

Ewa ZAJDLER

Uniwersytet Jagielloński

Aneta STAL¹

Uniwersytet Warszawski

Ekspozycja na język tonalny a wrażliwość słuchowa²

Abstract:

Exposure to a tonal language and the development of auditory attention

The Chinese language is a tonal language. The four tones of Modern Standard Chinese cause difficulties for non-tonal language users. Learning to recognize foreign speech sounds and to distinguish their phonological features is the process influencing the complex auditory ability. This article presents the pilot study of auditory reactions of Polish-speaking people to learning a tonal language. Pure tone audiometry used in the study provides data of the hearing threshold of subjects exposed and not exposed to the tonal language. Results show change in auditory sensitivity, significant for some frequencies of pure tones stimuli. Due to the small scale of the study it is regarded as a preliminary research.

Wstęp

Chociaż tonalność języka jest cechą suprasegmentalną, to sposób, w jaki wpisuje się w prozodię mowy, zasługuje na szczególną uwagę głównie ze względu na fonologicznie dystynktywny charakter. Obrazowo przedstawia to Künstler w swojej pracy *Języki chińskie* tak: „W językach omawianego obszaru mamy do czynienia ze strukturą bardziej skomplikowaną: otóż w językach tych – przypomnijmy: określanych jako tonalne – każda jednostka sylabiczna (mówimy tu oczywiście w ogromnym uproszczeniu) jest wymawiana w jednym z tonów, z których składa się system danego języka. Owe tony zajmują w tych językach „pierwsze piętro”, co stwarza sytuację, w której akcent znajduje się na „drugim piętrze”, a intonacja na „trzecim”.” (zob. M.J. Künstler 2000: 17). Fonemy tonalne języka chińskiego zajmują w dydaktyce fonetyki audytywnej i artykulatoryjnej ważne miejsce, bo od umiejętności ich rozróżniania zależą umiejętności językowe w zakresie mowy i jej recepcji oraz ich poprawny i efektywny rozwój.

¹ Pani Aneta Stal jest autorką aplikacji sczytującej dane liczbowe z PFD audiometrii tonalnej. Ukończyła z dyplomem licencjackim studia z zakresu fizyki i sinologii na UW oraz z dyplomem magisterskim studia na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki UW.

² Badania przeprowadzono na Wydziale Orientalistycznym UW; sfinansowane były z funduszu badań statutowych jednostki, za co autorka wyraża podziękowanie.

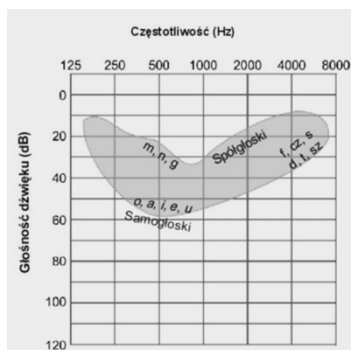
1. Sygnał mowy

Zważywszy na różnice częstotliwości, w których realizowany jest sygnał mowy w różnych językach, potencjał słyszenia nie przekłada się na taką samą wrażliwość dla wszystkich częstotliwości dźwięku. Skoro poziom słuchu jest mierzalny subiektywnie i obiektywnie, i zależy od budowy i funkcjonowania narządu słuchu, nie można mówić o poprawie słuchu w wyniku wzmożonej pracy nad nim. A jednak ekspozycja dorosłych na język tonalny i konieczność nauczenia się słyszenia i realizacji dźwięków (odbiegających od dotąd znanych częstotliwości i przebiegów) każe nam przyjrzeć się bliżej procesom słyszenia i rozróżniania dźwięków.

Tonalność języka chińskiego jest wyzwaniem dla użytkowników języków nietonalnych uczących się chińskiego w wieku dorosłym. „Słownik języka polskiego” podaje następujące znaczenie wyrazu *ton* w kontekście języka i komunikacji: „1. dźwięk wywołany przez drgania akustyczne o tej samej częstotliwości (...). 2. miara odległości pomiędzy dźwiękami skali (...). 3. jakość brzmienia głosu lub instrumentu (...). 4. *pot.* styl tekstu pisanego, mówionego, wyrażający uczucia mówiącego” (E. Sobol 2006: 1043). „Encyklopedia językoznawstwa ogólnego” definiuje *ton* w kontekście języka następująco: „1. Typ akcentu, którego istotą są zmiany wysokości brzmienia sylaby. Przeciwstawia się akcentowi dynamicznemu, polegającemu na sile artykulacji. (...) 2. Synonim intonacji” (K. Polański 2003: 605).

W niniejszym rozważaniu tylko pierwsze dwie definicje nawiązują do akustycznej materii mowy, jedna – do generowania dźwięku, druga – do różnicy między dźwiękami. *Ton* rozumiany jako fonem tonalny w języku chińskim łączy w sobie zbiór cech segmentalnych i suprasegmentalnych. Cechę segmentalną fonemu tonalnego stanowi ten dźwięk sylaby chińskiej, który posiada f_0 realizowane w czasie. Obrazowo mówimy, że to samogłoska w sylabie jest nośnikiem tonu. Na wymiar suprasegmentalny składa się zmienna częstotliwość odpowiadająca za infleksję i diapazon danego tonu (zob. E. Zajdler 2010: 275). Cechy te czynią zatem ton w języku chińskim bliższym pojęciu tonu jako różnicy między punktami na skali dźwięków niż tonu rozumianego akustycznie jako drgania. Chociaż w językach tonalnych częstotliwości tonu i rozpiętość rejestru są względne i mają cechy osobnicze, to zakres częstotliwości dla przebiegu poszczególnych tonów, podobnie jak głosek, ma swoje uśrednione wartości f_0 . O ile dla muzyki istotna jest bezwzględna wartość częstotliwości danego tonu, o tyle dla języków tonalnych ważna jest względna częstotliwość w danym rejestrze.

