

Andrzej Czyżewski, Bożena Kostek

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa
Zakład Inżynierii Dźwięku, Politechnika Gdańska

Marek Roland-Mieszkowski

Technical University of Nova Scotia, Canada

Gustaw Budzyński

Zakład Inżynierii Dźwięku, Politechnika Gdańska

Badania audiometryczne słuchaczy głośnej muzyki

Audiometric Testing of Loud Music Listeners

Streszczenie

Jak wskazują liczne badania, ubytek słuchu może być spowodowany nie tylko hałasem, który z definicji jest dźwiękiem niepożądanym, ale może również powstać z powodu słuchania głośnej muzyki, która nie jest zakwalifikowana do kategorii niepożądanych dźwięków. Jednakże nie istnieją standardowe metody, na podstawie których można by zakwalifikować daną osobę do grupy ryzyka związanego ze słuchaniem głośnej muzyki. Audiogramy wykonane na podstawie badania grupy studentów wskazują na systematyczne obniżanie się czułości narządu słuchu dla wysokich częstotliwości. Należy podkreślić, że ubytek typu PTS-stały (*Permanent Threshold Shifts*) może powstać jako wynik wielokrotnej ekspozycji na hałas, której towarzyszy TTS (*Temporary Threshold Shifts*), czyli czasowe obniżenie progu słyszenia. W niniejszej pracy przedstawiono hipotezę, której celem było wyjaśnienie, dlaczego głośna muzyka powoduje wzrost PTS wśród niektórych słuchaczy, podczas gdy podobne dźwięki mogą być prawie nieszkodliwe dla innych osób.

Summary

As numerus investigations indicate, hearing loss may be caused not only by noise which is an unwanted sound but may also occur because of listening to loud music, not qualified to the category of unwanted sounds. However, there is no standard measure that will accurately identify someone who may be regarded as a music exposure high risk individual. Audiograms of groups of students show systematically increasing Permanent Threshold Shifts (PTS) around 3 kHz frequency. It should be emphasized that PTS may result as an effect of numerous exposures to noise accompanied by TTS (Temporary Threshold Shifts). Although a direct relationship cannot

be established easily, at any rate exposure to a higher level should be avoided. A hypothesis has been presented explaining why loud music causes an increase in PTS among some listeners, while exposures to similar sounds may be almost harmless to other people.

Istnieje powszechne przekonanie — potwierdzone wynikami badań — świadczące o tym, że poziomy dźwięku przekraczające 85 dB (A) mogą powodować ubytki słuchu. Badania takie dotyczą w szczególności hałasu, który definiowany jest jako dźwięk niepożądany. Wydaje się jednak, iż pomimo że muzykę trudno jest zakwalifikować do grupy dźwięków niepożądanych, to jednak słuchanie głośnej muzyki może również doprowadzić do ubytków słuchu. Dlatego też należy poświęcić więcej uwagi zagadnieniom związanym z tym problemem. Dodatkowo trzeba zwrócić uwagę na fakt, iż częstotliwości, na których pojawia się ubytek słuchu w związku ze słuchaniem głośnej muzyki, znajdują się poza podstawowym pasmem mowy (głos), więc często człowiek nie zdaje sobie sprawy z zaburzeń słuchu. Choćby szkodliwy wpływ hałasu na człowieka jest coraz lepiej zbadany i rozumiany, to nawet wśród zawodowych akustyków istnieją wątpliwości co do szkodliwego wpływu słuchania głośnej muzyki. Kilku autorów wyraziło pogląd, że słuchanie głośnej muzyki nie zawsze daje szkodliwe efekty. Oparli oni swoje opinie na obserwacjach osób, które z racji swego zawodu zmuszone są do codziennego słuchania głośnej muzyki, jak np. członkowie orkiestr symfonicznych, disc-jokeje, barmani, kelnerzy z klubów nocnych, którzy zachowali prawidłową czułość słuchu. Z kolei inni autorzy wykazali bezpośredni wpływ słuchania głośnej muzyki na stałe obniżanie się progu słyszenia [Clark 1991; Fearn 1991; Royster (i inni) 1991; Woolford 1988].

Ucho może reagować na jeden z kilku sposobów na głośne dźwięki, a mianowicie: przesunięcie progu związane z adaptacją, czasowe (TTS) oraz stałe (PTS) obniżenie progu słyszenia [Hawke, Jahn 1987]. Adaptacja jest zjawiskiem fizjologicznym i po krótkim okresie jest odwracalna. Związane z nią krótkotrwałe przesunięcie progu jest proporcjonalne do natężenia i częstotliwości sygnału pobudzającego. Przesunięcie progu wywołane zjawiskiem adaptacji obejmuje w sposób symetryczny częstotliwości przyległe. Z drugiej strony czasowe obniżenie progu słyszenia (TTS) jest patologicznym, metabolicznie wywołanym zmęczeniem narządu Cortiego [tamże]. W przeciwieństwie do zjawiska adaptacji efekt TTS jest rozłożony asymetrycznie w stosunku do częstotliwości pobudzenia. W wyniku niecałkowitego ustąpienia efektu TTS może nastąpić stałe obniżenie progu słyszenia (PTS). PTS na ogół obejmuje te same zakresy częstotliwości, które związane są z TTS [tamże].

