

# AUDIOLOGIA KLINICZNA

---

## ZARYS



pod redakcją  
Antoniego Pruszevicza i Andrzeja Obrębowskiego

Wydanie IV

Poznań 2010

# AUDIOLOGIA KLINICZNA

---

# ZARYS

wydanie IV  
rozszerzone i poprawione

pod redakcją  
Antoniego Pruszevicza i Andrzeja Obrębowskiego

**Poznań 2010**

## AUTORZY

**Prof. dr hab. inż. Grażyna Demenko**  
Instytut Językoznawstwa UAM w Poznaniu

**Dr med. Teodozja Donat-Jasiak**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Bożena Galas-Zgorzalewicz**  
Katedra i Klinika Neurologii Wieku  
Rozwojowego UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Teresa Goździk-Żolnierkiewicz**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii  
UM w Warszawie

**Prof. dr hab. med. Janusz Grądzki**  
Zakład Neuroradiologii UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Grzegorz Janczewski**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii  
UM w Warszawie

**Prof. dr hab. Feliks Jaroszyk**  
Katedra Biofizyki UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. Wiktor Jassem**  
Zakład Fonetyki Akustycznej Instytutu  
Podstawowych Problemów Techniki PAN  
w Poznaniu

**Dr med. Michał Karlik**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Dr hab. inż. Krzysztof Kochanek**  
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu  
w Warszawie

**Prof. dr hab. med. Aleksandra Kruk-Zagajewska**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii  
Otolaryngologicznej UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Bronisław Kulczyński**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii  
Otolaryngologicznej UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. Piotra Łobacz**  
Instytut Językoznawstwa UAM w Poznaniu

**Dr n. przyr. Kazimierz Narożny**  
Zakład Biofizyki UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Stanisław Nowak**  
Katedra i Klinika Neurochirurgii  
i Neurotraumatologii UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. dr h.c. Andrzej Obrębowski**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Dr hab. Włodzimierz Paprzycki**  
Zakład Neuroradiologii UM w Poznaniu

**Doc. dr n. fiz. Andrzej Piławski**  
Katedra Biofizyki AM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. dr h.c. Antoni Pruszewicz**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Bogdan Rydzewski**  
Oddział Laryngologiczny  
Szpitala im. Fr. Raszei w Poznaniu

**Dr hab. Alicja Sekula**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Henryk Skarżyński**  
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu  
w Warszawie

**Prof. dr hab. med. Wiesław Sulkowski**  
Instytut Medycyny Pracy im. J. Nofera  
w Łodzi

**Prof. dr hab. med. Zygmunt Szejsa**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii  
Otolaryngologicznej UM w Poznaniu

**Prof. dr hab. med. Witold Szyfter**  
Katedra i Klinika Otolaryngologii i Onkologii  
Otolaryngologicznej UM w Poznaniu

**Prof. UM dr hab. inż. Piotr Świdziński**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Dr hab. med. Bożena Wiskirska-Woźnica**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Dr med. Waldemar Wojnowski**  
Katedra i Klinika Foniatrii i Audiologii  
UM w Poznaniu

**Dr hab. med. Małgorzata Zgorzalewicz**  
Katedra Profilaktyki Zdrowotnej  
UM w Poznaniu

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego  
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu  
Poznań 2010

Współpraca redakcyjna: Michał Karlik

Adiustacja techniczna i korekta: Michał Karlik, Janina Rogalińska

Skład i łamanie: Michał Karlik

Opracowanie graficzne: Michał Karlik

ISBN 978-83-7597-066-1

WYDAWNICTWO NAUKOWE UNIwersYTETU MEDYCZNEGO  
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU  
60-812 Poznań, ul. Bukowska 70

Ark. wyd. 48,4. Ark. druk. 58,7. Papier offset, kl. III 70 g/m<sup>2</sup>, 70 × 100.

Format B5. Zam. nr 10/10. Wydanie IV.

Druk ukończono w lutym 2010 r.

Zamówienia:

Tel./fax 61 854 72 02

Punkt sprzedaży:

Poznań, ul. Święcickiego 6.

## SPIS TREŚCI

<b>I. Przedmowy</b> .....	15
1.1. Przedmowa do I wydania – <i>A. Pruszewicz</i> .....	15
1.2. Przedmowa do II wydania – <i>A. Pruszewicz</i> .....	19
1.3. Przedmowa do III wydania – <i>A. Pruszewicz</i> .....	21
1.4. Przedmowa do IV wydania – <i>A. Pruszewicz, A. Obrębowski</i> .....	23
<b>2. Część ogólna</b> .....	25
2.1. Podstawy fizyczne audiologii – <i>A. Piławski, F. Jaroszyk</i> .....	25
2.1.1. Wstęp .....	25
2.1.2. Ruch drgający .....	26
2.1.2.1. Ruch drgający harmoniczny prosty .....	26
2.1.2.2. Ruch drgający złożony .....	27
2.1.2.3. Drgania tłumione .....	28
2.1.2.4. Drgania wymuszone. Rezonans .....	28
2.1.2.5. Drgania samowzbudne relaksacyjne .....	29
2.1.3. Ruch falowy. Fala akustyczna .....	30
2.1.3.1. Fala harmoniczna .....	30
2.1.3.2. Ciśnienie akustyczne .....	31
2.1.3.3. Powierzchnia falowa. Fala kulista. Fala płaska. Ugięcie. Odbicie. Załamanie fal .....	31
2.1.3.4. Energia w ruchu falowym. Natężenie dźwięku .....	33
2.1.3.5. Rezystancja akustyczna. Impedancja akustyczna .....	34
2.1.3.6. Fale w ośrodku niejednorodnym. Odbicie i przenikanie fali .....	35
2.1.3.7. Cechy dźwięku subiektywne i obiektywne .....	35
2.1.3.8. Maskowanie i zagłuszenie .....	40
2.1.3.9. Słyszenie dwuoszne .....	42
2.1.4. Ucho .....	42
2.1.4.1. Ucho zewnętrzne .....	43
2.1.4.2. Ucho środkowe .....	43
2.2. Podstawowe wiadomości z filo- i ontogenezy oraz anatomii narządu słuchu – <i>A. Obrębowski</i> .....	45
2.2.1. Ucho zewnętrzne .....	47
2.2.2. Ucho środkowe .....	48
2.2.3. Ucho wewnętrzne .....	53
2.2.4. Droga słuchowa .....	62

2.3.	Wybrane zagadnienia z fizjologii słyszenia – <i>A. Pruszewicz</i> .....	66
2.3.1.	Percepcja częstotliwości i natężenia dźwięku przez narząd słuchu .....	66
2.3.2.	Fizjologia przewodzenia dźwięku .....	67
2.3.2.1.	Małżowina uszna i przewód słuchowy zewnętrzny .....	69
2.3.2.2.	Ucho środkowe .....	70
2.3.3.	Czynność mięśni śródusznych .....	73
2.3.4.	Przewodnictwo dźwięków na drodze kostnej .....	75
2.3.5.	Czynność akustyczna trąbki słuchowej .....	76
2.3.6.	Fizjologia ślimaka .....	77
2.3.6.1.	Skład chemiczny płynów ślimaka .....	77
2.3.6.2.	Wydzielanie, krążenie i wchłanianie płynów ucha wewnętrznego .....	79
2.3.6.3.	Procesy utleniania w ślimaku .....	80
2.3.7.	Czynność elektryczna ślimaka .....	81
2.3.8.	Teorie słyszenia .....	88
2.4.	Fonetyka akustyczna i fonostatystyka w audiologii – <i>P. Łobacz, W. Jassem</i> .....	93
2.4.1.	Wstęp .....	93
2.4.2.	Pisownia i wymowa .....	94
2.4.3.	Segmenty akustyczno-fonetyczne. Głoski .....	97
2.4.4.	Dedukcyjna definicja fonemu .....	101
2.4.5.	Psychometryczne badania klasyfikacji polskich fonemów .....	105
2.4.6.	Częstość występowania polskich fonemów .....	107
2.4.7.	Kryteria lingwistyczne układu list odsłuchowych .....	107
2.5.	Diagnostyka obrazowa narządu słuchu – <i>J. Grądzki, W. Paprzycki</i> .....	113
2.5.1.	Klasyczne badania rtg w otologii .....	113
2.5.2.	Badania angiograficzne .....	115
2.5.3.	Tomografia komputerowa (KT) .....	117
2.5.4.	Tomografia rezonansu magnetycznego (MR) .....	121
2.5.4.1.	Interpretacja obrazów MR .....	124
2.6.	Przydatność badań labiryntologicznych w diagnostyce audiologicznej – <i>G. Janczewski</i> .....	128
3.	<b>Subiektywne (psychofizyczne) metody badania słuchu</b> .....	147
3.1.	Zasadnicze pojęcia, terminologia i definicje w badaniach audiologicznych, podstawy z zakresu techniki tych badań. Kabin audiometryczne – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński</i> .....	147
3.1.1.	Powierzchnia słyszenia (pole słyszenia) .....	147

