

Metody i techniki stosowane w systemach telemetrycznych i teleinformatycznych w obszarze audiologii – studia literaturowe

Methods and techniques for use in telemetry and teleinformation and communications systems – literature studies

Marika Kruszyńska, Aleksandra Pieczykolan, Tomasz Wiśniewski, Artur Lorens, Henryk Skarżyński

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Implantów i Percepcji Słuchowej, Warszawa/Kajetany

Adres autora: Marika Kruszyńska, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Implantów i Percepcji Słuchowej, ul. Mokra 17, Kajetany, 05-830 Nadarzyn, e-mail: m.kruszynska@ifps.org.pl

Streszczenie

Systemy telemetryczne i teleinformatyczne mają szerokie zastosowanie, szczególnie w medycynie. Ośrodki medyczne na całym świecie coraz częściej inwestują w najnowsze technologie, dając możliwość konsultacji i wykonywania badań drogą elektroniczną. Telemedycyna, która opiera się na systemach telemetrycznych i teleinformatycznych, pozwala oszczędzić czas oraz zapewnia nową jakość konsultacji i możliwość szybszego wykrycia schorzeń u pacjentów.

Celem pracy był przegląd literatury w celu analizy częstości i celu stosowania poszczególnych metod i technik pod kątem wykorzystania w systemach telemetrycznych i teleinformatycznych.

Dokonano przeglądu literatury, zaczynając od znalezienia synonimów oraz definicji telemedycyny.

W literaturze opisano korzyści oraz skuteczność metod i technik systemów telemetrycznych i teleinformatycznych, a także jakie systemy telemetryczne i teleinformatyczne są najczęściej stosowane.

Stosowanie systemów telemetrycznych i teleinformatycznych w audiologii pozwala na skrócenie czasu dojazdu pacjentów do ośrodka, obniżenie kosztów ponoszonych przez pacjentów, dzięki czemu poprawia się jakość ich życia. Miernikiem przydatności klinicznej metod i technik stosowanych w teleaudiologii jest częstość ich stosowania.

Słowa kluczowe: systemy telemetryczne • systemy teleinformatyczne • telemedycyna • teleaudiologia

Abstract

Telemetry and teleinformation and communications systems are used in different ways, especially in medicine. All over the world medical centers are investing in new technology, which gives an opportunity for teleconsultation and telemedicine examination. Telemedicine allows to save time, gives new quality for medical consultation and an opportunity to find a disease faster.

The aim of this work was literature studies to analyse the frequency and to find aims of the use of particular methods and techniques in telemetry and teleinformation and communications systems.

The review of the literature began by finding synonyms and definitions of telemedicine.

The literature describes benefits, effectiveness of the methods and techniques used in telemetry and teleinformation and communications systems and which of them are used most often.

The use of telemetry and teleinformation and communications systems in audiology allows to shorten time which patients need to travel to a medical center. It allows to lower the costs incurred by patients and improve their quality of life. The frequency of the use of methods and techniques in teleaudiology demonstrates their usefulness.

Key words: telemetry • teleinformation and communications systems • telemedicine • teleaudiology

Wstęp

Systemy teleinformatyczne zdefiniowane są w ustawie o świadczeniu usług drogą elektroniczną. W myśl tej ustawy system teleinformatyczny jest to „zespół współpracujących ze sobą urządzeń informatycznych i oprogramowania, zapewniający przetwarzanie i przechowywanie, a także wysyłanie i odbieranie danych poprzez sieci telekomunikacyjne za pomocą właściwego dla danego rodzaju sieci urządzenia końcowego [1] (urządzenie telekomunikacyjne lub jego podzespół przeznaczony do współpracy z siecią publiczną, dołączane bezpośrednio lub pośrednio do zakończenia sieci publicznej [2])”. Telemetria w literaturze definiowana jest jako wszystkie czynności związane z wykonaniem pomiaru na odległość oraz z monitorowaniem, czy dane urządzenie działa poprawnie [3,4].

Systemy telemetryczne będą składały się więc z urządzenia pomiarowego oraz systemu teleinformatycznego pozwalającego na sterowanie urządzeniem pomiarowym na odległość oraz umożliwiającego przesyłanie wyników pomiarów przez sieci telekomunikacyjne [1].

Systemy telemetryczne i teleinformatyczne są szeroko stosowane w wielu dziedzinach, szczególnie w medycynie.

Coraz więcej ośrodków medycznych na świecie inwestuje w najnowsze technologie, dając możliwość konsultacji i wykonywania badań drogą elektroniczną. Telemedycyna oparta na systemach telemetrycznych i teleinformatycznych staje się podstawowym środkiem opieki zdrowotnej na takich kontynentach jak Europa, Australia, Afryka czy Ameryka Północna [5–9].

Telemedycyna definiowana jest jako różnego rodzaju usługi medyczne, świadczone z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań technologicznych i łączenia się za pomocą Internetu z jednostką współpracującą z ośrodkiem, w którym przyjmowani są pacjenci potrzebujący konsultacji z konkretnym specjalistą. Konsultacja nie odbywa się twarzą w twarz z pacjentem, a możliwa jest bez względu na to, jak daleko znajduje się ośrodek współpracujący z placówką świadczącą usługi medyczne [5,7,10–25].