W artykule zostaną przedstawione i omówione niektóre eksperymenty związane z wykrywaniem ubytku słuchu u osób często słuchających głośnej muzyki.

I. PRZEGLĄD BADAŃ W DZIEDZINIE ODDZIAŁYWANIA GŁOŚNEJ MUZYKI

Jedno z pierwszych naukowych podejść do problemu szkodliwego oddziaływania głośnej muzyki zostało podjęte w 1973 r. przez Lichtenberga [1973]. W swojej pracy cytował on wcześniejsze doniesienia o istnieniu tego problemu, opublikowane przez kilku autorów, oraz porównał ich dane z wynikami własnych badań. Wszystkie one były zgodne i prowadziły do wniosku, że głośna muzyka na poziomie powyżej 90 dB i zawierająca w swoim składzie widmowym w przeważającym stopniu wyższe częstotliwości może spowodować znaczny ubytek słuchu, jeżeli muzyki takiej słucha się systematycznie przez 12-20 godzin tygodniowo przez ponad 4 lata. Procent PTS wykryty u osób zawodowo wykonujących muzykę wynosił 18,1%, natomiast wśród słuchaczy wskaźnik ten wynosił 34,5% badanej populacji. Warto zauważyć, że ubytki słuchu u słuchaczy były liczniejsze niż u osób wykonujących muzykę. Ponadto silny efekt PTS (ponad 30 dB) wykryto u 9% słuchaczy [Lichtenberg 1973].

W latach siedemdziesiątych Leipp przeprowadził bardziej systematyczne badania wśród muzyków amatorów [Leipp 1976]. Wyniki, jakie uzyskał, były alarmujące, ponieważ w sposób wyraźny wykazały wysoki wskaźnik — prawie 40% znacznego efektu PTS u młodych studentów-muzyków. Kilka nowszych publikacji poparło wymienione rezultaty, przedstawione zaś wyniki były jeszcze bardziej przekonujące. Należy zacytować serię raportów Fearna i Hansona, opublikowanych w ciągu ostatnich dziesięciu lat [Fearn 1981; Fearn, Hanson 1984; Fearn 1991]. Ich badania były bardzo cenne, ponieważ odnosiły się do dzieci i młodzieży w wieku 9-25 lat, przeprowadzone były na dużej populacji i obejmowały zarówno słuchaczy głośnej muzyki, jak i niesłuchaczy. Znalezione znaczne wielkości PTS u słuchaczy w wieku ponad 13 lat. W wielu przypadkach wskaźniki PTS były kilkakrotnie wyższe niż wskaźniki znalezione u niesłuchaczy. Liczbowe wskaźniki zwiększały się w kolejnych badaniach, wykonywanych po okresach ciągłej ekspozycji na działanie głośnej muzyki. Poczyniono bardzo ważną obserwację. Została ona opublikowana w nowszym raporcie [Fearn 1991], poświęconym pomiarom audiometrycznym przeprowadzonym wśród młodzieży słuchającej głośnej muzyki pop. Mianowicie liczba PTS wykryta u badanej populacji po r. 1984 była prawie dwukrotnie wyższa niż wśród populacji badanej przed r. 1984. Istnienie tendencji wzrostowej w liczbie przypadków ubytków słuchu zostało potwierdzone w późniejszych badaniach [Budzyński, Saniewicz 1990].

Inne raporty o badaniach przeprowadzonych wśród studentów, na ogół w wieku do 25 lat [Catalano, Levin 1984; Pänter 1987], przyniosły podobne rezultaty do tych opisanych powyżej, gdzie wskaźnik PTS u słuchaczy głośnej

muzyki wynosił ok. 40%. Rytznier [1981] wprowadził program ochrony słuchu przed hałasem adresowany do dzieci, rodziców, nauczycieli itd. Pod koniec lat siedemdziesiątych przeprowadzono badania dźwięku wśród młodzieży szkolnej w trzech różnych grupach wiekowych. Wyniki pokazały, że liczba dzieci z przesunięciem progu dla częstotliwości 4 kHz wzrasta z wiekiem, a w 63% przyczyną tego mógł być hałas. Rosnąca liczba przypadków PTS została przypisana zwiększonemu działaniu głośnej muzyki dyskotekowej oraz korzystaniu ze sprzętu odtwarzającego w domach lub samochodach, jak również przy słuchaniu „Walkmanów” [Budzyński, Sankiewicz 1990; Kostek (i inni) 1993].

Wiele publikacji poświęcono zaobserwowanym wysokim wskaźnikom PTS u muzyków profesjonalnych grających w orkiestrach symfonicznych [Ostri (i inni) 1989; Roysler (i inni) 1991]. Stwierdzono znaczne ubytki słuchu u 20-60% wśród tej grupy muzyków. Te wyniki miały mniejsze znaczenie, ponieważ odnosiły się jedynie do małej populacji. Obserwacje odnoszące się do muzyków Chicago Symphony Orchestra lub Royal Danish Theater pozwalają stwierdzić, że ok. 52-58% muzyków ma uszkodzenia słuchu [tamże].

Badano również wpływ słuchania muzyki przez słuchawki przenośnych magnetofonów („Walkman”). Wszyscy autorzy byli zgodni co do tego, że może to powodować zjawisko PTS, jednakże nie uzyskano wyraźnych rezultatów [Budzyński, Sankiewicz 1990; Roysler 1985].

