

Wykorzystanie aplikacji uSound do badań przesiewowych słuchu u osób dorosłych

The use of uSound in adult hearing screening tests

Justyna Kutyba^{1ABCDEF}, Krzysztof Kochanek^{2ADEF}, Adam Piłka^{2C},
Piotr H. Skarżyński^{1,2,3,4 E}

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii, Warszawa/Kajetany

² Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Warszawa/Kajetany

³ Warszawski Uniwersytet Medyczny, II Wydział Lekarski, Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej, Warszawa

⁴ Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

Wkład autorów:

- A Projekt badania
- B Gromadzenie danych
- C Analiza danych
- D Interpretacja danych
- E Przygotowanie pracy
- F Przegląd literatury
- G Gromadzenie funduszy

Streszczenie

Wstęp: Na rynku aplikacji instalowanych w telefonach komórkowych dostępne są narzędzia przeznaczone do samodzielnej oceny słuchu. Skorzystać z nich może każdy użytkownik posiadający telefon komórkowy z odpowiednim oprogramowaniem i dostępem do Internetu, gdyż nie wymagają one dysponowania dodatkowym specjalistycznym sprzętem oraz profesjonalną wiedzą. Atrakcyjność i przystępność proponowanych rozwiązań skłania do refleksji nad możliwościami wykorzystania tych narzędzi w badaniach przesiewowych słuchu.

Cel: Cel pracy stanowi ocena przydatności i wiarygodności anglojęzycznej aplikacji uSound, instalowanej na telefonach komórkowych, w kontekście samodzielnego wykonania przesiewowego badania słuchu i wyznaczenia progów słyszenia u osób dorosłych.

Materiał i metody: Grupę badaną stanowiło 20 osób w wieku od 17 do 67 r.ż. Wszyscy uczestnicy przeszli dwukrotne badanie słuchu dla częstotliwości 250–8000 Hz. Pierwsze badanie było wykonywane samodzielnie, za pomocą aplikacji, przez osoby biorące udział w badaniu. Drugie badanie zostało przeprowadzone przez osobę wykwalifikowaną, na urządzeniu wykorzystywanym powszechnie w badaniach przesiewowych słuchu – Platformie Badań Zmysłów. Warunki badania były jednakowe dla wszystkich uczestników. Za nieprawidłowy wynik badania przyjmowano wartość progu słyszenia wynoszącą minimum 25 dB, dla co najmniej jednej częstotliwości, w przynajmniej jednym uchu.

Wyniki: Oceny przydatności aplikacji uSound dokonano, porównując wyniki uzyskane z obu narzędzi. Przeprowadzone badania wykazały, że wyniki uzyskane za pomocą aplikacji uSound pokrywają się z wynikami uzyskanymi za pomocą Platformy. Testowana aplikacja pozwala na samodzielne wykonanie badania słuchu, a uzyskany wynik nieprawidłowy powinien skłonić do wizyty u specjalisty.

Wnioski: Prezentowane wyniki należy uznać za wstępne. Wymagają one potwierdzenia badaniami przeprowadzonymi z udziałem większej i bardziej zróżnicowanej grupy badanej. Niemniej jednak badania przeprowadzane na całym świecie dowodzą, że możliwe jest uzyskanie wiarygodnych pomiarów za pomocą różnych urządzeń. Dzięki alternatywnym metodom pomiaru progów słyszenia zwiększa się możliwość dotarcia do większej liczby osób, również na obszarach, gdzie dostęp do specjalistów jest ograniczony.

Słowa kluczowe: badania przesiewowe słuchu • aplikacje do badań przesiewowych • nowe technologie w badaniach przesiewowych.

Abstract

Introduction: On the market of available applications installed in mobile phones, we can find tools for hearing self-evaluation. Anyone who has a mobile phone with the right software and Internet access can use them, as they do not require additional specialist equipment and professional knowledge. The attractiveness and affordability of the proposed solutions prompts reflection on the possibilities of using these tools in hearing screening tests.

Adres autora: Justyna Kutyba, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii,
ul. Mokra 17, Kajetany, 05-830 Nadarzyn, e-mail: j.kutyba@ifps.org.pl

Aim: The aim of the study is to assess the usefulness and credibility of the English-language uSound application, installed on mobile phones, in the context of hearing self-evaluation and the determination of hearing thresholds in adults.

Materials and methods: The study group consisted of 20 people aged from 17 to 67 years of age. All participants underwent two hearing tests at 250–8000 Hz. The first examination was performed independently, by means of the application, by the persons participating in the study. The second study was conducted by a qualified person on a device commonly used in hearing screening – Sense Examination Platform. The test conditions were the same for all participants. A hearing threshold value of at least 25 dB was assumed to be an incorrect test result for at least one frequency in at least one ear.

Results: The usability evaluation of the uSound application was made by means of comparing the results obtained from both tools. The research showed that the results obtained with the uSound application match the results obtained with the Platform. The tested application allows to independently perform a hearing test, and the obtained incorrect result should prompt a person to visit a specialist.

Conclusions: The presented results should be considered preliminary. They require confirmation by tests conducted with the participation of a larger and more diverse study group. Nevertheless, research carried out all over the world shows that reliable measurements can be obtained using various devices. Thanks to alternative methods of measuring hearing thresholds, the possibility of reaching more people is increased, also in areas where access to specialists is limited.

Key words: hearing screening • screening applications • new technologies in screening.

