

25 lat leczenia częściowej głuchoty – kroki milowe w światowej nauce, doświadczenia własne

HENRYK SKARŻYŃSKI^{A,B,C,F}, PIOTR HENRYK SKARŻYŃSKI^{A,C,D,E,F}

ORCID 0000-0001-7141-9851,

ORCID 0000-0002-4978-1915

Światowe Centrum Słuchu IFPS, Warszawa/Kajetany

A – koncepcja i projekt badań, B – gromadzenie danych, C – analiza i interpretacja danych, D – pisanie artykułu, E – krytyczna korekta artykułu, F – ostateczne zatwierdzenie artykułu

DOI: 10.26399/rmp.v28.1-2.2022.1b/h.skarzynski/p.h.skarzynski

STRESZCZENIE

25 lat leczenia częściowej głuchoty – kroki milowe w światowej nauce, doświadczenia własne

Skarżyński H., Skarżyński P.H.

Światowe Centrum Słuchu IFPS,
Warszawa/Kajetany

Review of Medical Practice, 2022; Vol. XXVIII, No. 1-2

W ciągu ostatnich 25 lat kryteria kwalifikacji pacjentów do wszczepienia implantów ślimakowych zostały znacząco poszerzone. Postęp, jaki dokonał się w dziedzinie technologii implantów oraz technik chirurgicznych, pozwala obecnie na zachowanie u większości pacjentów dobrego słuchu przedoperacyjnego w trakcie i po zabiegu wszczepienia implantu ślimakowego. W pracy przedstawiono najnowszą koncepcję leczenia częściowej głuchoty, w tym rozwój i doskonalenie tej metody. Omówiono przebieg zabiegu chirurgicznego i zamieszczono wskazówki odnośnie stosowanych długości elektrod, kombinacji stymulacji akustycznej i elektrycznej; podano także istotne informacje dotyczące zachowania przedoperacyjnych struktur słuchu i ucha wewnętrznego. Uzupełnienie pracy stanowi klasyfikacja wad słuchu oraz prezentacja rozwoju i zastosowania specjalnie zaprojektowanych elektrod stosowanych w różnych rodzajach niedosłuchu.

Słowa kluczowe: Leczenie częściowej głuchoty, implant ślimakowy, dojście przez okienko okrągłe, elektrody, stymulacja akustyczna, stymulacja elektryczna

Celem pracy jest dokonanie przeglądu rozwoju nowej metody leczenia w odniesieniu do częściowej głuchoty z zastosowaniem po raz pierwszy na świecie minimalnie inwazyjnej chirurgii i kolejnych generacji implantów ślimakowych.

Leczenie całkowitej głuchoty u dzieci i dorosłych dotyczy dziesiątek tysięcy pacjentów rocznie. Przez wiele lat poza tą grupą pozostawały miliony pacjentów z zachowanymi w różnym stopniu resztkami słuchu, a nawet całkiem dobrym, wręcz normalnym i socjalnie wydolnym słuchem, lecz jedynie w zakresie niskich

SUMMARY

25 years of partial deafness treatment – milestones in the world's science. Own experience

Skarżyński H., Skarżyński P.H.

World Hearing Center of the Institute of Physiology and Pathology of Hearing, Warsaw/Kajetany, Poland

Review of Medical Practice, 2022; Vol. XXVIII, No. 1-2

Over the past 25 years, cochlear implant patients' inclusion criteria have significantly expanded. Advances in implant technology and surgical techniques allow most patients to maintain good preoperative hearing during and after cochlear implantation. The paper presents the latest concept of partial deafness treatment, including the development and improvement of this method. The course of the surgical procedure is discussed and tips are given regarding the electrode lengths and combinations of acoustic and electrical stimulation; important information is also provided on the preservation of the preoperative structures of the hearing and the inner ear. The work is supplemented by the classification of hearing impairment and the presentation of the development and application of specially designed electrodes used in various types of hearing loss.

Key words: Partial deafness treatment, cochlear implant, round window approach, electrodes, acoustic stimulation, electric stimulation

i średnich częstotliwości. Strategia rozwoju programu implantów ślimakowych w leczeniu wrodzonych i nabytych wad słuchu musiała uwzględnić te ogromne oczekiwania społeczne. Dobre wyniki leczenia pełnej głuchoty, uzyskiwane w szczególności u coraz młodszych – kilkumiesięcznych dzieci, zachęcały naukowców i klinicystów do rozszerzania wskazań w celu efektywnego wykorzystania metody chirurgicznej z wykorzystaniem implantów ślimakowych u osób, które mają zachowane funkcjonalne lub niefunkcjonalne resztki własnego słuchu.

Poszukiwania te były udziałem wielu naukowców z kilku ośrodków niezależnie – w Europie, USA i Australii. W początkowym okresie rozszerzania wskazań dotyczyły zwykle stymulacji elektrycznej za pośrednictwem implantu jednego ucha i zastosowania stymulacji akustycznej przy pomocy aparatu słuchowego w drugim uchu (zwykle lepszym). Rzadziej odnosiło się to do jednostronnej stymulacji akustycznej i elektrycznej tego samego ucha. Od 1997 r. grupę liderów, wprowadzających w kolejnych latach autorskie i jednocześnie pionierskie rozwiązania i metody leczenia, stanowili: *H. Skarżyński* (1997) [1,2], *Ch. von Illberg* (1999) [3] i *B. Gantz* (2002) [4].

Pierwszym sygnałem nadchodzącego przełomu w rozwoju metody leczenia niedosłuchu z wykorzystaniem stymulacji elektrycznej i akustycznej była prezentacja *H. Skarżyńskiego i wsp.* w 1997 r. w Nowym Jorku podczas V International Cochlear Implant Conference [1]. Autorzy przedstawili założenia minimalnie inwazyjnej metody chirurgicznej, która została opracowana z myślą o zachowaniu przedoperacyjnych resztek słuchowych w zakresie niskich częstotliwości oraz zachowania nienaruszonej struktury ucha wewnętrznego. W 2000 r. *H. Skarżyński i wsp.* podczas 5th European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation (ESPCI 2000) w Antwerpii przedstawili pierwsze wyniki grupy 67 dzieci leczonych z zastosowaniem tej metody [5]. Pozwoliło to na zastosowanie jednoczesnej stymulacji elektrycznej – za pomocą wszczepionego implantu ślimakowego – oraz akustycznej – przy pomocy klasycznego aparatu słuchowego w tym samym uchu. Takie podejście było krokiem milowym i potwierdzeniem możliwości rozszerzenia wcześniejszych wskazań o nowe grupy pacjentów le-

czonych za pomocą implantów ślimakowych. Obserwacja pierwszej na świecie zoperowanej grupy dzieci trwała od 2 do 3 lat. Wyniki badań świadczyły o tym, że ten kierunek jest zasadny i wymaga dalszego rozwijania. Jednocześnie w tym samym 2000 r. podczas kongresu EUFOS w Berlinie ten sam zespół przedstawił pierwsze na świecie wyniki zachowania przedoperacyjnych resztek słuchu w grupie pacjentów dorosłych, którym wszczepiono implanty ślimakowe [6].