Jest oczywiste, że po tak wielu opublikowanych wynikach badań problem narażenia słuchu przy słuchaniu głośnej muzyki stał się szeroko znany i dyskutowany. Wielu autorów podkreślało społeczne znaczenie problemu, jakim jest pogarszający się słuch wśród młodych ludzi, często nie zdających sobie sprawy z niebezpieczeństwa związanego ze słuchaniem głośnej muzyki. Szukano sposobów poprawy tej sytuacji oraz opisano zagrożenia z nią związane [Budzyński, Sankiewicz 1990; Kostek 1993]. Jednakże pojawiła się również opinia przeciwna [Ward 1991], w której zagrożenie to zostało zminimalizowane, raporty zaś opublikowane na temat PTS stwierdzonych u muzyków podane zostały w wątpliwość. Jako argument przeciwko autentyczności PTS wykazanych przez wielu autorów u muzyków orkiestr symfonicznych przytoczono zjawisko *presbycusis*, czyli starzenia się narządu słuchu z wiekiem. Jednakże taki argument w odniesieniu do młodych ludzi nie ma zastosowania.

Powstaje pytanie, dlaczego w świetle tak wielu raportów na temat zaobserwowanych PTS wywołanych głośną muzyką problem ten jest nadal traktowany jako otwarty i nadal istnieją opinie przeciwstawne. Wydaje się, że odpowiedź nie jest natury naukowej, może ona mieć raczej podłoże ekonomiczne. Interesujący komentarz na temat tego zagadnienia został opublikowany kilka lat temu przez Martina Polona [1989]. Stwierdził on, że prawie dziesięć lat temu pojawiła się seria artykułów w publikacjach branży nagrańowej, np. w publikacjach Audio Engineering Society, które zawierały

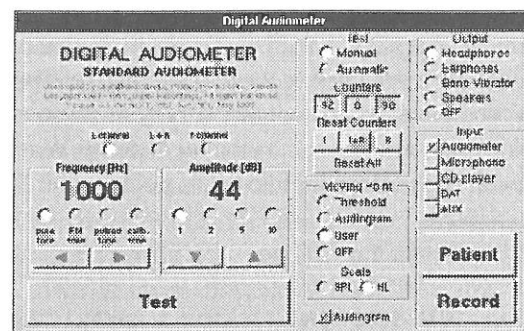
prawie kompletną dokumentację na temat negatywnego wpływu dźwięków na wysokich poziomach. Zacytował on listę skutków dla narządu słuchu i funkcji całego organizmu. Jednakże artykuły te zostały sceptycznie przyjęte przez branżę sprzętu audio, która obawiała się, że wiedza o ryzyku związanym z oddziaływaniem głośnej muzyki może zmniejszyć zyski tej branży. Warto pamiętać o uwagach Polona, ponieważ dają one odpowiedź na postawione pytanie.

II. NOWE TECHNIKI W AUDIOMETRII

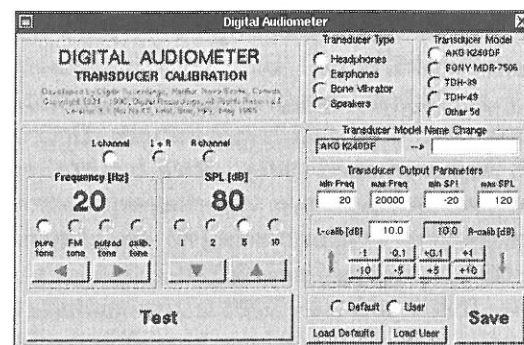
Niniejsze prace nad wpływem głośnej muzyki na ubytki słuchu zostały przeprowadzone za pomocą specjalnie przygotowanych komputerowych narzędzi audiometrycznych [Kostek (i inni) 1993; Roland-Mieszkowski (i inni) 1993]. Audiometr cyfrowy pozwala na osiągnięcie dokładnych pomiarów, które są ważne przy określaniu charakterystyki zmysłu słuchu. Drugim zaś bardzo przydatnym narzędziem do badań audiometrycznych jest tzw. tester słuchu, który stanowi płyta CD. Płyta zawiera zestaw sygnałów wygenerowanych za pomocą generatora komputerowego i przeznaczona jest do odtwarzania z gramofonu cyfrowego. Zestaw taki, posiadający dodatkowo kalibrator słuchawek, zapewnia możliwość przeprowadzenia podstawowych testów audiometrycznych, a jednocześnie stanowi rozwiązanie bardzo dobrze uzasadnione ekonomicznie.

Odpowiednią platformą dla komputerowego audiometru może być wielozadaniowa platforma UNIX. System ten zapewnia wszystkie funkcje potrzebne do przetworzenia sygnału w czasie rzeczywistym, manipulowania danymi itd.