3.1.2.	Stymulacja narządu słuchu w badaniach audiologicznych .....	151
3.1.3.	Jednostki miar dla określania ubytku słuchu i poziomu natężenia bodźców dźwiękowych .....	153
3.1.4.	Technika badań audiologicznych .....	154
3.1.5.	Kabiny audiometryczne .....	155
3.2.	Kalibracja tonów czystych, sygnałów mowy i hałasu w badaniach audiologicznych – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński</i> .....	157
3.2.1.	Przyrosty głośności .....	157
3.2.2.	Przyrosty wysokości .....	158
3.2.3.	Czas rozpoznawania dźwięków .....	160
3.2.4.	Szumy i hałasy .....	162
3.2.5.	Zagłuszanie .....	165
3.2.6.	Sygnały mowy, muzyki i impulsy dźwiękowe .....	165
3.3.	Metody badania słuchu akumetryczne i przy zastosowaniu stroików – <i>A. Obrębowski</i> .....	171
3.3.1.	Badanie słuchu za pomocą mowy .....	171
3.3.2.	Badanie słuchu za pomocą stroików .....	175
3.4.	Metody psychofizyczne badania narządu słuchu – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński</i> .....	182
3.4.1.	Audiometria progowa tonalna .....	182
3.4.1.1.	Badanie przewodnictwa powietrznego – krzywe powietrzne .....	182
3.4.1.2.	Badanie przewodnictwa kostnego – krzywe kostne ..	183
3.4.2.	Zasady maskowania w audiometrii progowej .....	185
3.4.2.1.	Maskowanie w przewodnictwie powietrznym .....	188
3.4.2.2.	Maskowanie w przewodnictwie kostnym .....	188
3.4.3.	Audiometria wysokich częstotliwości .....	191
3.5.	Audiometria nadprogowa – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński</i> .....	192
3.5.1.	Objaw wyrównania głośności i badania służące do jego wykrywania na drodze bezpośredniej i pośredniej .....	192
3.5.2.	Badanie rozróżniania częstotliwości .....	198
3.5.3.	Badania tolerancji natężenia dźwięku .....	200
3.5.4.	Audiometria w szumie .....	200
3.5.5.	Badanie adaptacji i zmęczenia słuchowego .....	203
3.5.6.	Próby asocjacyjne .....	209
3.5.7.	Wibratometria – <i>P. Świdziński, A. Pruszewicz</i> .....	210
3.6.	Metody badania słuchu w wieku rozwojowym – <i>A. Pruszewicz</i> .....	212
3.6.1.	Metody badania słuchu orientacyjne i psychofizyczne .....	213

3.7.	Badanie wyższych czynności słuchowych .....	216
3.7.1.	Lokalizacja dźwięku – <i>Z. Szejma</i> .....	213
3.7.2.	Audiometria mowy – <i>G. Demenko, A. Pruszewicz,</i> <i>W. Wojnowski</i> .....	226
3.7.2.1.	Wstęp .....	226
3.7.2.2.	Audiometria tonalna w badaniach słuchu .....	227
3.7.2.3.	Podstawy audiometrii mowy .....	230
3.7.2.4.	Aspekty metodologiczne audiometrii mowy .....	233
3.7.2.5.	Kliniczne zastosowania audiometrii mowy .....	237
3.7.2.6.	Testy mowy utrudnionej – <i>W. Wojnowski</i> .....	241
3.7.2.7.	Testy lingwistyczne .....	248
3.7.2.8.	Materiały do treningu słuchowego oparte na fonetyczno-akustycznych cechach języka polskiego..	253
3.7.3.	Czas reakcji motorycznej na bodźce akustyczne – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński, K. Narożny</i> .....	262
<b>4.</b>	<b>Obiektywne metody badania słuchu</b> .....	267
4.1.	Audiometria odruchowa – <i>A. Pruszewicz</i> .....	268
4.1.1.	Metody pletysmograficzne.....	268
4.1.2.	Audiometria skórno-galwaniczna (EDA – Electrodermal Audiometry) .....	268
4.1.3.	Audiometria impedancyjna – <i>A. Pruszewicz, A. Obrębowski</i> ..	269
4.1.3.1.	Tympanometria .....	272
4.1.3.2.	Pomiar impedancji akustycznej .....	274
4.1.3.3.	Odruchy z mięśni śródusznych .....	274
4.1.3.4.	Test zanikania odruchu (Acoustic Reflex Decay) ....	278
4.1.3.5.	Ocena czynności trąbki słuchowej .....	279
4.1.3.6.	Przydatność diagnostyczna audiometrii impedancyjnej.....	281
4.2.	Audiometria odpowiedzi elektrycznych (ERA – Electric Response Audiometry) – <i>A. Pruszewicz</i> .....	284
4.2.1.	Wprowadzenie .....	284
4.2.2.	Elektrokochleografia (ECOG) .....	287
4.2.3.	Potencjały odbierane z pnia mózgu .....	288
4.2.3.1.	Ocena progu słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu – <i>K. Kochanek</i> .....	289
4.2.4.	Potencjały o średnim czasie utajenia .....	295



4.2.4.1.	Technika 40 Hz MLR – <i>W. Szyfter</i> .....	295
4.2.4.2.	Szybkie potencjały korowe o średnim czasie utajenia (MLR – Middle Latency Responses) – <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński</i> .....	297
4.2.4.3.	Słuchowe potencjały wywołane stanu ustalonego – Auditory Steady State Responses (ASSR) – <i>P. Świdziński</i> .....	300
4.2.5.	Potencjały wolne – <i>A. Pruszewicz</i> .....	302
4.2.6.	Bardzo późne odpowiedzi i komponenty prądu stałego .....	302
4.2.7.	Zastosowanie kliniczne – uwagi ogólne .....	303
4.2.8.	Badania ERA u dzieci .....	307
4.2.8.1.	Określanie progów słuchowych .....	307
4.2.8.2.	Obiektywna topodiagnostyka zaburzeń słuchu .....	311
4.2.9.	Badania ERA u dorosłych .....	314
4.2.9.1.	Badania progowe .....	314
4.2.9.2.	Topodiagnostyka .....	316
4.3.	Emisje otoakustyczne – <i>P. Świdziński</i> .....	318
4.3.1.	Otoemisja akustyczna spontaniczna (SOAE) .....	320
4.3.2.	Otoemisja akustyczna wywołana (EOAE) .....	321
4.3.3.	Produkty zniekształceń nieliniowych ślimaka (DPOAE-DP) .....	323
4.3.4.	Wartość diagnostyczna badania otoemisji akustycznych .....	325
<b>5.</b>	<b>Diagnostyka zaburzeń słuchu</b> .....	<b>329</b>
5.1.	Diagnostyka ogólna zaburzeń słuchu – <i>A. Pruszewicz</i> .....	329
5.1.1.	Część ogólna .....	329
5.1.2.	Niedosłuch typu przewodnictwa .....	336
5.1.3.	Niedosłuch typu odbiorczego .....	337
5.1.4.	Niedosłuch typu mieszanego .....	337
5.1.5.	Lokalizacja uszkodzenia w odbiorczych zaburzeniach słuchu .....	337
5.2.	Diagnostyka zaburzeń słuchu u dzieci – <i>A. Pruszewicz</i> .....	344
5.2.1.	Profilaktyka i prewencja zaburzeń słuchu .....	346
5.2.2.	Badania przesiewowe słuchu .....	349
5.2.2.1.	Badania przesiewowe słuchu w Polsce – <i>A. Sekula</i> .....	351
5.2.3.	Ilościowy podział ubytków słuchu .....	352
5.3.	Etiologia zaburzeń słuchu u dzieci – <i>A. Pruszewicz</i> .....	355
5.3.1.	Głuchota dziedziczna .....	355