To f_0 wyznacza wysokość dźwięku. Dolny zakres widma mowy (100-350 Hz) zawiera aż 50% energii akustycznej mowy. Mimo że dla języka polskiego istotne jest pasmo 100-2300 Hz, to częstotliwość powyżej 350 Hz, przy 50% energii akustycznej, gwarantuje w pełni jej zrozumienie, gdyż daje 98% wyrazistości mowy (E. Hojan/ E. Skrodzka 2005: 104-105). Rozkład akustyczny części składowych mowy oprócz częstotliwości podstawowych pokazuje rozkład energii akustycznej wyrażającej się przez natężenie dźwięku (optymalny próg słyszenia to 0-30 dB) (zob. źródło internetowe [1]). Wyraźnie widać, jak dużą energię przejmują samogłoski. Można domniemywać, że przesunięcie poziomu zrozumiałości mowy z niskich częstotliwości w języku polskim na wyższe wiąże się z wysoką frekwencją zbitek spółgłoskowych, które rekompensują utratę energii w niskim rejestrze.



Rysunek 1. Audiogram dźwięków mowy

Zakres częstotliwości podstawowej fonacji – najczęściej w 1/3 dolnego zakresu częstotliwości głosu – to przedział, w którym głos w czasie mowy przesuwają się w rejestrze ku górze lub dołowi od 4 do 6 półtonów, oscylując wokół średniej wartości maksimum spektralnego. U mężczyzn to zakres od *a* (220 Hz) do *e* (330 Hz), u dzieci i kobiet od *a* (220 Hz) do *e* (660 Hz) (zob. źródło internetowe [2] str. 20). Dla zobrazowania rozpiętości częstotliwości podstawowych w różnych językach dla głosów żeńskich i męskich podano w tabeli wartości minimalne i maksymalne *f*₀ trzech samogłosek. Przy czym dla języka chińskiego oddzielnie podano wartości skrajne *f*₀ danej samogłoski, a oddzielnie wartości początkowe i końcowe *f*₀ samogłoski w danym tonie (D.H. Whalen / A.G. Levitt 1995: 351-353³).

| [u] | | [i] | | [o] | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| głos żeński | głos męski | głos żeński | głos męski | głos żeński | głos męski | |
| min./ max. | min./ max. | min./ max. | min./ max. | min./ max. | min./ max. | |
| 172 Hz/335 Hz | 90 Hz/206 Hz | 169 Hz/312 Hz | 89 Hz/197 Hz | 171 Hz/302 Hz | 83 Hz/175 Hz | chiński |
| 185 Hz/308 Hz | 116 Hz/143 Hz | 189 Hz/309 Hz | 118 Hz/141 Hz | 194 Hz/288 Hz | 107 Hz/136 Hz | wietnamski |
| 175 Hz/323 Hz | 93 Hz/208 Hz | 174 Hz/320 Hz | 93 Hz/206 Hz | 175 Hz/298 Hz | 90 Hz/188 Hz | angielski |
| ————/219 Hz | 95 Hz/140 Hz | 184 Hz/222 Hz | 90 Hz/ 138 Hz | 167 Hz/210 Hz | 82 Hz/129 Hz | niemiecki |
| 243 Hz/300 Hz | 134 Hz/198 Hz | 235 Hz/289 Hz | 132 Hz/199 Hz | 226 Hz/266 Hz | 124 Hz/185 Hz | francuski |
| ———— | 153 Hz | ———— | 153 Hz | ———— | 150 Hz | polski |
| 220 Hz | 122 Hz | 212 Hz | 120 Hz | 182 Hz | 104 Hz | duński |
| 222 Hz | 127 Hz | 218 Hz | 128 Hz | 215 Hz | 124 Hz | szwedzki |

Tabela 1. Częstotliwości podstawowe w różnych językach dla głosów żeńskich i męskich – wartości minimalne i maksymalne dla wybranych samogłosek

³ Z danych prezentowanych w publikacji D.H. Whalen i A.G. Levitt (1995: 351-353, 357) wybrano tutaj skrajne wartości częstotliwości. Jednak praca ta przywołuje wartości *f*₀ z bardzo wielu publikacji zaznaczając, że reprezentatywność podanych wartości jest względna tak z powodu liczby uczestników (od 1 osoby do 33; najczęściej kilka osób) cytowanych badań, jak i różnorodności kontekstów samogłosek, których częstotliwość podstawową mierzono. Stwierdzono jednak brak statystycznie istotnych różnic wartości *f*₀ dla reprezentowanych języków.

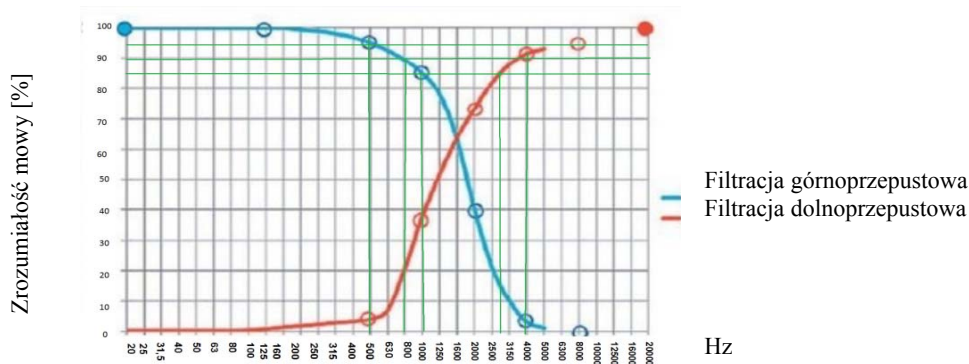
| [u] | | [i] | | [o] | | |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------------------|
| głos żeński | głos męski | głos żeński | głos męski | głos żeński | głos męski | |
| 307 Hz | 181 Hz | 297 Hz | 175 Hz | 276 Hz | 154 Hz | chiński T1 ⁻ |
| 209÷289 Hz | 117÷168 Hz | 205÷265 Hz | 118÷167 Hz | 198÷255 Hz | 111÷151 Hz | chiński T2 ['] |
| 218÷172 Hz | 112÷90 Hz | 219÷169 Hz | 113÷89 Hz | 227÷171 Hz | 108÷83 Hz | chiński T3 [~] |
| 335÷184 Hz | 206÷105 Hz | 312÷180 Hz | 197÷97 Hz | 302÷187 Hz | 175÷97 Hz | chiński T4 ['] |