Opracowany pakiet programowy stworzony dla audiometru komputerowego oparty jest na koncepcji modułów [Roland-Mieszkowski (i inni) 1993]. Wszystkie programy zostały napisane w języku programowania GNU C za pomocą narzędzia Interface Builder. Jeden z takich modułów stosuje zaawansowany generator sygnałów. Algorytm takiego generatora został zaprojektowany i stworzony z myślą o zastosowaniu w wielu dziedzinach, takich jak psychoakustyka, audiologia, patologia mowy. Wykorzystano nową metodę syntezy cyfrowej o dużej dokładności dla celów wygenerowania tonów [Roland-Mieszkowski (i inni) 1993]. Przy zastosowaniu wygenerowanych w ten sposób tonów dla pomiarów audiometrycznych możliwe jest spełnienie ścisłych wymagań technicznych w tej dziedzinie. Stosując ten algorytm można wygenerować wszystkie częstotliwości tonów z zakresu od 0,1 do 20 000 Hz przy zachowaniu rozdzielczości 0,1 Hz [tamże]. Wysoką jakość syntezy dźwięku uzyskano przy zastosowaniu 16-bitowych konwerterów, a następnie zwiększono ją przez zastosowanie techniki ditheringu. Na rys. 1 przedstawiony jest główny interfejs audiometru, a na rys. 2 pokazano panel audiometru, który pozwala na kalibrację



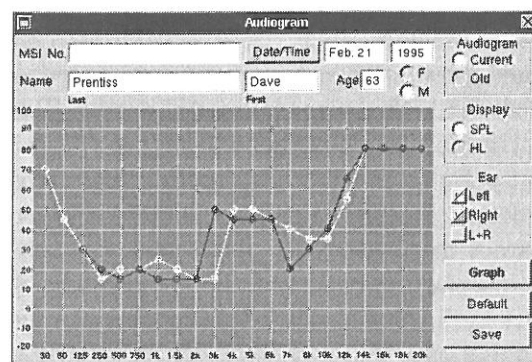
Rys. 1. Główny panel sterujący audiometru komputerowego



Rys. 2. Panel kalibracji dołączanych do audiometru przetworników

podłączanych do zestawu słuchawek. Wyniki testów są wykreślane w formie standardowego audiogramu, tak jak przedstawiono to na rys. 3.

Biorąc pod uwagę zarówno wymienioną już charakterystykę techniczną, jak i dobór możliwych do przeprowadzenia testów audiometrycznych w komputerowej stacji audiometrycznej, wydaje się, że rozwiązanie to ma dużą przewagę nad tradycyjnymi audiometrami. Ważną cechą jest możliwość

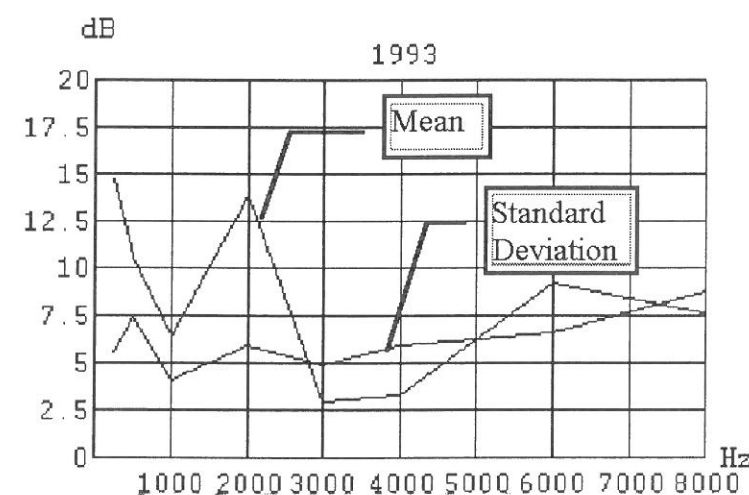


Rys. 3. Wykres audiometryczny uzyskany za pomocą audiometru komputerowego

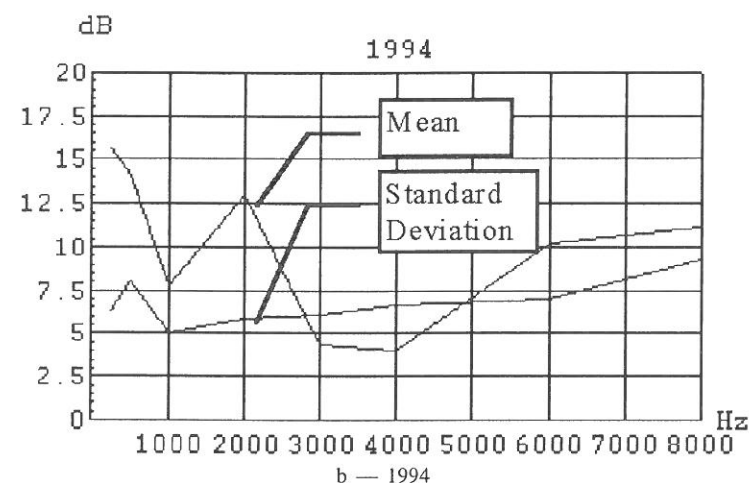
zautomatyzowania testowania progu słyszenia, zwłaszcza w przypadku, gdy operator nie ma wysokich kwalifikacji. Ponadto przechowywanie danych umożliwia długoterminowe badanie pacjenta. Zastosowanie audiometru komputerowego dobrze nadaje się do celów badawczych związanych z tematem badań przedstawionych w niniejszym artykule.

