości progu czucia wibracji u osób z zaawansowanymi zmianami kost-





Ryc. 12 Prógu czucia wibracji w zależności od stopnia zaawansowania zespołu wibracyjnego (ręka prawa)

- 0 grupa kontrolna
- 1 zaawansowane zmiany kostne
- 2 narażeni bez objawów zespołu wibracyjnego
- 3 okres zwiastunów
- 4 początkowy okres zespołu wibracyjnego
- 5 zaawansowany zespół wibracyjny

nymi i u osób nie zgłaszających objawów zespołu wibracyjnego były istotnie statystycznie niższe w porównaniu z wartościami notowanymi w poszczególnych stadiach naczyniowo-nerowej postaci zespołu wibracyjnego. Prógu czucia wibracji u osób z rozpoznanym zaawansowanym zespołem wibracyjnym, w porównaniu z zaburzeniami czucia występującymi w okresie zwiastunów i w początkowym okresie choroby, był wyraźnie podwyższony ($p < 0,01$). Analiza statystyczna nie wykazała natomiast istotnych różnic między średnimi wartościami progu czucia wibracji w okresie zwiastunów i w początkowym okresie zespołu wibracyjnego.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

4.1. Omówienie wyników pomiarów parametrów wibracji i oceny narażenia badanych grup zawodowych

Ocena wielkości narażenia na drgania mechaniczne ma istotne znaczenie w diagnostyce zespołu wibracyjnego. Malinskaja i Razumov (34) cechy kliniczne oraz dynamikę patologii wibracyjnej uzależniają od składu widmowego wibracji. Zdaniem tych autorów częstotliwość drgań wpływa na charakter zaburzeń, natomiast intensywność wibracji decyduje o stopniu zaawansowania zmian chorobowych.

Przy ustalaniu związku przyczynowego symptomów choroby z warunkami pracy należy pamiętać, że objawy kliniczne, występujące w przebiegu zespołu wibracyjnego nie mają cech specyficznych i jest konieczne, by badający poznał szczegółowe dane dotyczące charakterystyki działającej wibracji. Ponieważ w Polsce do chwili obecnej nie ustalono obowiązujących norm, określających dopuszczalne parametry wibracji, za podstawę oceny przyjęto radzieckie normatywy higieniczne z dnia 13 V 1966 r. (50), w których wielkością normatywną jest prędkość drgań w funkcji częstotliwości. Dopuszczalne wartości tego parametru w środkowych częstotliwościach oktaowych odpowiadają również normie GOST 17770-72.

Wykonane pomiary prędkości drgań na określonych stanowiskach pracy wykazały wg analizy widmowej duży stopień zróżnicowania badanych grup pod względem narażenia na drgania mechaniczne. Odnosi się to również do osób wykonujących pracę o podobnym charakterze (szlifierze). Na różnice te wpływa przede wszystkim odmienny rodzaj obsługiwanych narzędzi i obrabianych detali oraz różny sposób wykonywania pracy. Szlifowanie np. drobnych elementów wymaga stosowania dużego docisku do tarcz szlifierskich i wyklucza możliwość używania rękawic ochronnych. Detale o większej masie jeszcze bardziej dynamicznie i statycznie obciążają kończyny górne; stanowi to dodatkowy niekorzystny czynnik narażenia. Większość badanych szlifierzy wykonywała obróbkę drobnych detali (klucze samochodowe, noże, nożyczki, części do pomp), natomiast oczyszczaniu poddawane były znacznie większe elementy o ciężarze od kilku do kilkusetu kg. Wzmoczone napięcie statyczne mięśni związane było również z wykonywaniem prac wymagających posługiwania się ciężkimi ręcznymi narzędziami (piły motorowe, ubijaki pneumatyczne).

Przy ocenie ryzyka zawodowego należy brać pod uwagę nie tylko charakterystykę fizyczną wibracji, rodzaj narzędzi i sposób wykonywania pracy. Skutki biologiczne zależą również w dużym stopniu od tego czy ekspozycja ma charakter stały, czy przerywany. W akordowym systemie zatrudnienia oraz wykonywaniu pracy w godzinach nadliczbowych efektywne dzienne narażenie na wibrację może przekraczać 7 godzin. Sytuacja taka miała miejsce przede wszystkim w Zakładach Metalowych w Radomiu, w mniejszym stopniu w Pomorskiej Odlewni i Emalierni w Grudziądzu. W pozostałych grupach zawodowych dzienny czas narażenia określano na 3 do 4 godzin.

W ocenie narażenia brano również pod uwagę inne elementy uwzględnione w normatywach radzieckich, a mianowicie ciężar obsługiwanych narzędzi i obrabianych detali oraz warunki mikroklimatyczne. Najcięższymi narzędziami posługiwali się pilarze. Ciężar piły motorowej BK₃ bez paliwa wynosi 11,8 kg, co przekracza limit 10 kg zalecany w normatywach higienicznych. Warunek tego normatywu nie był również spełniony w grupie oczyszczaczy odlewów, którzy okresowo poddawali obróbce detale o ciężarze przekraczającym 10 kg.

Warunki mikroklimatyczne w jakich pracowali szlifierze, oczyszczacze, polerownicy i formierze utrzymywały się w granicach określonych normami radzieckimi. Najwięcej zastrzeżeń pod tym względem budzą warunki pracy pilarzy. Nie odpowiadają one wymaganiom normy radzieckiej, a ponadto pilarze nie mają możliwości okresowego ogrzania rąk w specjalnych pomieszczeniach, ani umycia rąk w ciepłej wodzie po zakończeniu pracy. Niekorzystne warunki mikroklimatyczne stwierdzono ponadto na stanowiskach kowali resorowych. Temperatura powietrza w pomieszczeniach produkcyjnych w okresie zimy często była niższa od 16°C.

Ważną rolę w ocenie narażenia zawodowego na drgania mechaniczne odgrywa również stan techniczny narzędzi. Wiadomo bowiem, że narzędzia zużyte i źle konserwowane stają się źródłem drgań o wysoczekodliwych parametrach, przyspieszających rozwój patologicznych zmian w organizmie człowieka. Najwięcej zastrzeżeń budził stan techniczny narzędzi w Pomorskiej Odlewni i Emalierni w Grudziądzu, Zakładach Metalowych w Radomiu i Zakładach Wytwarzania Nożowniczych "Gerlach". Park narzędziowy wymienionych zakładów był w znacznym stopniu wyeksploatowany. W osi tarcz szlifierskich stwierdzono duże luzy, powierzchnie ściernie tarcz nie były dokładnie wyrównane, co powodowało powstawanie drgań o większej intensywności. Uwzględniając wszystkie elementy decydujące o wielkości narażenia, najbardziej ekspozowaną na drgania mechaniczne grupą pracowników byli szlifierze kluczy samochodowych. Na innych stanowiskach pracy również stwierdzano przekroczenia dopuszczalnych prędkości drgań, nie były one jednak tak znaczne lub występowały tylko w niektórych pasmach oktawowych.