Wstęp

Niedosłuch jest problemem globalnym i już dawno przestał być cechą charakterystyczną osób starszych [1,2]. Jedną z przyczyn powstawania niedosłuchu jest hałas [3]. Rozwój technologiczny, rozrost aglomeracji sprawia, że środowisko, w którym mieszkamy, pracujemy, jest coraz głośniejsze. Duża ilość decybeli docierająca na co dzień do uszu każdego z nas uszkadza komórki słuchowe i przyczynia się do powstawania różnego rodzaju ubytków słuchu. Specjaliści uważają, że za kilkanaście lat aparaty słuchowe będą tak samo popularne jak dzisiaj okulary. Najnowsze szacunki Światowej Organizacji Zdrowia wskazują, że ponad miliard osób na całym świecie ma różnego rodzaju problemy słuchowe utrudniające komunikację społeczną, a 360 milionów osób, czyli 5,3% światowej populacji, ma trwałe ubytki słuchu [4]. Ponad 32 mln z nich to dzieci [5,6]. Wiele z tych niedosłuchów pozostaje niezdiagnozowanych i nieleczonych. Przyczyną tego stanu jest trudny dostęp do specjalistów, lęk przed przyznaniem się otoczeniu, że ma się niedosłuch, niezdawanie sobie sprawy z istniejącego problemu. Wiele osób nie wie, jakie są konsekwencje niedosłuchu i wynikające z niego trudności w życiu codziennym. Nie zdają sobie one również sprawy ze społecznego aspektu uszkodzeń słuchu – problemy z komunikacją skutkują ograniczeniami w uczestnictwie w życiu społecznym, a niekiedy wykluczeniem z niego. Niedosłuch oznacza ponadto istotne koszty dla systemów opieki zdrowotnej, ze względu na jego częste występowanie i długofalowe konsekwencje zarówno dla osób nim dotkniętych, jak i całego społeczeństwa.

W celu wczesnego wykrycia niedosłuchu i podjęcia leczenia w Polsce i na świecie przeprowadza się badania przesiewowe słuchu [7–10].

Badania przesiewowe

Badania przesiewowe, w medycynie nazywane również skринingowymi, zaliczają się do grupy prostych i tanich metod, dających możliwość wyłonienia spośród pozorowanej populacji jednostek, u których występują zaburzenia. Badania te wykonuje się w całej populacji lub tylko u tzw. grup wysokiego ryzyka. Celem badań jest wczesne rozpoznanie choroby i rozpoczęcie leczenia, dlatego osoby z dodatnim wynikiem badania przesiewowego powinny zostać poddane pogłębionej diagnostyce [11]. Badania przesiewowe

przeprowadza się wśród osób niemających ewidentnych objawów choroby. Nie są one wykonywane w przypadku chorób mających ostry i gwałtowny przebieg, w których nie występują objawy przedkliniczne [12–14]. Podstawowym warunkiem przeprowadzenia badań przesiewowych jest obowiązkowe objęcie osób uznanych za chore dalszą szczegółową diagnostyką oraz obserwacją [15].

W Polsce co roku organizowane są programy badań przesiewowych słuchu obejmujące różne grupy wiekowe [16]. Od 2002 r. z inicjatywy Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy wszystkie oddziały noworodkowe i oddziały intensywnej terapii noworodka w całym kraju posiadają specjalistyczną aparaturę do badań otoemisji akustycznych [17]. Pozwala to na wczesne wykrycie wad słuchu u noworodków oraz natychmiastowe podjęcie leczenia.

Wprowadzenie powszechnych badań przesiewowych słuchu u noworodków stworzyło możliwość wykrycia wady już kilka dni po urodzeniu. Sukces programów wczesnego wykrywania i identyfikacji ubytków słuchu opiera się na szybkości działania oraz podejmowaniu prawidłowych kroków w odpowiednim czasie [16]. Na chwilę obecną dużym problemem staje się dotarcie do osób ze starszej grupy wiekowej, tzn. w wieku 20–70 lat, oraz populacji zamieszkującej regiony o niskim poziomie opieki zdrowotnej. Przykładem takiego regionu jest Afryka Subsaharyjska [18], gdzie szacunkowo 6,8 miliona dzieci (w wieku 15 lat) ma uszkodzenia słuchu, a dostęp do usług medycznych czy badań przesiewowych jest poważnie ograniczony [19–21]. Wynika to przede wszystkim z braku pracowników służby zdrowia w regionach takich jak Afryka Subsaharyjska i Azja Południowo-Wschodnia. Na milion ludzi przypada tam zwykle mniej niż 1 audiolog. Brak specjalistów oraz duże koszty sprzętu audiologicznego poważnie ograniczają możliwości zdiagnozowania niedosłuchu [22].

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie wykorzystaniem łączności globalnej w celu zwiększenia dostępu do usług medycznych [23]. W audiologii oznacza to podejmowanie prób wdrożenia nowych modeli i procedur przeprowadzania badań słuchu [24]. Na rynku aplikacji instalowanych na telefonach komórkowych coraz więcej jest narzędzi przeznaczonych do samodzielnej oceny słuchu. Ich twórcy zgodnie twierdzą, że oferowane produkty są prostym i wiarygodnym sposobem sprawdzenia stanu swojego słuchu. Badanie takie może wykonać każdy użytkownik mający zainstalowaną

w telefonie odpowiednią aplikację, gdyż nie wymaga ono posiadania ani dodatkowego specjalistycznego sprzętu, ani profesjonalnej wiedzy. Jedynym warunkiem poprawnego przeprowadzenia badania jest kalibracja poziomów dźwięków generowanych przez telefon według instrukcji podanej przez autorów danej aplikacji. W sklepie Google Play dostępnych jest wiele różnych aplikacji pozwalających samodzielnie i w krótkim czasie ocenić stan swojego słuchu. Do najpopularniejszych należą testy oparte na zasadach audiometrii tonalnej i słownej. Istnieją również testy przeznaczone do oceny lokalizacji źródła dźwięku, wyznaczenia progu dyskomfortowego słyszenia oraz sprawdzenia objawu wyrównania głośności.