Jedną z podkreślanych przez autorów zalet telemedycyny jest łatwiejszy dostęp do specjalisty bez względu na odległość, jaka dzieli pacjenta i lekarza. Dużo łatwiej bowiem pacjentowi dojechać do najbliższego ośrodka i dzięki telekonsultacjom być pod opieką specjalisty.

Telemedycyna pozwala nie tylko na oszczędność czasu, lecz zapewnia także nową jakość konsultacji i możliwość szybszego wykrycia schorzenia u danego pacjenta. Te cechy telemedycyny wykorzystywane są szczególnie w kardiologii, gdzie pacjent jest monitorowany przez całą dobę [26]. Właśnie dlatego telemedycyna staje się coraz bardziej popularna i stąd tak wiele jest teledziedzin medycyny, m.in.

telekardiologia, teleradiologia, telescreening dzieci w wieku szkolnym, telerehabilitacja, opieka telemedyczna nad pacjentami chorymi na cukrzycę, opieka nad nowonarodzonymi dziećmi bez konieczności wizyt rodziców w szpitalu czy wizyt położnej w domu małego pacjenta, opieka nad pacjentami w podeszłym wieku, czy wreszcie teleaudiologia, a szczególnie telefitting, czyli metoda oparta na zdalnym programowaniu procesora mowy użytkowników systemu implantu ślimakowego [27–34].

Z definicji zamieszczonych w publikacjach wynika, że teleaudiologia, podobnie jak telemedycyna, wykorzystuje najnowsze technologie i łączenie się za pomocą Internetu z jednostką współpracującą z ośrodkiem, w którym przyjmowani są pacjenci potrzebujący opieki audiologicznej [23,35,37–39].

Natomiast telefitting, inaczej zwany zdalnym fittingiem (ang. *remote fitting*), jest dziedziną teleaudiologii skierowaną do pacjentów korzystających z systemu implantu ślimakowego. System implantu ślimakowego jest protezą słuchu, która dzięki stymulacji elektrycznej zakończeń nerwu słuchowego zastępuje uszkodzony narząd receptorowy ślimaka. Złożony jest z części wewnętrznej (kapsuła oraz elektrody) wszczepianej operacyjnie i części zewnętrznej, czyli procesora mowy, który przetwarza dźwięk na bodziec elektryczny zgodnie z określoną strategią kodowania mowy [39]. Z definicji zawartych w literaturze wynika, że telefitting jest to programowanie procesora mowy i łączenie się przez Internet z miejscem współpracującym z ośrodkiem, w którym przyjmowani są pacjenci korzystający z systemu implantu ślimakowego. Organizowane są konsultacje, w czasie których inżynier kliniczny wykonuje badania i dopasowuje procesor mowy pacjenta [10,15,40–44].

Dopasowanie procesora mowy możliwe jest dzięki wykorzystaniu odpowiednich metod i technik. Podczas fittingu metody rozumiane są jako zespół teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych, obejmujących najogólniej całość postępowania zmierzającego do uzyskania produktu, czyli skompensowania utraconej funkcji słyszenia. Natomiast techniki są to czynności praktyczne, regulowane starannie wypracowanymi procedurami, pozwalającymi na uzyskanie produktu danego podprocesu. Narzędziem jest element służący do realizacji wybranej techniki badań [45].

Metody i techniki wykorzystywane w praktyce klinicznej mogą okazać się przydatne, jeśli pozwalają osiągnąć założony cel ich stosowania. Miernikiem przydatności poszczególnych metod i technik opisanych w literaturze może być także częstość ich stosowania.

Cel

Celem pracy był przegląd literatury pod kątem analizy częstotliwości i celu stosowania poszczególnych metod i technik

pod kątem wykorzystania w systemach telemetrycznych i teleinformatycznych używanych w teleaudiologii, a w szczególności w telefittingu.

Material i metoda

W celu opracowania tematu pracy dokonano przeglądu literatury, który rozpoczęto od znalezienia synonimów oraz definicji telemedycyny.

W literaturze spotykamy się z wieloma różnymi synonimami słowa 'telemedycyna'. Autorzy chcąc podkreślić, że tematyka ich publikacji nawiązuje do świadczeń medycznych prowadzonych za pomocą łączny internetowych, dodają do określeń związanych z medycyną czy zdrowiem przedrostek tele- lub e-. Jednak zdarza się także, że określenia zawierają słowo 'zdalny' (ang. *remote*). Najczęściej występującym w literaturze określeniem jest 'telemedycyna' (ang. *telemedicine*). Do najczęściej spotykanych w literaturze synonimów 'telemedycyny' należą:

- telezdrowie (*telehealth*),
- ezdrowie (*e-health*),
- zdalna opieka zdrowotna (*remote health care*),
- teleopieka (*telecare*),
- zdalne konsultacje (*remote-consultation*),
- e-medycyna (*e-medicine*),
- telepraktyka (*telepractice*),
- technologia telekomunikacyjna (*telecommunication technology*),
- teleopieka nad słuchem (*telehearing*),
- telerehabilitacja (*telerehabilitation*),
- teleinterwencja (*teleintervention*),
- telemonitoring (*telemonitoring*) [5–8,10–19,28–31, 46–49].