Dalsza kilkuletnia obserwacja obu grup – dzieci i dorosłych – dotycząca zachowania niewielkich resztek słuchowych wykazała, że zasadne jest rozszerzenie ówczesnych wskazań do stosowania implantów ślimakowych jako elektrycznego dopełnienia prawidłowego słuchu na niskich, ale już użytecznych dla rozumienia mowy częstotliwościach w zakresie do 500 Hz [7]. Elektryczne dopełnienie dobrego słuchu w zakresie niskich tonów do 500 Hz po raz pierwszy na świecie zostało zastosowane przez *H. Skarżyńskiego* u pacjenta dorosłego w 2002 r., a następnie po raz pierwszy u dziecka – w roku 2004 [2,8]. Stanowiło to kolejny wielki krok milowy w rozszerzaniu wskazań do zastosowania implantów ślimakowych w leczeniu klasycznej częściowej głuchoty [9].

Zaproponowana przez *H. Skarżyńskiego* procedura operacyjna składa się z 6 kroków [10,11] i uwzględnia dojście do schodów bębenka przez okienko okrągłe jako najbardziej fizjologiczną drogę wprowadzania elektrody do ucha wewnętrznego, która nie narusza ścian schodów bębenka. Stała, systematyczna obserwacja coraz większej grupy pacjentów, która początkowo liczyła setki, a następnie przekroczyła liczbę 10 tys. uszu, wskazuje na pełną zasadność rozwijania tego kierunku [12]. Rozwój programu pokazują kolejne

Tabela 1. Najnowsza koncepcja zastosowania stymulacji akustycznej (AS) i elektrycznej (ES) w leczeniu różnych uszkodzeń słuchu i częściowej głuchoty (PDT) według *Skarżyńskiego i wsp.* (2014) [11,17]

Lp.	Grupy pacjentów z częściową głuchotą
1.	Wzmocnienie akustyczne słuchu za pośrednictwem aparatów słuchowych, urządzeń na przewodnictwo kostne i implantów ucha środkowego (Acoustic Stimulation – AS).
2.	Łączona stymulacja: naturalna ze wzmocnieniem stymulacją elektryczną zachowanego wydolnego słuchu do 1,5 kHz – słuch elektryczno-naturalny (PDT – Electro-Natural Stimulation: PDT-ENS).
3.	Elektryczne dopełnienie istniejącego dobrego słuchu na niskich częstotliwościach do 500 Hz (PDT-EC ⁵⁰⁰), do 750 Hz (PDT-EC ⁷⁵⁰) i 1kHz (PDT-EC ¹⁰⁰⁰)
4.	Łączona stymulacja akustyczno-elektryczna ze wzmocnieniem akustycznym zachowanych resztek słuchowych w zakresie niskich i średnich częstotliwości za pośrednictwem aparatu słuchowego lub systemu Duet/ Hybrid oraz z elektryczną stymulacją pozostałej części tego samego ucha przez odpowiedniej długości elastyczne elektrody (PDT-Electro-Acoustic Stimulation: PDT-EAS).
5.	Zmodyfikowana stymulacja elektryczna w przypadku zmieniającego się w okresie pooperacyjnym słuchu zarówno w uchu operowanym, jak i nieoperowanym, bez konieczności reimplantacji, ale po odpowiednim ustawieniu przeprogramowanego procesora mowy (PDT-EMS).
6.	Wyłącznie stymulacja elektryczna w przypadku istniejących, lecz нефunkcjonalnych resztek słuchowych na różnych częstotliwościach z zachowaniem struktury ucha wewnętrznego niezbędnej do zastosowania nowych rozwiązań w przyszłości (PDT-Electric Stimulation: PDT-ES).

liczne doniesienia i ciąga, przez ostatnie lata, prezentacja materiału badawczego na wszystkich kontynentalnych oraz światowych kongresach i konferencjach poświęconych implantom słuchowym, audiologii i otologii. Celem doniesień kongresowych i wielu publikacji było systematyczne pokazywanie nowych grup pacjentów, prezentowanie wyników z coraz dłuższym okresem obserwacji i zachowania słuchu przedoperacyjnego, zarówno w uchu operowanym z wszczepionym implantem ślimakowym, jak i w drugim uchu. W kolejnych latach ważne było stosowanie nowych technologii, m.in. różnej długości elastycznych elektrod w implantach ślimakowych. Na tym tle istotne było prezentowanie polskiej szkoły otologii w tym obszarze nauki i medycyny.

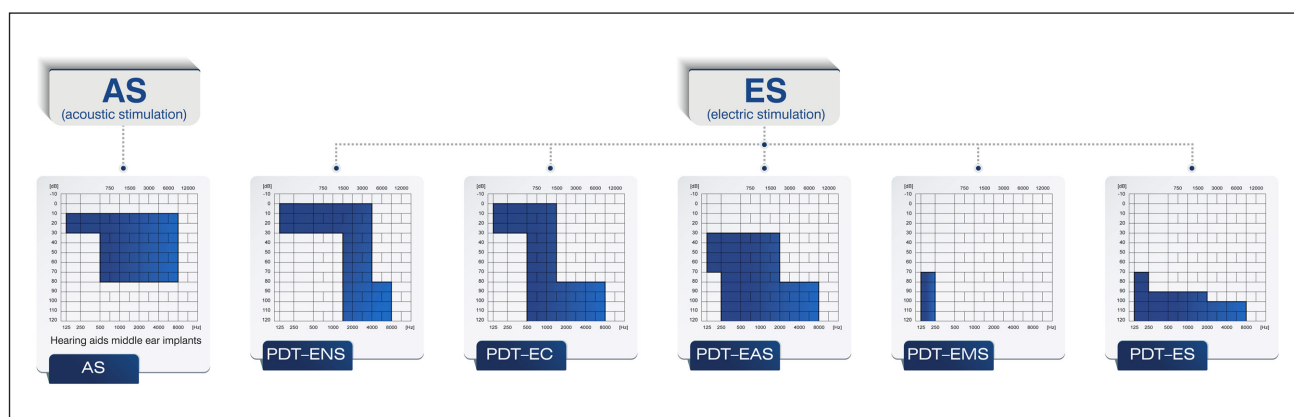
Dzięki tym działaniom, realizowanym w latach 1997-2009, podczas europejskiej konferencji ESPCI w Warszawie (9th European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation) możliwe było zaprezentowanie uczestnikom konferencji przez *H. Skarżyńskiego* nowej kompleksowej koncepcji dotyczącej leczenia różnych typów częściowej głuchoty, zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej – podczas operacji pokazowych z zastosowaniem po raz pierwszy na świecie nowej elektrody typu SRA, zaprojektowanej przez autora tej koncepcji [13,14,15]. Następnie w roku 2010 koncepcja ta została opublikowana z uwzględnieniem różnego przedoperacyjnego słuchu w zakresie niskich częstotliwości wraz z omówieniem specyfiki podejścia do różnych grup pacjentów z częściową głuchotą, co przedstawiono w tabeli 1 i na rysunku 1 [11,17,18,19,20].