Firmy zajmujące się sprzedażą aparatów słuchowych od lat prowadzą działania marketingowe związane z programami bezpłatnych badań przesiewowych, jednak nie przyciągają one dużej liczby chętnych. Stan słuchu znacznej części populacji nie jest w żaden sposób monitorowany. Aby zmienić tę sytuację, specjaliści podejmują próby zwiększenia jakości usług związanych z wczesnym wykrywaniem zaburzeń słuchu. Mimo tych starań na chwilę obecną nie ma idealnego testu przesiewowego dającego możliwość prawidłowego zidentyfikowania wszystkich osób chorych i zdrowych. Część osób zdrowych zostaje bowiem zakwalifikowana przez narzędzie diagnostyczne jako osoby chore lub też osoby chore otrzymują prawidłowy wynik badania.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wybranej aplikacji telefonicznej pod kątem jej przydatności do przeprowadzenia badań przesiewowych słuchu u osób dorosłych. Podjęto również próbę odpowiedzi na pytania: czy test oferowany w ramach tej aplikacji posiada wartość badawczą i czy jego wyniki przekładają się na wyniki profesjonalnych badań słuchu, a jeżeli tak, to w jakim stopniu?

Materiał

Badania przeprowadzono na grupie 20 osób – 12 kobiet i 8 mężczyzn. Średni wiek w grupie badanej wynosił 30 lat. Najliczniejszą grupę stanowiły osoby młode, w wieku do 30 lat, natomiast najmniej liczną grupę – osoby w wieku od 40 do 67 lat. Żadna z badanych osób nie zgłaszała problemów ze słuchem. Poziom opanowania języka angielskiego u poszczególnych osób był różny – od braku znajomości po znajomość zaawansowaną.

Metoda

Wybór aplikacji do badań przebiegał w 3 etapach: I etap – dokonano ogólnego przeglądu aplikacji dostępnych w sklepie Google Play, używając słów kluczy takich jak: hearing test, sound test, test słyszenia, słyszenie, hearing. Znalaziono około 30 narzędzi. II etap – zastosowano następujące kryteria włączenia do badania: aplikacje bezpłatne, stworzone w latach 2012–2017, język obsługi polski lub angielski, pomiar wykonywany na zasadach audiometrii tonalnej. Zastosowanie tych kryteriów pozwoliło na wyłonienie 4 aplikacji. III etap – uwzględniając kryteria wyłączenia, odrzucono aplikacje, które wykonywały pomiar tylko wybranych częstotliwości, pomiar progów słyszenia był długi, ich obsługa

była skomplikowana lub wynik badania był przedstawiony w innej postaci niż siatka audiogramu. Wyłoniono w ten sposób jedną aplikację, która została wykorzystana w opisywanych badaniach.

Narzędzia

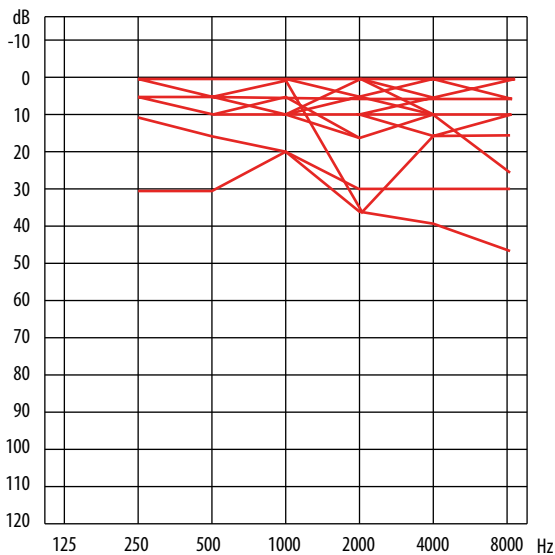
Testowanym narzędziem jest aplikacja uSound stworzona przez firmę Newbrick S.A. w 2014 r. Aplikacja jest bezpłatna – zarówno podczas instalacji, jak i w trakcie korzystania z niej. Można ją instalować na telefonach komórkowych z systemem Android, pobierając ze sklepu Google Play. Na chwilę obecną posiada już ponad 100 tys. użytkowników i ich liczba ciągle rośnie. W aplikacji uSound instrukcja jest w języku angielskim, ale przejrzysty interfejs umożliwia łatwą, intuicyjną obsługę. Działanie aplikacji oparte jest na zasadach audiometrii tonalnej. Test przeprowadzany jest dla przewodnictwa powietrznego, dla częstotliwości 125–8000 Hz o intensywności bodźca (ton) od 10 dB do 90 dB. Sygnał podawany jest w skokach co 10 dB, oddzielnie do każdego ucha. Przed przystąpieniem do badania użytkownik proszony jest o sprawdzenie, czy słuchawki są prawidłowo umiejscowione na uszach. Jeżeli tak, przechodzimy do wykonania pomiaru. Wynik badania prezentowany jest w postaci audiogramu – dla każdego ucha stworzona została osobna siatka. Pomimo zalet aplikacji uSound nie jest to urządzenie medyczne i nie posiada certyfikatu medycznego CE, zgodnego z normami wspólnotowymi.