Tabela 2. Wartości początkowe i końcowe f_0 samogłoski w tonach języka chińskiego (T1, T2, T3, T4)

| | T1 ⁻ | T2 ['] | T3 [~] | T4 ['] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| [i] | 259-257-258 | 182-162-255 | 192-142-212 | 294-227-130 |
| [u] | 291-290-290 | 186-170-249 | 197-163-208 | 334-246-153 |
| [a] | 245-243-244 | 188-175-243 | 190-150-202 | 287-225-154 |
| [ai] | 269-266-267 | 166-153-245 | 184-137-201 | 305-196-145 |
| [ei] | 273-271-275 | 182-153-246 | 180-155-214 | 307-231-142 |
| [ao] | 267-268-267 | 165-159-250 | 183-153-211 | 300-232-141 |
| [ou] | 258-260-255 | 173-159-241 | 189-153-211 | 327-213-143 |

Tabela 3. Wartości początkowe, środkowe i końcowe f_0 samogłoski w tonach języka chińskiego (T1, T2, T3, T4). Guo Junhong et al. (2010: 83)

Spółgłoski, szczególnie bezdźwięczne, realizowane są w wyższym rejestrze, stąd w językach europejskich zrozumiałość mowy względem pasma częstotliwości szacuje się na 1-5 kHz.



Rysunek 2. Wpływ filtracji górno- i dolnoprzepustowej pasma mowy ludzkiej na zrozumiałość

Przez odfiltrowane pasmo sygnału mowy (filtr górno- i dolnoprzepustowy) dla kolejnych wartości częstotliwości uzyskano odpowiednio: 100% zrozumiałości mowy przy częstotliwościach powyżej 100 Hz, 95% – powyżej 500 Hz i wciąż zadawalającą wartość 85% powyżej 1 kHz. Dalsze odcinanie częstotliwości wpływało na wyraźny spadek poziomu zrozumiałości mowy. Filtracja dolnoprzepustowa, odcinająca wysokie rejestry, wskazuje 4 kHz jako częstotliwość konieczną dla zrozumiałości mowy w więcej niż 90%. Określa się w ten sposób konieczny zakres częstotliwości mowy jako 1-4 kHz (zob. źródło internetowe [3]). Pamiętać należy, że dla poszczególnych języków występują pewne

różnice eksploatowanych częstotliwości. Guo Junhong et al. (2010: 80) twierdzą, że f_0 przebiegu tonów w języku chińskim lokuje się poniżej 300 Hz. Badania w kontekście przystosowania częstotliwości głosu do odbioru przez osoby chińskojęzyczne z poważnym uszkodzeniem słuchu wykazują, że korzystniej dla zachowania informacji wypada filtrowanie dolnoprzepustowe przy częstotliwości granicznej 650 Hz, a nawet 500 Hz, niż filtrowanie górnoprzepustowe.

2. Cel badania

Wiek rozpoczęcia nauki szkolnej określa się jako umowną granicę kształtowania się słuchu fonematycznego. Proces uczenia się różnicowania dźwięków w zakresie tonalności przez dorosłych jest sprzężony z nauką produkcji tonów i oceną ich poprawności. Nie jest to tylko jednowymiarowy proces decyzyjny. Bez wątplenia za kluczową należy uznać percepcję dźwięku, czyli możliwości zmysłu słuchu. Postawiono zatem pytanie, jaka jest relacja między słuchem osoby dorosłej (bez ubytku słuchu) i ostrością słyszenia (wrażliwością słuchu) po intensywnej ekspozycji na język tonalny. Za intensywny kontakt z językiem uważa się tu naukę języka chińskiego w mowie (recepja i produkcja) i w piśmie. Celem badania jest porównanie progu słyszenia w audiometrii tonalnej (częstotliwości standardowe 150-8000 Hz) przed rozpoczęciem nauki i na dwóch etapach zaawansowania. Istotny statystycznie wynik sugerowałby zmianę wrażliwości słuchu na określone częstotliwości.

3. Opis badania

Wykonano dwukrotny pomiar progu słyszenia w audiometrii tonalnej osób polskojęzycznych: przed rozpoczęciem uczenia się języka chińskiego i po siedmiu miesiącach kursu języka (ok. 400h po 45 min.). Pomiarami objęto 27 osób rozpoczynających intensywną naukę języka chińskiego. Ponieważ kilkanaście osób nie ukończyło kursu na oczekiwanym poziomie, uznano, że nie spełniały one kryterium intensywności ekspozycji na bodźce językowe. Zgodnie z założeniem samego kursu, za miarę spełnienia kryterium przyjęto osiągnięcie poziomu umiejętności zbliżonego do A1+/A2. Dlatego pomiar dwukrotny w tej grupie uczestników dotyczy 14 badanych. Zbadano także niewielką, dziewięciosobową grupę studentów z zaawansowaną znajomością języka chińskiego na poziomie B2+/C1. Wyniki pomiarów stały się podstawą do analizy.

Przebieg krzywej progu słyszenia ustalono za pomocą audiometrii tonalnej – pomiaru reakcji na bodźcowanie tonami czystymi na jedenastu różnych częstotliwościach (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz). Wyniki to subiektywna odpowiedź na percepcję najcichszego dźwięku (wartości podane w dB).

Uczestnicy badania:

Grupa 1. poddana pomiarom dwa razy (próba zależna).

Grupa 2. i Grupa 3. (pomiary niezależne).

Uzyskane dane progu słyszenia:

1) Grupa 1. (14 osób); badanie pierwsze (lewy kanał, prawy kanał).

2) Grupa 1. (14 osób); badanie drugie (poziom A1+/A2) (lewy kanał, prawy kanał).

- 3) Grupa 2. (27 osób); badanie bez ekspozycji na chiński (lewy kanał, prawy kanał).
 4) Grupa 3. (9 osób); badanie po długotrwałym uczeniu się języka chińskiego (poziom B2+/C1) (lewy kanał, prawy kanał).