Radzieckie normatywy higieniczne nie znajdują zastosowania przy ocenie niektórych źródeł wibracji. Przykładem mogą być np. stanowiska kowali resorowych. Praca ich polega na ręcznym formowaniu piór resorów, które stanowią źródło wstrząsów. Metoda pomiarów wstrząsów wymaga specjalnego układu pomiarowego, jakim autor nie dysponował. Ocena skutków ekspozycji na wstrząsy upoważnia do uznania tego rodzaju zatrudnienia za szczególnie niebezpieczne i stwarzające duże ryzyko wystąpienia zespołu wibracyjnego.

4.2. Omówienie wyników badań podmiotowego i przedmiotowego

W diagnostyce zespołu wibracyjnego dużą rolę odgrywa wnikliwe i dokładne badanie podmiotowe. Podczas zbierania wywiadu chorobowego nie należy sugerować badanemu konkretnych objawów. Miarodajność wywiadu w dużej mierze zależy od spontaniczności zgłaszanych dolegliwości. W sprawach roszczeniowych wartość uzyskanych od pacjenta informacji jest traktowana jako problematyczna i wymaga wnikliwej oceny. Przy zbieraniu wywiadu nie należy ogra-

niczać się tylko do aktualnie zgłaszanych objawów, ale konieczne jest zapoznanie się z przebiegiem choroby i jej dynamiką oraz okolicznościami w jakich pojawiają się dolegliwości. Istotne znaczenie mają również dokładne dane o przebytych chorobach. Niektóre z nich mogą bowiem wywoływać skutki biologiczne podobne do tych, jakie obserwuje się u osób ekspozowanych na wibrację. W przebiegu tego narażenia niewątpliwie do najczęstszych i najwcześniejszych pojawiających się dolegliwości należą parestezje umiejscowione w obrębie kończyn górnych, zwłaszcza w ich dystalnych odcinkach (2, 5, 10, 60, 63). Lokalizację tę uzasadnia bezpośredni kontakt tych obszarów ze źródłem drgań mechanicznych. W badanym materiale objawy prodromalne stwierdzono u ponad 30% pracowników.

Dane uzyskane z wywiadu wskazują na to, że parestezje ograniczają się początkowo tylko do palców rąk i dłoni, ale w miarę wydłużania się stażu pracy i nasilania choroby obejmować mogą również przedramiona i ramiona. Towarzyszą im wówczas uporczywe bóle i drętwienie kończyn, które często stają się powodem bezsenności. Ustalenie, w jakim czasie od momentu podjęcia pracy pojawiają się te dolegliwości, jest sprawą trudną. Na pytania badani najczęściej odpowiadali "nie pamiętam", "może kilka lat", "nie zwróciłem uwagi" itp. Analiza informacji uzyskanych z wywiadu daje jednak podstawy do twierdzenia, że parestezje i drętwienia w obrębie kończyn górnych poprzedzają wystąpienie zmian naczyniowych i nasilają się proporcjonalnie do zaawansowania zmian naczyniowych. Zgłaszane w wywiadzie napadowe blednięcie lub sinienie palców rąk nie zawsze jest potwierdzone w badaniu przedmiotowym. Obiektywnie skurcz naczyń potwierdził się tylko u 54% osób zgłaszających w wywiadzie objawy naczyniowe. Tłumaczyć to można różnym stopniem zaawansowania zmian naczyniowych. Napady naczynioruchowe w początkowym okresie choroby, pojawiają się sporadycznie i to tylko w chłodnych porach roku, zwłaszcza w zimie lub późną jesienią.

Dane piśmiennictwa dowodzą, że wysoka temperatura otaczającego środowiska wpływa na łagodniejszy przebieg choroby wibracyjnej. Według Daviesa, Glassera, Collinsa (8) wśród pracowników obsługujących narzędzia pneumatyczne w cieplej strefie klimatycznej nie dochodzi do rozwoju zmian naczyniowych. Czynnikiem ochłodzenia ma istotne znaczenie w prowokowaniu napadu skurczu naczyń. Objaw ten nie zawsze udawało się wywołać za pomocą miejscowego ochłodzenia.

W wielu przypadkach bardziej skuteczne było ochłodzenie ogólne (spacer na chłodnym i wilgotnym powietrzu, umycie się w chłodnej wodzie itp.). Jedyne w zaawansowanych stadiach zespołu wibracyjnego skurcz naczyń ujawniał się pod wpływem miejscowego ochłodzenia, bez względu na temperaturę otoczenia.

Częstość występowania zmian naczynioruchowych w różnych grupach zawodowych kształtowała się w granicach od 10% do 100% w badaniu podmiotowym oraz od 6% do 96% w badaniu przedmiotowym.

Podobne zróżnicowanie spostrzegali również inni autorzy. Między innymi Biden-Steele, King (6) stwierdzali zmiany naczyniowe u 40-68% narażonych na wibrację, Barnes i współaut. (5) u 25%, Taylor (64) u 44%, Agate, Drustt (1) u 86%, Malinskaja i Razumov (34) u 24-90% pracowników. Różnice te zależ-



nione są od rodzaju zatrudnienia, ódmiennej sposobu wykonywania pracy, innej charakterystyki narzędzi i wielkości narażenia. Wyniki badań klinicznych, analizowane w korelacji z wielkością ekspozycji zawodowej, wskazują na wyraźną zależność częstości i zaawansowania zespołu wibracyjnego, od charakterystyki widmowej drgań i dziennego czasu narażenia. Szczególnie jaskrawy przykład tej zależności stanowić może grupa szlifierzy z Zakładów Metalowych w Radomiu. Pomiary prędkości drgań na ich stanowiskach pracy wykazały znaczne przekroczenia dopuszczalnych norm we wszystkich badanych pasmach oktawowych. Efektywny dzienny czas narażenia wynosił ponad 7 godz. przy skordowym systemie zatrudnienia oraz często - w godzinach nadliczbowych. Na 24 badanych u 23 rozpoznano zespół wibracyjny, w tym u 22 pracowników charakteryzował się on znacznym zaawansowaniem. Przeciętny okres, jaki upływał od podjęcia pracy do ujawnienia pełnego zespołu objawów choroby wynosił około 2 lat. Przerwanie ekspozycji zawodowej nie wpływało na cofanie się zmian naczyniowych - w wielu przypadkach obserwowano ich nasilenie nawet po upływie kilku lat od przerwania pracy. Podobny przebieg zespołu wibracyjnego obserwowano w grupie kowali resorowych. Źródło drgań, a właściwie wstrząsów stanowiły tu pióra resorów trzymane ręcznie podczas ich obróbki. Bogata symptomatologia, jak również wysoki odsetek zaawansowanych przypadków zespołu wibracyjnego (94%) w tej grupie pracowników, świadczy o istnieniu dużego ryzyka zdrowotnego, związanego z tym sposobem wykonywania pracy, mimo że dzienny czas ekspozycji nie przekraczał 4 godzin.