Drugim narzędziem wykorzystywanym do badań była Platforma Badań Zmysłów (PBZ). Do wyników uzyskanych za pomocą tego urządzenia odniesiono wyniki pochodzące z aplikacji uSound. PBZ została skonstruowana przez zespół naukowców z Instytutu Narządów Zmysłów oraz Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” [25]. Narzędzie to powstało w odpowiedzi na rosnące potrzeby społeczeństwa w kwestii badań przesiewowych słuchu, wzroku i mowy i było wielokrotnie nagradzane i wyróżniane w Polsce i za granicą jako unikatowe, innowacyjne i przyszłościowe. PBZ działa w oparciu o zaawansowany system centralny oraz przenośny komputer wyposażony w dodatkowe akcesoria umożliwiające wykonanie badania [25]. Jest połączeniem audiometru klasy IV oraz systemu informatycznego. Platforma posiada certyfikat CE i jest standardowym narzędziem wykorzystywanym w badaniach przesiewowych słuchu wśród osób dorosłych i dzieci. Narzędzie wykonuje pomiar na zasadach audiometrii tonalnej, dla przewodnictwa powietrznego, dla częstotliwości 250–8000 Hz. Intensywność prezentowanego bodźca (ton) wynosi od 0 dB do 80 dB. Sygnał prezentowany jest w skokach co 5 dB. Badanie wykonywane jest oddzielnie dla każdego ucha, a wynik przedstawiany jest w postaci audiogramu [26].

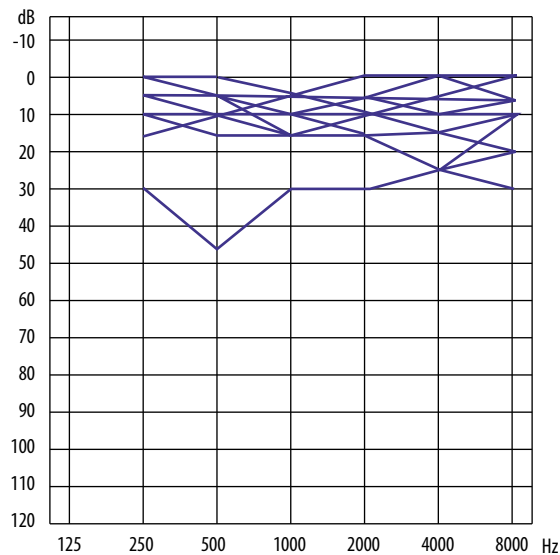
Przebieg badania

Dla wszystkich osób biorących udział w badaniu był taki sam:

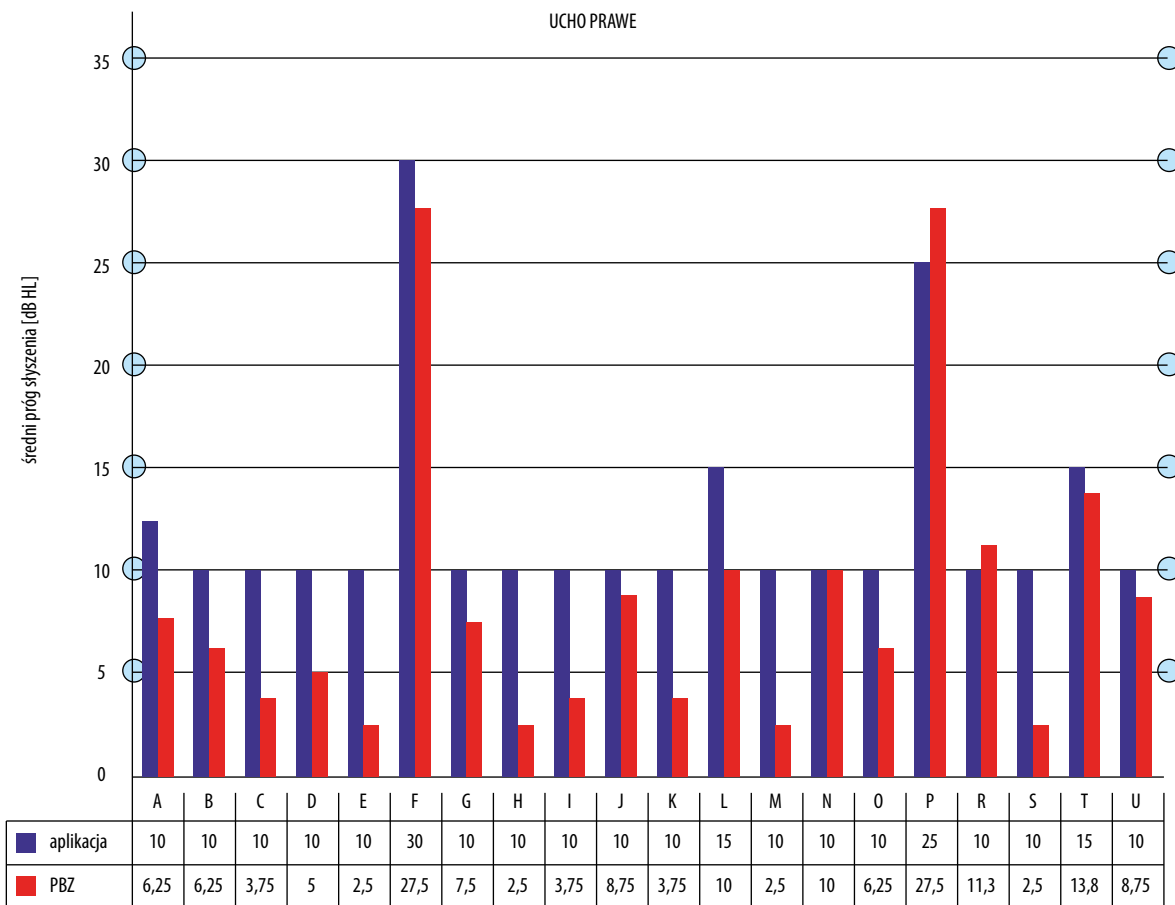
- I. Wykonanie przez osobę wykwalifikowaną badania słuchu przy użyciu Platformy Badań Zmysłów. Określenie progów słyszenia dla przewodnictwa powietrznego, dla częstotliwości 250–8000 Hz. Próg słyszenia wyznaczono zgodnie z protokołem wykonywania badań przesiewowych słuchu.
- II. Instalacja aplikacji na telefonie osoby badanej.