5.3.2.	Głuchota wrodzona .....	359
5.3.3.	Głuchota nabyta .....	363
5.3.4.	Głuchota czynnościowa .....	365
5.4.	Diagnostyka szczegółowa .....	366
5.4.1.	Otoskleroza – <i>W. Szyfier</i> .....	366
5.4.2.	Nerwiak nerwu VIII – <i>S. Nowak, A. Pruszewicz</i> .....	369
5.4.2.1.	Objawy kliniczne nerwiaka n. VIII .....	371
5.4.2.2.	Leczenie operacyjne guzów nerwu VIII i innych, umiejscowionych w obrębie kąta mostowo- -mózdzkowego .....	380
5.4.3.	Uraz akustyczny – <i>Z. Szeja</i> .....	384
5.4.3.1.	Czynniki mające wpływ na powstanie urazu .....	387
5.4.3.2.	Badania histopatologiczne i histochemiczne ucha wewnętrznego .....	390
5.4.3.3.	Działanie hałasu na organizm ludzki .....	395
5.4.3.4.	Profilaktyka .....	398
5.4.3.5.	Orzecznictwo lekarskie w zawodowym uszkodzeniu słuchu – <i>W. Sulkowski</i> .....	400
5.4.3.5.1.	Wprowadzenie. Obowiązujące procedury ..	401
5.4.3.5.2.	Diagnostyka i zasady orzecznictwa w zawodowym uszkodzeniu słuchu .....	405
5.4.4.	Neuropatia słuchowa – <i>A. Obrębowski</i> .....	410
5.4.5.	Ototoksyczność – <i>T. Goździk-Żolnierkiewicz</i> .....	412
5.4.6.	Głuchota starcza ( <i>Presbycusis</i> ) – <i>B. Kulczyński,</i> <i>A. Pruszewicz</i> .....	417
5.4.7.	Choroba Ménière'a – <i>Z. Szeja, A. Pruszewicz</i> .....	422
5.4.7.1.	Anatomia patologiczna i patogeneza .....	423
5.4.7.2.	Objawy .....	428
5.4.7.3.	Badania uzupełniające w chorobie Ménière'a .....	432
5.4.7.4.	Rozpoznanie i różnicowanie .....	433
5.4.7.5.	Leczenie zachowawcze i operacyjne .....	437
5.4.7.5.1.	Leczenie zachowawcze .....	432
5.4.7.5.2.	Leczenie operacyjne .....	441
5.4.8.	Nagła głuchota – <i>Z. Szeja, A. Sekula</i> .....	445
5.4.9.	Ośrodkowe zaburzenia słuchu – <i>Z. Szeja, A. Sekula,</i> <i>B. Wiskirska-Woźnica, W. Wojnowski</i> .....	453
5.4.10.	Niedosłuch postępujący i fluktuacyjny – <i>A. Pruszewicz,</i> <i>A. Kruk-Zagajewska</i> .....	460

5.4.10.1. Niedosłuch postępujący .....	460
5.4.10.2. Niedosłuch fluktuacyjny .....	465
5.4.11. Zaburzenia słuchu czynnościowe, agrawacja, symulacja, dyssymulacja – <i>A. Pruszewicz, A. Kruk-Zagajewska</i> .....	468
5.4.11.1. Zaburzenia słuchu czynnościowe .....	468
5.4.11.2. Agrawacja, symulacja .....	471
5.4.12. Zaburzenia słuchu w schorzeniach pozaotolaryngologicznych – <i>A. Obrebowski</i> .....	476
5.4.12.1. Zaburzenia słuchu w zapaleniach swoistych .....	476
5.4.12.2. Zaburzenia słuchu w chorobach zakaźnych wywołanych przez pierwotniaki .....	479
5.4.12.3. Zaburzenia słuchu w schorzeniach przemiany materii .....	480
5.4.12.4. Zaburzenia słuchu w chorobach nerek .....	482
5.4.12.5. Zaburzenia słuchu w niektórych schorzeniach endokrynologicznych .....	483
5.4.12.6. Zaburzenia słuchu w niektórych schorzeniach dermatologicznych .....	458
5.4.12.7. Zaburzenia słuchu w niektórych schorzeniach neurologicznych .....	486
5.4.12.8. Uszkodzenie słuchu w konflikcie serologicznym ...	488
5.4.12.9. Zaburzenia słuchu w wadach wrodzonych twarzoczaszki .....	490
5.4.12.10. Zaburzenia słuchu w innych schorzeniach .....	491
5.4.12.11. Schorzenia autoimmunologiczne ucha wewnętrznego .....	492
5.4.13. Szumy uszne – <i>A. Pruszewicz, W. Szyfier</i> .....	497
5.4.13.1. Epidemiologia .....	498
5.4.13.2. Szumy obiektywne .....	499
5.4.13.3. Szumy subiektywne .....	502
5.4.13.4. Objawy .....	504
5.4.13.5. Rozpoznanie .....	504
5.4.13.6. Leczenie .....	505
5.4.14. Chory z zawrotami głowy – <i>G. Janczewski</i> .....	510
5.4.15. Problematyka neuropediatria w audiologii – <i>B. Galas-Zgorzałewicz, M. Zgorzałewicz</i> .....	527
5.4.15.1. Encefalopatia niedotlenieniowo-niedokrwienna .....	528
5.4.15.2. Mózgowe porażenie dziecięce .....	530

<b>6. Postępowanie w zaburzeniach słuchu .....</b>	<b>537</b>
6.1. Aparaty słuchowe, protezowanie ubytków słuchu oraz inne rozwiązania techniczne wspomagające słyszenie	
– <i>A. Pruszewicz, P. Świdziński .....</i>	<b>537</b>
6.1.1. Typy aparatów słuchowych .....	539
6.1.2. Zniekształcenia dźwięków w aparatach słuchowych .....	542
6.1.3. Wskazania do stosowania protez słuchowych .....	545
6.1.4. Dopasowywanie aparatów słuchowych .....	546
6.1.5. Inne rozwiązania techniczne wspomagające słyszenie .....	555
6.2. Aparaty słuchowe zakotwiczone w kości (BAHA) – <i>A. Pruszewicz, B. Rydzewski .....</i>	<b>559</b>
6.3. Wszczepy ślimakowe i pniowe – <i>H. Skarżyński .....</i>	<b>567</b>
6.3.1. Charakterystyka wszczepów ślimakowych i pniowych.....	568
6.3.2. Kryteria doboru i selekcji chorych do założenia wszczepów ślimakowych .....	571
6.3.3. Wskazania oraz wybór wszczepu ślimakowego i pniowego ....	573
6.3.4. Wybór metody chirurgicznej dla optymalnego usytuowania wszczepu .....	574
6.3.5. Wyniki stosowania wszczepów ślimakowych i pniowych .....	576
6.4. Podstawy chirurgicznego leczenia zaburzeń słuchu typu przewodnictwa – <i>B. Rydzewski .....</i>	<b>579</b>
6.4.1. Wstęp .....	579
6.4.2. Wskazania i przeciwwskazania do operacji poprawiających słuch .....	580
6.4.3. Postępowanie lecznicze przedoperacyjne .....	580
6.4.4. Znieczulenie i cięcia skórne .....	581
6.4.5. Drogi kostne dojścia do zmian chorobowych .....	583
6.4.6. Zasady i technika usuwania zmian w poszczególnych stanach zapalnych ucha .....	586
6.4.6.1. Zapalenie przewlekłe ucha środkowego .....	586
6.4.6.2. Zapalenie ucha środkowego wysiękowe (surowicze) .....	589
6.4.6.3. Stan po operacji lub urazie ucha środkowego .....	590
6.4.6.4. Tympanoskleroz .....	590
6.4.6.5. Tympanofibroza (zapalenie włóknisto-zarostowe) i zapalenie zrostowe ucha .....	591
6.4.6.6. Ziarniniak cholesterolowy .....	591
6.4.6.7. Krwiak, ciało obce ucha środkowego i/lub świeża pourazowa perforacja błony bębenkowej .....	592

6.4.6.8.	Zapalenie przewlekłe nieżytowe trąbki słuchowej .....	593
6.4.7.	Etapy operacyjne .....	594
6.4.8.	Operacje poprawiające słuch .....	594
6.4.8.1.	Tympanoskopia (tympanotomia) .....	594
6.4.8.2.	Myringoplastyka .....	595
6.4.8.3.	Tympanoplastyki .....	597
6.4.9.	Operacje strzemiączka .....	600
6.4.9.1.	Stapedoliza – uruchomienie strzemiączka z pozostawieniem go w okienku owalnym .....	600
6.4.9.2.	Fenestracja okienka owalnego .....	601
6.4.10.	Operacje przewodu słuchowego zewnętrznego .....	602
6.4.11.	Leczenie pooperacyjne .....	603
6.5.	Rehabilitacja słuchu, głosu i mowy u dzieci z uszkodzonym słuchem – <i>A. Pruszewicz, T. Donat-Jasiak</i> .....	605
6.5.1.	Cel i realizacja rehabilitacji .....	605
6.5.2.	Rehabilitacja w zależności od wieku, w którym doszło do uszkodzenia słuchu oraz wielkości i charakteru niedosłuchu .....	606
6.5.3.	Przebieg rehabilitacji .....	609
6.5.4.	Rola aparatu słuchowego .....	612
6.5.5.	Urządzenia wspomagające rehabilitację .....	613
6.5.6.	Trudności w rehabilitacji .....	615
6.5.7.	Pomiary śródoperacyjne i podłączenie procesora mowy po wszczepieniu implantu ślimakowego – <i>M. Karlik</i> .....	616
6.5.8.	Rehabilitacja chorych po wszczepieniu implantu ślimakowego i pniowego – <i>A. Pruszewicz, T. Donat-Jasiak, B. Wiskirska-Woźnica</i> .....	618
6.6.	Wpływ zaburzeń słuchu na rozwój dziecka – <i>A. Pruszewicz, A. Obrębowski</i> .....	624
6.7.	Wpływ uszkodzenia słuchu na głos i mowę – <i>A. Obrębowski, T. Donat-Jasiak</i> .....	626
6.8.	Kwalifikacja dzieci z zaburzeniami słuchu do odpowiednich typów szkół – <i>A. Obrębowski</i> .....	630
7.	Piśmiennictwo .....	635
8.	Indeks nazwisk .....	691
9.	Skorowidz rzeczowy .....	697