W 2013 r. została opracowana pierwsza klasyfikacja dotycząca zachowania pooperacyjnego słuchu [21]. Zaprezentowana przez *H. Skarżyńskiego* i zaproszonych 43 ekspertów z różnych stron świata, pierwsza na świecie metoda stała się podstawą dalszego rozwoju programu leczenia częściowej głuchoty i łączenia stymulacji elektrycznej z akustyczną, ze słuchem naturalnym, z jednoczesnym zachowaniem nienaruszonej budowy ucha wewnętrznego.

Wszystkie zabiegi operacyjne z użyciem implantu ślimakowego w leczeniu częściowej głuchoty są przeprowadzane według procedury otochirurgicznej pn. 6 kroków wg *Skarżyńskiego*, pozwalającej na zachowanie nienaruszonej istniejącej struktury ucha wewnętrznego [2,10]. Dalszy rozwój programu leczenia częściowej głuchoty wiązał się nie tylko z doskonaleniem metody chirurgicznej oraz stałym rozszerzaniem wskazań do stosowania implantów ślimakowych u kolejnych, coraz większych docelowych grup pacjentów [11,19,20].

Następne kroki milowe odnosiły się do wpływu tych działań na postęp w rozwoju nowych technologii, m.in. opracowania delikatnych elastycznych elektrod o różnej długości w implantach ślimakowych [13,15,22,23]. Dzięki temu jednym z ostatnich elementów rozwoju tej koncepcji było zastosowanie w poszczególnych grupach pacjentów odpowiedniej ograniczonej stymulacji elektrycznej przy pomocy elektrod o długości 19-20 mm lub 24-25 mm jako dopełnienia prawidłowego słuchu zachowanego do 0,5 kHz, 0,75 kHz, 1 kHz i 1,5 kHz [23,24]. Najnowsze podejście dotyczy zastosowania głębszej insercji (26-28 mm) i zachowania istniejącego słuchu do 250 Hz, co tworzy realną szansę na jego efektywne wzmacnianie podczas pooperacyjnej rehabilitacji z wykorzystaniem do stymulacji akustycznej procesora mowy z systemem typu Duet czy Hybrid [24]. Jedną ze stosowanych elektrod – zaprojektowaną przez *H. Skarżyńskiego* – była produkcja kolejnych generacji implantów typu: SRA, CI422, CI522, CI622. Z kolei firma Med-El zaproponowała najszerzą ofertę – niezwykle elastyczne elektrody Flex20, Flex24, Flex26, Flex28 oraz Medium i elektrody specjalne. W ostatnim okresie elastyczne elektrody typu HiFocus™ SlimJ zaproponowała firma Advanced Bionics, a firma Oticon – elektrody Neuro Zti EVO.

Ostatnim ważnym krokiem w rozwoju koncepcji leczenia częściowej głuchoty było opracowanie wspomnianej wyżej pierwszej na świecie klasyfikacji częściowej głuchoty według *Skarżyńskiego i wsp.* (2010)



Rycina 1. Zakresy stymulacji: akustycznej, elektrycznej i zmodyfikowanej wg. *Skarżyńskiego*

[11]. Zastosowanie tej klasyfikacji ma bardzo istotne znaczenie w dalszym opracowywaniu wyników homogennych grup pacjentów z różnym poziomem istniejącego przedoperacyjnego słuchu zachowanego po wszczępieniu implantu ślimakowego. Wyniki uzyskiwane w różnych, jednorodnych grupach, prezentowane przez różnych autorów, dotyczące stosowania różnych technologii – powinny być przedmiotem obserwacji i stanowić podstawę do dalszego rozszerzania wskazań i upowszechniania metody leczenia częściowej głuchoty, zwłaszcza w bardzo licznej grupie senioralnej. Jednocześnie postęp tej metody ma znaczący wpływ na rozwój i wykorzystanie nowych technologii w zakresie organizacji opieki pooperacyjnej, np. tworzenie sieci telemedycznych, a także zastosowanie wielu nowych technologii w obszarze e-zdrowia. Zadowolenie pacjentów i ich rodzin z rezultatów leczenia częściowej głuchoty w Światowym Centrum Słuchu i w związku z tym rosnące zainteresowanie tą metodą miało wpływ na decyzję o rozbudowie w 2012 r. zaplecza klinicznego Światowego Centrum Słuchu.

W wielu przypadkach – w uszkodzeniach o różnej etiologii – klasyczne wzmocnienie słuchu za pośrednictwem aparatu słuchowego jest nieefektywne lub niemożliwe. Wtedy zastosowanie nowoczesnej terapii polega na różnych kombinacjach łączenia stymulacji elektrycznej za pośrednictwem implantów ślimakowych i akustycznej. U części pacjentów jest możliwa i wystarczająca tylko stymulacja akustyczna za pomocą klasycznych aparatów słuchowych lub implantów ucha środkowego i na przewodnictwo kostne. U pewnej grupy nie jest to możliwe, ponieważ niewielka część ucha, np. powyżej 3 lub 4 kHz, jest głucha. Z tego powodu grupa PDT-AS została włączona do całej koncepcji leczenia różnych rodzajów częściowej głuchoty (ryc.1).

MATERIAŁ I METODA

Łączny materiał obejmuje ponad 10 tys. zoperowanych uszu z zachowanym różnym przedoperacyjnym słuchem – od niefunkcjonalnych resztek słuchu w zakresie niskich i średnich częstotliwości, do w pełni wydolnego socjalnie słuchu w tym samym zakresie. Szczegółowe wyniki zostały przedstawione w kilkuset różnych doniesieniach naukowych. Zostały również przedstawione jako jednostkowe przykłady w monografii 'Methods of Partial Deafness Treatment' [25]. Operacje tych chorych miały miejsce w kolejnych latach podczas pokazów na żywo w ramach warsztatów klinicznych Window Approach Workshop.

Zaprezentowane wyniki dla poszczególnych, jednorodnych grup ilustrują stopień zachowania słuchu bezpośrednio po operacji oraz w latach następnym

i wskazują na bardzo dużą poprawę jakości rozumienia mowy, co decyduje o komunikacji społecznej z otoczeniem.

W ciągu 25 lat metodę leczenia różnych przypadków częściowej głuchoty z wykorzystaniem chirurgii 6 kroków wg *Skarżyńskiego* oraz elastycznych elektrod o różnej długości zastosowano u pacjentów w wieku od 8 miesięcy do 85 lat. W tej grupie dzieci i młodzież do 18 roku życia stanowią obecnie prawie 40%, a osoby dorosłe – nieco ponad 60%. U dzieci powyżej 5 roku życia i dorosłych przedoperacyjny słuch był ustalany na podstawie badań audiometrycznych. U dzieci młodszych podstawą do oceny przedoperacyjnego progu słyszenia było badanie ABR na częstotliwościach: 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz i 4 kHz.

Najistotniejsze dwie grupy to PDT-ENS i PDT-EC. Kwalifikuje się do nich pacjentów z normalnym lub w pełni socjalnie wydolnym słuchem do poziomu 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz lub 1500 Hz: PDT-EC⁵⁰⁰, PDT-EC⁷⁵⁰, PDT-EC¹⁰⁰⁰ i PDT-ENS. Te grupy – jako wymagające jedynie elektrycznego dopełnienia istniejącego słuchu – stanowiły największe wyzwanie dla operatora, ale jednocześnie były predysponowane do uzyskiwania najlepszych i najszybszych efektów w pooperacyjnej rehabilitacji. W pierwszym okresie grupa dorosłych, głównie w wieku senioralnym, wynosiła ponad 80%, grupa dzieci i młodzieży – poniżej 20%. Wzrost liczebny tej drugiej wiąże się z masowo wykonywanymi badaniami u dzieci w wieku szkolnym prowadzonymi pod kątem wczesnego wykrywania różnych wad słuchu.