Rycina 1. Indywidualne audiogramy ucha prawego
Figure 1. Individual audiograms of the right ear



Rycina 2. Indywidualne audiogramy ucha lewego
Figure 2. Individual audiograms of the left ear



Rycina 3. Średnie wartości progu słyszenia w uchu prawym dla częstotliwości 500, 1000, 2000 i 4000 Hz wyznaczone za pomocą aplikacji uSound oraz badania audiometrycznego wykonanego z wykorzystaniem Platformy Badań Zmysłów

Figure 3. Mean values of hearing threshold in the right ear for frequencies 500, 1000, 2000 and 4000 Hz determined by means of both the uSound application and audiometric test performed with the Sense Examination Platform

- III. Wykonanie przez badanego samodzielnego badania słuchu z wykorzystaniem aplikacji uSound.
 Określenie progów słyszenia dla przewodnictwa powietrznego, dla częstotliwości 250–8000 Hz.
 IV. Dokonanie przez badanego oceny aplikacji pod względem łatwości obsługi.
 V. Porównanie wyników uzyskanych z obu urządzeń.
 VI. Oba pomiary wykonano w tych samych warunkach akustycznych – ciche pomieszczenie, w domu osoby badanej, w tym samym dniu.

Wyniki

Oceny przydatności aplikacji uSound dokonano na podstawie porównania wyników uzyskanych z obu narzędzi. Za nieprawidłowy wynik badania uznawano wartość progu słyszenia, która osiągnęła 25 dB SPL lub więcej dla co najmniej jednej częstotliwości w przynajmniej jednym uchu.

Stosując się do przyjętych kryteriów, stwierdzono, że w grupie badanej 5 osób (25% badanych) uzyskało nieprawidłowy wynik badania w teście przeprowadzonym z wykorzystaniem Platformy Badań Zmysłów. Wśród tych osób dwie miały niedosłuch obustronny, a trzy – jednostronny. Indywidualne audiogramy przedstawiono na rycinach 1 i 2.

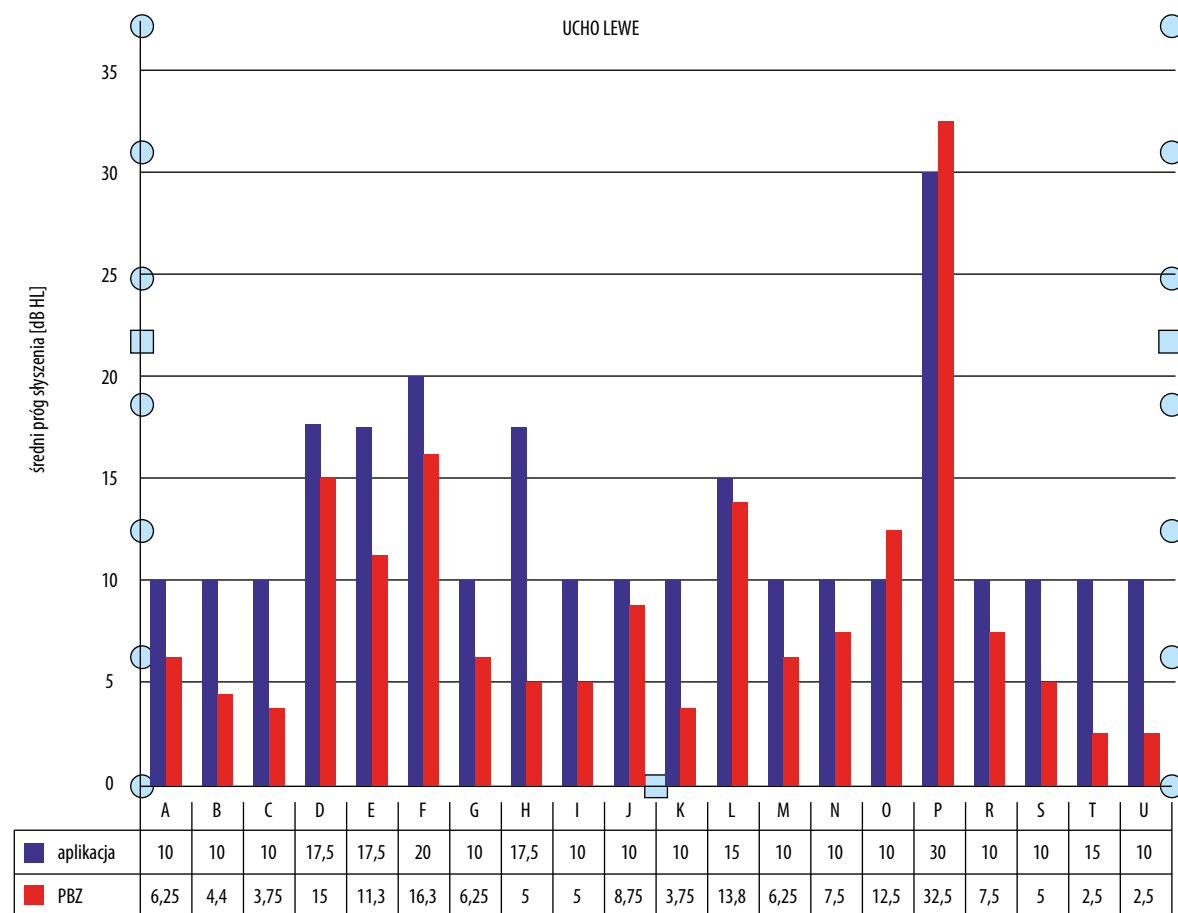
Tabela 1. Liczba oraz procent pacjentów, którzy uzyskali nieprawidłowy wynik badania w obu próbach