Identyfikacja synonimów pozwoliła na wykonanie przeglądu literatury, który rozpoczęto od wyszukania artykułów na temat telemedycyny. Poszukiwania literatury poszerzono także o hasła obejmujące 'teleaudiologię' oraz 'telefitting', gdyż dziedziny te są kluczowe w dalszych

rozważaniach. Artykułów wyszukiwano za pomocą serwisu Pubmed IOvid, według algorytmu przedstawionego w załączniku 1, który został opracowany na podstawie synonimów telemedycyny, teleaudiologii oraz telefittingu.

Na podstawie przyjętego algorytmu wyszukano około pięć tysięcy publikacji, które poddano selekcji. Selekcja polegała przede wszystkim na odrzuceniu artykułów, które nie były bezpośrednio związane z teleaudiologią, choć dotyczyły innych dziedzin telemedycyny, np. telekardiologii czy teleradiologii. Część publikacji nie była dostępna lub była w języku innym niż polski czy angielski. Kilka publikacji opierało się na wynikach badań na zwierzętach, dlatego te publikacje również odrzucono. W wyniku pogłębionej selekcji wybrano 46 pozycji literaturowych potrzebnych do przeglądu literatury na temat systemów telemetrycznych i teleinformatycznych. Na rycinie 1 przedstawiono sposób selekcjonowania i przyczyny, dla których odrzucono część artykułów.

Częstość stosowania poszczególnych metod i technik została określona jako procentowy udział artykułów, w których dane metody i techniki były używane do badań, w stosunku do wszystkich wyszukanych i analizowanych artykułów.

Wyniki

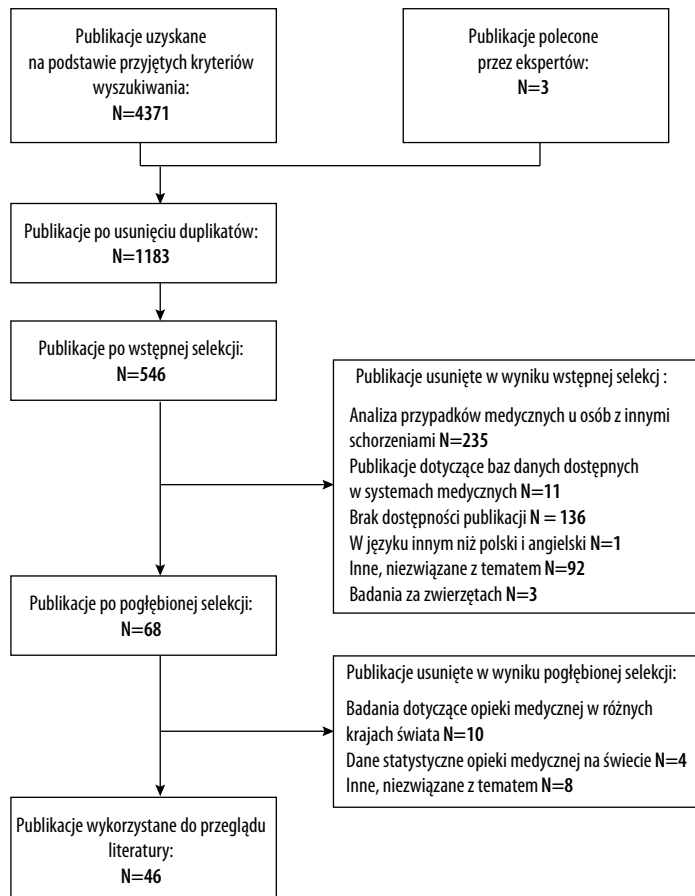
W tabeli 1 przedstawiono, jakie są korzyści oraz jaka jest skuteczność metod i technik systemów telemetrycznych i teleinformatycznych opisanych w literaturze, a także jakie systemy telemetryczne i teleinformatyczne są najczęściej stosowane przez autorów.

Dyskusja i wnioski

Literatura podaje, że najczęściej używane są komputery z systemami firmy Microsoft (65%). W połowie artykułów opisano system teleinformatyczny wyposażony w terminale firmy Polycom.

Załącznik 1. Algorytm wyszukiwania literatury przedmiotu Annex 1. Literature search algorithm

-
- #1 telemedicine OR emedicine
 - #2 telehealth OR ehealth
 - #3 remote health care OR telecare OR remote care consultation
 - #4 telepractice
 - #5 telecommunication technology OR teletechnology
 - #6 telehearing OR telemedicine hearing
 - #7 telerehabilitation OR telemedicine rehabilitation OR NOT telerehabilitation audiology (failed)
 - #8 teleintervention OR teleintervention audiology
 - #9 telemonitoring OR telemonitorin audiology
 - #10 teleaudiology OR telemedicine audiology OR cochlear implant teleaudiology OR internet audiology
 - #11 teletology OR telemedicine otology OR cochlear implant teletology
 - #12 NOT eotology (failed)
 - #13 telology OR telemedicine laryngology
 - #14 NOT eaudiology (failed)
 - #15 audiology internet
 - #16 teleaudiology methods
 - #17 fitting and internet OR cochlear implant fitting and internet OR remote fitting OR remote cochlear implant fitting
-



Rycina 1. Sposób selekcji oraz przyczyny odrzucenia publikacji

Figure 1. The literature selection method and the reasons for rejection of publications

Każdy artykuł opisuje różnego rodzaju pomiary, dlatego w zależności od wykonywanego badania autorzy posługują się innym systemem telemetrycznym. W 22% artykułów autorzy używają do telefittingu programu Custom Sound. Również w 22% artykułów autorzy wykorzystują audiometr Maico Diagnostics' MA40 do wykonywania audiometrii tonalnej podczas telekonsultacji. Pozostałe systemy telemetryczne opisane są w pojedynczych artykułach (tabela 1).