Następna grupa – PDT-EAS, obejmująca pacjentów ze wskazaniem do łączonej stymulacji elektroakustycznej – była do tej pory najliczniejsza. Zapewne wynikało to z faktu, że u pacjentów w tej grupie zastosowanie tylko stymulacji akustycznej, zwykle przy pomocy klasycznych aparatów słuchowych, przynosiło małe lub znikome efekty i z tego względu byli oni najbardziej zdeterminowani, by poddać się operacji wszczępienia implantu.

Kolejna grupa – PDT-ES, czyli pacjenci z zastosowaniem tylko stymulacji elektrycznej – była średnio liczna i składała się z dwóch podgrup. Pierwsza z nich obejmowała osoby dorosłe (przypadki głuchot nagłych z głębokimi, lecz nie całkowitymi ubytkami słuchu), a druga, liczniejsza, to dzieci, u których od urodzenia w badaniach ABR nie rejestrowano odpowiedzi na bodziec akustyczny w zakresie wydolności urządzeń, czyli od 0,5 kHz i do poziomu 100 dB. Większość pacjentów w tej grupie (ponad 70%) miała zachowane małe resztki słuchu poniżej 0,5 kHz. Stwierdzamy je na poziomie 125 i 250 Hz w badaniach audiometrycznych wykonywanych powyżej 5 roku życia. Z tego powodu autor metody zaleca, aby implantowanie małych dzieci (przed 1 rokiem życia)

odbywało się z użyciem jak najmniej inwazyjnej techniki chirurgicznej oraz z wykorzystaniem elastycznych elektrod w celu zachowania nienaruszonej struktury ucha wewnętrznego. Stanowi to bardzo duże wyzwanie w kontekście obustronnej implantacji, która może wiązać się z obustronną utratą funkcji przedsionkowych.

Ostatnią grupę – PDT-EMS – stanowią pacjenci wcześniej umieszczeni w różnych grupach, z różnym słuchem, u których w ciągu kolejnych lat użytkowania implantu ślimakowego dochodziło, zwykle do obustronnego (a nie tylko w uchu operowanym), pogorszenia słuchu. Aby zachować odpowiedni poziom dalszej stymulacji elektrycznej, bez potrzeby wymiany elektrody krótszej na dłuższą, wystarczająca jest zmiana programu w procesorze mowy. Takie podejście pozwoliło utworzyć nową grupę pacjentów ze zmodyfikowaną stymulacją elektryczną: PDT-EMS. Należy spodziewać się, że ta grupa będzie się powiększać, zwłaszcza o pacjentów dorosłych z częściową głuchotą z progresywnymi ubytkami słuchu.

CHIRURGIA 6 KROKÓW WG SKARŻYŃSKIEGO

We wszystkich zoperowanych uszach dojście do schodów bębienka następowało przez okienko okrągłe. W ponad 99% przypadków uszu z tej grupy możliwe było dojście do niszy okienka okrągłego poprzez tympanotomię tylną, a jedynie u bardzo nielicznych pacjentów konieczne było dojście podwójne – przez tympanotomię tylną i przez przewód słuchowy zewnętrzny. U tych ostatnich wgląd do niszy okienka okrągłego zapewniano sobie przez przewód słuchowy zewnętrzny, a elektrodę wprowadzano od tyłu, przez wcześniej wykonaną tympanotomię tylną. A zatem w uchu możliwe było delikatne wprowadzenie elektrody

na wymaganą głębokość przez naciętą błonę okienka okrągłego. Wyjątek stanowiły przypadki z okienkiem zarośniętym lub niewykształconym. Całą procedurę operacyjną przeprowadzano zgodnie z zaproponowanym przez *H. Skarżyńskiego* standardem, który obejmuje 6 zasadniczych kroków (tabela 2) [2,10,11].

Pierwszym krokiem procedury jest ograniczona konserwatywna antromastoidotomia, czyli wykonanie otwarcia jamy wyrostka, nie szerokiego, lecz wystarczającego dla potrzeb swobodnego przeprowadzenia elektrody. Tę czynność poprzedza zdjęcie przy pomocy dłuta warstwy korowej wyrostka, szczególnie preferowane u dzieci. Zdjęcie cienkiej warstwy korowej należy wykonać w taki sposób, by po wszczepieniu części wewnętrznej implantu przy pomocy tego fragmentu całkowicie odizolować jamę wyrostka od przestrzeni podskórnej, w której była umocowana część wewnętrzna implantu.

Drugi krok procedury otocirurgicznej polega na wykonaniu tympanotomii tylnej. Podstawowym założeniem tej czynności jest takie otwarcie przejścia do jamy bębnekowej, aby pod kontrolą wzroku przeprowadzić elektrodę do niszy okienka okrągłego. W celu dobrego uwidocznienia błony okienka w części przypadków znoszono w niewielkim zakresie wargę boczną, która w różnym stopniu zasłaniała lub ograniczała wgląd do okolicy błony okienka. Dobre uwidocznienie błony okienka pozwala precyzyjnie wykonać jej nacięcie, a następnie pod odpowiednim kątem minimalnie inwazyjnie wprowadzić elektrodę do schodów bębienka. W nielicznych przypadkach, jak podano wyżej, przy niedostatecznym uwidocznieniu niszy okienka okrągłego wykonywano dojście podwójne przez przewód słuchowy zewnętrzny. Wgląd był zwykle do okolicy błony bardzo dobry i rzadko zachodziła potrzeba znoszenia części wargi bocznej.

Tabela 2. Procedura chirurgiczna leczenia częściowej głuchoty z zastosowaniem implantu ślimakowego według *Skarżyńskiego*

Krok	Opis procedury
1.	Pobranie wióra kostnego z warstwy korowej wyrostka, a następnie wykonanie zachowawczej, ograniczonej do minimum antromastoidotomii.
2.	Tympanotomia tylna w celu uwidocznienia niszy i błony okienka okrągłego. W części przypadków uzupełniona o zniesienie w zakresie 0,2-0,5 mm wargi bocznej ograniczającej swobodny wgląd i uniemożliwiającej wprowadzenie elektrody pod odpowiednim kątem.
3.	Przekłucie i nacięcie błony okienka okrągłego umożliwiające wprowadzenie elastycznej elektrody, minimalnie inwazyjne, z rozszerzeniem brzegów nacięcia i stałym – podczas wsuwania – uszczelnieniem otworu samą elektrodą.
4.	Wprowadzenie atraumatycznej elektrody do schodów bębienka bezpośrednio przez okienko okrągłe – jednym ruchem lub 2-3 ruchami, płynnie, w naturalnym tempie, średnio w ciągu 10-20 sekund. W początkowym etapie elektrodę wprowadza się, trzymając ją w palcach, a w końcowym – przy użyciu kleszczyków lub prowadnicy.
5.	Uszczelnienie elektrody w niszy okienka okrągłego za pomocą powięzi i kleju tkankowego – to niezwykle ważny i decydujący krok w implantacji w PDT. Uszczelnienie musi być pełne, otaczające elektrodę, bez kontaktu z kostkami słuchowymi, aby nie ograniczyć ich ruchomości i nie doprowadzić do pogorszenia słuchu.
6.	Zamocowanie części wewnętrznej implantu w łożu pod płatem skórno-mięśniowo-okostnowym w wytworzonej kieszonce z odpowiednim, zwykle niewielkim zagłębieniem wydrążonym w łusce kości skroniowej.