Analiza widmowa wibracji występującej przy obsłudze innych narzędzi potwierdza tezę o energii drgań, jako istotnym czynnikiem etiologicznym patologii wibracyjnej (55). W tych grupach zawodowych, w których pomiary prędkości drgań na stanowiskach pracy przekraczały nieznacznie dopuszczalne normatywy tylko w niektórych pasmach oktawowych, zespół wibracyjny albo zupełnie nie występował lub też pojawiał się u niewielu pracowników i był miernie zaawansowany. Wielkość ekspozycji zawodowej niewątpliwie decyduje również o szybkości pojawiania się zaburzeń naczyniowych. Nie udało się jednak określić prawidłowości tego zjawiska. Czas, od momentu podjęcia pracy do pojawienia się zmian naczyniowych w poszczególnych badanych grupach zawodowych, był bardzo różny od kilkunastu miesięcy do kilku, a nawet kilkunastu lat. Podobne spostrzeżenia poczynili Japson (22), Biden-Steel, King (6). Występowanie naczyniowej postaci zespołu wibracyjnego u szlifierzy z Zakładów Metalowych w Radomiu oraz u kowali resorowych pojawiało się najspóźniej, przeciętnie po 2 latach pracy, u pilarzy zaś najpóźniej, średnio po 8 latach. W pozostałych grupach okres ten wynosił od 4 do 5 lat. Goździewicz i współaut. (17), Andreeva-Galanina (2), Drogićina (10), zwracają uwagę na istnienie wyrównanej postaci zespołu wibracyjnego, nie upośledzającej w sposób istotny sprawności organizmu, w której objawy choroby osiągają pewien stan zaawansowania inna nasilają się mimo kontynuowania pracy w szkodliwych warunkach. Obserwacje te mają duże znaczenie dla celów orzeczniczych, ponieważ nie wszystkie rozpoznane przypadki zespołu wibracyjnego wymagają zmiany stanowiska pracy. Przypadki wyrównanej postaci zespołu wibracyjnego obserwowano przede wszystkim u pilarzy, szlifierzy Pomorskiej Od-

lewni i Emalierni oraz formierzy; występowały one głównie u pracowników, którzy rozpoczęli pracę w narażeniu na drgania mechaniczne po przekroczeniu 35 roku życia. U znacznie młodszych pracowników zatrudnionych w tych samych warunkach, objawy zespołu wibracyjnego pojawiały się wcześniej, a ich przebieg kliniczny był dużo cięższy, w wielu przypadkach prowadził do inwalidztwa. Spostrzeżenia te mogą świadczyć o tym, że wiek prawdopodobnie odgrywa ważną rolę w adaptacji do pracy w narażeniu na wibrację. Obserwowana duża wrażliwość młodych pracowników na wibrację nakazuje ostrożne kwalifikowanie do pracy z narzędziami wibracyjnymi osób poniżej 25 roku życia.

Oprócz zaburzeń naczyniowych, uznawanych za najbardziej typowy skutek biologiczny działania drgań mechanicznych, zwraca uwagę wysoki odsetek stwierdzonych odchyłań w układzie kostno-stawowym (tab. VI). Obserwowano je u 50% pracowników ekspozowanych na wibrację, podczas gdy w grupie kontrolnej tylko u 30,7% pracowników. Częstość występowania zmian radiologicznych w różnych grupach zawodowych nie wykazywała żadnej prawidłowości (od 27% do 100%). Obraz morfologiczny zmian radiologicznych wykazywał duże zróżnicowanie. Dane te korespondują z doniesieniami innych autorów. Jonas (23) po zbadaniu 3734 górników wykrył zmiany kostne u 36% badanych. Tartakovskaja i współaut. (63) stwierdzili zmiany kostne u 51,5% ślusarzy obsługujących szlifierki. Uszkodzenie kostno-stawowe w populacjach ekspozowanych na drgania mechaniczne wg opinii Hasana (19) występuje w zakresie od 0,2% do 80%.

Nie wszystkie stwierdzone zmiany w układzie kostno-stawowym można było zakwalifikować jako niewątpliwie następstwo warunków pracy. Podstawy do uznania takiego związku dało się ustalić zaledwie u 4% pracowników narażonych na wibrację. Postać kostną zespołu wibracyjnego rozpoznano u 6,8% pilarzy, 4,2% szlifierzy różnych detali i 3,9% formierzy, przy czym pod uwagę wzięto nie tylko zmiany jakościowe, ale również ilościowe oraz ich lokalizację i dynamikę. Odchylenia w układzie kostno-stawowym, upoważniające do rozpoznania choroby zawodowej, przebiegały najczęściej pod postacią rozlanej osteoporozy, ograniczonych zaawansowanych zmian zniekształcająco - zwyrodnieniowych, zwłaszcza w stawach łokciowych i nadgarstkowych oraz licznych i dużych ognisk martwiczych. Dość nieoczekiwany był fakt występowania tak zaawansowanych odchyłań m.in. w grupie szlifierzy Pomorskiej Odlewni i Emalierni, a nie notowano ich u kowali resorowych czy oczyszczaczy. Prawdopodobnie, jedną z istotnych tego faktu przyczyn, był gorszy stan techniczny narzędzi w Pomorskiej Odlewni i Emalierni, co mogło sprzyjać powstawaniu drgań wywierających bardziej traumatyzujący wpływ na tkankę kostną, niż w innych przypadkach. Występowanie postaci kostnej choroby u innych pracowników obsługujących narzędzia nie wytwarzające odrzutu, pozwala na przyjęcie odmiennego punktu widzenia od poglądów Hagena (18), który sądził, że w rozwoju patologii kostnej drgania mechaniczne nie stanowią istotnego czynnika etiologicznego, którym jest przede wszystkim traumatyzujące działanie uderu powrotnego i nadmierne przeciążenie kończyn górnych. Najbardziej prawdopodobną przyczynę uszkodzeń tkanki kostnej u osób narażonych na wibrację jest jej niedokrwienie spowodowane pierwotnymi zaburzeniami naczyniowymi. W różnych publikacjach (11, 62) głoszono pogląd, że najbardziej szkodliwy wpływ na układ kost-



ny wywiera wibracja charakteryzująca się wysoką amplitudę drgań. Przykład szlifierzy Pomorskiej Odlewni i Emaliarni narażonych na wibrację o wysokiej częstotliwości i niskiej amplitudzie wydaje się nie potwierdzać tej opinii.

Analiza zebranego materiału pozwala stwierdzić, że okres, jaki upływa od rozpoczęcia pracy z narzędziami wibracyjnymi do ujawnienia wyraźnych uszkodzeń kostnych nie podlega działaniu żadnej prawidłowości i może nastąpić w małym i dużym przedziale czasowym, od kilku do kilkunastu lat. Zmiany kostne miały najczęściej przebieg bezobjawowy i charakteryzowały się na ogół wolną dynamiką. Ustalenie związku przyczynowego między odchyleniami w obrazie radiologicznym kości kończyn górnych, a warunkami pracy jest w ocenie indywidualnej sprawą trudną. Patologia kostna spostrzegana w przebiegu zawodowej ekspozycji na wibrację nie wykazuje żadnych cech, które można byłoby uznać za patognomoniczne dla uszkodzeń powibracyjnych. Rozpowszechniony pogląd (15, 24, 62), że zmiany torbielkowe stanowią jeden z charakterystycznych elementów uszkodzeń powibracyjnych, nie znajduje potwierdzenia w analizie porównawczej z ludźmi wykonującymi ciężką pracę fizyczną, nie narażonymi na drgania mechaniczne. Landrgot i współaut. (30) porównując radiogramy ponad 300 pracowników ekspozowanych na wibrację z radiogramami podobnej liczby ludzi nie narażonych, stwierdzili, że częstość ognisk torbielkowych w obu grupach nie wykazywała różnic istotnych statystycznie. Podobne spostrzeżenia poczynili Horvath, Kakoey, Rozsahegyi (20), Svtern i Nazarov (62) wykryli torbielki kostne u 80% oczyszczaczy metali. Ich zdaniem u pracowników innych zawodów częstość występowania podobnych odchylen wynosi od 9% do 21%. W moim materiale różnice między poszczególnymi grupami były bardziej znaczne, notowano częstość zmian torbielkowych od 6% do 45%. Zmiany te najczęściej umiejscowione były w kościach nadgarstka, zwłaszcza w księżycowej i łódkowatej.