4. Analiza wyników

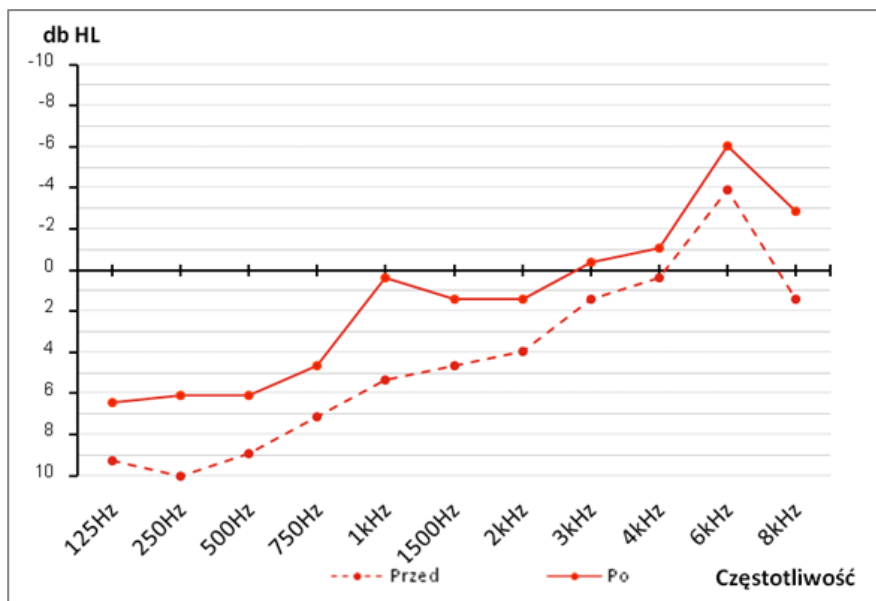
(1) Badanie 1

W celu sprawdzenia, czy próg słyszenia u osób polskojęzycznych po siedmio-miesięcznej intensywnej ekspozycji na język tonalny różni się od progu słyszenia osób nieznających języka chińskiego, porównano wyniki audiometrii tonalnej prawego (Tabela 4.; Wykres 1.) i lewego (Tabela 5.; Wykres 3.) kanału słuchowego. Dla weryfikacji statystycznej istotności pomiarów zastosowano test Wilcoxon. W wykresach kolumnowych (2. i 4.) poniżej przedstawiono wyniki z przeprowadzonych porównań.

| Ucho | Częstotliwość | Badanie | Średnia | Odczylenie standardowe | Wynik testu Z | Poziom istotności |
|-------|--------------------|--------------------|---------|------------------------|---------------|-------------------|
| Prawe | 125 Hz | Przed nauką języka | 9,29 | 5,50 | 1,28 | 0,201 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 6,43 | 5,35 | | |
| | 250 Hz | Przed nauką języka | 10,00 | 6,20 | 2,18 | 0,029 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 6,07 | 4,01 | | |
| | 500 Hz | Przed nauką języka | 8,93 | 6,56 | 1,73 | 0,084 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 6,07 | 3,5 | | |
| | 750 Hz | Przed nauką języka | 7,14 | 5,79 | 1,65 | 0,100 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 4,64 | 3,65 | | |
| | 1 kHz | Przed nauką języka | 5,36 | 4,14 | 2,66 | 0,008 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 0,36 | 5,71 | | |
| | 1,5 kHz | Przed nauką języka | 4,64 | 4,14 | 2,17 | 0,030 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 1,43 | 3,06 | | |
| | 2 kHz | Przed nauką języka | 3,93 | 5,61 | 1,73 | 0,084 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 1,43 | 4,13 | | |
| | 3 kHz | Przed nauką języka | 1,43 | 4,13 | 1,51 | 0,132 |
| | | Po ok. 400h zajęć | -0,36 | 4,14 | | |
| | 4 kHz | Przed nauką języka | 0,36 | 4,14 | 1,04 | 0,297 |
| | | Po ok. 400h zajęć | -1,07 | 5,94 | | |
| | 6 kHz | Przed nauką języka | -3,93 | 5,94 | 1,15 | 0,250 |
| | | Po ok. 400h zajęć | -6,07 | 6,84 | | |
| 8 kHz | Przed nauką języka | 1,43 | 8,42 | 1,62 | 0,106 | |
| | Po ok. 400h zajęć | -2,86 | 5,79 | | | |

Tabela 4. Wyniki audiometrii tonalnej prawego kanału słuchowego

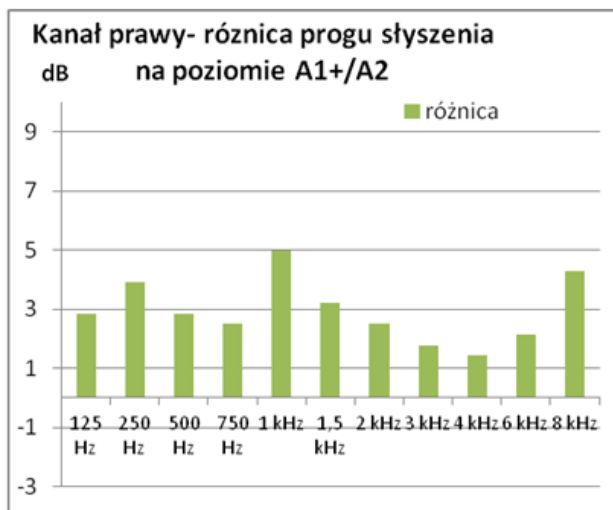
Analiza testem Wilcoxon wykazała istotne statystycznie różnice. Oznacza to, że dla prawego kanału dla częstotliwości 250 Hz, 1 kHz i 1,5 kHz u badanych osób przed nauką języka próg słyszenia przebiegał na wyższym poziomie decybeli niż po intensywnej ekspozycji na język chiński.



Wykres 1. Wyniki dwukrotnej audiometrii tonalnej prawego kanału słuchowego

Różnica progu słyszenia według średnich wyników dwukrotnego pomiaru audiometrii tonalnej prawego kanału wypadła dla wszystkich częstotliwości dodatnio. Mieści się między 1,43 dB (dla częstotliwości 4kHz) a 5 dB (dla częstotliwości 1 kHz). Najwyraźniejsza zmiana progu słyszenia dotyczy dwóch częstotliwości: 1 i 8 kHz.

| | przed | po | róż-nica |
|---------|-------|-------|----------|
| 125 Hz | 9,29 | 6,43 | 2,86 |
| 250 Hz | 10,00 | 6,07 | 3,93 |
| 500 Hz | 8,93 | 6,07 | 2,86 |
| 750 kHz | 7,14 | 4,64 | 2,5 |
| 1 kHz | 5,36 | 0,36 | 5,0 |
| 1,5 Hz | 4,64 | 1,43 | 3,21 |
| 2 kHz | 3,93 | 1,43 | 2,5 |
| 3 kHz | 1,43 | -0,36 | 1,79 |
| 4 kHz | 0,36 | -1,07 | 1,43 |
| 6 kHz | -3,93 | -6,07 | 2,14 |
| 8 kHz | 1,43 | -2,86 | 4,29 |