# 1

## PRZEDMOWY

ANTONI PRUSZEWICZ

### 1.1. PRZEDMOWA DO I WYDANIA

Od ukazania się III, ostatniego wydania „Audiologii klinicznej” Teofili Bystrzanowskiej minęło 15 lat. Problematyka audiologiczna w sposób bardziej skondensowany i we fragmentach była przedstawiana również w później wydawanych podręcznikach pod redakcją Aleksandra Zakrzewskiego „Otolaryngologia kliniczna” (1983, II wyd.), Ewy Kossowskiej „Otolaryngologia wieku rozwojowego” (1986, II wyd.), Grzegorza Janczewskiego „Konsultacje otolaryngologiczne” (1990) i Antoniego Pruszewicza „Foniatria kliniczna” (1992).

Wymienione fakty, jak i rozwój nauk medycznych z jednej strony (nowe techniki obrazowania, postępy w elektronice, technikach operacyjnych oraz badaniach podstawowych i elektrofizjologicznych słuchu) oraz wzrost liczby osób z zaburzeniami słuchu z drugiej strony, stały się impulsem do opracowania niniejszego podręcznika.

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO – World Health Organization, 1986), na świecie żyje obecnie około 42 mln ludzi z upośledzonym słuchem, z czego u 12 mln stwierdza się obustronną głuchotę lub głęboki niedosłuch. Przewiduje się, że do roku 2000 liczba ludzi z zaburzeniami słuchu wzrośnie do 57 mln. Nowsze informacje (Hearing International – 1993) świadczą, że obecnie liczba osób z zaburzeniami słuchu przekroczyła już 500 mln. Przyjmuje się też, że w Europie, na ogólną liczbę mieszkańców około 500 mln, 68 milionów ma umiarkowany niedosłuch czuciowo-nerwowy.

Według danych Lundborga, w krajach uprzemysłowionych rozwiniętych rodzi się jedno dziecko głuche na 1000 porodów; na 1 mln mieszkańców: a) 500–1000 wymaga leczenia otochirurgicznego niedosłuchów, b) 0,3–0,5% czyli 3–5 tys. stosuje protezy słuchowe, c) 100–200 dzieci wymaga specjalnych szkół i zakładów dla szkolenia podstawowego i zawodowego.

Proporcja między niedosłuchami czuciowo-nerwowymi (odbiorczymi) i typu przewodnictwa wynosi 4:1, czyli zaburzenia odbiorcze stanowią główną grupę niedosłuchów. W krajach rozwijających się stwierdza się znacznie częściej zmiany zapalne w uchu środkowym i tam proporcja ta zmienia się na korzyść niedosłuchów typu przewodnictwa, przy czym w krajach tych najistotniejszymi przyczynami wzrostu liczby zaburzeń słuchu są infekcje, ototoksyczność, hałas, wady wrodzone i trudny dostęp do lekarza i specjalisty otorynolaryngologa. W niektórych krajach rozwijających się 1 laryngolog przypada na 2 500 000 mieszkańców, w krajach przemysłowych stosunek ten wynosi 1:20 000–40 000.

Według propozycji IFOS\* i UEP\*\* 1 audiolog powinien przypadać na 15, a 1 foniatra na 10 laryngologów, co wyraża się odpowiednio stosownymi liczbami mieszkańców: 300 000–600 000 i 200 000–400 000. Znając te liczby można łatwo wyliczyć, ile brakuje w kraju specjalistów z wymienionych dziedzin, przyjmując naturalnie, że zaliczamy się do krajów przemysłowo rozwiniętych.

W Polsce, na około 39 mln mieszkańców jest około 700 tys. (1,79%) z obustronnymi zaburzeniami słuchu, którzy wymagają protez słuchowych i rehabilitacji procesu komunikowania się z otoczeniem. Można przyjąć, że ukazanie się „Zarysu audiologii klinicznej” przyczyni się do większego zainteresowania się laryngologów, jak i specjalistów z innych dziedzin medycznych (neurologów, neurochirurgów, chirurgów szczękowych i in.) i nielekarskich (logopedów, akustyków, fonetyków, techników i in.) zagadnieniami wchodzącymi w zakres jak najszerzej pojętej audiologii.

Podręcznik ten przede wszystkim przeznaczony jest dla lekarzy specjalizujących się w otolaryngologii, foniatrii, audiologii, laryngologii wieku rozwojowego bądź specjalistów z tego zakresu. Niektóre wybrane zagadnienia okażą się z pewnością przydatne również dla studentów medycyny i stomatologii, przygotowujących się do egzaminu dyplomowego z otolaryngologii.

Niektóre zagadnienia i tematy objęte „Zarysem audiologii klinicznej” mogą być interesujące również dla specjalistów z dziedzin nielekarskich, którzy są zaangażowani w rozwiązywanie wielopłaszczyznowych, skomplikowanych i różnorodnych problemów osób z zaburzeniami słuchu tak w odniesieniu do prewencji, diagnostyki, czy jak najszerzej pojętej rehabilitacji tych zaburzeń.

Podręcznik został przygotowany przez zespół kompetentnych autorów, jego redaktor jest też autorem i współautorem części rozdziałów i moderatorem pozostałych. Intencją powstania tego podręcznika było przedstawienie w nim całokształtu zagadnień dotyczących audiologii klinicznej, lekarskiej, daleko wykraczających poza techniki i metody badań audiologicznych tak psychofizycznych, jak i obiektywnych. Stąd znaczna ilość problematyki klinicznej, która nie może być w praktyce audiologa oderwana od technik badań audiologicznych. Lekarz specjalista audiolog powinien znać dokładnie zasady

\* International Federation of ORL Societies

\*\* Union of the European Phoniaticians

techniki poszczególnych badań, koniecznie powinien wykazać się umiejętnością ich praktycznego wykonania, ale nie oznacza to, że w praktyce powinien je samodzielnie wykonywać. Od specjalisty audiologa należy wymagać, obok znajomości wyżej wymienionych zagadnień, przede wszystkim umiejętności postępowania taktycznego, które ma na celu określenie ilościowe i jakościowe ubytków słuchu, ich topodiagnostykę oraz ustalenie pełnego, lekarskiego rozpoznania zaburzeń słuchu, które jest podstawą do wytyczenia kierunków leczenia, tak zachowawczego jak i operacyjnego, zaprotezowania i odpowiedniego postępowania rehabilitacyjnego.

Lekarz audiolog może, ale nie musi być bezpośrednio zaangażowany w proces protezowania ubytków słuchu i ich rehabilitacji. Do jego obowiązku należy jednak bezwzględnie nadzór i kontrola tak przebiegu badań diagnostycznych, procesu protezowania, jak i rehabilitacji, a także określenie prognozy w odniesieniu do dalszego przebiegu zaburzeń słuchu i wydawanie kompetentnych orzeczeń o stanie zdrowia w zakresie narządu słuchu. Lekarz audiolog, w tym ujęciu, jest partnerem otolaryngologa-chirurga głowy i szyi, operacyjnie poprawiającego w jak najszerszym sensie słuch, nie tylko w odniesieniu do ustalenia pełnego rozpoznania i wskazań do odpowiedniego leczenia operacyjnego, ale ustalenia i nadzoru nad niezbędną pooperacyjną rehabilitacją. W tym aspekcie, podręcznik ten może nieco różnić się od podobnych przeznaczonych dla audiologów nie lekarzy, gdzie zagadnienia kliniczne przedstawiane są zazwyczaj w sposób skrótowy, marginalny. Wydaje się, że lekarz specjalista audiolog lub kandydat na takiego specjalistę, posiadający podstawowe wiadomości z zakresu otorynolaryngologii i chirurgii głowy i szyi znajdzie w tym podręczniku zarys niezbędnych wiadomości, pozwalających na uzyskanie pełnych kompetencji w zakresie audiologii klinicznej lekarskiej.