Przy ustalaniu związku przyczynowego między zmianami radiologicznymi a warunkami pracy, ważne jest by posiadać układ odniesienia w postaci radiogramów z okresu poprzedzającego podjęcie pracy. Istotna jest także ocena dynamiki stwierdzonych odchylen w czasie trwania zatrudnienia. Brak takiej dokumentacji, niestety fakt bardzo częsty, poważnie utrudnia rozpoznanie choroby zawodowej, zwłaszcza u ludzi w starszym wieku.

4.3. Omówienie wyników badania czucia wibracji

Jakkolwiek zaburzeniami czucia wibracji w przebiegu zawodowej ekspozycji na działanie drgań mechanicznych zajmowali się różni badacze (7, 10, 39, 49), to istniejące doniesienia na ten temat najczęściej ograniczają się albo do stwierdzenia jakościowych odchylen w sferze czuciowej (10), albo do podania wartości liczbowych progu czucia wibracji bez prób określenia jakiejkolwiek zależności (39) lub też do oceny zmian czucia po obciążeniu wibracją (7).

W Polsce pierwszą placówką, która podjęła szersze badania w tej dziedzinie był Instytut Medycyny Pracy w Łodzi. Zainicjował on konstrukcję prototypowego miernika czucia wibracji. W Polsce Minecki był pionierem w zakresie praktycznego wykorzystania palestезjometrii do badań pracowników narażonych na drgania mechaniczne. Zakład Szkodliwości Fizycznych IMP kontynuuje nadal

upowazecznienie metody badania czucia wibracji i przyczynia się do opracowania nowych założeń konstrukcyjnych produkowanych obecnie mierników czucia wibracji. Prace Iżyckiego i współaut., Mikołajczyka, Mineckiego (21, 45, 48) wskazały na przydatność palestezjometrycznej metody badania czucia wibracji w diagnostyce zespołu wibracyjnego. Stanowiły one inspirację do opracowania niniejszego testu, a uwzględniającego grupy zawodowe bardziej zróżnicowane co do wielkości narażenia. Zastosowanie palestezjometrii pozwala na ilościowe oznaczenie progu czucia wibracji i ocenę dynamiki stwierdzonych zaburzeń, co nie jest osiągalne w badaniach prowadzonych metodą stroikową. Uzyskana pomiary mogą być wyrażone w wartościach amplitudy wychylenia lub przemieszczenia, przyspieszenia lub prędkości drgań w funkcji częstotliwości i przedstawione w postaci krzywej progu czucia wibracji. Wyniki uzyskane przez Andreevę-Galaninę, Bekesy'ego, Bugarda, Goldblatta, Plumba i Meigisa, Razumova cyt. wg Drogiciny i współaut. (11), Mikołajczyka i Dzwonnika (40) wskazują na to, że krzywa progu czucia wibracji ma kształt zbliżony do litery U, przy czym najniższe wartości przypadają na zakres 200-400 Hz.

Krzywa progu czucia wibracji przedstawione na ryc. 10, 11 i 12 wyrażone w wartościach poziomu prędkości drgań w funkcji częstotliwości, jakkolwiek kształtem zbliżona są również do litery U, mają nieco inny przebieg i wykazują najniższy próg czucia w częstotliwości 125 Hz. Podobne spostrzeżenia poczyniła Koradecka i współaut. (27) posługując się miernikiem typu MCW-2.

Analiza materiału będącego przedmiotem oceny w niniejszej pracy pozwala stwierdzić, że wartości progu czucia wibracji były wyższe we wszystkich badanych grupach, w porównaniu z wartościami grupy kontrolnej ($p < 0,001$). Na uwagę zasługuje wyraźne zróżnicowanie wielkości progu czucia wibracji u szlifierzy wynoszące od około 4 dB do 14 dB. Różnice te uzasadniają istniejące między poszczególnymi grupami odrębności dotyczące: charakteru wykonywanej pracy, rodzaju obsługiwanych narzędzi, wielkości ekspozycji i efektywnego czasu narażenia oraz długości stażu pracy. Wyraźnie niższy próg czucia wibracji u pilarzy niż u pracowników zatrudnionych na stanowiskach o mniejszym narażeniu, tłumaczyć można specyfiką ich pracy. Nie wszyscy pilarze pracowali w systemie ciągłym. Znaczna ich część była zatrudniona przy mechanicznej ścinie drzewa jedynie sezonowo, a przeciętny efektywny czas narażenia na drgania mechaniczne rzadko przekraczał 4 godziny. Według opinii niektórych autorów (34) istotny wpływ na stopień zaburzeń czucia wibracji ma charakterystyka widmowa drgań. Szczególnie niekorzystne działanie na sferę czuciową wywiera wibracja o wysokiej częstotliwości. Zdaniem Andreevej-Galaniny (2) największe zaburzenia czucia wibracji obserwuje się pod wpływem drgań o częstotliwości 100-250 Hz.

Porównanie wyników pomiarów: prędkości drgań ocenianych źródeł wibracji z wielkością progu czucia wibracji, pozwala na dokonanie pewnych spostrzeżeń. Najwyższe podwyższenie progu czucia wibracji rzędu 9-19 dB obserwowano u pracowników posługujących się narzędziami o parametrach drgań znacznie przekraczających normatywy higieniczne. Próg czucia wibracji w grupach zawodowych o mniejszym narażeniu był również podwyższony, ale nie tak znacznie w granicach od 3 dB do 7 dB. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach progu

czucia wibracji między rękę prawą i lewą, które obserwowała Koradecka i współaut. (27). Świadczyć to może o równomiernym narażeniu obu kończyn górnych.

Przy określaniu stopnia nasilenia zaburzeń czucia wibracji ważne znaczenie ma również ocena zakresu odczuwania drgań. Jeżeli zniesienie czucia występuje w coraz niższych pasmach oktawowych, świadczy to o znacznym zaawansowaniu zmian. Jak wynika z danych przedstawionych w tab. VIII nie wszyscy badani odczuwali drgania w pełnym zakresie. Najwięcej takich przypadków obserwowano w tych grupach zawodowych, które charakteryzowały się wysokim progiem czucia wibracji i znacznym narażeniem zawodowym.

Obserwowana dynamika zaburzeń czucia wibracji w zależności od stażu pracy koresponduje z doniesieniami innych autorów. Według Tartakovskiej i współaut. (63) u szlifierzy, których staż pracy nie przekraczał jednego roku, próg czucia wibracji był wyższy od wartości fizjologicznych w granicach 5-6 dB. W miarę wydłużania się stażu pracy następowało dalsze pogłębianie się zaburzeń czucia, jednakże tempo jego było wolne i osiągało poziom od 10 do 15 dB u osób o ponad dwudziestoletniej ekspozycji na drgania mechaniczne.