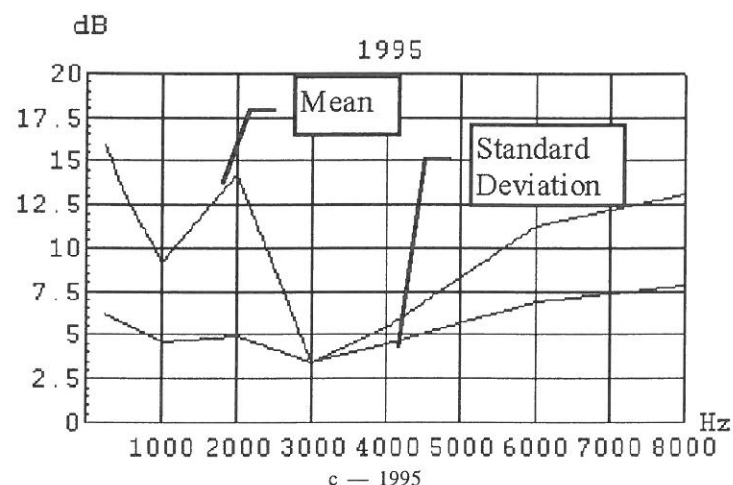
III. UBYTKI SŁUCHU U STUDENTÓW

W latach 1993-1995 rutynowo zbierane były dane audiometryczne dla grupy studentów (22 lata) rozpoczynających corocznie trzeci rok studiów i wybierających specjalność „inżynieria dźwięku” w Politechnice Gdańskiej.



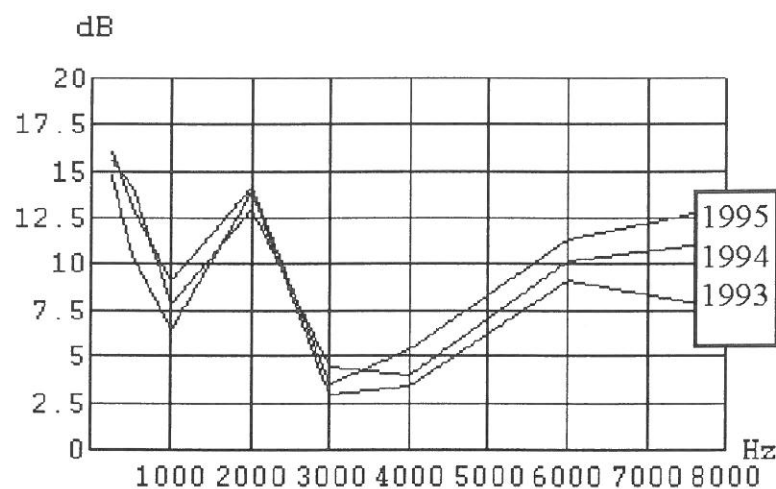
Rys. 4. Audiogramy grupy 12 studentów: a — 1993





Celem tej procedury było sprawdzenie zdolności studentów do pracy jako przyszłych inżynierów dźwięku. Dane są przedstawione jako średnie wartości i standardowe odchylenia ubytków słuchu (rys. 4). Postanowiono również przeprowadzić porównanie audiogramów dla trzech roczników studenckich. Porównanie to zostało przedstawione na rys. 5.

Większość studentów wykazuje prawidłowe progi słyszenia dla zakresu niskich częstotliwości, ale widoczne są ubytki przy częstotliwości 2 kHz i wyższych (6-8 kHz). Ponadto okazało się, że uwidoczniła się zauważalna, pogarszająca się tendencja dla każdego kolejnego roku (zob. rys. 5). Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że testowana populacja nie była zbyt duża, odchylenia standardowe zaś obliczane na tej próbce są do pewnego stopnia rozproszone.

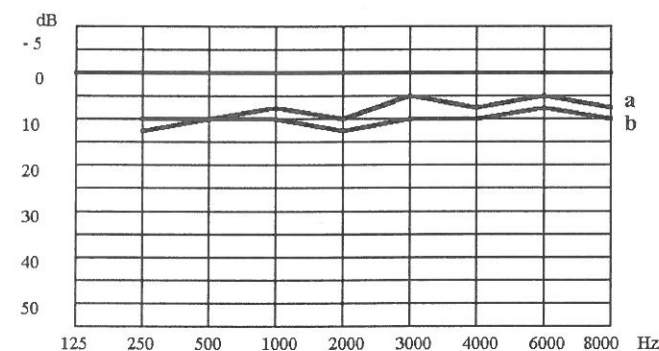


Rys. 5. Uśrednione audiogramy dla trzech grup studenckich

Prawie wszyscy badani studenci przyznali, że słuchają nagrań z „Walkmana” lub innych źródeł głośnej muzyki. W większości odnosi się to do głośnej muzyki pop lub innych podobnych rodzajów muzyki.

IV. UBYTKI SŁUCHU U PRACOWNIKÓW KLUBÓW NOCNYCH

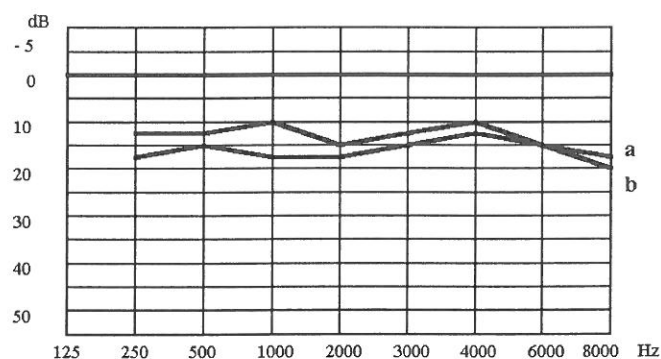
Zanim zostaną przedstawione dane eksperymentalne, zacytowana będzie hipoteza, która ukazała się w niektórych publikacjach [Budzyński, Sankiewicz 1990; Kostek (i inni) 1993]. Mówi ona mianowicie, że słuchacz głośnej muzyki, który chce ją słyszeć w pełni, tzn. nie chce się bronić przed siłą dźwięku, nie aktywuje — podświadomie lub dobrowolnie — odruchu obronnego, tak więc jego ucho wewnętrzne jest wystawione na działanie dźwięków o wysokim poziomie. W przeciwieństwie do tego słuchacz, który podświadomie broni swój słuch lub chce go obronić, uaktywnia odruch słuchowy i w konsekwencji zabezpiecza w ten sposób narząd Cortiego.