Inne refleksje nasuwające się redaktorowi zbiorowego podręcznika z audiologii, którymi chciałby podzielić się z przyszłym czytelnikiem to:

1) trudności w uniknięciu pewnych powtórzeń niektórych zagadnień przez poszczególnych autorów; starano się tego uniknąć, nie mniej jednak, jeżeli się znajdują, należy je przyjąć jako zasadę, że *repetitio est mater studiorum*;

2) problem dotąd nierozwiązany, jakim jest mianownictwo i terminologia audiologiczna; nie jest ona jednolita nie tylko w kraju; w wielu towarzystwach naukowych międzynarodowych istnieją specjalne komisje trudniące się tym zagadnieniem od wielu lat, bez bardziej spektakularnych wyników. Stosowane mianownictwo w zasadzie nie odbiega od standardów międzynarodowych;

3) podręcznik nie zawiera wszystkich metod badań audiologicznych, psychofizycznych i obiektywnych nie tylko dlatego, że przekroczyłyby to jego objętość i cel dla którego został napisany. Część badań, szczególnie stroikowych (jakkolwiek należy z naciskiem podkreślić, że niektóre z nich stanowią podstawowe narzędzie pracy codziennej nie tylko audiologa) i nadprogowych audiometrycznych, straciła znaczenie i została zastąpiona innymi, lepszymi, nieraz elektrofizjologicznymi metodami,



skracać drogę do ustalenia rozpoznania. Nie zostały w podręczniku uwzględnione też te najnowsze metody tak badania jak i leczenia, które nie przekroczyły progu sprawdzenia w badaniach klinicznych i są tylko propozycjami nowego spojrzenia na wiele jeszcze niejasnych, skomplikowanych i nierozwiązanych problemów audiologicznych.

Poszczególne rozdziały podręcznika uzupełnione są adekwatnymi pozycjami możliwie aktualnego piśmiennictwa. Po każdym rozdziale umieszczono cyfry odnoszące się do odpowiednich pozycji w spisie piśmiennictwa, który dla zaoszczędzenia miejsca został podany na końcu podręcznika.

Redaktor naukowy oraz autorzy poszczególnych rozdziałów lub ich części w „Zarysie audiologii klinicznej” będą zobowiązani za uwagi krytyczne i uzupełniające, które spotkają się na pewno z życzliwością i uwzględnione zostaną w następnych opracowaniach z zakresu prezentowanej tematyki.

Działowi Wydawnictw Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, szczególnie Jego Kierownikowi Pani Redaktor Doktor Janinie Rogalińskiej i Jej Współpracownikom składam wyrazy uznania i podziękowania za trud przygotowania, opracowanie i wydanie „Zarysu audiologii klinicznej” w bardzo dobrej szacie graficznej i w niezwykle krótkim czasie.

*Antoni Pruszewicz*

Poznań, 1994

ANTONI PRUSZEWICZ

## 1.2. PRZEDMOWA DO II WYDANIA

Od ukazania się I wydania „Zarysu audiologii klinicznej” minęło 5 lat. Wydanie to, mimo kilku dodruków, zostało szybko wyczerpane. W II wydaniu dodano dwa nowe rozdziały: G. Janczewskiego „Chory z zawrotami głowy” i A. Obrębowskiego „Schorzenia autoimmunologiczne ucha wewnętrznego”.

W wydaniu tym usunięto zauważone niedociągnięcia I wydania, uzupełniono prawie wszystkie rozdziały o osiągnięcia w zakresie audiologii klinicznej, które pojawiły się po I wydaniu. Szybkie wyczerpanie nakładu świadczy o dużym zapotrzebowaniu na tego typu podręczniki i wydaje mi się, że wynika ono z przekonania i świadomości tak otolaryngologów, jak foniatorów i audiologów, że profilaktyka i prewencja oraz leczenie i rehabilitacja procesu komunikatywnego są wyzwaniem w XXI wieku dla tych specjalności.

W procesie komunikatywnym rola sprawnego narządu słuchu jest wyraźnie określona i niepodważalna. Stąd, wobec rosnącej liczby zaburzeń słuchu na całym świecie, bardzo istotną rolę przywiązuje się do prewencji i profilaktyki zaburzeń słuchu. Sądzi się, że prawie 50% zaburzeń słuchu można by było zapobiec stosując odpowiednią profilaktykę i prewencję.

W wydaniu tym przedstawiono zasady tak profilaktyki, jak i prewencji zaburzeń słuchu.

Podręcznik ukazuje się w przededniu rozpoczęcia XXI wieku. W związku z tym nasuwa się pytanie, jakie perspektywy stoją w tym wieku przed audiologią medyczną. Należy się spodziewać, że dojdzie do eliminacji niektórych badań audiologicznych, np. niektórych prób nadprogowych, do wprowadzenia nowych technik badania słuchu i ich udoskonalenia, np. automatyzacji badania odpowiedzi wywołanych z pnia mózgu i ładzenia tych badań z badaniami otoemisji akustycznej.

Należy przypuszczać, że dojdzie do rozwoju obiektywnych metod badań i oceny funkcji pochodnych stymulacji akustycznej przy zastosowaniu elementów mowy, takich jak czynności poznawcze, kojarzeniowe. Należy się również spodziewać rozwoju i postępu oprogramowania komputerowego dla oceny badań elektrofizjologicznych słuchu, badań nad stymulacją elektromagnetyczną wyższych odcinków drogi słuchowej. Natomiast w zapobieganiu i leczeniu zaburzeń słuchu, należy spodziewać się rozwiązań klinicznych, praktycznych w zakresie stosowania osiągnięć inżynierii genetycznej w stymulacji regeneracji komórek rzęsatych narządu Cortiego oraz leczenia immunologicznego wybranych zaburzeń słuchu. Leczenie chirurgiczne głuchot za pomocą wszczepów pniowych i ślimakowych w XXI wieku będzie się na pewno dalej dynamicznie rozwijało i udoskalało. To samo można odnieść do dalszego rozwoju protez wszczepialnych ucha środkowego i aparatów słuchowych tak konwencjonalnych, jak i chirurgicznie umocowywanych.

Oddając w ręce Czytelnika II wydanie „Zarysu audiologii klinicznej” w pełni podtrzymuję swoje uwagi zawarte w przedmowie do I wydania.

Chciałbym w tym miejscu podziękować wszystkim Współautorom za przygotowanie rozdziałów oraz uzupełnienie ich nie tylko w zakresie treści, ale również nowych pozycji piśmiennictwa, które w niniejszym wydaniu zostały podzielone, przypisane poszczególnym rozdziałom i umieszczone na końcu podręcznika.

Osobne podziękowania chciałbym skierować do lek. med. Michała Karlika za pomoc w przygotowaniu strony graficznej podręcznika, a Pani Marii Grobelnej za wysiłek w kompletowaniu materiałów do II wydania tego podręcznika.

Na zakończenie przekazuję również podziękowania dla Pani Redaktor dr Janiny Rogalińskiej i Zespołu, którym kieruje, za przychylność i pomoc w kolejnym wydaniu podręcznika „Zarys audiologii klinicznej”.

*Antoni Pruszewicz*

Poznań, 2000

ANTONI PRUSZEWICZ

### 1.3. PRZEDMOWA DO III WYDANIA

Od ukazania się II wydania „Zarysu audiologii klinicznej” minęły 2 lata, nakład został wyczerpany już w pierwszym roku po jego ukazaniu się. Świadczy to o dużym zainteresowaniu i zapotrzebowaniu na tego typu wydawnictwo. Stąd, w maju 2002 r., Senat Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego zdecydował o III wydaniu tego podręcznika w prawie identycznym składzie autorów.

Na wstępie tej przedmowy chciałbym zaznaczyć, że w pełni nadal identyfikuję się z uwagami zawartymi w przedmowach do poprzednich wydań i uważam je w dalszym ciągu za wciąż aktualne.

Przewidywania, zawarte w przedmowie do I wydania, o wzrastającym w kraju zainteresowaniu problematyką audiologiczną w środowisku lekarskim i pozamedycznym stały się rzeczywistością. Zwiększyła się liczba jednostek organizacyjnych zajmujących się audiologią (w akademiach medycznych, niepublicznych zakładach opieki zdrowotnej, gabinetach prywatnych itp.), poprawiło się zaopatrzenie w aparaturę niezbędną do badań naukowych i rutynowych oraz w aparaty słuchowe, przybyło specjalistów audiologów. Wpłynęło na to z pewnością wiele czynników, jednym z nich były zaplanowane oraz realizowane w wielu województwach przedsięwzięcia prewencyjne i profilaktyczne w odniesieniu do słuchu w postaci coraz powszechniejszych badań skryningowych słuchu u noworodków i dzieci szkolnych, a innym równie istotnym czynnikiem był wzrost świadomości społecznej o roli, jaką odgrywa narząd słuchu w komunikacji międzyludzkiej i w wymianie informacji oraz na jakie zagrożenia jest on narażony we współczesnym cywilizowanym świecie.