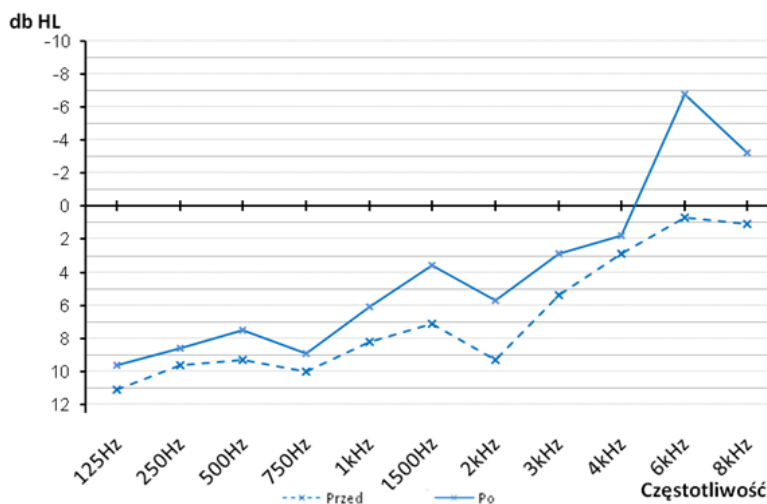


Wykres 2. Różnica progu słyszenia

| Ucho | Częstotliwość | Badanie | Średnia | Odchylenie standardowe | Wynik testu Z | Poziom istotności |
|-------|--------------------|--------------------|---------|------------------------|---------------|-------------------|
| Lewe | 125 Hz | Przed nauką języka | 11,07 | 4,46 | 0,73 | 0,463 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 9,64 | 6,34 | | |
| | 250 Hz | Przed nauką języka | 9,64 | 5,36 | 0,83 | 0,405 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 8,57 | 5,69 | | |
| | 500 Hz | Przed nauką języka | 9,29 | 6,16 | 1,67 | 0,096 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 7,50 | 5,46 | | |
| | 750 Hz | Przed nauką języka | 10,00 | 6,20 | 0,69 | 0,490 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 8,93 | 5,25 | | |
| | 1 kHz | Przed nauką języka | 8,21 | 5,41 | 1,90 | 0,058 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 6,07 | 4,87 | | |
| | 1,5 kHz | Przed nauką języka | 7,14 | 6,42 | 2,35 | 0,019 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 3,57 | 4,13 | | |
| | 2 kHz | Przed nauką języka | 9,29 | 7,03 | 3,16 | 0,002 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 5,71 | 7,30 | | |
| | 3 kHz | Przed nauką języka | 5,36 | 6,03 | 1,81 | 0,070 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 2,86 | 6,11 | | |
| | 4 kHz | Przed nauką języka | 2,86 | 8,48 | 0,71 | 0,477 |
| | | Po ok. 400h zajęć | 1,79 | 6,39 | | |
| | 6 kHz | Przed nauką języka | 0,71 | 6,75 | 2,99 | 0,003 |
| | | Po ok. 400h zajęć | -6,79 | 3,72 | | |
| 8 kHz | Przed nauką języka | 1,07 | 4,46 | 2,45 | 0,014 | |
| | Po ok. 400h zajęć | -3,21 | 6,39 | | | |

Tabela 5. Wyniki audiometrii tonalnej lewego kanału słuchowego

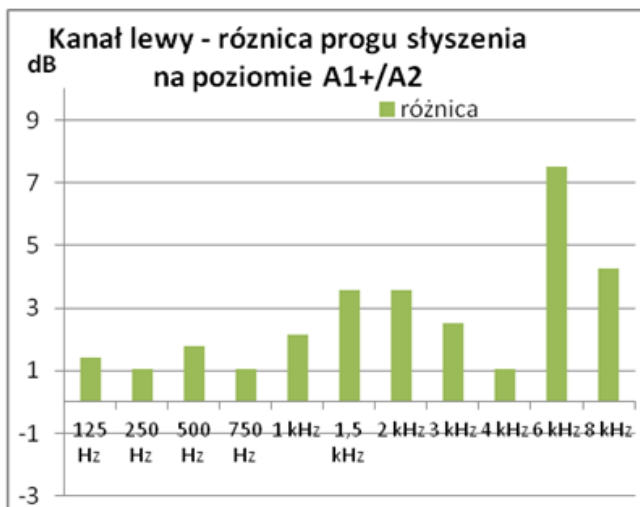
Analiza testem Wilcozona wykazała istotne statystycznie różnice. Oznacza to, że dla lewego kanału dla częstotliwości 1,5 kHz, 2 kHz, 6 kHz i 8 kHz u badanych osób przed nauką języka próg słyszenia przebiegał na wyższym poziomie decybeli niż po intensywnej ekspozycji na język chiński.



Wykres 3. Wyniki dwukrotnej audiometrii tonalnej lewego kanału słuchowego

Różnica progu słyszenia według średnich wyników dwukrotnego pomiaru audiometrii tonalnej lewego kanału wypadła dla wszystkich częstotliwości dodatnio. Mieści się między 1,07 dB (dla częstotliwości 250 Hz, 750 Hz i 4 kHz) a 7,5 dB (dla częstotliwości 6 kHz). Najwyraźniejsza zmiana progu słyszenia dotyczy dwóch najwyższych sprawdzanych częstotliwości: 6 i 8 kHz.

| | przed | po | różnica |
|--------|-------|-------|---------|
| 125 Hz | 11,07 | 9,64 | 1,43 |
| 250 Hz | 9,64 | 8,57 | 1,07 |
| 500 Hz | 9,29 | 7,50 | 1,79 |
| 750 Hz | 10,00 | 8,93 | 1,07 |
| 1 kHz | 8,21 | 6,07 | 2,14 |
| 1,5 Hz | 7,14 | 3,57 | 3,57 |
| 2 kHz | 9,29 | 5,71 | 3,58 |
| 3 kHz | 5,36 | 2,86 | 2,5 |
| 4 kHz | 2,86 | 1,79 | 1,07 |
| 6 kHz | 0,71 | -6,79 | 7,5 |
| 8 kHz | 1,07 | -3,21 | 4,28 |