Przy rozpatrywaniu zależności między wielkością zaburzeń czucia wibracji, a długością stażu pracy, nie można pomijać ewentualnego wpływu takiego czynnika jak wiek. Radzjukevič i współaut. 54 badali czucie wibracji u ludzi nie ekspozowanych na wibrację, uwzględniając następujące przedziały wiekowe: do 20 lat, 21-29, 30-39, 40-49, 50 lat i więcej. Uzyskane wyniki badań wykazały, że u osób do 39 roku życia wiek nie wpływa w sposób istotny na charakter czucia. U osób w wieku 40-49 lat stwierdzono podwyższenie progu czucia od 2 do 6 dB w częstotliwościach 125, 250, 500 Hz. Natomiast u osób w wieku powyżej 50 lat przyrost wynosił przeciętnie 4 dB w całym zakresie badanych częstotliwości. Uwzględniając dane zawarte w tab. I, z której wynika, że średnia wieku pracowników ekspozowanych na drgania mechaniczne wynosiła 41,3 lat można sądzić, że wiek nie miał decydującego wpływu na stan zaawansowania zaburzeń czucia wibracji.

Analiza porównawcza średnich wartości poziomu czucia wibracji w zależności od rozpoznania wskazuje, że jego próg podwyższa się w miarę nasilania się objawów naczyniowych, osiągając najwyższe wartości w zaawansowanej postaci zespołu wibracyjnego. Interesującym jest spostrzeżenie o niesistemości różnicy pomiędzy średnimi wartościami progu czucia wibracji w okresie zwiastunów i w początkowym okresie zespołu wibracyjnego. Wynika to zapewne z faktu, że pod względem symptomatologii klinicznej te dwa stadia choroby nie różnią się znacząco. Bardziej wyraźne odchylenia wartości progu czucia wibracji obserwowano natomiast między początkowym a zaawansowanym okresem choroby. Różnice te były istotne statystycznie ($p < 0,01$).

Ujawnienie omówionych zależności ma znaczenie praktyczne, ponieważ na podstawie stwierdzonych zaburzeń czucia wibracji można w przybliżeniu określać stopień zaawansowania choroby. Odnosi się to jednak tylko do postaci naczyniowo-nerwowej zespołu wibracyjnego. U osób z zaawansowanymi zmianami

kostnymi, u których nie występowały objawy naczyniowe, próg czucia wibracji pozostawał na poziomie zbliżonym do wartości obserwowanych w grupie kontrolnej.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że występowanie zaburzeń czucia wibracji u pracowników eksponowanych na drgania mechaniczne, u których nie stwierdza się jeszcze jakichkolwiek objawów naczyniowych zespołu wibracyjnego jest możliwe. Ujawnienie tych zaburzeń w przedklinicznym okresie choroby może stanowić ważny element postępowania zapobiegawczego i przyczyniać się do wczesnego wyłonienia pracowników szczególnie wrażliwych na drgania mechaniczne. Wyraźne podwyższanie się progu czucia wibracji w pierwszych latach zatrudnienia, w porównaniu z wynikami badań palestezjometrycznych, wykonanych przed podjęciem pracy w narażeniu na wibrację, może być dla przemysłowej służby zdrowia ważną informacją, ułatwiającą podjęcie decyzji o konieczności przerwania ekspozycji zawodowej.

Mimo niewątpliwych korzyści, jakie może dać szersze zastosowanie palestezjometrii, zwłaszcza w praktyce lekarzy przemysłowych, należy podkreślić, że badanie to ma jedynie charakter pomocniczy i nie może być traktowane jako podstawowe kryterium przy ustalaniu rozpoznania zespołu wibracyjnego. Palestezjometria umożliwia wprawdzie szacunkowe różnicowanie badanych w zależności od stopnia zaawansowania zmian chorobowych, lecz rozpoznawanie konkretnych stadiów choroby oraz ocena jej dynamiki powinny być dokonywane kompleksowo z uwzględnieniem zasad obowiązujących w patologii zawodowej. Przy interpretowaniu wyników należy brać pod uwagę również fakt, że zaburzenia czucia wibracji nie mają charakteru swoistego i mogą występować także w innych stanach chorobowych, takich jak: zapalenie wielonerwowe, wędrujące rdzenia, toksyczne uszkodzenie obwodowego układu nerwowego, cukrzyca, jamistość rdzenia, guzy rdzenia kręgowego, pourazowe uszkodzenie rdzenia itp. (56, 59, 66).

Ze względu na to, że na pomiar czucia wibracji w istotny sposób wpływa temperatura otoczenia, badanie to bezwzględnie powinno być wykonywane w warunkach standardowych. Praktyczne zastosowanie palestezjometrii wymaga przyjęcia układu odniesienia, umożliwiającego ocenę istniejących odchyleń w indywidualnych przypadkach. Wydaje się, że przyjmowanie w tym celu średnich wartości poziomu progu czucia wibracji z całego badanego pasma za wartość normatywną nie jest konieczne, tym bardziej, że odczucie drgań w wyższych zakresach częstotliwości może być zniesione w zaawansowanych stadiach choroby. Uznano zatem za bardziej celowe przyjęcie za podstawę oceny stopnia zaburzeń czucia wibracji średnie wartości częstotliwości: 250, 400, 500 Hz, uwzględniając pomiary dokonane na opuszkach palców II, III i IV. Mikołajczyk (45) na podstawie badania progu czucia wibracji miernikiem MCW-2K u 68 kobiet i 145 mężczyzn nie narażonych na wibrację, obliczył średnie wartości tego progu i przyjął łącznie dla kobiet i mężczyzn jako wartości prawidłowe $76 \pm 3,2$ dB dla drgań o częstotliwości 125 Hz oraz $78 \pm 3,7$ dB dla drgań o częstotliwości 250 Hz. Autor zaproponował skrócone screeningowe badanie u osób narażonych na wibrację, polegające na określeniu w warunkach



standardowych progu czucia wibracji dla drgań o częstotliwości 125 Hz i o częstotliwości 250 Hz w opuszcze palca II, III i IV albo we wszystkich tych palcach jednej lub obu rąk. Wyniki tego badania należy interpretować następująco:

1. Próg czucia wibracji mieści się w granicach normy, jeśli jego wartość różni się nie więcej niż o jedno odchylenie standardowe od podanej powyżej wartości średniej;
2. Jeśli próg czucia wibracji jest wyższy od wartości średniej o plus 1-2 odchylenia standardowe, to wynik wskazuje na potrzebę wykonania u danej osoby dokładnego badania progu czucia wibracji, tj. dla wszystkich palców obu rąk we wszystkich przedziałach częstotliwości miernika MCW-2K;
3. Jeśli próg czucia wibracji jest wyższy od wartości średniej o więcej niż plus dwa odchylenia standardowe, to wynik świadczy o nadmiernym osłabieniu czucia wibracji i u danej osoby należy wykonać pełne badanie progu czucia (jak w punkcie 2) oraz inne badania lekarskie zalecane u osób narażonych na drgania mechaniczne przekazywane na ręce.