W czasie, jaki upłynął między II a przygotowywanym III wydaniem „Zarysu audiologii klinicznej”, nie zaszły żadne bardzo istotne zmiany i rozwiązania w zakresie badań podstawowych i zastosowań klinicznych w audiologii, które wymagałyby wprowadzenia do tego wydania rewolucyjnych czy radykalnych zmian, i dlatego układ podręcznika jest podobny do II wydania. Wzmianki o niektórych nowych odkryciach, dokonanych w zakresie badań submolekularnych w narządzie słuchu oraz usprawnieniu części badań elektrofizjologicznych i emisji otoakustycznych, zostały natomiast uwzględnione, podobnie jak najnowsze, istotne pozycje piśmiennictwa.

Dla łatwiejszej orientacji czytelnika w treści poszczególnych rozdziałów i podkreślenia najważniejszych informacji w nich zawartych zmieniono nieco ich konstrukcję. Każdy rozdział rozpoczyna się krótką prezentacją treści, kończy się natomiast podsumowaniem, w którym autorzy podkreślają najważniejsze informacje, które powinny zostać w pamięci czytelnika. W treści rozdziału uwypuklono natomiast innym drukiem podstawowe, względnie ważniejsze wiadomości. Wszystkim współautorom chciałbym bardzo podziękować za opracowanie wspomnianych zmian i uzupełnień do niniejszego wydania.

Podobnie, jak w przedmowach do poprzednich wydań, kieruję słowa podziękowań do Kierownika Działu Wydawnictw Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego Pani Redaktor dr Janiny Rogalińskiej i Jej Współpracowników, lek. Michała Karlika i Pani Marii Grobelnej – pracowników Katedry i Kliniki Foniatrii i Audiologii – za pomoc w przygotowaniu III wydania „Zarysu Audiologii Klinicznej”.

*Antoni Pruszewicz*

Poznań, 2003

ANTONI PRUSZEWICZ, ANDRZEJ OBRĘBOWSKI

## 1.4. PRZEDMOWA DO IV WYDANIA

Audiologia jest interdyscyplinarną nauką i specjalizacją o słyszeniu. Pojęcie to wprowadzili, niezależnie od siebie w 1945 r. w USA otolaryngolog, Norton Canfield i terapeuta mowy Raymond Carhard. R. Carhard, nazywany ojcem audiologii, wskazał na konieczność powiązania audiologii z otologią. Zjawiska związane ze słyszeniem badają nie tylko neurofizjolodzy, otolaryngolodzy, foniatrizy, protetycy słuchu, akustycy, psychologowie, ale także fonetycy, lingwiści, inżynierowie i pedagodzy. Zatem odpowiednio do zakresu zainteresowań wyróżnia się audiologię medyczną, edukacyjną, rehabilitacyjną czy też przemysłową.

Audiologia kliniczna zajmuje się wykrywaniem, rozpoznawaniem, leczeniem, rehabilitacją i prewencją zaburzeń słuchu u człowieka. Jest to specjalność lekarska stanowiąca istotną część nauki o komunikatywności człowieka. Ważnym ogniwem spajającym audiologię z foniatrią jest audiologia dziecięca.

Jakkolwiek audiologia od wielu lat była w Polsce samodzielną specjalizacją lekarską ściśle związaną z otolaryngologią, to Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 6 VII 2001 r. połączona została z foniatrią, początkowo jako specjalność w szczegółowych dziedzinach medycyny, którą od 4 IV 2003 r. zaliczono do grupy specjalności w podstawowych dziedzinach medycyny.

Ze zrozumiałych względów pierwsze dwa lata specjalizacji obejmują umiejętności z zakresu otolaryngologii, która jest *truncus communis* dla audiologii i foniatrii.

Minęło sześć lat od III wydania „Audiologii Klinicznej. Zarys”. Szybkie wyczerpanie nakładu świadczy o stałym znacznym zainteresowaniu tym podręcznikiem. Kolejne wydanie, także poszerzone i w wielu rozdziałach poprawione i uzupełnione, dostarczy Czytelnikowi nie tylko materiału akademickiego niezbędnego dla realizowania programu specjalizacji i jej praktycznego wykonywania, ale także pewnych przemyśleń i inspiracji do prowadzenia badań naukowych. Niewątpliwie wyzwaniem dla audiologii, szczególnie dziecięcej, staje się neuropatia słuchowa oraz realizacja i ocena powszechnych badań przesiewowych słuchu u noworodków. Zmienia się także strategia w leczeniu chirurgicznym niedosłuchów czuciowo-nerwowych (wszczepy ucha środkowego, ślimakowe, pniowe i śródmózgowia). Poszerza się nasza wiedza w zakresie autoimmunologicznych, jak też genetycznych uwarunkowań dysfunkcji układu słuchowego.

Problemy przedstawione w przedmowach do poprzednich wydań podręcznika nie straciły na swojej aktualności.

Jesteśmy wdzięczni Wydawnictwu Naukowemu Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu za przyjęcie naszej propozycji wydawniczej.

Szczególne podziękowania należą się Pani redaktor dr Janinie Rogalińskiej, jak też Panu dr. med. Michałowi Karlikowi, asystentowi w Katedrze i Klinice Foniatrii i Audiologii za edytorskie przygotowanie materiałów do druku.

Mamy nadzieję, że IV wydanie „Audiologii klinicznej. Zarys” spotka się z przychylnym przyjęciem przez otołaryngologów, audiologów i foniatrów, akustyków, protetyków słuchu, jak też psychologów i logopedów.

*Antoni Pruszewicz  
Andrzej Obrębowski*

Poznań, 2009

### 6.3. WSZCZEPY ŚLIMAKOWE I PNIOWE

Szacuje się, że obecnie na świecie żyje ponad 100 tys. osób implantowanych, z czego na Polskę przypada obecnie ponad 3000 pacjentów. Od czasu pierwszego zabiegu wszczepienia implantu ślimakowego, wiele zmieniło się w metodzie leczenia głębokiego niedosłuchu i całkowitej głuchoty. Wprowadzenie wielokanałowych cyfrowych systemów implantów ślimakowych w miejsce jednokanałowych analogowych i opracowanie nowych metod przetwarzania sygnału na bodziec elektryczny uczyniło tę metodę jeszcze bardziej efektywną. Najistotniejszą zmianą dotyczącą kwalifikacji dzieci jest znaczne obniżenie dolnej granicy wieku. Zważywszy, że coraz częściej mamy do czynienia z pacjentem w wieku ok. 2 lat, musimy uświadomić sobie skalę problemu i odpowiedzialność za podejmowane decyzje. Dlatego tak ważne jest, aby diagnostyka prowadzona była w ośrodkach odpowiednio do tego przygotowanych, zarówno pod względem merytorycznym, jak i technicznym.

Wprowadzenie do praktycznego użytku wszczepów ślimakowych dokonało się w ciągu ostatnich czterdziestu lat. Ich zastosowanie w leczeniu całkowitej głuchoty było bardzo dużym postępem i zmieniło poglądy na temat tego ciężkiego kalectwa.

Już w 1790 r. Aleksander Volta włożył do obu uszu metalowe pręciki, połączył je z kilkoma bateriami i stwierdził, że wywołuje to efekt słyszenia dźwięku. Były to pierwsze próby stymulacji elektrycznej. Dalszy postęp był możliwy dzięki ogromnemu zaangażowaniu i ciężkiej pracy kilku pionierów. Podstawą badań było stwierdzenie, że w większości przypadków całkowitych głuchot ucho wewnętrzne już nie funkcjonuje, natomiast nerw ślimakowy i dalsza część drogi słuchowej są sprawne. Dlatego poszukiwano sposobu ominięcia uszkodzonego aparatu odbiorczego w uchu wewnętrznym, by doprowadzić informację bezpośrednio do zakończeń nerwu ślimakowego.

W 1957 r. poważną próbę implantacji przeprowadzili Francuzi Djourno, Eyries i Vallancien, którzy bezpośrednio stymulowali nerw ślimakowy u znieczulonej osoby głuchej, umożliwiając słyszenie rytmu mowy. Ta próba nie zyskała początkowo większego zainteresowania. Dopiero w 1961 r. grupa naukowców, na czele z W. House podjęła ponownie ten problem wszczepiając dwóm chorym srebrne elektrody w celu umożliwienia czasowej elektrostymulacji drogi słuchowej.

W 1964 r. Doyle i in. wykonali pierwszy wszczep wkładając elektrodę do wnętrza ślimaka. Te i podobne próby dotyczyły w większości leczenia pojedynczych przypadków. Wyniki leczenia były jednak dość umiarkowane.

Na początku lat 70. XX w. House rozpoczął realizowanie programu wszczepów ślimakowych na większą skalę. Zaczęto stosować seryjnie produkowany jednokanałowy implant ślimakowy. Podobny program w Europie rozpoczął w 1973 r. Chouard w Paryżu, a w 1975 r. Burian w Wiedniu. Do najbardziej rozwiniętych ośrodków dołączyli następnie Clark w Melbourne i Lehnhardt w Hannoverze, którzy jako pierwsi rozpoczęli stosowanie implantów wielokanałowych.