Na skrócenie czasu dojazdu pacjenta do ośrodka klinicznego jako główną korzyść wynikającą ze stosowania systemów telemetrycznych i teleinformatycznych wskazuje 86% artykułów [10,13,15,20,42–44]. W 43% artykułów wymieniona jest kolejna korzyść wynikająca ze stosowania rozwiązań teleinformatycznych i telemetrycznych, którą jest obniżenie kosztów ponoszonych przez pacjenta związanych z wizytą w ośrodku klinicznym [20,23,34,43,44,50].

Głównym miernikiem skuteczności stosowania systemów telemetrycznych i teleinformatycznych jest zadowolenie pacjentów z wizyty, o czym jest mowa w 36% artykułów [13,33,41–43]. Część autorów wskazuje, że poprawa dostępu do specjalisty jest również dowodem na skuteczność wykorzystywanych metod teleaudiologicznych (29% artykułów) [15,22,23,41]. W pojedynczych artykułach autorzy piszą także o poprawieniu jakości życia pacjentów oraz o możliwości szybszego wykrywania wad słuchu, zwłaszcza u dzieci

w wieku szkolnym [34,50]. Jednocześnie wszyscy autorzy opisujący systemy telemetryczne i teleinformatyczne są zgodni co do przydatności tych systemów w codziennej praktyce klinicznej.

Najlepiej opisanymi w literaturze i najczęściej stosowanymi metodami są badania audiologiczne: otoemisje akustyczne (OAE), słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu (ABR), audiometria tonalna, badania przesiewowe słuchu oraz badania za pomocą otoskopu [20,22–24,33,38,49,50].

Metody wykorzystywane podczas telefittingu, opisane przez autorów, są powszechne w codziennej praktyce klinicznej. Zaliczamy do nich pomiar telemetryczny wewnętrznej części systemu implantu ślimakowego, badanie odpowiedzi z nerwu słuchowego (ART/NTR/NRI – skróty oznaczające ten sam pomiar w różnych systemach implantu ślimakowego) oraz badanie odruchu z mięśnia strzemiączkowego wywołanego elektrycznie (eSR) [43,44,51].

Do wykonania wszystkich opisanych badań podczas konsultacji teleaudiologicznych konieczne jest połączenie komputerów w dwóch współpracujących ze sobą ośrodkach. Zatem potrzebne są: komputer z właściwym oprogramowaniem, połączenie internetowe oraz system umożliwiający połączenie ze sobą dwóch ośrodków. W większości artykułów wspomina się o korzystaniu z terminali firmy Polycom [20,22–24,33,38,49,50].

Tabela 1. Korzyści i skuteczność metod i technik systemów telemetrycznych i teleinformatycznych opisanych w literaturze
Table 1. Benefits described in the literature and effectiveness of the methods and techniques use in telemetry and tele-information and communications systems

Lp.	Autor	System teleinformatyczny	System telemetryczny	Metoda	Technika	Korzyści	Miernik skuteczności
1	Botros i wsp. 2013	X	Custom Sound	pomiar elektrofizjologiczny	AutoNRT (pomiar odpowiedzi z nerwu słuchowego)	skrócenie czasu ustawiania implantu ślimakowego	X
2	Campos i wsp. 2012	Polycom PVX wersja 8.0.2, komputery stacjonarne połączone z internetem (LAN USP) i dwa komputery połączone z oprogramowaniem HI-Pro i urządzeniem Probe Mic. Do telekonsultacji użyto kamery Logitech® QuickCam Orbit. Na komputerach zainstalowano system Windows XP z procesorem Pentium IV	oprogramowanie HINT PRO	pomiary in situ	pomiary dla użytkowników aparatów słuchowych: odpowiedzi z ucha bez aparatu (REUR), odpowiedzi z ucha w aparacie (REAR) i pomiar zysku z aparatowania (REIG)	X	zadowolenie pacjentów z telefittingu sprawdzone za pomocą kwestionariusza IOI-HA (<i>International Outcome Inventory for Hearing Aids</i>)
3	Crowell i wsp. 2011	Polycom, system Windows 2003 Pro Virtual Server	OTOPod audiometr	pomiary elektrofizjologiczne i psychofizyczne	DPOAE, audiometria tonalna	obniżenie kosztów i skrócenie czasu dojazdu pacjenta do ośrodka	X
4	Elangovan 2005	komputery z systemem Microsoft Windows lub Palm OS połączone z audiometrem	audiometr Maico Diagnostics' MA40	pomiar elektrofizjologiczny	tele-OAE	skrócenie czasu dojazdu pacjenta do ośrodka	zadowolenie pacjenta z telekonsultacji
5	Givens i wsp. 2003	komputery z systemem Microsoft Windows lub Palm OS połączone z audiometrem za pomocą 8-bitowego kontrolera Microchip Technology's PiC 16C74B	audiometr Maico Diagnostics' MA40	pomiar psychofizyczny	audiometria tonalna	X	dostęp do badań audiologicznych dla osób, które w swojej okolicy nie mają możliwości udania się do specjalistów
6	Hughes i wsp. 2012	Polycom, z komputerem Dell Latitude E6400 z systemem Windows XP	Custom Sound i Custom Sound EP (wersja 2.0 upgrade 3.2)	pomiary elektrofizjologiczne	NRT i pomiar telemetryczny	oszczędność czasu	łatwiejszy dostęp do specjalisty
7	Krumm i wsp. 2005	komputer Macintosh IIsi wyposażony w modem 33.6 kbaud, połączony z internetem (LAN)	system Virtual otoacoustic emissions (OAE)	pomiar elektrofizjologiczny	DPOAE	obniżenie kosztów dojazdu do ośrodka	łatwiejszy dostęp do specjalisty
8	Lancaster i wsp. 2008	program Vcon ViGO, system Windows XP z procesorem Pentium IV	tympanometr Auto Tymp screener, wideootoskop MedRx, audiometr MA 40	pomiary psychofizyczne	otoskopia, tympanometria, audiometria tonalna	możliwość wykonywania badań przesiewowych w wielu szkołach przez jeden ośrodek, zmniejszenie kosztów	lepszą wykrywalność niedosłuchów u dzieci w wieku szkolnym