Trzeci krok polega na delikatnym nakłuciu i podłużnym nacięciu błony okienka okrągłego – drogi wprowadzenia elektrody do schodów bębienka. Czynność ta powinna być poprzedzona starannym oczyszczeniem okolicy niszy, usunięciem zrostów i opanowaniem możliwego krwawienia z drobnych naczynek. Zapewnia to nie tylko bardzo dobry dostęp, lecz także bardzo dobrą kontrolę wzrokową podczas wprowadzania delikatnej, elastycznej elektrody do schodów bębienka. Przed samym nacięciem do okolicy niszy okienka podajemy Dexamethason [26].

W czwartym kroku procedury następuje najważniejsza czynność, jaką jest minimalnie inwazyjne wprowadzenie do schodów bębienka elektrody pod kątem zbliżonym do prostego w stosunku do powierzchni błony okienka okrągłego. Takie ustawienie elektrody przed wprowadzeniem do ucha wewnętrznego autor procedury uważa za najmniej traumatyczne. Na początku wprowadzania elektrody do schodów bębienka zalecane jest trzymanie jej w palcach w celu lepszego wycucia ewentualnych oporów. Jedynie końcowe czynności wprowadzania elektrody do schodów bębienka wykonuje się przy pomocy kleszczyków lub specjalnej prowadnicy. W przypadku stosowania elektrod z zamocowanym sztywnym sztyftem do wprowadzania elektrody konieczne jest użycie dwóch par kleszczyków: wprowadzających elektrodę oraz drugich – pozwalających na usunięcie umieszczonego w niej metalowego sztyftu. Jednakże taka procedura dla ucha wewnętrznego, niezależnie od sprawności otocznego, nie jest najdelikatniejsza i nie gwarantuje zachowania nienaruszonej struktury ucha wewnętrznego. Ten typ elektrod nie jest polecany do zastosowania w PDT. Bardzo istotnym wsparciem czynności w tym kroku jest insercja elektrody połączona z jednoczesnym wykonaniem elektrokochleografii.

Piąty krok procedury polega na uszczelnieniu wejścia elektrody do schodów bębienka oraz jej umocowaniu w obrębie tympantotomii tylnej przy pomocy fragmentów powięzi i kleju tkankowego. Powinno to być wykonane z użyciem 1–2-milimetrowych fragmentów tkanki, przy pomocy której i wraz z klejem otacza się elektrodę wokół z zachowaniem bezpiecznej odległości od kosteczek słuchowych, aby zapobiec zrostom i ich unieruchomieniu. Pozostała część elektrody jest zwijana w jamie wyrostka. Przejście elektrody w kanale kostnym po tympantotomii tylnej jest zamykane fragmentem tkanki i klejem, a jamę wyrostka zamyka się fragmentem spongostanu. Na powierzchni spongostanu przy pomocy kleju tkankowego mocowany jest – pobrany podczas pierwszego kroku – fragment warstwy korowej wyrostka.

Ostatni, 6 krok czynności chirurgicznych polega na przygotowaniu łoża lub wygładzeniu powierzchni kości pod część wewnętrzną implantu. Czasami konieczne

było dodatkowe jej umocowanie przy pomocy cementu jonometrycznego, niewchłanianych szwów lub standardowych wkrętów (np. implanty firmy Oticon).

Na przestrzeni ostatnich 25 lat podejście otocznicze w tym etapie operacji ulegało ewolucji. We wczesnych latach naszego programu obowiązywała zasada dość szerokiego odsłonięcia powierzchni kości skroniowej w celu przygotowania pełnej łoża kostnej dla części wewnętrznej implantu. Dodatkowym zabezpieczeniem aby ten element nie ulegał przemieszczaniu był wykorzystywany cement jonometryczny lub niewchłaniające szwy. Postępujące zmiany konstrukcyjne w budowie części wewnętrznej w implantach ślimakowych w kolejnych latach powodowały, że w pełni wystarczającym zabezpieczeniem przed przemieszczaniem się części wewnętrznej stała się płytka łoża kostna.

Istotnym uzupełnieniem i ułatwieniem były kolejne rozwiązania konstrukcyjne wdrożone do praktyki klinicznej. Pozwalały i pozwalają one na przymocowanie części wewnętrznej do kości za pomocą odpowiednich wkrętów lub umiejscowienie implantu w kości z wykorzystaniem odpowiednich wpustów typu „PIN”. Dalsza miniaturyzacja implantów, która w znacznym stopniu dotyczyła wyplaszczenia i ścięnięcia części wewnętrznej, pozwala w wielu przypadkach na odstąpienie od wykonania łoża kostnej. Jest to bardzo istotne zwłaszcza u małych dzieci, u których często pokrywa kości czaszki jest cienka. W tych przypadkach możemy jedynie nieco wyplaszczyc powierzchnię lub nawet nie, a część wewnętrzną wsunąć w ciasną kieszeń pod płat skórno-mięśniowo-okostny. Takie rozwiązanie eliminuje też potrzebę zakładania na 1-3 doby drenażu ssącego. Zachowanie nieuszkodzonej okostnej pozwala dobrze wpasować się w tworzący się z czasem wycisk w kości, który odzwierciedla w pełni kształt dobrze w niej umieszczonej części wewnętrznej implantu. Dodatkowym ważnym warunkowaniem towarzyszącym temu rozwiązaniu jest krótkie cięcie skóry w kształcie wydłużonej litery „S” o długości ok. 2,5 cm.

Na tkanki miękkie zakładany jest szew ciągły w celu zszycia okostnej, który może być uzupełniony kilkoma pojedynczymi szwami węzełkowymi odwróconymi założonymi na tkanki podskórne. Na zakończenie zakładany jest szew ciągły na skórę. W przypadku kiedy widoczne są drobne krwawienia z kości lub zaistniała potrzeba wykonania większego zagłębienia łoża kostnej, czyli wtedy gdy spodziewamy się gromadzenia się płynów ustrojowych wokół części wewnętrznej implantu, na 1-2 doby zakładamy drenaż ssący. Drenaż nie jest konieczny, jeśli pole operacyjne jest suche, a implant ułożony w małej dopasowanej kieszonce zamiast pod dużym wcześniej odwarstwionym płatem skórno-mięśniowo-okostnym.