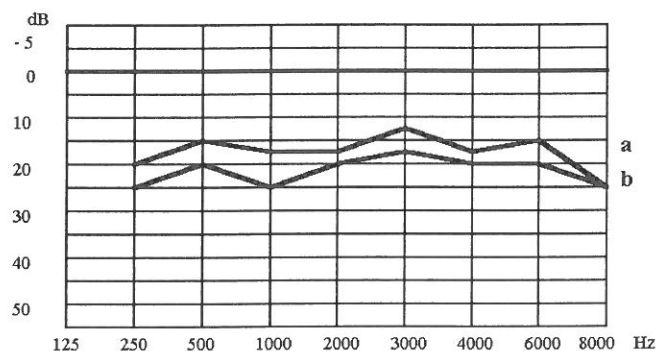
Rys. 6. Próg słyszenia kelnerki (23 lata) z klubu nocnego (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu); a — przed pracą; b — po pracy

Zaprezentowana hipoteza do pewnego stopnia wyjaśnia różnice w wynikach obserwacji, cytowane przez kilku autorów, na temat PTS wśród różnych badanych osób, muzyków i słuchaczy. Niektórzy z nich bronili się przed głośną muzyką — świadomie lub podświadomie — i w efekcie bardziej skutecznie chronili swoją zdolność słyszenia.

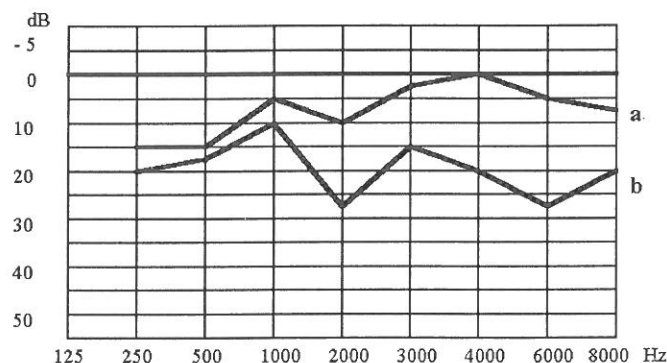
W celu sprawdzenia słuszności zaprezentowanego założenia autorzy przeprowadzili kilka badań eksperymentalnych. Przeprowadzono badanie na dwóch grupach osób słuchających głośnej muzyki. Pierwsza grupa pochodziła ze środowiska osób, które z racji swojego zawodu zmuszone są do codziennego słuchania głośnej muzyki, natomiast druga grupa objęła muzyków zespołu rockowego [Bohun 1995]. Grupa I składała się z trzech pracowników klubów nocnych — wszyscy z nich pracowali w dyskotekce trzy dni w tygodniu, sześć godzin dziennie. Grupa II składała się z czterech



Rys. 7. Próga słyszenia disc-jokeya (26 lat) z klubu nocnego (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed pracą; b — po pracy

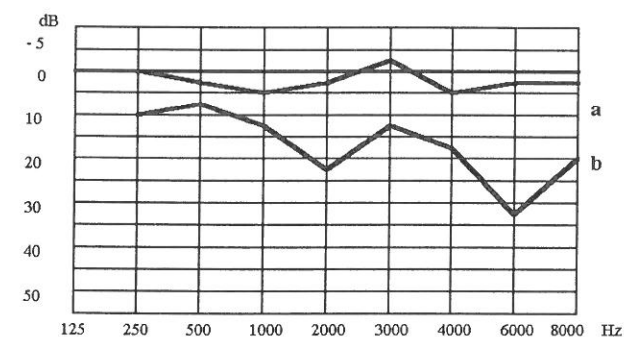


Rys. 8. Próga słyszenia kelnera (25 lat) z klubu nocnego (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed pracą; b — po pracy

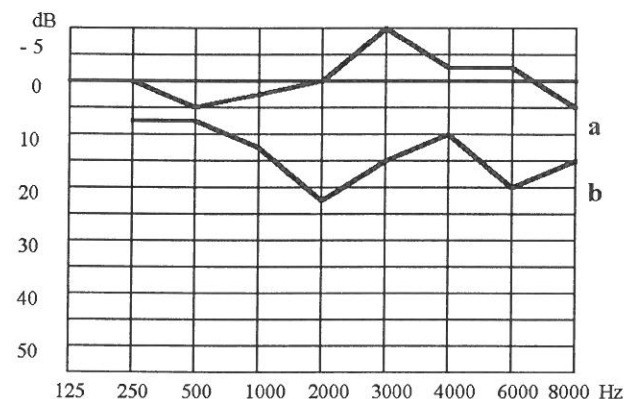


Rys. 9. Próga słyszenia perkusisty (22 lata) (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed próbą; b — po dwóch godzinach próby