Table 1. The number and percentage of patients who obtained an incorrect test result in both trials

Wyniki z aplikacji uSound			
NIEDOSŁUCH		NORMA	
N	%	N	%
7	35%	13	65%
Wyniki z Platformy Badań Zmysłów			
NIEDOSŁUCH		NORMA	
N	%	N	%
5	25%	15	75%

Wykonano analizę porównawczą pomiędzy wynikami uzyskanymi z wykorzystaniem aplikacji uSound a wynikami otrzymanymi z Platformy Badań Zmysłów. Jej wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że w przypadku aplikacji uSound dwie osoby uzyskały wynik fałszywie dodatni, co znaczy, że mimo braku ubytków słuchu



Rycina 4. Średnie wartości progu słyszenia w uchu lewym dla częstotliwości 500, 1000, 2000 i 4000 Hz wyznaczone za pomocą aplikacji uSound oraz badania audiometrycznego wykonanego z wykorzystaniem Platformy Badań Zmysłów

Figure 4. Mean values of hearing threshold in the left ear for frequencies 500, 1000, 2000 and 4000 Hz determined by means of both the uSound application and audiometric test performed with the Sense Examination Platform

zostały one zakwalifikowane przez aplikację jako osoby z zaburzeniami. Wykresy poniżej przedstawiają uśrednione wartości progu słyszenia wyliczone na podstawie czterech częstotliwości (500, 1000, 2000, 4000 Hz) w badaniu wykonanym za pomocą aplikacji i badaniu audiometrii tonalnej. Należy przypomnieć, że Platforma Badań Zmysłów generuje dźwięki co 5 dB, a aplikacja uSound co 10 dB. Oznacza to, że automatycznie średnie wartości wyliczone na podstawie aplikacji będą wyższe. Wykresy zostały sporządzone oddzielnie dla lewego i prawego ucha.

Kolorem niebieskim zaznaczono wyniki uzyskane za pomocą aplikacji uSound, natomiast kolorem czerwonym wyniki badania audiometrycznego uzyskane z wykorzystaniem Platformy Badań Zmysłów. Analiza tych wyników wskazuje, że za pomocą obu tych narzędzi można uzyskać zbliżone rezultaty. W uchu lewym średni próg słyszenia uzyskany za pomocą ocenianej aplikacji wyniósł 13 dB HL i był wyższy o 4 dB w porównaniu ze średnim progiem słyszenia wyznaczonym za pomocą Platformy Badań Zmysłów. Tylko w dwóch przypadkach w uchu lewym wynik uśrednionego progu słyszenia uzyskany za pomocą aplikacji uSound był niższy niż uzyskany w badaniu audiometrycznym. Mediana różnicy między uśrednionymi progami uzyskanymi przy badaniu za pomocą aplikacji i PBZ dla lewego oraz prawego ucha wynosi 3,75 dB. W tabeli 2 przedstawiono średnie progi słyszenia uzyskane za pomocą obu urządzeń i różnice pomiędzy nimi oraz wartości współczynników korelacji liniowej. Z zawartych w tabeli danych wynika, że średnie progi słyszenia dla obu urządzeń są bardzo podobne i różnice między nimi nie są istotne statystycznie. Współczynnik korelacji wyliczony oddzielnie dla każdej badanej częstotliwości utrzymuje się powyżej $r = 0,70$. Tylko w jednym przypadku, na częstotliwości 1000 Hz, współczynnik „ r ” jest poniżej 0,70 i wynosi 0,65. Korelacja wyliczona na podstawie czterech

częstotliwości 500, 1000, 2000, 4000 Hz wynosi $r = 0,90$, co wskazuje, że jest ona bardzo silna.

Uzyskane wyniki uzupełniono pytaniem ankietowym, w odpowiedzi na które każdy uczestnik dokonał oceny trudności obsługi testowanej aplikacji za pomocą 5-stopniowej skali. Wyniki tej analizy zostały przedstawione w tabeli 2.

Dane zawarte w tabeli pokazują, że ponad połowa badanych oceniła obsługę aplikacji jako łatwą. Trzy osoby określiły tę obsługę jako trudną. Spowodowane to było niezajomością języka angielskiego i koniecznością obsługi intuicyjnej. Żadna z osób uczestniczących w badaniu nie stwierdziła, że aplikacja jest bardzo trudna w obsłudze.