Do leczenia operacyjnego częściowej głuchoty oraz zachowania struktury ucha wewnętrznego wykorzystano 4 systemy implantów. System Med-EI z różnymi elektrodami (od 20 do 31 mm), w tym głównie elektrody typu Flex20, Flex24, Medium i Flex28, które umieszczano w schodach bębienka. W sytuacji kiedy potrzebna jest insercja powyżej 25 mm, mówimy o głębszej insercji w PDT. Drugim systemem były implanty firmy Cochlear, z elektrodami opracowanymi przez *H. Skarżyńskiego*, typu CI522, CI422 i SRA, o długości od 20 mm z możliwością głębszej insercji – do 25 mm. Trzecim systemem – stosowanym pod kontrolą elektrokocholeografii w przypadku PDT-EAS – były implanty Advance Bionics. W przypadku elektrycznego dopełnienia normalnego słuchu do 0,5 kHz (PDT-EC) oraz zachowanego słuchu do 1,5 kHz (PDT-ENS) stosowano tylko stymulację elektryczną części schodów bębienka. Natomiast w przypadku stymulacji łączonej, elektryczno-akustycznej, stosowano początkowo – niezależnie od implantu – aparaty słuchowe, a następnie system Duet lub Hybrid. Cały proces pooperacyjnego fittingu oraz dalszej rehabilitacji został wyczerpująco przedstawiony w monografii 'Methods of Partial Deafness Treatment' [27,28,29,30].

PODSUMOWANIE

Stopniowe rozszerzanie wskazań – od zachowania małych resztek (od 1997 r.) po zachowany dobry, użyteczny słuch na niskich częstotliwościach (od 2002 r.) i normalny słuch do 1,5 kHz (2014 r.) – pozwoliło na wieloletnią obserwację coraz większej grupy pacjentów. Wprowadzenie nowej metody kompleksowo pokazującej możliwości akustycznej i elektrycznej stymulacji ucha wewnętrznego zdecydowanie rozszerzyło wcześniejsze wskazania do leczenia operacyjnego różnych wad słuchu przy pomocy implantów ślimakowych z elektrodami różnej długości. Niewątpliwie najważniejszym i najtrudniejszym zadaniem było wdrożenie po raz pierwszy na świecie (w 2002 r.) programu elektrycznego dopełnienia dobrego słuchu na niskich częstotliwościach (PDT-EC). Był to wielki przełom pokazujący, że możliwe jest nie tylko zachowanie małych resztek słuchu i struktury ucha wewnętrznego, lecz także elektryczne dopełnienie normalnego słuchu do 0,5 kHz zarówno u dorosłych, jak i u dzieci.

Po około 10 latach obserwacji możliwe stało się dokonanie kolejnego przełomu – połączenie zachowanego naturalnego słuchu do 1,5 kHz ze słuchem elektrycznym. Otworzyło to możliwość zastosowania implantów ślimakowych nie u tysięcy, lecz u milionów pacjentów, w tym w pokoleniu seniorów oraz u pacjentów po różnych urazach, po których zachował się normalny słuch do 750 Hz, 1000 Hz i 1500 Hz. Wszcze-

pienie implantu ślimakowego z odpowiednią elektrodą dało słuch naturalnie-elektryczny (PDT-ENS).

Na uwagę zasługują bardzo dobre odległe wyniki zachowania przedoperacyjnego słuchu zarówno na poziomie niezwykle istotnych niskich częstotliwości, jak i resztkowego – na wysokich. Największy spadek zanotowano na poziomie 1000 Hz w pierwszych 6 miesiącach. Przejściowo, do około 2 miesięcy po operacji słuch był obniżony średnio o około 10 dB na wszystkich częstotliwościach w pierwszej ocenie pooperacyjnej. Zmiany na przestrzeni od 3 do 6 miesięcy po operacji były minimalne i okres 6 miesięcy w ocenie odległej przyjęto jako stan wyjściowy zachowanego słuchu po przeprowadzonym zabiegu wszczępienia implantu. W okresie od 12 miesięcy do 9-10 lat nie zaobserwowano istotnego pogarszania się słuchu w pierwszej grupie operowanych osób, u których zastosowano dopełnienie elektryczne. Przez pierwsze 2 lata (2002-2004) do leczenia operacyjnego w grupie PDT-EC kwalifikowano osoby dorosłe, u których w ciągu ok. 10 lat wcześniej nie obserwowano pogarszania się słuchu. Można zatem uznać, że ta metoda terapii była oceniana na podstawie zachowania słuchu bezpośrednio przed operacją, a następnie weryfikowana po operacji przez okres od 6 miesięcy do 10 lat. Od 2004 r. elektryczne dopełnienie zastosowano u dzieci. Długi okres obserwacji wyników w PDT-EC pozwolił na dokonanie przełomu i wskazanie nowej, wielkiej grupy docelowej ze słuchem normalnym zachowanym do 1,5 kHz – PDT-ENS.

Niezwykle ważną obserwacją dokonaną przez *prof. Artura Lorensa i wsp.* (2008) [31,32] było modyfikowanie stymulacji elektrycznej poprzez zmiany ustawień procesora mowy, gdy słuch z powodu schorzenia pierwotnego w operowanych uszach w dalszym ciągu się pogarsza. Oznacza to, że nie ma potrzeby usuwania implantu, np. z elektrodą o długości 20 mm, w celu zmiany na elektrodę o długości 24-28 mm. Opracowana metoda – polegająca na połączeniu treningów słuchowych ze zmianą ustawień procesora mowy – pozwala na zastąpienie utraconego słuchu akustycznego słuchem elektrycznym. W ten sposób wyodrębniono z grup PDT-ENS i PDT-EC kolejną grupę: PDT-EMS, do której kwalifikowani są pacjenci z pogarszającymi się progami słuchu akustycznego, u których zmodyfikowano stymulację elektryczną po odpowiednim ustawieniu procesora mowy.

Jak wspomniano wyżej, uzyskanie bardzo dobrych wyników w grupie osób dorosłych z PDT-EC pozwoliło na operowanie przez *H. Skarżyńskiego* po raz pierwszy na świecie dzieci z dobrym słuchem na niskich częstotliwościach do 0,5 kHz (PDT-EC). W rezultacie prowadzonych obserwacji pooperacyjnych w coraz liczniejszej grupie małych dzieci (do 1 roku życia) oraz nieco starszych możliwe stało się zapro-

ponowanie nowego podejścia chirurgicznego jako podstawowego w celu zachowania nie tylko przedoperacyjnego słuchu, lecz także struktury ucha wewnętrznego. Dzięki temu pacjenci za 10 czy 20 lat będą mogli korzystać z przyszłych nowych technologii przywracania słuchu.

Ponad dwudziestoletnia obserwacja zarówno dzieci, jak i dorosłych z PDT pokazała, że uzyskane wyniki są trwałe. Pozwala to wysnuć optymistyczny wniosek, że ta metoda leczenia częściowej głuchoty jest optymalnym rozwiązaniem leczenia takich wad w wieku senioralnym. Ze względu na fakt, że tego rodzaju niedosłuch dotyczy ponad 65% populacji osób w wieku powyżej 75 lat, takie rozwiązanie jest szansą dla milionów pacjentów. Jednocześnie należy wziąć pod uwagę dane, z których wynika, że u nieco ponad 50% zoperowanych w ŚCS IFPS pacjentów słuch pogarszał się w niewielkim stopniu w obojgu uszach na przestrzeni ok. 10 lat przed wykonaniem zabiegu operacyjnego. Może to oznaczać, że w tych uszach w niewielkim stopniu, zarówno przed operacją, jak i po niej, dochodziło do stopniowego pogarszania się słuchu. Wyjaśnienie tego zjawiska będzie zapewne możliwe po zebraniu i przeanalizowaniu wyników odległych otrzymanych w kolejnej bardziej licznej grupie zoperowanych chorych i stanie się tematem odrębnej wieloaspektowej analizy dotyczącej zachowania słuchu przedoperacyjnego, jak i odległej satysfakcji pacjenta.