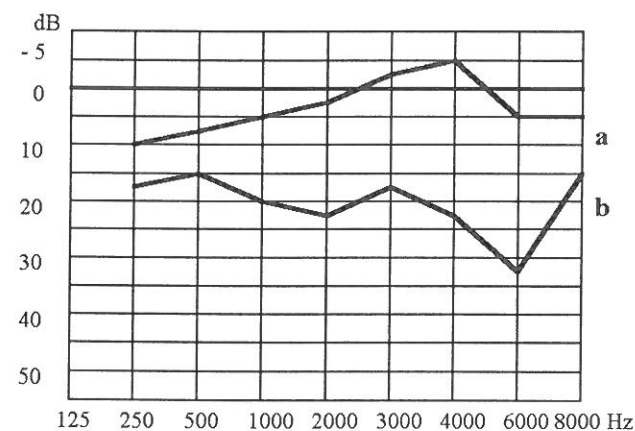
młodych muzyków — byli to: perkusista, keyboardzista, gitarzysta basowy i gitarzysta solowy, przy czym ostatni był również wokalistą. Zespół muzyczny na ogół organizuje swoje próby trzy dni w tygodniu, a każda trwa około trzech godzin. Poziomy dźwięku mierzone w czasie takich prób i występów znajdują się w przedziale 95-110 dB (A). Na podstawie odpowiedzi



Rys. 10. Próga słyszenia gitarzysty solowego (23 lata) (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed próbą; b — po dwóch godzinach próby



Rys. 11. Próga słyszenia keyboardzisty (24 lata) (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed próbą; b — po dwóch godzinach próby



Rys. 12. Próga słyszenia gitarzysty basowego (23 lata) (obydwie krzywe uśrednione dla obojga uszu): a — przed próbą; b — po dwóch godzinach próby

na ankietę żaden z badanych nie zgłosił żadnych przebytych chorób uszu. Również żaden z nich nie przechodził wcześniej badań audiometrycznych. Przeprowadzono testy audiometryczne przewodnictwa powietrznego przed

i po dwóch godzinach przebywania w warunkach ekspozycji na głośną muzykę [tamże]. Wyniki przedstawiono na rys. 6-12.

V. WYNIKI I WNIOSKI

Jak już wcześniej stwierdzono, widoczna jest tendencja obniżenia czułości słuchu wśród studentów badanych w kolejnych latach. Wydaje się, że konieczne są systematyczne audiometryczne pomiary słuchu u młodych ludzi. Często jest też tak, że tego rodzaju badania audiometryczne przeprowadzane są po raz pierwszy w przypadku większości tych młodych osób. Z drugiej strony większość studentów (70-90%) narażona jest na działanie głośnej muzyki. Należy zauważyć w tym miejscu, że wszystkie rodzaje muzyki, której słuchają młodzi ludzie, na ogół zawierają dużą koncentrację energii dźwięku w wyższych częstotliwościach w przeciwieństwie do muzyki klasycznej, w której częstotliwość podstawowa i niższe harmoniczne dźwięków skupiają większość energii widma.

Poza tym to właśnie składniki wysokich częstotliwości są na ogół odpowiedzialne za ubytek słuchu, istnieje bowiem skuteczna bariera chroniąca ucho przed hałasem na niskich częstotliwościach, polegająca na tzw. refleksie akustycznym [Motler 1972]. Natomiast problemem jest obrona przed istotnymi energetycznie składnikami wysokich częstotliwości widma dźwięku.

Zestawione audiogramy pracowników klubów nocnych odzwierciedlają w pewnym stopniu różny sposób percepcji muzyki. Rysunki 6-8 nie pokazują znaczących różnic pomiędzy testami audiometrycznymi przeprowadzonymi przed i po ekspozycji na działanie dźwięku. Największe przesunięcie progu nie przekracza 15 dB i na ogół miało miejsce tylko dla jednej lub dwóch częstotliwości. Może to być spowodowane ogólnym zmęczeniem. Z drugiej strony każdy audiogram wykreślony na rys. 9-12 (b) wykazał znaczny TTS u muzyków przebadanych po zakończonej próbie muzycznej. Przejściowy ubytek słuchu zawiera wszystkie przebadane częstotliwości, a największy ubytek można zauważyć dla 6 kHz. Ponadto czas oddziaływania głośnej muzyki był trzy razy dłuższy w przypadku pierwszej grupy niż drugiej. Oznacza to, że byli oni poddani na jeszcze większe ryzyko ubytku słuchu niż muzycy. Ten wynik można potraktować jako potwierdzenie teorii o podwyższonym ryzyku ubytku słuchu spowodowanym przez „pożądany” głośny hałas, do którego można zaliczyć głośną muzykę.

Generalnie nie ma wątpliwości co do faktu, że znaczny ubytek słuchu, czyli stałe obniżenie progu słyszenia (PTS), w zakresie co najmniej 20-30 dB, jest często spowodowany długo trwającym słuchaniem głośnej muzyki, tzn. na poziomach ponad 90 dB (A). Statystycznie odsetek młodych ludzi słuchających głośnej muzyki, u których wystąpił ubytek słuchu, wynosi 30-70% badanej populacji.