Lp.	Autor	System teleinformatyczny	System telemetryczny	Metoda	Technika	Korzyści	Miernik skuteczności
9	McElveen i wsp. 2010	Polycom V700, system Microsoft Windows XP Professional Version 2002 wyposażony w PingPlotter	X	testy psychofizyczne	test rozumienia mowy w szumie (HINT) i listy wyrazów złożonych z spółgłoski/samogłoski/spółgłoski (CNC)	X	nie ma problemów z połączeniem, co daje pacjentowi poczucie bezpieczeństwa i pewność, że ma łatwiejszy dostęp do specjalisty
10	Ramos i wsp. 2009	laptop DELL latitude d620 połączony z internetem i systemem operacyjnym Microsoft Windows XP Professional Service Pack2. Do komunikacji używano programu Skype 2.5	SoundWave	pomiar elektrofizjologiczny	pomiar odpowiedzi z nerwu słuchowego (NRI)	wynik pomiaru podczas telefittingu pokrywa się z wynikiem badania wykonywanego na żywo, skrócenie czasu wizyty pacjenta	
11	Wąsowski i wsp. 2012	terminale telekonferencyjne HDX8006 Polycom z ekranami LCD 32", ruchomymi kamerami Polycom oraz podłączeniem do systemu z symetrycznymi łączami internetowymi o przepustowości 2 Mbit/s. W każdym węźle znajduje się komputer PC z odpowiednimi interfejsami klinicznymi oraz oprogramowaniem do dopasowywania implantów. Funkcjonalność pulpitu zdalnego zapewnia aplikacja Longmein.com	program odpowiedni dla danego systemu implantu ślimakowego	pomiary elektrofizjologiczne i psychofizyczne	pomiary impedancji, ECAP, pomiar odruchu mięśnia strzemiączkowego wywołany elektrycznie (ESR), elektrycznie wywołana funkcja narastania głośności, detekcja progowa	skrócenie czasu dojazdu do ośrodka, zmniejszenie kosztów dojazdu	zadowolenie pacjentów z telefittingu
12	Wąsowski i wsp. 2010	Cztery komputery połączone ze sobą za pomocą internetu, mikrofony, kamery i głośniki. Na komputerach znajduje się oprogramowanie potrzebne do telefittingu	program odpowiedni dla danego systemu implantu ślimakowego	pomiary elektrofizjologiczne i psychofizyczne	pomiary impedancji, elektrycznie wywołana funkcja narastania głośności	skrócenie czasu dojazdu do ośrodka	alternatywa dla tradycyjnego fittingu, zadowolenie pacjentów
13	Wesarg i wsp. 2010	Polycom PVX oraz VidConference, komputery połączone ze sobą za pomocą łącza internetowego, wyposażone w programy do telefittingu, kamery i mikrofony	Custom Sound	pomiary elektrofizjologiczne i psychoakustyczne	telemetria, pomiar odpowiedzi z nerwu słuchowego (NRT), skalowanie głośności, zmiana parametrów stymulacji	skrócenie czasu dojazdu pacjenta do ośrodka, zmniejszenie kosztów podróży	

Lp.	Autor	System teleinformatyczny	System telemetryczny	Metoda	Technika	Korzyści	Miernik skuteczności
14	Yao i wsp. 2009	komputer wyposażony w system firmy Microsoft, z programowaniem za pomocą techniki AJAX (Asynchronous Java-Script)	testy słuchowe	pomiar psychofizyczny	audiometria tonalna	możliwość wykonania badania w każdym miejscu i o każdej porze, zmniejszenie kosztów	zwiększenie jakości życia pacjenta

Specjaliści mają możliwość zdalnego wykonywania badań. Jednak równie ważny jest asystent, który pomoże zarówno osobie badającej, jak i pacjentowi. Do zadań asystenta należy najczęściej odpowiednie umieszczenie słuchawek do badania audiometrycznego lub sondy pomiarowej w przypadku OAE, elektrod w odpowiednim miejscu na głowie pacjenta, gdy wykonywany będzie pomiar ABR, podłączenie procesora mowy do komputera z oprogramowaniem.