Niezwykle istotnym aspektem, związanym z oceną wyników operowanych pacjentów, są testy rozumienia mowy. W długim okresie czasu, pod warunkiem zachowania regularnej rehabilitacji, uzyskane wyniki charakteryzują się dużą stabilnością. Poziom rozumienia mowy zarówno w hałasie, jak i w ciszy jest zdecydowanie wyższy w grupie pacjentów ze słuchem elektryczno-naturalnym (PDT-ENS) i elektrycznym dopełnieniem słuchu (PDT-EC) niż w grupie pacjentów z łączoną stymulacją elektryczną i akustyczną (PDT-EAS) [19,20].

Podsumowując, w niniejszej publikacji udało się przedstawić kolejne etapy rozwoju w ciągu ponad 20 lat kompleksowej strategii leczenia częściowej głuchoty u pacjentów z różnym przedoperacyjnym słuchem, a także pokazać, jak kształtowały się możliwości zachowania słuchu w pierwszej najliczniejszej na świecie grupie osób z częściową głuchotą – pacjentów Światowego Centrum Słuchu IFPS – na przestrzeni lat 1997-2020. W roku 2013, *Gifford i wsp.* [33] opublikowali własne wyniki, które potwierdziły słuszność zarówno przyjętej klasyfikacji, jak i strategii leczenia chirurgicznego. W literaturze można odnaleźć doniesienia kolejnych ośrodków, które po ŚCS IFPS zaczęły wykonywać operacje techniką chirurgiczną analogiczną do metody 6 kroków wg *Skarżyńskiego* oraz stosować takie same kryteria doboru pacjentów;

Dorman i Gifford 2010 [34], *Van de Heyning i wsp.* 2013 [35], *Rajan i wsp.* 2018 [36]. Wskazuje to na stałe rozpowszechnianie się polskiej szkoły leczenia częściowej głuchoty u dzieci i dorosłych we współczesnej nauce i medycynie.

Cykl 66 międzynarodowych warsztatów szkoleniowych – Window Approach Workshop (WAW) w latach 2007-2020, podczas którego *prof. H. Skarżyński* pokazał „na żywo” ponad 1300 operacji, stanowi znakomitą formę upowszechniania wiedzy na temat zarówno wyników leczenia częściowej głuchoty, jak i wpływu tej strategii na rozwój nowych technologii, w tym powstanie serii nowych elastycznych elektrod o różnej długości: od 19 mm do 34 mm.

W podsumowaniu należy także podkreślić, że do połowy lat 80. ubiegłego wieku, kiedy to wielokanałowe implanty ślimakowe w decydujący sposób odmieniły możliwości leczenia głuchoty u dzieci, obecna strategia dokonała największego przełomu jakościowego – wyodrębniła, zdefiniowała i opisała różne rodzaje częściowej głuchoty i metody ich leczenia, jak i ilościowego – stworzyła realne szanse dla milionów osób w miejsce wcześniejszych wskazań dotyczących tysięcy pacjentów. Ostatecznie pozwala to na sformułowanie kilku dobrze udokumentowanych klinicznie wniosków:

1. Uzyskane wyniki podczas bardzo długiego okresu obserwacji coraz większej grupy pacjentów, w różnym wieku, wskazały na potrzebę stałego rozszerzania wskazań do zastosowania implantów ślimakowych u osób z zachowanymi coraz większymi przedoperacyjnymi resztkami słuchu i normalnym słuchem przedoperacyjnym zarówno na niskich, jak i średnich częstotliwościach.
2. Obserwowana przez wiele lat trwałość wyników, mierzona dobrym i bardzo dobrym rozumieniem mowy, oraz dobre efekty zachowania słuchu udokumentowane w badaniach audiometrycznych potwierdziły optymalny wybór opracowanej strategii chirurgicznej z wykorzystaniem dojścia do schodów bębenka przez okienko okrągłe.
3. Wyniki obserwacji klinicznych znacznie przyspieszyły rozwój nowych technologii, w tym nowych elastycznych elektrod implantów ślimakowych oraz różnych systemów do łączonej stymulacji elektrycznej i akustycznej, co jest niezwykle ważne, ponieważ umożliwia to nie tylko zachowanie przedoperacyjnego słuchu, lecz także przedoperacyjnej struktury ucha wewnętrznego i zapewnia zachowanie szans na wdrożenie przyszłych technologii oraz przyczynia się do zachowania ważnych w życiu funkcji przedsionkowych.

Wykazana niezwykle wysoka skuteczność zachowania przedoperacyjnego słuchu miała znaczący wpływ na: a) opracowanie nowych strategii wczesnego

wykrywania różnych częściowych uszkodzeń słuchu na podstawie powszechnych, populacyjnych badań przesiewowych w różnych grupach wiekowych, zwłaszcza dzieci, co znalazło odzwierciedlenie w przyjętych w 2011 r. w Warszawie dwóch europejskich konsensusach naukowych pn.: „Europejski konsensus w sprawie przesiewowych badań słuchu, wzroku i mowy u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym” („European Consensus Statement on Hearing, Vision and Speech Screening in Pre-School and School-Age Children”) oraz „Europejski konsensus w sprawie przesiewowych badań słuchu u dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym” („European Consensus Statement on Hearing Screening of Pre-School and School-age Children”) [37]; b) wskazanie nowych kierunków rozwoju zaplecza oraz wykorzystania technologii teleinformatycznych i narzędzi e-zdrowia.