Wykres 4. Różnica progu słyszenia

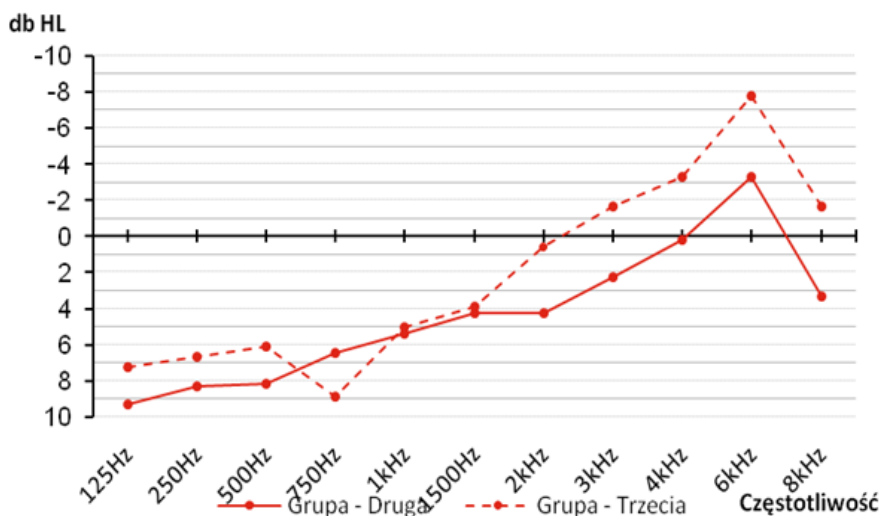
(2) Badanie 2

W celu sprawdzenia, czy próg słyszenia u osób polskojęzycznych po kilkuletniej ekspozycji na język tonalny (poziom B2+/C1) różni się od progu słyszenia osób nie znających języka chińskiego, wykonano pomiary dla dwóch grup niezależnych. Porównano wyniki audiometrii tonalnej prawego (Tabela 6.; Wykres 5.) i lewego (Tabela 7.; Wykres 7.) kanału słuchowego. Dla weryfikacji statystycznej istotności pomiarów zastosowano test U Manna-Whitneya. W wykresach kolumnowych (6. i 8.) poniżej przedstawiono wyniki z przeprowadzonych porównań

| Ucho | Częstotliwość | Grupa | Średnia | Odczylenie standardowe | Wynik testu Z | Poziom istotności |
|-------|---------------|----------------------------|---------|------------------------|---------------|-------------------|
| Prawe | 125 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 9,26 | 6,31 | 0,77 | 0,472 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 7,22 | 5,65 | | |
| | 250 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 8,33 | 6,65 | 0,72 | 0,494 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 6,67 | 4,33 | | |
| | 500 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 8,15 | 6,07 | 0,83 | 0,428 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 6,11 | 4,86 | | |
| | 750 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 6,48 | 5,85 | 1,05 | 0,330 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 8,89 | 3,33 | | |
| | 1 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 5,37 | 5,18 | 0,17 | 0,886 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 5,00 | 3,54 | | |
| | 1,5 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 4,26 | 5,13 | 0,31 | 0,774 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 3,89 | 3,33 | | |

| | | | | | |
|-------|----------------------------|-------|------|-------------|--------------|
| 2 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 4,26 | 5,50 | 1,69 | 0,109 |
| | Po długotrwałej ekspozycji | 0,56 | 5,27 | | |
| 3 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 2,22 | 4,87 | 2,29 | 0,032 |
| | Po długotrwałej ekspozycji | -1,67 | 2,50 | | |
| 4 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 0,19 | 4,90 | 1,66 | 0,109 |
| | Po długotrwałej ekspozycji | -3,33 | 7,07 | | |
| 6 kHz | Bez ekspozycji na chiński | -3,33 | 5,19 | 2,35 | 0,024 |
| | Po długotrwałej ekspozycji | -7,78 | 3,63 | | |
| 8 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 3,33 | 7,97 | 1,65 | 0,109 |
| | Po długotrwałej ekspozycji | -1,67 | 7,91 | | |

Tabela 6. Wyniki audiometrii tonalnej prawego kanału słuchowego

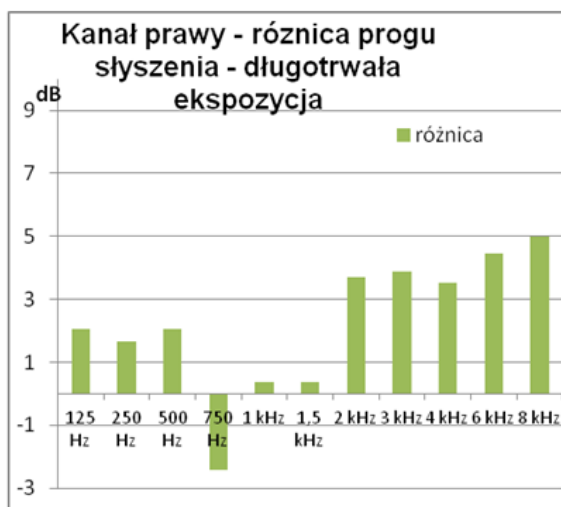


Analiza testem U Manna-Whitneya wykazała istotne statystycznie różnice. Oznacza to, że dla prawego kanału dla częstotliwości 3 kHz i 6 kHz u badanych osób z grupy bez ekspozycji na język chiński próg słyszenia przebiegał na wyższym poziomie decybeli niż u osób po długotrwałej i intensywnej ekspozycji na język chiński.

Wykres 5. Wyniki audiometrii tonalnej prawego kanału słuchowego grupy 2. i grupy 3.