Możliwości technologiczne, pozwalające na wykonywanie badań w systemach telemetrycznych i teleinformatycznych, muszą być uzupełnione odpowiednim przygotowaniem specjalistów oraz asystentów do wykonywania powierzonych im zadań. Znajomość obsługi komputera czy programu nie jest wystarczająca do skutecznego wykonywania zadań powierzonych personelowi medycznemu. Personel powinien być przygotowany zarówno pod względem technicznym, jak i pod względem ogólnej wiedzy dotyczącej telemedycyny [52].

Autorzy w swoich artykułach porównali wyniki uzyskiwane przez pacjentów podczas telekonsultacji z tymi, jakie ci sami pacjenci uzyskali podczas tradycyjnie wykonywanego badania. W większości przypadków wyniki nie różniły się między sobą. Jeśli różnice występowały, nie przekraczały progu błędu pomiarowego [10,13,27,28,30,31,36,42].

Drugim sposobem, jaki wykorzystywali autorzy, chcąc sprawdzić przydatność metod używanych podczas telekonsultacji, były badania ankietowe wśród pacjentów. Wyniki ankiety pokazały, że osoby badane były zadowolone ze sposobu, w jaki były wykonywane badania, z możliwości uczestniczenia w badaniu w miejscu zamieszkania, bez konieczności pokonywania wielu kilometrów, żeby spotkać się ze specjalistą [20,22–24,33,38,49,50].

Badania ankietowe były również podstawowym sposobem, jakiego używali autorzy, chcąc sprawdzić przydatność telefittingu. Wyniki ankiety pokazały, że pacjenci chcieliby ponownie uczestniczyć w takiej formie programowania procesora mowy. Również w przypadku telefittingu pacjenci wskazywali, że taka forma konsultacji nie wymaga przemierzania wielu kilometrów, żeby dostać się do ośrodka, zatem jest to rozwiązanie ekonomiczne, co zachęca pacjentów do brania udziału w zdalnym programowaniu procesora mowy [43,44,51].

Telemedycyna wychodzi naprzeciw potrzebom pacjentów. Wykonany przegląd literatury pozwolił na stwierdzenie, że metody używane w teleaudiologii są efektywne, dają wiarygodne wyniki i – co najważniejsze – pacjenci cenią taką formę konsultacji ze specjalistą.

Publikacje potwierdzają przydatność badań audiometrycznych obiektywnych, takich jak otoemisje akustyczne (OAE), słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu (ABR), oraz audiometrii tonalnej i badania uszu za pomocą otoskopu. Jeśli chodzi o metody do telefittingu, to doniesienia literaturowe potwierdzają przydatność pomiaru telemetrycznego wewnętrznej części systemu implantu ślimakowego, badania odpowiedzi z nerwu słuchowego (ART/NTR/NRI) i badania odruchu z mięśnia strzemiączkowego wywołanego elektrycznie (eSR).

Na szczególną uwagę zasługuje możliwość zdalnego badania słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR), audiometrii tonalnej i badania odruchu z mięśnia strzemiączkowego wywołanego elektrycznie (eSR). Badania te wykonywane są u pacjentów, zarówno dzieci, jak i dorosłych, korzystających z systemu implantu ślimakowego. Włączenie ich do praktyki telefittingowej pacjentów z implantami pozwoliłoby na jeszcze skuteczniejszą interwencję. Specjalista zajmujący się programowaniem procesora mowy otrzymałby wynik badania, które jest mu potrzebne, natomiast pacjent nie musiałby przyjeżdżać do ośrodka, żeby takie badanie wykonać.

Reasumując, stosowanie systemów telemetrycznych i teleinformatycznych w audiologii pozwala na osiągnięcie następujących korzyści:

- 1) skrócenie czasu dojazdu pacjenta do ośrodka klinicznego,
- 2) obniżenie kosztów ponoszonych przez pacjenta w związku z wizytami w ośrodku klinicznym oddalonym od miejsca zamieszkania,
- 3) zadowolenie pacjentów z odbytych wizyt,
- 4) poprawa dostępu do specjalisty,
- 5) poprawa jakości życia pacjentów,
- 6) możliwość szybszego wykrywania wad słuchu.

Biorąc pod uwagę częstość stosowania jako miernik przydatności klinicznej metod i technik wykorzystywanych w teleaudiologii, do najbardziej przydatnych zalicza się:

- 1) badanie otoemisji akustycznych (OAE),
- 2) badanie słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR),
- 3) pomiar telemetryczny u użytkowników systemu implantu ślimakowego,
- 4) badanie odpowiedzi z nerwu słuchowego u użytkowników systemu implantu ślimakowego,
- 5) badanie odruchu z mięśnia strzemiączkowego wywołanego elektrycznie (eSR) u użytkowników systemu implantu ślimakowego.

Artykuł powstał w związku z realizacją projektu „Zintegrowany system narzędzi do diagnostyki i telerehabilitacji schorzeń narządów zmysłów (słuchu, mowy, równowagi, smaku, powonienia)” INNOSENSE, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu STRATEGMED.