Aparatura służąca do oceny zaburzeń czucia wibracji jest systematycznie udoskonalana. Obecnie najbardziej rozpowszechnione są mierniki typu MCW-2 i MCW-2K. Znacznie lepsze rozwiązanie techniczne posiada miernik MCW-3, w którym najistotniejszym elementem konstrukcyjnym jest automatyczny przesuw poziomów drgań z prędkością około 1 dB/S oraz zastosowanie ekranu do monitorowania poziomu drgań przez ruchomy punkt świetlny. W momencie odczucia drgań i włączenia przycisku przez badanego punkt świetlny zatrzymuje się, co umożliwia zaznaczenie tego miejsca na założonej na ekran karcie badania. W ten sposób łącząc ze sobą wszystkie punkty można uzyskać wykres progu czucia wibracji (43).

Obecnie w fazie prób technicznych znajduje się nowa wersja palestezjometru umożliwiająca uzyskanie odczytu cyfrowego progu czucia wibracji.

W Głównym Instytucie Górniczym skonstruowano nowy typ palestezjometru oznaczony symbolem PAK-431 umożliwiający ocenę zaburzeń czucia wibracji w zakresie od 15 do 500 Hz, z możliwością regulacji temperatury końcówki wibratora i siły nacisku oraz bezpośredniego odczytu poziomu progu czucia. Koradecka (29) badała za pomocą tego urządzenia zmiany wartości progu czucia wibracji w zależności od różnych warunków pomiarowych.

Obserwowany na przestrzeni ostatnich lat wyraźny postęp w konstruowaniu coraz bardziej udoskonalonych mierników czucia wibracji gwarantuje dalszy rozwój tej dziedziny i lepsze wykorzystanie palestezjometru w praktyce przemysłowej służby zdrowia.

5. WNIOSKI

1. Zespół wibracyjny charakteryzuje się wielopostaciową symptomatologią wywołaną zmianami w obwodowym układzie naczyniowym i nerwowym oraz kostnowstawowym.
2. Obraz kliniczny zespołu wibracyjnego, dynamika choroby oraz stopień jej zaawansowania uzależnione są od charakterystyki widmowej drgań, rodzaju

obsługiwanych narzędzi i ich stanu technicznego, sposobu wykonywania pracy, długości efektywnej ekspozycji na drgania mechaniczne, warunków mikroklimatycznych, indywidualnej wrażliwości narażonych itp.

3. Badanie palestezjometryczne daje możliwość ilościowej oceny stopnia zaburzeń czucia wibracji.
4. Wielkość zaburzeń czucia wibracji określa wartość poziomu progu czucia wibracji w dB oraz zakres percepcji drgań.
5. Zaburzenia czucia wibracji należą do najwcześniejszych objawów zespołu wibracyjnego i ujawniają się w przedklinicznym okresie choroby.
6. Stwierdzono zależność pomiędzy stopniem zaburzeń czucia wibracji, a wielkością ekspozycji zawodowej i długością stażu pracy w narażeniu na drgania mechaniczne.
7. Zaburzenia czucia wibracji narażają w zależności od stopnia zaawansowania naczyniowo-nerwowej postaci zespołu wibracyjnego.
8. Ze względu na brak swoistości palestezjometria nie może być traktowana jako podstawowe kryterium diagnostyczne zespołu wibracyjnego, jest natomiast przydatnym badaniem pomocniczym w kompleksowej ocenie stanu zdrowia pracowników narażonych na wibrację i może służyć jako metoda selekcyjna.
9. Wykonywanie badań palestezjometrycznych przed podjęciem pracy w narażeniu na wibrację i możliwość oceny dynamiki stwierdzonych zaburzeń w okresie zatrudnienia mogą stanowić czynniki profilaktyki lekarskiej w zespole wibracyjnym.

6. PIŚMIENNICTWO

1. Agate J.N., Druett H.A., Tombleson J.B.L.: Raynaud's phenomenon in grinders of small metal castings. Brit. J. Industr. Med. 1946, 3, 167
2. Andreeva-Galanina E.C., Drogičina E.A., Artamonova V.G.: Vibracionnaja bolezn. Medgiz, Leningrad 1961
3. Andreeva-Galanina E.C., Artamonova V.G.: Orzekanie o zdolności do pracy w chorobie wibracyjnej. PZWL, Warszawa 1966
4. Ashe W.F., Cook W.T., Old J.W.: Raynaud's phenomenon of occupational origin. Arch. Environ. Health 1962, 5, 333
5. Barnes R., Lengley E.O., Smith A.R., Allen J.G.: Vibration disease. Med. J. Austr. 1969, 1, 901
6. Biden-Steele K., King F.: "Dead hand" in operators using electrically driven cutting tools. Brit. J. Industr. Med. 1948, 5, 42
7. Bjerker N., Kylin B., Lindström J.M.: Changes in the vibratory sensation threshold after exposure to powerful vibration. Work Environ. Health 1970, 7, 3
8. Davies T.A.L., Glaeser E.M., Collins C.P.: Abreance of Raynaud's phenomenon in workers using vibratory tools in a warm climate. Lancet 1957, 1, 1014



9. Drogičina E.A., Metlina N.B.: K Klassifikacii vibracionnoj bolezni. Gig. Truda 1967, 5, 27
10. Drogičina E.A.: Professionalnyje bolezni nervnoj sistemy. Medicina Leningrad 1968
11. Drogičina E.A., Malinskaja N.N., Metlina N.B., Osipova V.C., Ochian-skaja L.G., Razumov J.K.: Vibracija na proizvodstve. Medicina, Moskwa 1971
12. Dumkin V.N.: K voprosu o funkcionalnom sostojani sistemy gipotalamus - gipofiz - nadpočėčniki pri vibracionnoj patologii. Gig. Truda 1966, 6, 14
13. Górski Sz., Blok W.: Wczesna diagnostyka zmian włóścniczkowych w chorobie wibracyjnej przy pomocy radioizotopowego testu wchłaniania. Biul. Met. Org. Inst. Med. Morskiej 1968, 1, 97
14. Górski Sz., Fibiger W., Sikorski M.: Anwendung der Thermographie in der Diagnostik des Vibrationssyndroms. Zbl. Arbeitsmed. Arbeitsschutz Prophyl. Ergonomie 1976, 26, 235
15. Grinberg A.V.: Rentgenodiagnostika professionalnych zabolevanii kostej i sustavov. Medgiz, Leningrad 1962
16. Grzegorzczak L., Wałaszek M.: Organia i ich oddziaływanie na organizm ludzki. PZWL, Warszawa 1972
17. Gwoździwicz J., Waśkiewicz J.: Stany wyrównania w chorobie wibracyjnej u osób narażonych na wibrację miejscową. Materiały do Studiów i Badań CIOP, Warszawa 1971, 3, 164
18. Hagenn J.H.: Erkrankungen durch Pressluftwerkzeugarbeit. Arbeitsmedizin 1947, 22, 209
19. Hasan J.: Biomedical aspects of low frequency vibration. Work Envir. Health 1970, 7, 19
20. Horvath F., Kakosy T., Rozsahegyi: X-ray Morphology of Occupational Locomotor Diseases. Akademiai Kiadó, Budapest 1980
21. Iżycki J., Dzwonnik Z., Moskwa W.: Ocena przydatności palestezjometrycznej metody badania czucia wibracji w diagnostyce choroby wibracyjnej. Materiały do Studiów i Badań CIOP, Warszawa 1971, 3, 196
22. Jepsen R.P.: Raynaud's phenomenon in workers with vibratory tools. Brit. J. Industr. Med. 1954, 11, 180
23. Jonas M.: Zmiany występujące u górników wskutek używania narzędzi udarowych. Med. Pracy 1951, 2, 277
24. Kaczyńska W., Gajewski T.: Torbielkowate zmiany kostne w następstwie pracy narzędziami udarowymi. Med. Pracy 1964, 15, 185
25. Klimkova-Deutschova E.: Neurologische Aspekte der Vibrationskrankheit. Int. Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg. 1966, 22, 297
26. Koradecka D.: Zaburzenia w układzie krążenia krwi pod wpływem zawodowej ekspozycji na działanie wibracji. Prace CIOP 1977, 66, 147
27. Koradecka D., Markiewicz L., Lelenc E., Iżycki J., Andryszek Cz.: Metody wczesnej diagnostyki zaburzeń wywołanych działaniem wibracji. Materiały do Studiów i Badań CIOP, Warszawa 1972
28. Koradecka D.: Changes in the threshold of vibration sensibility depending on skin temperature. Acta Physiol. Pol. 1973, 25, 207