Ponadto stwierdzono tendencję stałego wzrostu liczby stwierdzonych PTS u młodych ludzi w ciągu ostatnich lat. Oprócz niewielu przypadków PTS spowodowanych przez chorobę większość ubytków słuchu na wysokich częstotliwościach może być związana z działaniem głośnej muzyki.

Ponieważ istnieje zgodność co do faktu, że każdy wychodzący z dyskoteki lub koncertu rockowego odczuwa pewne przejściowe przesunięcie progu słyszenia, dlatego też konieczne jest egzekwowanie istniejących przepisów ochrony przed hałasem. Informacja o zagrożeniu związanym z nadmierną ekspozycją na głośne dźwięki jest ważnym narzędziem w procesie ochrony słuchu. Ponadto testy audiometryczne powinny być przeprowadzane częściej i obejmować większą grupę młodych ludzi, umożliwiając wczesne wykrycie symptomów ubytku słuchu. Dodatkowo zastosowanie audiometrii cyfrowej opartej na komputerze, pozwalającej na przeprowadzenie testów audiometrycznych w pełnym zakresie częstotliwości, jak również umożliwiającej przechowywanie danych, pozwoli na systematyczne badania w dziedzinie ekspozycji na hałas. Z kolei stosowanie testera słuchu, którym jest płyta CD, zawierająca sygnały pomiarowe, może upowszechnić metody audiometrii i pozwolić na wczesne wykrycie ubytków słuchu.

Bibliografia

- Bohun K., 1995: The risk of hearing loss due to loud music. [Praca magisterska]. Zakład Inżynierii Dźwięku, Politechnika Gdańska, Gdańsk.
- Budzyński G., Sankiewicz M., 1990: Problem of the aggravating hearing-loss in young people. Proc. 37 Open Seminar on Acoustics, Gdansk.
- Catalano P. J., Levin S. M., 1985: Noise-induced hearing loss and portable radios with headphones. „Intern. J. of Pediatric Otorhinolaryngology” 9.
- Clark W. W., 1991: Noise exposure from leisure activities: A review. „J. Acoust. Soc. Am.” 90 (1).
- Fearn R. W., 1981: Hearing Levels in school children aged 9-12 years and 13-16 years associated with exposure to amplified pop music and other noisy activities. „J. of Sound and Vibration” 74 (1).
- Fearn R. W., Hanson D. R., 1984: Hearing level measurements of students aged 18-25 years exposed to amplified pop music. „J. of Sound and Vibration” 94 (4).
- Fearn R. W., Hanson D. R., 1984: Hearing level measurements of students aged 9-16 years exposed to amplified pop music. „J. of Sound and Vibration” 95 (3).
- Fearn R. W., 1991: Serial audiometry in young subjects aged 11-25 years exposed to amplified pop music. „J. of Sound and Vibration” 150 (2).
- Hawke M., Jahn A. F., 1987: Diseases of the Ear-Clinical and Pathologic Aspects, N. York: Gower Medical Publ.
- Kostek B., Czyżewski A., 1993: An Approach to the Integrated Computer-Based Audiometer. 94th Convention AES, 16-19 March 1993, Berlin, Preprint No 3618. „J. Audio Eng. Soc.” (Abstr.) 41 (5).

- Kostek B., Czyżewski A., Budzyński G., Sankiewicz M., Whitehead G., Roland-Mieszkowski M., 1993: Sound exposure in the entertainment business. „Canadian Acoustics” Proc. Issue 21 (3).
- Leipp E., 1976: A l'ecoute de la haute fidelite. Conf. des Journees d'Etudes. Ed. Radio, Paris.
- Lichtenberg B., 1973: Zur Frage der Horschadigung durch Beat-Musik. [Inaug.-Dissertation], Kiel.
- Moller A. R., 1972: The Middle Ear. In: Foundations of Modern Auditory Theory, 2, N. York: Academic Press.
- Ostri B., Eller N., Dahlin E., Skylv G., 1989: Hearing Impairment in Orchestral Musicians. „Scand. Audiol.” 18.
- Pänter C. H., 1987: Hearing Level measurements on students aged 18-25 years exposed to disco and pop music. „J. Sound and Vibration” 113 (20).
- Polon M., 1989: The polyester myth and warning about the effects of loud sound on your health. „Studio Sound” 5.
- Roland-Mieszkowski M., Roland-Mieszkowski D., 1992: Digital Generation of the High Quality Audio Signals with the NeXT Computer. „Canadian Acoustics”, Proc. Issue 20 (3).
- Roland-Mieszkowski M., Roland-Mieszkowski D., Czyżewski A., Kostek B., 1993: Digital Computer-based Audiometry: Technical Considerations and Clinical Applications. „Canadian Acoustics”, Proc. Issue 21 (3).
- Roysler L. H., 1985: Should the Walkman Take a Walk? Sound and Vibration.
- Royster D. J., Royster L. H., Kilion M. C., 1991: Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians. „J. Acoust. Soc. Am.” 89 (6).
- Rytznér B. C., 1981: Schoolchildren and noise. „Scand. Audiol.” 10 (4).
- Ward W. D., 1991: Hearing Loss from Noise and Music, 91 AES Conv., Preprint 3159, New York.
- Woolford D. H., 1988: Hearing Problems in Orchestras. „Acoustics Australia” 15, 3.