Piśmiennictwo:

1. Ustawa z dnia 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną.
2. Ustawa z dnia 21 lipca 2000 r. o prawie telekomunikacyjnym.
3. Henriques-Forsythe MN, Ivonye CC, Jamched U, Kamuguisha LK, Olejeme KA, Onwuanyi AE. Is telemetry overused? Is it as helpful as thought? *Cleve Clin J Med*, 2009; 76(6): 368–72.
4. Mens LH. Advances in cochlear implant telemetry: Evoked neural responses, electrical field imaging, and technical integrity. *Trends Amplif*, 2007; 11(3): 143–59.
5. Mars M. Telemedicine and advances in urban and rural healthcare delivery in Africa. *Prog Cardiovasc Dis*, 2013; 56(3): 326–35.
6. Richards H, King G, Reid M, Selvaraj S, McNicol I, Brebner E i wsp. Remote working: survey of attitudes to Health of doctors and nurses in rural general practices in the United Kingdom. *Fam Pract*, 2005; 22(1): 2–7.
7. Saliba V, Legido-Quigley H, Hallik R, Aaviksoo A, Car J, McKee M. Telemedicine across borders: A systematic review of factors that hinder or support implementation. *Int J Med Inform*, 2012; 81(12): 793–809.
8. Sejdic E, Rothfuss MA, Stachel JR, Franconi NG, Bocan K, Lovell MR i wsp. Innovation and translation efforts in wireless medical connectivity, telemedicine and eMedicine: A story from the RFID Center of excellence at the University of Pittsburgh. *Ann Biomed Eng*, 2013; 41(9): 1913–25.
9. Lawrence G. Teleaudiology brings better hearing healthcare to Australia's outback. *Hearing Journal*, 2012; 65(11).
10. Ramos A, Rodríguez C, Falcon JC, Martínez-Beneyto P, Gault A, Boyle P. Use of telemedicine in the remote programming of cochlear implants. *Acta Oto-Laryngologica*, 2009; 129: 533–40.
11. van den Berg N, Schumann M, Kraft K, Hoffmann W. Telemedicine and telecare for older patients – A systematic review. *Maturitas*, 2012; 73: 94–114.
12. Constantinescu G, Waite M, Dornan D, Rushbrooke E, Brown J, McGovern J i wsp. A pilot study of telepractice delivery for teaching listening and spoken language to children with hearing loss. *J Telemed Telecare*, 2014; 20(3): 135–40.
13. Elangovan MS. Telehearing and the Internet. *Seminars in Hearing Issue*, 2005; 6(1): 19–25.
14. Henderson C, Knapp M, Fernández JL, Beecham J, Hirani SP, Cartwright M i wsp. Cost effectiveness of telehealth for patients with long term conditions (Whole Systems Demonstrator telehealth questionnaire study): Nested economic evaluation in a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 2013; 1–19.
15. Hughes ML, Goehring JL, Baudhuin JL, Diaz GR, Sanford T, Harpster R i wsp. Use of telehealth for research and clinical measures in cochlear implant recipients: A validation study. *J Speech Lang Hear Res*, 2012; 55(4): 1112–27.
16. LeRougea C, Garfieldb MJ, Webb Collins R. Telemedicine: Technology mediated service relationship, encounter, or something else? *Int J Med Inform*, 2012; 81(9): 622–36.
17. Newton MJ. The promise of telemedicine. *Surv Ophthalmol*, 2014; 59(5): 559–67.
18. Collins SA, Currie LM, Bakken S, Vawdrey DK, Stone PW. Health literacy screening instruments for eHealth applications: A systematic review. *J Biomed Inform*, 2012; 45(3): 598–607.
19. Steventon A, Bardsley M, Billings J, Dixon J, Doll H, Hirani S i wsp. Effect of telehealth on use of secondary care and mortality: findings from the Whole System Demonstrator cluster randomised trial. *BMJ*, 2012; 344: 1–15.
20. Crowell ES, Givens GD, Jones GL, Brechtelsbauer PB, Yao J. Audiology telepractice in a clinical environment: A communication perspective. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2011; 120(7): 441–47.
21. Freeman BA. Technology, legislators, associations, and companies are encouraging tele-audiology. *Hearing Journal*, 2010; 63(6): 50–51.
22. Givens GD, Elangovan S. Internet application to tele-audiology – “nothin’ but net”. *Am J Audiol*, 2003; 12(2): 59–65.
23. Krumm M, Ribera J, Schmiedge J. Using a telehealth medium for objective hearing testing: implications for supporting rural universal newborn hearing screening programs. *Seminars in Hearing*, 2005; 26(01): 3–12.
24. Lancaster P, Krumm M, Ribera J, Klich R. Remote hearing screenings via telehealth in a rural elementary school. *Am J Audiol*, 2008; 17(2): 114–22.
25. Laplante-Lévesque A, Pichora-Fuller MK, Gagné JP. Providing an internet-based audiological counselling programme to new hearing aid users: A qualitative study. *Int J Audiol*, 2006; 45(12): 697–706.
26. Brunnhuber F, Amin D, Nguyen Y, Goyal S, Richardson MP. Development, evaluation and implementation of video-EEG telemetry at home. *Seizure*, 2014; 23(5): 338–43.
27. van den Berg N, Schumann M, Kraft K, Hoffmann W. Telemedicine and telecare for older patients – A systematic review. *Maturitas*, 2012; 73: 94–114.
28. Gund A, Sjöqvist BA, Wigert H, Hentz E, Lindecrantz K, Gund KB i wsp. A randomized controlled study about the use of eHealth in the home health care of premature infants. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2013; 13–22.
29. Kotb A, Cameron Ch, Hsieh S, Wells G. Comparative effectiveness of different forms of telemedicine for individuals with heart failure (HF): A systematic review and network meta-analysis. 2015; 10(2): 1–15.
30. Psarros C, Hickson L, Grenness C, Cowan R. Models of audiological service delivery: The Role of Telepractice. *Pobrane z: <http://www.rrelehealth.com/presentations/Louise%20Hickson.pdf>*
31. Meyers AD. eMedicine otolaryngology: an online textbook for ENT specialists. *Ear Nose Throat J*, 2000; 79(4): 268–71.
32. Balatsouras DG, Kaberos A, Korres SG, Kandiloros D, Ferekidis E, Economou C. Internet resources available to otolaryngologists. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2002; 111(12 Pt 1): 1139–43.
33. Campos PD, Ferrari DV. Teleaudiology: evaluation of teleconsultation efficacy for hearing aid fitting. *J Soc Bras Fonoaudiol*, 2012; 24(4): 301–8.
34. Lancaster P, Krumm M, Ribera J, Klich R. Remote hearing screenings via telehealth in a rural elementary school. *Am J Audiol*, 2008; 17(2): 114–22.
35. Convery E, Keidser G, Dillon H, Hartley L. A self-fitting hearing aid: Need and concept. *Trends Amplif*, 2011; 15(4): 157–66.
36. Jacobs PG, Saunders GH. New opportunities and challenges for teleaudiology within Department of Veterans Affairs. *J Rehabil Res Dev*, 2014; 51(5): 7–12.