29. Koradecka D.: Changes in threshold values of finger vibration sensibility depending on differences in measurement conditions. *Acta Physiol. Pol.* 1981, 32, 83
30. Landrgot B., Huzl F., Hert J., Kos H., Kubin Z.: Kostni cysty a endostózy na skeletu rúk u pracujících v riziku vibrace. *Pracov. Lekar.* 1971, 23, 225
31. Langauer-Lewowicka H.: Zmiany w obwodowym układzie nerwowym powstające pod wpływem miejscowego działania drgań mechanicznych. *Neurol. Neurochir. Pol.* 1971, 6, 889
32. Langauer-Lewowicka H. red., Grzesik J., Gwoździwicz J., Iżycki J., Knapik D., Koradecka D., Stachura A.: Wskazówki metodyczne dotyczące rozpoznawania, zapobiegania i leczenia zespołu wibracyjnego wywołanego działaniem drgań mechanicznych przekazywanych na ręce. Wytyczne Min. Zdr. i Op. Społ. z dnia 14 stycznia 1975 r. Dep. Nadzoru nad Medycyną Pracy, Symb. HB 41-712/75
33. Makarenko N.A.: K patogenezu sosudistich narušenii pri vibracionnoj bolezni od vozdejstviya lokalnoj vibracii. *Gig. Truda* 1969, 9, 12
34. Malinskaja N.N., Razumov J.K.: O korrelacii simptomatyki vibracionnoj bolezni so spektron vibracii. *Gig. Truda* 1969, 2, 7
35. Matoba T., Kusumoto H., Omura H., Kotori T., Kuwahara H., Takamatsu M.: Digital plethysmographic responses to auditory stimuli in patients with vibration disease. *Tohoku J. Exp. Med.* 1975, 115, 385
36. Matoba T., Kusumoto H., Kuwahara H., Inanaga K., Oshima M., Takamatsu M., Esaki K.: Pathophysiology of vibration disease, Jap. In. *industr. Health* 1975, 17, 11
37. Mc Callum R.J.: Vibration syndrome. *Brit. J. industr. Med.* 1971, 28, 90
38. Melzack R.: Itch and vibration. *Science* 1965, 147, 1047
39. Metlina N.B.: O dignostičeskom značenii issledovanija vibracionnoj custvitelnosti pri vibracionnoj bolezni. *Gig. Truda* 1960, 5, 45
40. Mikołajczyk H., Dzwonnik Z.: Postępy w opracowaniu przyrządów do pomiaru progu czucia wibracji. *Probl. Techn. Med.* 1973, 4, 181
41. Mikołajczyk H., Iżycki J.: Wydalanie glukozaminoglikanów w moczu u pracowników narażonych na wibrację. *Med. Pracy* 1974, 25, 555
42. Mikołajczyk H.: Podstawy fizjologiczne i metody badania czucia wibracji. I Mechanoreceptory. *Med. Pracy* 1975, 26, 505
43. Mikołajczyk H.: Podstawy fizjologiczne i metody badania czucia wibracji. II Przyrządy i sposoby badania czucia wibracji. *Med. Pracy* 1976, 27, 51.
44. Mikołajczyk H., Krzemińska Z.: Zmiany objętości moczu i ilości glikozaminoglikanów u pracowników narażonych w okresie zmiany roboczej na wibrację przekazywane na ręce. *Med. Pracy* 1977, 28, 229
45. Mikołajczyk H.: Screeningowa metoda badania czucia wibracji. Referat wygłoszony na III Krajowym Zjeździe Pol. Tow. Med. Pracy 9-11 XI 1978
46. Minecki L.: Doświadczalne badanie miejscowego działania mechanicznych drgań (wibracja) na układ kostny. *Med. Pracy* 1958, 9, 345
47. Minecki L.: Biologiczne działanie wibracji. *Med. Pracy* 1962, 13, 355
48. Minecki L., Moskwa W., Dzwonnik Z., Iżycki J., Klucznik R.: Palestezjo-

- metria i jej zastosowanie w rozpoznawaniu choroby vibracyjnej. *Bipul. Inst. Med. Morakiej* 1968, 1, 48
49. Minecki L., Moskwa W., Dzwonnik Z.: Urządzenia do badania czucia wibracji. *Postępy Fiz. Med.* 1968, 1, 79
50. Ministerstvo Zdrovochranenija SSRR: Sanitarne normy pri robote s instrumentami, mechanizmami i oborudovanjem sozdajuščimi vibracii peredave - myje na ruku robotajuščich i po ograničeniju obščej vibracii mest. Nr 626, 1966
51. Načča I.P.: Soderžanije kalija, kalcija i fosfora v syvorotku krowi bolnych vibracionnoj bolezni. *Gig. Truda* 1970, 7, 47
52. Pelmeur P.L.: Raynaud's phenomenon of occupational origin. *Occupat. Health* 1971, 23, 39
53. Prągliński T., Misiewicz A.: Zmiany histopatologiczne w skórze opuszek palców rąk w chorobie vibracyjnej. *Med. Pracy* 1972, 2, 149
54. Radzjukevič T.M., Mikulinskij A.M.: Sostojanije vibracionnoj čuvstvitel'nosti u rabočich podvergajuščichsia vozdejstviju vibracii neodinakovogo spektralnogo sostava i u praktičeski zdorovyh lic rozličnogo rozrasta. *Gig. Truda* 1972, 7, 16
55. Razumov J.K., Denisov E.J., Pozdniakova R.Z.: Ob energetičeskom charaktere vozdejstvija vibracii na organizm čeloveka. *Gig. Truda* 1967, 2, 3
56. Ruch T., Patton H.: Vibratory sensation. *Physiology and Biophysics*. Saunders Co 1963, 317
57. Sato M.: Response of Pacinian corpuscles to sinusoidal vibration. *J. Physiol.* 1961, 159, 391
58. Sroczyński J., Węgiel A., Mamczar A.: Wpływ drgań mechanicznych i hałasu na wydalenie glikozoaminoglikanów (mukopolisacharydów) i hydroksyproliny. *Med. Pracy* 1979, 30, 55
59. Stainess J.B.: Vibratory perception in diabetic. *Acta Med. Scand.* 1957, 159, 327
60. Stewart A.M., Goda D.F.: Vibration syndrome, *Brit. J. industr. Med.* 1970, 27, 19
61. Streeter H.: Effects of localized vibration on the human tactile sense. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1970, 31, 87
62. Štern B.M., Nazarov J.G.: Rentgenodiagnostika vibracionnych poraženij kostno-sustavogo apparata. *Medicina* Leningrad 1972
63. Tartakovskaja L.J., Samochvalova T.N., Trubin N.M., Andeva P.T.: O vlijanii na organizm vibracii vysokooborotnyh pneumatičeskich instrumentov. *Gig. Truda* 1969, 4, 16
64. Taylor W., Pearson J., Kell K., Keighley G.D.: Vibration syndrome in Forestry Commission chain saw operators. *Brit. J. industr. Med.* 1971, 28, 83
65. Taylor W., Pelmeur P.L.: Vibration white finger in industry. *Academic Press, London - New York - San Francisco*, 1975, XXI
66. Wechsler J.: Vibratory sensation. *Clinical Neurol.* Saunders Co, 1963, 44
67. Wilkes A.: On the vibrational sensitivity in different regions of the body surface. *Acta Physiol. Scand.* 1954, 285, 2