Różnica progu słyszenia według średnich wyników pomiaru audiometrii tonalnej prawego kanału w dwóch niezależnych grupach (osób bez wystawienia na bodźcowanie językiem chińskim i po długotrwałej i intensywnej ekspozycji na bodźcowanie językiem chińskim) wypadła dla wszystkich częstotliwości dodatnio z wyjątkiem częstotliwości 750 Hz. Mieści się między 0,37 dB (dla częstotliwości 1 kHz i 1,5 kHz) a 5 dB (dla częstotliwości 8 kHz). Najwyraźniejsza zmiana progu słyszenia dotyczy dwóch najwyższych sprawdzanych częstotliwości: 6 i 8 kHz.

| | przed | po | różnica |
|--------|-------|-------|---------|
| 125 Hz | 9,26 | 7,22 | 2,04 |
| 250 Hz | 8,33 | 6,67 | 1,66 |
| 500 Hz | 8,15 | 6,11 | 2,04 |
| 750 Hz | 6,48 | 8,89 | -2,41 |
| 1 kHz | 5,37 | 5,00 | 0,37 |
| 1,5 Hz | 4,26 | 3,89 | 0,37 |
| 2 kHz | 4,26 | 0,56 | 3,7 |
| 3 kHz | 2,22 | -1,67 | 3,89 |
| 4 kHz | 0,19 | -3,33 | 3,52 |
| 6 kHz | -3,33 | -7,78 | 4,45 |
| 8 kHz | 3,33 | -1,67 | 5 |

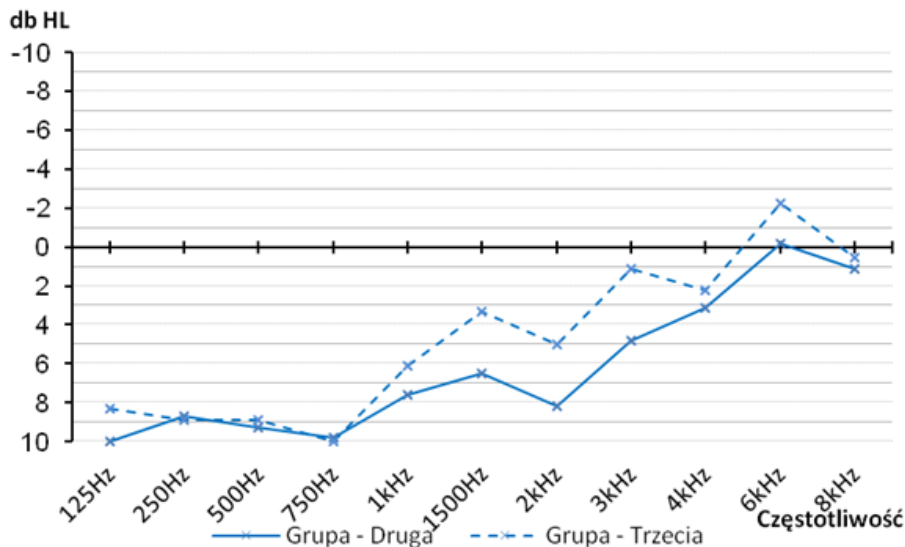


Wykres 6. Różnica progu słyszenia

| Ucho | Częstotliwość | Grupa | Średnia | Odczylenie standardowe | Wynik testu Z | Poziom istotności |
|-------|----------------------------|----------------------------|---------|------------------------|---------------|-------------------|
| Lewe | 125 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 10,00 | 5,55 | 0,84 | 0,428 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 8,33 | 5,00 | | |
| | 250 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 8,70 | 5,11 | 0,35 | 0,747 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 8,89 | 6,97 | | |
| | 500 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 9,26 | 5,83 | 0,19 | 0,858 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 8,89 | 6,01 | | |
| | 750 Hz | Bez ekspozycji na chiński | 9,81 | 5,80 | 0,44 | 0,693 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 10,00 | 8,29 | | |
| | 1 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 7,59 | 5,26 | 0,97 | 0,368 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 6,11 | 6,01 | | |
| | 1,5 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 6,48 | 5,85 | 1,19 | 0,263 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 3,33 | 7,07 | | |
| | 2 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 8,15 | 6,95 | 1,06 | 0,312 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 5,00 | 8,29 | | |
| | 3 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 4,81 | 6,86 | 1,45 | 0,180 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 1,11 | 5,46 | | |
| | 4 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 3,15 | 7,61 | 0,04 | 0,971 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | 2,22 | 7,12 | | |
| | 6 kHz | Bez ekspozycji na chiński | -0,19 | 6,72 | 0,78 | 0,472 |
| | | Po długotrwałej ekspozycji | -2,22 | 6,67 | | |
| 8 kHz | Bez ekspozycji na chiński | 1,11 | 6,70 | 0,11 | 0,914 | |
| | Po długotrwałej ekspozycji | 0,56 | 5,83 | | | |

Tabela 7. Wyniki audiometrii tonalnej lewego kanału słuchowego

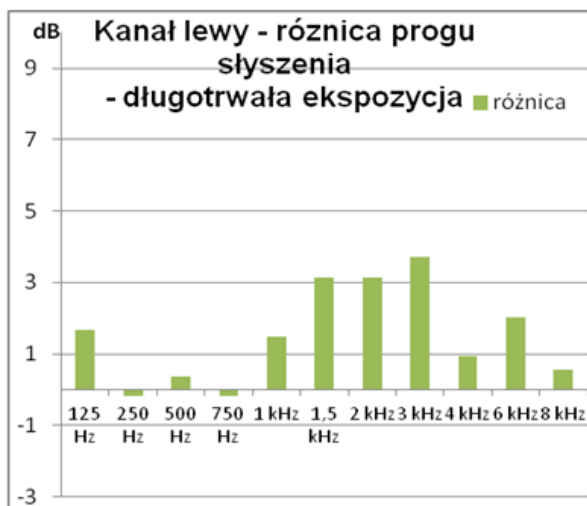
Analiza testem U Manna-Whitneya nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Oznacza to, że osoby po długotrwałej i intensywnej ekspozycji na język chiński nie różnią się od osób bez terapii pod względem wyników audiometrii tonalnej bodźcowej lewego kanału na jedenastu różnych częstotliwościach.



Wykres 7. Wyniki audiometrii tonalnej lewego kanału słuchowego grupy 2. i grupy 3.