Coraz lepsze wyniki leczenia głuchoty u dorosłych sprawiły, że od połowy 1980 r. House i in., w ośrodku w Los Angeles, zaczęli wszczepiać implanty ślimakowe również u dzieci. Początkowo wyłącznie w głuchocie postlingwalnej, a następnie w peri- i prelingwalnej. Dobre wyniki leczenia całkowitej głuchoty u dorosłych, a następnie u dzieci spowodowały, że od początku lat 90. odnotowano niezwykle dynamiczny rozwój tego programu w wielu krajach świata i Europy. W połowie roku 1992 Skarżyński wdrożył tą metodę terapii z powodzeniem również w Polsce.

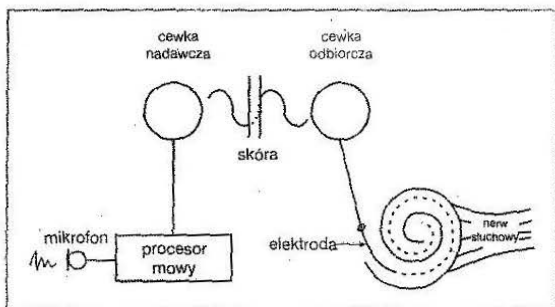
Istota programu wszczepów ślimakowych wymaga wielodyscyplinarnego podejścia, zaangażowania firm medycznych produkujących urządzenia, szpitali, klinik. Dla wdrożenia wymagana jest bezwzględnie współpraca morfologów, fizjologów, otologów, otolaryngologów, audiologów, foniatrów, logopedów, psychologów, pedagogów, inżynierów i innych profesjonalistów. Medyczne zarządzanie i ostateczna decyzja co do zasadności implantowania chorego należy do otologa, któremu zespół specjalistów z różnych dziedzin dostarcza niezbędnych informacji o kandydacie i interpretuje wykonane badania. Tylko niezwykle złożony, sprawnie działający, doskonale rozumiejący się zespół zapewnia realizację takiego programu. Musi on zawierać trzy spójne ze sobą etapy: a) diagnostykę i przygotowanie chorego, b) wszczępienie implantu i opiekę pooperacyjną, c) następową rehabilitację słuchu i mowy.

### 6.3.1. CHARAKTERYSTYKA WSZCZEPÓW ŚLIMAKOWYCH I PNIOWYCH

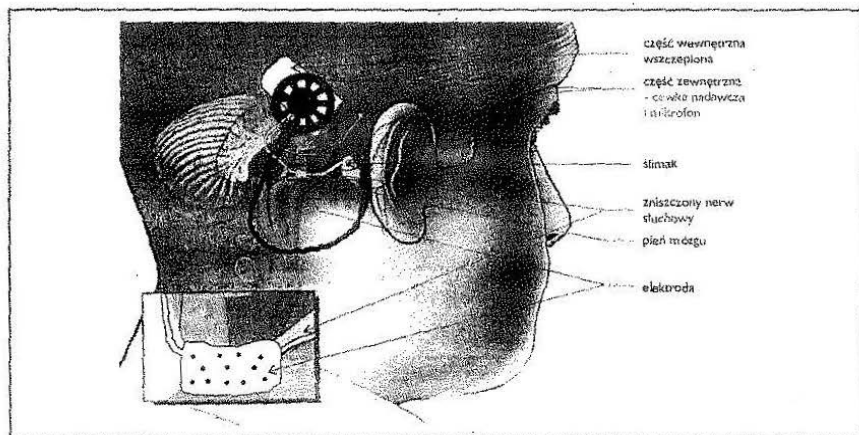
Wszczep ślimakowy (CI) jest rodzajem elektronicznej protezy słuchowej, która zastępuje uszkodzony narząd odbiorczy. Zadaniem wszczepu, który implantujemy choremu z całkowitą głuchotą, głębokim niedosłuchem lub częściową głuchotą jest odbiór dźwięków z otoczenia, zwłaszcza mowy i poprzez stymulację akustyczno-elektryczną dostarczenie ich do centralnych ośrodków słuchowych, gdzie są one odbierane jako wrażenia słuchowe.

Po wielu próbach obecnie w codziennej praktyce klinicznej stosowanych jest kilka typów implantów wielokanałowych, zarówno u dzieci jak i u dorosłych. W dalszym ciągu trwają intensywne badania kliniczne nad wprowadzeniem ulepszeń w już stosowanych wszczepach oraz prace nad oddaniem do użytku nowej generacji tych urządzeń elektronicznych. Obecnie do najbardziej popularnych i najczęściej stosowanych należą wszczepy typu Nucleus, MED-EL, Advanced Bionics i MXM. Kolejne projekty implantów ślimakowych są stale dopracowywane, znajdują się w fazie ciągłego rozwoju. Dzisiejsze urządzenia będą jeszcze bardziej udoskonalone jutro. Podstawowymi elementami we wszystkich urządzeniach pozostają nadal: wszczępiena elektroda lub elektrody i odbiornik wewnętrzny (cewa wewnętrzna) oraz pozostające na zewnątrz mikrofon, mikroprocesor elektroniczny i cewa zewnętrzna.

We wszystkich wszczepach pobudzane są zakończenia nerwu ślimakowego. Różnice są w liczbie i rozmieszczeniu elektrod oraz w systemie (wzorcach) przetwarzania mowy.



Ryc. 216. Schemat wszczyepu wewnątrzślimakowego.



Ryc. 217. Schemat wszczyepu implantu pniowego.

Połączenie pomiędzy zewnętrznymi i wewnętrznymi częściami urządzenia odbywa się bezprzewodowo poprzez indukcję elektromagnetyczną.

Na bazie rozwiązań i doświadczenia w realizacji wszczyepów ślimakowych przygotowano systemy implantów pniowych. Odpowiednie zakończenie elektrody pozwoliło na efektywną stymulację jąder ślimakowych brzusznych i grzbietowych w pniu mózgu. Pierwsze tego typu próby podjął House w 1979 r. w Los Angeles z implantem jednokanałowym. Od 1994 r. w praktyce klinicznej znalazły się implanty wielokanałowe. Pierwszy w Polsce (czwartym kraju świata w tej dziedzinie) system wielokanałowy wszczyepili Skarżyński i in. w 1998 r. Podstawowym wskazaniem do stosowania implantów pniowych (ABI) jest nerwiakowłóknistość typu drugiego (NF2).

Bodźce akustyczne w każdym typie implantu docierają do części zewnętrznej urządzenia mikrofonu i tzw. procesora mowy, który jest w całości umieszczony za uchem.

Tam są przetwarzane w małe impulsy elektryczne, które po przekazaniu do części wewnętrznej są doprowadzane do ucha wewnętrznego, do schodów bębienka w bezpośrednie sąsiedztwo zakończeń nerwu ślimakowego. Dalej, szlakiem słuchowym, docierają do ośrodków w centralnym układzie nerwowym, gdzie są odbierane jako wrażenia słuchowe. W przypadku implantów wszczepianych do pnia mózgu, wielokanałowa elektroda jest ułożona bezpośrednio na powierzchni jąder ślimakowych brzusznych i grzbietowych. Mikroimpuls elektryczny wysyłany przez poszczególne elektrody stymuluje jądra i zapewnia dalsze jego przekazanie do ośrodków kojarzeniowych w korze mózgowej. Niezwykle fascynującym zjawiskiem była nie tylko efektywna stymulacja jąder, ale uzyskanie tonotopowości, co pozwala odbierać pacjentowi za pośrednictwem implantu pniowego bodźce słuchowe o różnej częstotliwości. Liczba kanałów, za pośrednictwem których stymulowane są zakończenia nerwowe w uchu wewnętrznym lub jądra słuchowe waha się od kilkunastu do kilkudziesięciu. W sytuacjach specjalnych, np. osyfikacji ślimaka, wszczepiamy kilkukanałowe dwie elektrody czynne, które układamy w wydrążonych kanałach zaczynając od okienka okrągłego i owalnego.