PATHOGENESIS, CLINICAL PICTURE AND DIAGNOSTICS OF THE VIBRATION SYNDROME
WITH A PARTICULAR REGARD TO THE DISTURBED VIBRATION SENSITIVITY

Summary

The paper is aimed at an evaluation of the effects of chronic exposure to local vibration with a particular regard to the disturbances in vibration sensitivity and setting up the correlation between the vibration sensitivity threshold, employment duration, and advancement of the vibration syndrome.

The examinations covered 398 workers employed as grinders, moulders, cleaners, polishers, sawers, and spring forgers, representing different techniques of work performance, different tools operation and different occupational exposure.

The examinations involved: general medical examinations, neurological examination, examination of vibration sensitivity, cooling test, press-nail test, skin thermometry, and X-ray of bones and upper extremities joints. The vibration sensitivity threshold was determined by the pallesthesiometer produced by the Central Institute of Labour Protection in Warsaw. Vibration sensitivity was examined by testing the finger-tips II, III, IV and V of both hands at the frequency range of 63-800 Hz. Disturbances in vibration sensitivity were determined basing on the arithmetical mean of the vibration sensitivity threshold level in dB, measured on fingers II, III and IV at the frequency range of 250, 400 and 500 Hz.

Vibration sensitivity disturbances occurred in 77,9% workers exposed to vibration. A considerable degree of advancement was found. The highest vibration sensitivity threshold values, exceeding 100 dB, were found in automotive spanner grinders and spring forgers, whereas the lowest - of 90 dB - in sawers. No perception was observed of vibrations of the frequency range of 500 Hz in those occupational groups that exhibited high vibration sensitivity threshold and considerable occupational exposure.

Workers of all examined populations exhibited significantly higher vibration sensitivity threshold values, as compared to the values of the control group. A distinct increase in the vibration sensitivity threshold, depending on the employment length, was found. This increase was most dynamic in those working for 2-10 years.

A clear dependence was found between the vibration sensitivity disturbances and advancement of the vibration syndrome angioneurotic form. With advancement of the disease, vibration sensitivity threshold increased, acquiring the highest values at its third stage.

In those exposed to vibration who did not develop occupational disease, vibration sensitivity threshold was also increased, as compared to vibration sensitivity level found in the control group ($p < 0.001$).

Findings indicate the usefulness of pallesthesiometric method of vibra-

tion sensitivity tests in the vibration syndrome diagnostics. The performance of pallesthesiometric tests before workers start working in exposure to vibration, along with the evaluation of the dynamics of disturbances during the employment period, constitute just one of the elements of medical prophylaxis of the vibration syndrome.

Я. Ижицкий

ПАТОГЕНЕЗ, КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА И ДИАГНОСТИКА
ВИБРАЦИОННОГО СИНДРОМА С ОСОБЫМ УЧЕТОМ НАРУШЕНИЙ
ВИБРАЦИОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Содержание

Целью работы была оценка последствий воздействия местной вибрации с особым учётом нарушений вибрационной чувствительности и установление зависимости между величиной порога вибрационной чувствительности, длительностью трудового стажа и степенью выраженности вибрационного синдрома.

Испытаниям подвергли 398 лиц, занятых на рабочих местах шлифовальщиков, формовщиков, чистильщиков, полировщиков, пильщиков, штамповщиков, и отличающихся друг от друга способом выполняемых операций, видом применяемых приборов и величиной профессиональной экспозиции.

Обследования охватывали: общий терапевтический осмотр, неврологический осмотр, исследование вибрационной чувствительности, пробу с охлаждением, испытание на нажим, кожную термометрию и рентгенологическое исследование костей и суставов верхних конечностей. При определении порога вибрационной чувствительности пользовались измерителем вибрационной чувствительности, изготовленным Центральным институтом охраны труда в Варшаве.

Исследования вибрационной чувствительности проводили на кончиках пальцев II, III, IV и V обеих рук в диапазоне частот от 63 Гц до 800 Гц. Степень нарушений вибрационной чувствительности оценивали на основании арифметического среднего, вычисленного из величин порога вибрационной чувствительности в дБ на пальцах II, III и IV в диапазоне частот 250, 400 и 500 Гц.

Нарушения вибрационной чувствительности выступали у 77,9% работников, подвергавшихся действию вибрации, и характеризовались разной степенью выра-

женности. Самые высокие значения порога вибрационной чувствительности, превышающие 100 дБ, обнаружили у шлифовальщиков ключей для автомашин и штамповщиков, а самые низкие, порядка 90 дБ, у пилящих.

Отсутствие ощущения вибрации при частотах выше 500 Гц наблюдали у рабочих тех профессиональных групп, которые характеризуются высоким порогом вибрационной чувствительности и значительной экспозицией.

Рабочие всех обследованных групп характеризовались значимо высокими величинами порога вибрационной чувствительности в сравнении с контрольной группой. Обнаружили заметное повышение порога вибрационной чувствительности в зависимости от длительности трудового стажа. Наиболее динамичное проявление наблюдали у лиц с рабочим стажем от 2 до 10 лет.

Установили отчетливую зависимость между расстройствами вибрационной чувствительности и степенью выраженности сердечно-сосудистой формы вибрационного синдрома. По мере развития болезни порог вибрационной чувствительности повышался и достигал самых высоких величин в третьей стадии.

У лиц, подвергавшихся действию вибрации, у которых не выступали симптомами профессионального заболевания, порог вибрационной чувствительности был также повышен в сопоставлении с контролем $/p < 0,001/$.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о пригодности паллестезиометрического метода исследования вибрационной чувствительности для диагностики вибрационного синдрома. Проведение паллестезиометрических исследований перед началом работы в контакте с вибрацией и возможность оценки динамики нарушений по ходу работы может быть одним из элементов медицинской профилактики вибрационного синдрома.