Dyskusja

Dzięki ogromnemu postępowi technologicznemu w obecnych czasach mamy możliwość przeprowadzenia badania słuchu samodzielnie, w swoim domu, dysponując jedynie telefonem komórkowym i słuchawkami oraz odpowiednią aplikacją. Aplikacje te dają możliwość orientacyjnego zbadania słuchu, a pozytywny wynik przeprowadzonego w ten sposób testu powinien skłonić zainteresowanych do odwiedzenia specjalisty i wykonania profesjonalnych badań słuchu.

Obserwując duże zapotrzebowanie na badania przesiewowe słuchu, wiele krajów opracowało swoją wersję telefonicznego bądź internetowego testu oceniającego słyszenie. Prekursorami w tej kwestii byli Holendrzy, którzy wykonali Holenderski Narodowy Test Słuchowy. Przebiegał on w dwóch etapach; w pierwszym – teście telefonicznym – wzięło udział 6351 osób, a w drugim – internetowym – 30 260 osób. Badanie było wykonywane

Tabela 2. Średnie progi słyszenia uzyskane z wykorzystaniem obu urządzeń i różnice pomiędzy nimi oraz wartości współczynników korelacji liniowej

Table 2. Average hearing thresholds obtained using both devices, differences between them and the values of linear correlation coefficients

Częstotliwość [Hz]	rodzaj testu	Średnie progi i różnice pomiędzy progami wraz z odchyleniem standardowym			Korelacja liniowa	
		średnie progi [dB HL]	średnie różnice pomiędzy progami [dB HL]	poziom istotności – p	współczynnik korelacji – r	poziom istotności – p
500	PBZ	8,0±7,7	-4,0±3,4	0,00	0,90	0,00
	uSound	12,0±6,9				
1000	PBZ	8,0±6,2	4,3±4,9	0,000002	0,65	0,00
	uSound	12,3±5,3				
2000	PBZ	9,1±9,3	V	0,002001	0,72	0,00
	uSound	12,5±5,9				
4000	PBZ	9,6±8,9	4,1±6,3	0,000177	0,72	0,00
	uSound	13,8±7,7				
8000	PBZ	9,3±9,5	4,8±4,7	0,00	0,88	0,00
	uSound	14,0±9,8				
0,5; 1; 2; 4	PBZ	8,6±7,0	3,9±3,2	0,00	0,90	0,00
	uSound	12,6±5,3				

Tabela 3. Częstość występowania poszczególnych odpowiedzi w badaniu ankietowym dotyczącym oceny trudności obsługi aplikacji uSound**Table 3.** Frequency of individual answers in the questionnaire regarding the evaluation of uSound application handling difficulties

Odpowiedzi w badaniu ankietowym					
Rodzaj testu	Bardzo łatwy	Łatwy	Średnio trudny	Trudny	Bardzo trudny
uSound	40%	45%	10%	5%	0%

za pomocą audiometrii mowy w szumie. Zadaniem osoby badanej było udzielenie odpowiedzi poprzez naciśnięcie odpowiedniego przycisku na klawiaturze telefonu. Poziom hałasu podczas wykonywania badania był ustalony, natomiast poziom trypletów słownych zmienny. W sytuacji, gdy osoba badana udzieliła błędnej odpowiedzi, kolejne słowa z testu podawane były o 2 dB głośniejsze. Gdy odpowiedź badanego była prawidłowa, kolejne słowa były prezentowane o 2 dB ciszej. Stosunek sygnału do szumu, który odpowiadał 50% zrozumiałości, został ustalony na podstawie średniej wyciągniętej z 20 ostatnich prezentacji. Oprócz ww. testów w Holandii przeprowadzono również inne badania przy użyciu audiometrii mowy w szumie: Earcheck [27] oraz Occupational Earcheck [28]. Pierwszy test został stworzony dla osób w wieku od 12 do 24 lat. Jego głównym celem była ocena stanu słuchu młodzieży narażonej na hałas oraz uświadomienie im ryzyka wystąpienia ubytków słuchu spowodowanych długotrwałą ekspozycją na dźwięki o dużym natężeniu. Materiał słowny wykorzystany w tym badaniu zawierał dziewięć różnych sylab zamkniętych prezentowanych losowo. Próg rozumienia mowy był obliczany jako uśredniony stosunek sygnału do szumu (SNR). Drugi przeprowadzony test został stworzony do oceny stanu słuchu osób, których praca wymaga codziennego przebywania w hałasie. Doboru materiału słownego dokonano podobnie jak w teście Earcheck,

różnił się on jedynie większą liczbą spółgłosek z zakresu wysokich częstotliwości.

W Polsce również przeprowadzone zostały podobne badania [29]. Serwis audiologiczny e-audiologia powstał z myślą o osobach, które chcą bezpłatnie i łatwo sprawdzić stan swojego słuchu. Twórcy programu zapewniają o wysokiej czułości i specyficzności oferowanego narzędzia, a także o prostocie obsługi.

Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że wyniki uzyskane za pomocą aplikacji uSound pokrywają się z wynikami uzyskanymi za pomocą standardowych urządzeń. Testowana aplikacja pozwala na samodzielne wykonanie badania słuchu, a uzyskanie wyniku nieprawidłowego powinno skłonić do wizyty u specjalisty. Prezentowane wyniki należy uznać za wstępne, wymagają one potwierdzenia z udziałem większej i bardziej zróżnicowanej grupy badanej. Niemniej jednak badania przeprowadzane na całym świecie dowodzą, że pomiary uzyskiwane z wykorzystaniem różnych urządzeń dają wiarygodne wyniki. Dzięki pojawieniu się alternatywnych metod pomiaru progów słyszenia istnieje możliwość dotarcia do większej liczby osób, również tych zamieszkujących rejony, w których dostęp do specjalistów jest ograniczony.