37. Nemes J. Tele-audiology, a once-futuristic concept, Is growing into a worldwide reality. *Hearing Journal*, 2010; 63(2): 19–20, 22–24.
38. Swanepoel de W, Clark JL, Koekemoer D, Hall JW, Krumm M, Ferrari DV i wsp. Telehealth in audiology: the need and potential to reach underserved communities. *Int J Audiol*, 2010; 49(3): 195–202.
39. Piotrowska A, Lorens A, Obrycka A, Skarżyński H. Implanty – wczoraj i dziś. *Nowa Audiofonologia*, 2014; 3(5): 23–27.
40. Kuzovkov V, Yanov Y, Levin S, Bovo R, Rosignoli M, Eskilsson G, Willbas S. Remote programming of MED-EL cochlear implants: users' and professionals' evaluation of the remote programming experience. *Acta Otolaryngol.*, 2014; 134(7): 709–16.
41. McElveen JT, Blackburn EL, Green JD Jr, McLear PW, Thimsen DJ, Wilson BS. Remote programming of cochlear implants: a telecommunications model. *Otol Neurotol*, 2010; 31(7): 1035–40.
42. Wąsowski A, Skarżyński PH, Lorens A, Obrycka A, Walkowiak A, Bruski L. Remote fitting of cochlear implant system. *Cochlear Implants Int*, 2010; 11(Suppl.1): 489–92.
43. Wąsowski A, Skarżyński H, Bruski L, Lorens A, Obrycka A, Walkowiak A i wsp. Metoda zdalnego dopasowania implantu (telefitting) w Ogólnopolskiej Sieci Teleaudiologii. *Nowa Audiofonologia*, 2012; 1(3): 39–43.
44. Wesarg T, Wąsowski A, Skarżyński H, Ramos A, Falcon Gonzalez JC, Kyriafinis G i wsp. Remote fitting in Nucleus cochlear implant recipients. *Acta Otolaryngol*, 2010; 130(12): 1379–88.
45. Kamiński A. Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej. W: Wroczyński R, Pilch T. *Metodologia pedagogiki społecznej*. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk; 1974, 65.
46. Bergmo TS. Using QALYs in telehealth evaluations: A systematic review of methodology and transparency. *BMC Health Services Research*, 2014, 14: 1–11.
47. Black AD, Car J, Pagliari C, Anandan Ch, Cresswell K, Bokun T i wsp. The impact of eHealth on the quality and safety of health care: A systematic overview. *PLoS Medicine*, 2011; 8(1): 1–16.
48. Linn AJ, Vervloet M, van Dijk L, Smit EG, Van Weert JCM. Effects of eHealth interventions on medication adherence: A systematic review of the literature. *J Med Internet Res*, 2011; 13(4): 103–23.
49. Cohn ER, Cason J. Telepractice: A wide-angle view for persons with hearing loss. W: Stredler-Brown A. *The Volta Review*, 2012; 112(3): 207–26.
50. Yao J, Wan Y, Givens GD. Using web services to realize remote hearing assessment. *J Clin Monit Comput*, 2010; 24(1): 41–50.
51. Botros A, Banna R, Maruthurkkara S. The next generation of Nucleus fitting: A multiplatform approach towards universal cochlear implant management. *Int J Audiol*, 2013; 52(7): 485–94.
52. Edirippulige S, Smith AC, Beattie H, Davies E, Wootton R. Pre registration nurses: An investigation of knowledge, experience and comprehension of e health. *Aust J Adv Nurs*, 2007/2008; 25(2): 78–83.