PIŚMIENNICTWO

- Skarżyński H., Zawadzki R., Szuchnik J., Geremek A., Lorens A. 1997. Analysis of the selected surgical aspects in 102 implanted patients at different ages. Paper presented at the 5th International Cochlear Implant Conference, New York, USA.
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A. 2003. A new method of partial deafness treatment. *Med Sci Monit*. 9(4): CS20-24
- Ilberg C. von, Kiefer J., Tillein J. et al. 1999. Electric-acoustic stimulation of the auditory system. New technology for severe hearing loss. *Journal for Oto-Rhino-Laryngology and Its Related Specialties* 61: 334-40.
- Gantz B.J. and Turner C.W. 2003. Combining acoustic and electric hearing. *Laryngoscope* 113: 1726-30.
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A. 2000. Residual acoustic hearing in the ear before and after cochlear implantation. Paper presented at the 5th European Symposium on Paediatric Cochlear Implantation, Antwerp, Belgium.
- Lorens A., Geremek A., Walkowiak A., Skarżyński H. 2000. Residual acoustic hearing before and after cochlear implantation. Paper presented at the 4th European Congress of Oto-Rhino-Laryngology Head and Neck Surgery „Past – Present – Future” EUFOS 2000, Berlin, Germany.
- Skarżyński H., Lorens A., D’Haese P. et al. 2002. Preservation of residual hearing in children and post-lingually deafened adults after cochlear implantation: an initial study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 64:247-253
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A. 2004. Preservation of low-frequency hearing in partial deafness cochlear implantation. Extended Abstracts from the VIII International Cochlear Implant Conference, Indianapolis, USA. *International Congress Series* 1273: s. 239-42.
- Dhanasingh A. and Hochmair I. 2021. EAS-Combined electric and acoustic stimulation, *Acta Oto-Laryngologica*, 141:sup1: 22-62
- Skarżyński H., Matusiak M., Piotrowska A., Skarżyński P.H. 2012. Surgical techniques in partial deafness treatment. *Journal of Hearing Science*, 2(3): 9-13.
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A., Skarżyński P.H. 2010. Hearing preservation in partial deafness treatment. *Med Sci Monit* 16(11): CR555-562
- Skarżyński H. and Lorens A. 2010. Partial deafness treatment. *Cochlear Implants Int* 11 Suppl 1:29-41.
- Skarżyński H. and Podskarbi-Fayette R. 2010. A new cochlear implant electrode design for preservation of residual hearing: a temporal bone study. *Acta Oto-Laryngologica* 130: 435-42.
- Skarżyński H., Lorens A., Matusiak M., Porowski M., Skarżyński P.H., James C.J. 2012. Partial Deafness Treatment with the Nucleus Straight Research Array Cochlear Implant. *Audiol Neurotol* 17:82-91
- Skarżyński H., Lorens A., Matusiak M., Porowski M., Skarżyński P.H., James C.J. 2014. Cochlear implantation with the Nucleus Slim Straight electrode in subjects with residual low-frequency hearing. *Ear Hear* 35(2): 33-43.
- Skarżyński H., Matusiak M., Lorens A., Furmanek M., Piłka A., Skarżyński P.H. 2016. Preservation of cochlear structures and hearing when using the Nucleus Slim Straight Electrode (CI422) in children. *J Laryngol Otol* 130(4): 332-39
- Skarżyński H., Lorens A., Skarżyński P.H. 2014. Electro-natural stimulation (ENS) in partial deafness treatment: a case study. *J Hear Sci* 4(4):67-71
- Skarżyński H., Lorens A., Dziendziel B., Skarżyński P.H. 2015. Expanding pediatric cochlear implant candidacy: A case study of electro-natural stimulation (ENS) in partial deafness treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 79(11):1896-900.
- Skarżyński H., Lorens A., Dziendziel B., Rajchel J.J., Matusiak M., Skarżyński P.H. 2019. Electro-Natural Stimulation in Partial Deafness Treatment of adult cochlear implant users: Long-term hearing preservation results. *Journal for Oto-Rhino-Laryngology and Its Related Specialties* 81(2–3): 63-72.
- Skarżyński H., Lorens A., Dziendziel B., Skarżyński P.H. 2019. Electro-Natural Stimulation (ENS) in Partial Deafness Treatment: Pediatric case series. *Otology & Neurotology* 40(2): 171-76.
- Skarżyński H., van de Heyning P., Agrawal S. et al. 2013. Towards a consensus on a hearing preservation classification system. *Acta Oto-Laryngologica* 133 (Suppl 564): 3-13
- Skarżyński H., Lorens A., Piotrowska A., Podskarbi-Fayette R. 2009. Results of partial deafness cochlear implantation using various electrode designs. *Audiol Neurootol* 14 Suppl 1:39-45.
- Skarżyński P.H., Skarżyński H., Dziendziel B., Rajchel J.J., Gos E., Lorens A. 2019. Hearing Preservation With the Use of Flex20 and Flex24 Electrodes in Patients With Partial Deafness. *Otol Neurotol* 40(9): 1153-1159.
- Skarżyński H., Lorens A., Zgoda M., Piotrowska A., Skarżyński P.H., Szkielkowska A. 2011. Atraumatic round window deep insertion of cochlear electrodes. *Acta Otolaryngol* 131(7): 740-49.
- Methods of Partial Deafness Treatment, Skarżyński H. and Skarżyński P.H. (eds.), Routledge, Leiden, The Netherlands, 2022.
- Skarżyńska M.B., Skarżyński P.H., Król B. et al. 2018. Preservation of hearing following cochlear implantation using different steroid therapy regimens: a prospective clinical study. *Med Sci Monit* 24: 2437.
- Lorens A., Audiological aspects of the partial deafness cochlear implantation with hearing preservation, in: Methods of Partial Deafness Treatment, Skarżyński H. and Skarżyński P.H. (eds.), Routledge, Leiden, The Netherlands, 2022; 15-22
- Zgoda M., Pankowska A., Cwiklińska J., Audiological rehabilitation in the partial deafness treatment program strategy – eliminating participation limitation, in: Methods of Partial Deafness Treatment, Skarżyński H. and Skarżyński P.H. (eds.), Routledge, Leiden, The Netherlands, 2022; 323-330
- Obyrcka A., Lorens A., Auditory development and speech perception in children after partial deafness cochlear implantation, in: Methods of Partial Deafness Treatment, Skarżyński H. and Skarżyński P.H. (eds.), Routledge, Leiden, The Netherlands, 2022; 331-342
- Kobosko J., Understanding the partial deafness – different perspectives: subjective, auditory perception and communication, psychological and social, in: Methods of Partial Deafness Treatment, Skarżyński H. and Skarżyński P.H. (eds.), Routledge, Leiden, The Netherlands, 2022; 343-352
- Lorens A., Polak M., Piotrowska A., Skarżyński H. 2008. Outcomes of treatment of partial deafness with cochlear implantation: A DUET study. *Laryngoscope* 11892: 288-94.
- Lorens A., Zgoda M., Skarżyński H. 2012. A new audio processor for combined electric and acoustic stimulation for the treatment of partial deafness. *Acta Oto-Laryngologica* 132(7): 739-50.
- Gifford R.H., Dorman M.F., Skarżyński H. et al. 2013. Cochlear implantation with hearing preservation yields significant benefit for speech recognition in complex listening environments. *Ear Hear* 34(4): 413-25.
- Dorman M.F., Gifford R.H. 2010. Combining acoustic and electric stimulation in the service of speech recognition. *International Journal of Audiology* 49(12): 912-19.

35. Van de Heyning P., Adunka O., Arauz S.L. et al. 2013. Standards of practice in the field of hearing implants. *Cochlear Implants Int* 14 (Suppl. 2): 1-5.
36. Rajan G., Tavora-Vieira D., Baumgartner W.D. et al. 2018. Hearing preservation cochlear implantation in children: The Hearing Group consensus and practice guide. *Cochlear Implants Int* 19(1): 1-13.
37. Skarżyński H., Piotrowska A. 2012. Screening for pre-school and school-age hearing problems: European Consensus Statement. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 76(1): 120-1.

Adres do korespondencji:

Światowe Centrum Słuchu
Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu
ul. Mokra 17, Kajetany
05-830 Nadarzyn
Tel.: 22 356 03 66
e-mail: sekretariat@ifps.org.pl