Różnica progu słyszenia według średnich wyników pomiaru audiometrii tonalnej lewego kanału w dwóch niezależnych grupach (Grupy 2. osób bez wystawieniem na bodźcowanie językiem chińskim i Grupy 3. po długotrwałej i intensywnej ekspozycji na bodźcowanie językiem chińskim) wypadła nieznacznie ujemnie dla częstotliwości 250 Hz i 750 Hz. Wynik dodatni mieści się między 0,37 dB (dla częstotliwości 500 Hz) a 3,70 dB (dla częstotliwości 3 kHz). Najwyraźniejsza zmiana progu słyszenia dotyczy 3 kHz. Wszystkie te wyniki nie wykazują jednak istotności statystycznej.

| | przed | po | róż- nica |
|---------|-------|-------|--------------|
| 125 Hz | 10 | 8,33 | 1,67 |
| 250 Hz | 8,7 | 8,89 | -0,19 |
| 500 Hz | 9,26 | 8,89 | 0,37 |
| 750 Hz | 9,81 | 10 | -0,19 |
| 1 kHz | 7,59 | 6,11 | 1,48 |
| 1,5 kHz | 6,48 | 3,33 | 3,15 |
| 2 kHz | 8,15 | 5 | 3,15 |
| 3 kHz | 4,81 | 1,11 | 3,7 |
| 4 kHz | 3,15 | 2,22 | 0,93 |
| 6 kHz | -0,19 | -2,22 | 2,03 |
| 8 kHz | 1,11 | 0,56 | 0,55 |



Wykres 8. Różnica progu słyszenia

5. Podsumowanie

Wyniki badań audiometrycznych poddane analizie jakościowej i ilościowej pozwalają przyjąć te pomiary za badanie pilotażowe wskazujące tendencje, potencjalne hipotezy i kierunek dalszych badań. Wang et al. (2006: 256) wykazują w swoich badaniach, że leksykalne tony chińskie są inaczej przetwarzane przez rodzimych użytkowników języka chińskiego i przez użytkowników języków nietonalnych. Większa aktywność lewej półkuli charakteryzuje pierwszych, podczas gdy uczący się chińskiego nie dostrzegają tonalności jako cechy różnicującej leksykalnie. Ograniczone do pomiarów audiometrycznych wyniki tego badania, uzyskane na niewielkich grupach, są niejednoznaczne.

Dla grupy mniej zaawansowanej (A1+/A2), która była badana dwukrotnie, średni wynik progu słyszenia dla częstotliwości 250 Hz, 1 kHz i 8 kHz zmienił się dla kanału prawego o 3,93 dB, 5 dB⁴ i 4,29 dB. Wykazano bardzo wysoką istotność⁵ statystyczną dla 1 kHz i zadowalająco dobrą dla 250 Hz. Dla lewego kanału słuchowego dla częstotliwości 1,5 kHz, 2 kHz, 6 kHz i 8 kHz zmiana osiągnęła wartości 3,57 dB, 3,58 dB, 7,5 dB i 4,28 dB, przy dobrej istotności statystycznej dla 1,5 kHz i bardzo wysokiej dla częstotliwości pozostałych.

Inaczej rzecz się ma dla niezależnych pomiarów grup o liczebności 24 i 9 osób. Wykazano zadowalającą istotność statystyczną wyników jedynie dla 3 kHz i 6 kHz kanału prawego (wartości średnie różnicy wrażliwości słuchowej – odpowiednio 3,89 dB i 4,45 dB). Pomiar wartości progowych dla lewego kanału słuchowego nie uzyskał wystarczająco wysokiego poziomu istotności ($p < 0,05$) dla żadnej częstotliwości.

Podsumowując, wyniki tego badania wskazują na nieco wyższą wrażliwość słuchową prawego ucha osób polskojęzycznych znających język chiński biegle (B2+/C1) w porównaniu z nieznającymi chińskiego. Jednak osoby rozpoczynające naukę (poddane dwukrotnemu pomiarowi) wykazują na etapie poziomu A1+/A2 wyraźną (większą niż wyniki badania dwóch grup niezależnych) poprawę uwagi słuchowej, jeśli tak zinterpretujemy lepsze wyniki audiometrii tonalnej. Co ciekawe, wartości średniej różnicy zmiany wrażliwości słuchowej są lepsze dla ucha lewego. Wpisuje się to w interpretację Wanga et al. (2006: 250). Wskazują oni na znaczenie pozajęzykowych (akustycznych) cech dźwięku mowy przetwarzanych w prawej półkuli przez użytkowników języków nietonalnych uczących się języka tonalnego – chińskiego. Dalsze badania wpływu obcych dźwięków mowy na umysł mogą wnieść wiele w rozumienie procesów audytywnych i plastyczność mózgu wystawionego na stymulację dźwiękiem.

Bibliografia

Guo Jyun-Hong 郭俊弘 / Liu Huei-Mei 劉惠美 / Hung Kuei-Chun 黃桂君 / Wang Hsiao-Chuan 王小川 / Tsao Feng-Ming 曹峰銘 (2010), *修改語音基頻曲線與低通濾波處理影響聽障學生國語聲調聽辨成效之研究*, (w:) „特殊教育研究學刊” 35(3), 77-101.

⁴ 5 dB jest wartością graniczną dla błędu pomiaru audiometrycznego, ale znaczącą jako wartość średnia.

⁵ Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

- Hojan, E./ E. Skrodzka (2005), *Audiologiczne aspekty akustyki i psychoakustyki*, (w:) M. Śliwińska-Kowalska (red.), *Audiologia kliniczna*. Łódź, 97-106.
- Kratochvil, P. (1968), *The Chinese language today*. London.
- Künstler, M.J. (2000), *Języki chińskie*, Warszawa.
- Polański, K. (red.) (2003), *Encyklopedia językoznawstwa ogólnego*. Wrocław.
- Sobol, E. (red.) (2006), *Słownik języka polskiego*. Warszawa.
- Wang, Y./ A. Jongman / J.A. Sereno (2006), *L2 Acquisition and Processing of Mandarin Tone*, (w:) Li P./ L.H. Tan/ E. Bates/ O.J.L. Tzeng (red.), *The Handbook of East Asian Psycholinguistics*. Vol.1. Chinese, 250-256.
- Whalen, D.H./ A.G. Levitt (1995), *The universality of intrinsic F0 of vowels*, (w:) *Journal of Phonetics* 23, 349-366.
- Zajdler, E. (2010), *Glottodydaktyka sinologiczna*. Warszawa.

Źródła internetowe

- URL <http://laryngologia.pl/sites/19/> [Pobrano 23.03.2015].
- URL http://www.staff.amu.edu.pl/~apraton/Jedrzej_Kocinski_pracownia_psychoakustyki_dla_kognitywistow.pdf [Pobrano 9.04.2015].
- URL <http://livesound.pl/tutorial/artykuly/4629-zrozumialosc-mowy> [Pobrano 23.03.2015].