Piśmiennictwo:

- Lieu JEC. Variations in the prevalence of hearing loss in children: truth or artifact? *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017.
- Agmon M, Lavie L, Doumas M. The association between hearing loss, postural control, and mobility in older adults: A systematic review. *J Am Acad Audiol*, 2017; 28(6): 575–88.
- Imam L, Hannan SA. Noise-induced hearing loss: a modern epidemic? *Londyn: Br J Hosp Med*; 2017.
- Acoustics in Educational Settings: Technical Report ASHA Working Group on Classroom Acoustics-See more at: <http://www.asha.org/docs/html/TR2005-00042.html#sthash.wFrKlkGs.dpuf>
- Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this patient have hearing impairment. *JAMA*, 2006; 295: 416–28.
- Beaglehole R, Bonita R, Kjellstrom T. Podstawy epidemiologii. Łódź: Instytut Medycyny Pracy; 1996.
- Skarzynski H, Kochanek K, Senderski A, Skarzynski PH, Ludwikowski M, Kopcowski M i wsp. Organization of the hearing screening examinations in Polish schools in rural areas and small towns. *Cochlear Implants Int*, 2013; 11: 143–47.
- Skarżyński PH, Kochanek K, Skarżyński H, Senderski A, Wysocki J, Szkiełkowska A i wsp. Hearing Screening Program in School-Age Children in Western Poland. *Int Adv Otol*, 2011; 7(2): 194–200.
- Skarżyński PH, Świerniak W, Piłka A, Skarżyńska MB, Włodarczyk AW i wsp. A Hearing Screening Program for Children in Primary Schools in Tajikistan: A Telemedicine Model. *Med Sci Monit*, 2016; 22: 2424–30.
- Skarzynski PH, Włodarczyk AW, Kochanek K, Piłka A, Jedrzejczak WW, Olszewski L i wsp. Central auditory processing disorder (CAPD) tests in a school-age hearing screening programme – analysis of 76,429 children. *Ann Agric Environ Med*, 2015; 22(1): 90–95.
- Skarżyński H, Mueller-Malesińska M, Kochanek K i wsp. Metody stosowane do badań przesiewowych słuchu u noworodków. *Audiofonologia*, 1997; 11: 139–46.
- Kochanek K. Badania przesiewowe słuchu. W: Śliwińska-Kowalska M., red. *Audiologia kliniczna*. Łódź: Mediton; 2005, 391–96.
- Sułkowski WJ. Zasady profilaktyki uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem. Łódź: Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera; 2001, 57–61.
- Kochanek K. Historia badań przesiewowych. Instytut Fizjologii Patologii Słuchu w Warszawie, 2011. <http://www.ifps.pl/>; (dostęp 03-03-2017).
- Mueller-Malesińska M, Ratyńska J, Kochanek K, Skarżyński H. Perspektywy rozwoju badań przesiewowych słuchu u noworodków i niemowląt w Polsce. *Audiofonologia*, 1998; 13: 223–28.

17. Fundacja Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy. Program powszechnych przesiewowych badań słuchu u noworodków. http://wosp.org.pl/medycyna/badania_sluchu/; (dostęp 04-01-2017).
18. Skarżyński PH, Ludwikowski M, Piłka A, Skarżyńska MB. Pilotażowe badania przesiewowe słuchu w Senegalu i Wybrzeżu Kości Słoniowej. *Now Audiofonol*, 2016; 5(1) Suplement: 10.
19. Fagan JJ, Jacobs M. Survey of ENT services in Africa: Need for a comprehensive intervention. *Global Health Action*, 2009; 1–7.
20. Goulios H, Patuzzi RB. Audiology education and practice from an international perspective. *Int J Audiol*, 2008; 47: 647–64.
21. World Health Organization. Multi-country Assessment of National Capacity to Provide Hearing Care. Geneva Switzerland. Available from: http://0-www.who.int.innopac.up.ac.za/pbd/publications/WHOReportHearingCare_Englishweb.pdf; (dostęp 06-03-2017).
22. Swanepoel D, Clark JL, Koekemoer D, Hall JW, Krumm M i wsp. Telehealth in audiology: The need and potential to research underserved communities. *Int J Audiol*, 2010; 49: 195–202.
23. Kelly T, Minges M: Exclusive Summary. Washington: World Bank; 2012.
24. O’Neal J, Finitzo T, Littman T. Neonatal hearing screening: follow up and diagnosis. *Audiology Diagnosis*, 2000; 527–44.
25. <http://inz.waw.pl/pl/produkty/platforma-badan-zmyslow/>; (dostęp 12-04-2017).
26. Piotrowska A, Zapert A, Tarczyński K, Kochanek K. Analiza wybranych parametrów audiometrycznych przesiewowych badań słuchu wykonywanych w szkołach. *Now Audiofonol*, 2014; 3(4): 9–13.
27. <http://www.oorcheck.nl/>; (dostęp 20-12-2016).
28. <http://www.bedrijfsoorcheck.nl/>; (dostęp 20-12-2016).
29. <https://www.e-audiologia.pl/index.jsp>; (dostęp 21-12-2016).