Z wielu teoretycznych opracowań wynikało, że im więcej kanałów przewodzi mikroimpulsy elektryczne, tym wrażenia słuchowe są bogatsze, a odbiór dźwięków z otoczenia doskonalszy. Jednak zwiększenie liczby kanałów, słuszne z teoretycznego punktu widzenia, nie zawsze daje w praktyce oczekiwane w takich propozycjach lepsze efekty słuchowe. Tym niemniej, powszechność stosowania wszczepów wielokanałowych jest obecnie niepodważalna. Jeszcze raz okazało się, że nasza wiedza na ten temat jest ograniczona. Kolejnym ważnym zagadnieniem jest uziemienie elektrod, różniące się od sposobu i typu ich rozmieszczenia. Dwubiegunowe elektrody przewodzą prąd między dwoma miejscami i ograniczają jego przepływ do małej części ślimaka. W tych elektrodach można lepiej kontrolować pobudzenie, pozwalając tym samym na szerszy zakres dynamiki i bardziej ograniczoną obszarowo stymulację. Umieszczenie elektrody uziemiającej w pewnej odległości od ślimaka powoduje szersze pobudzenie, docierające jednocześnie do większej liczby zakończeń nerwowych. Pozwala to uzyskać w wielu przypadkach, zwłaszcza u pacjentów z głuchotą postlingwalną, lepsze efekty słuchowe. Innym ważnym i różnicującym poszczególne typy wszczepów czynnikiem, jest sposób uszeregowania i strategii kodowania mowy. W części stosowanych implantów mikroprocesory mowy pracują w systemie analogowym, pozwalają na bezpośrednie, elektryczne przetwarzanie sygnałów mowy, które są wzmacniane, pasmowo filtrowane i ograniczane. Częstotliwości sygnałów mowy są podzielone na poszczególne pasma i przekazywane do odpowiednich im pól w ślimaku. W znacznie powszechniejszych obecnie metodach znamiennego ekstrahowania wykorzystuje się bodźce pulsacyjne o zmieniającej się częstotliwości, szerokości i amplitudzie. Cechy mowy są ekstrahowane odpowiednio do częstotliwości i miejsca stymulacji oraz rodzaju wybranej elektrody i są określone przez częstotliwość podstawową i informację zawartą w drugim formancie mowy.

### 6.3.2. KRYTERIA DOBORU I SELEKCJI CHORYCH DO ZAŁOŻENIA WSZCZEPÓW ŚLIMAKOWYCH

Kryteria doboru i selekcji chorych są podobne zarówno u dorosłych, jak i u dzieci. Należy przy tym podkreślić, że u dzieci znacznie trudniej jest te kryteria określić. Selekcja chorych odbywa się w oparciu o komplet badań klinicznych: audiologicznych, psychologicznych, logopedycznych i pedagogicznych w przypadku dzieci starszych.

#### 1. Ocena audiologiczna opiera się na podstawie:

a) badań audiometrycznych – audiometrii tonalnej, która powinna być połączona z audiometrią mowy i to zarówno w aparacie słuchowym jak i bez; ma to na celu udowodnienie ewentualnych korzyści ze stosowania klasycznych aparatów słuchowych,

b) badań elektrofizjologicznych – potencjałów słuchowych wywołanych pnia mózgu,

c) elektrostymulacji pozaślimakowych struktur drogi słuchowej.

Dla potrzeb tego ostatniego badania wyróżniamy kilka rodzajów testów, które mogą być wykonywane w znieczuleniu miejscowym, ogólnym lub bez znieczulenia. Pozytywna odpowiedź oznacza, że istnieje część włókien nerwowych, które są zdolne przetransportować impuls elektryczny. Podczas elektrostymulacji określamy poziom energii potrzebnej do uzyskania reakcji słuchowej i wywołującej wrażenie bólowe. Obecnie stosowane są różnego rodzaju testy, które dodatkowo pozwalają na ocenę umiejętności różnicowania czasowego bodźca. Te wyniki oraz określenie dynamiki reakcji dają bardzo ważną wartość prognostyczną.

2. Ocena socjologiczna chorego, która obejmuje: a) poziom socjalno-kulturowy, b) ocenę motywacji, c) poziom intelektualny, d) poziom wykształcenia, e) jakość języka pisanego i mówionego, f) umiejętność czytania mowy z ust, co odnosi się do dzieci starszych i pacjentów dorosłych.

Powyższe zasady selekcji pozwalają określić kryteria względne i bezwzględne doboru chorych do wszczepów ślimakowych.

#### 1. Kryteria bezwzględne:

a) chory musi być całkowicie lub prawie całkowicie niesłyszący; w praktyce oznacza to, że nie ma żadnego zysku ze stosowania odpowiednio dobranego, klasycznego aparatu słuchowego, popartego właściwą rehabilitacją; ponadto, w audiogramie tonalnym nie istnieją resztki słuchu poza 500 Hz i powyżej 100 dB.

b) chory musi mieć pozytywną reakcję w teście elektrostymulacji pozaślimakowych struktur drogi słuchowej; w praktyce oznacza to reakcję na najniższy poziom bodźca o wartości 2 volt w przypadku zastosowania anestezji miejscowej lub bez, i bodźca o wartości 4 volt w przypadku zastosowania anestezji ogólnej; wynik testu może być subiektywną reakcją chorego na zadawany bodziec; istnieją również możliwości zobiektywizowania uzyskiwanych odpowiedzi,

c) chory, a w przypadku dzieci ich rodzice lub opiekunowie, musi prezentować ewidentną motywację do realizacji całego programu, oznacza to, że wyraża zgodę

nie tylko na sam zabieg operacyjny, lecz również na wielomiesięczny zwykle program rehabilitacji pooperacyjnej. Otochirurg podejmujący decyzję wszczepienia implantu musi być przekonany, że jego pacjent i otoczenie zdają sobie sprawę z całego programu leczenia i rehabilitacji. Warunkiem zakwalifikowania chorego do wszczepu jest spełnienie wszystkich przedstawionych powyżej kryteriów bezwzględnych. Te klasyczne kryteria bezwzględne zostały obecnie zmienione w związku z przeprowadzeniem udanych implantacji nie tylko u osób całkowicie niesłyszących. W 2002 r. Skarżyński przeprowadził pierwszą w świecie udaną implantację u pacjenta dorosłego z tzw. częściową głuchotą (Partial Deafnes Cochlear Implantation – PDCI). W 2004 r. zoperował pierwsze w świecie dziecko z taką wadą słuchu. Wszczepienie implantu do nieczynnej części ucha wewnętrznego było możliwe w wyniku opracowanej nieinwazyjnej metody dojścia przez okienko okrągłe, w wyniku niezwykle ściśle przestrzeganej procedury. Oznacza to obecnie znaczne rozszerzenie wskazań u kolejnych pacjentów z zachowanym słuchem w zakresie niskich częstotliwości, co umożliwi im rozumienie około 8–12 % docierających informacji słuchowych. W praktyce oznacza to elektryczne wykorzystanie łączenia stymulacji elektroakustycznej (Electro-Acoustic Stimulation – EAS) zarówno z jednocześnie używanym aparatem w tym samym uchu (system DUET), jak i bez aparatu. Pierwsze polskie doświadczenia w skali międzynarodowej zostały opublikowane już w 2000 r.

## 2. Kryteria względne:

Niespełnienie któregoś z nich nie stanowi przeciwwskazania do wszczepienia implantu. Kryteria te są natomiast bardzo starannie odnotowywane, analizowane i stanowią ważne dodatkowe elementy, pomagające podjąć decyzję, pozwalającą określić przybliżony czas rehabilitacji, szansę na ostateczny efekt:

a) wiek chorego – dziecko czy dorosły; w zasadzie nie ma ograniczeń, jeśli chodzi o górną granicę, poza ograniczeniem ze względu na stan ogólny chorego; dolna granica wieku w ostatnich 3 latach została praktycznie obniżona do 10–12. mies. życia; w praktyce jest to wiek, w którym po wczesnym rozpoznaniu głębokiego uszkodzenia słuchu w pierwszych miesiącach dziecko zostaje prawidłowo zaaparatuwane, a następnie jest przez co najmniej 3–4 miesiące właściwie rehabilitowane; odstępstwem od tej granicy wieku są przypadki ewidentnej głuchoty nabytej po powikłaniu w następstwie zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych; wiąże się to często z szybko rozwijającą się ossyfikacją w obrębie schodów bębienka, co w konsekwencji może uniemożliwić wszczepienie w późniejszym okresie implantu wielokanałowego,

b) głuchota pre-, peri- czy postlingwalna; jest ogromnie ważne dla rokowania kiedy wystąpiła głuchota – przed, w trakcie, czy po wykształceniu mowy; dotyczy to zarówno czasu jaki będzie niezbędny dla rehabilitacji, jak i jakości uzyskanego słuchu i mowy,

c) istnienie jamy pooperacyjnej, bądź rozwijającego się przewlekłego zapalenia ucha; przed założeniem wszczepu ucho środkowe powinno być wyleczone i zamknięte,

d) ocena radiologiczna stanu ślimaka; zwłaszcza po zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych – najczęstszej przyczyny głuchoty, dochodzić może do nadmiernej ossyfikacji w obrębie ślimaka; uniemożliwia to w tych przypadkach założenie wszczepu wewnątrzślیمakowego; rozwiązaniem jest stosowanie wszczepów wielokanałowych usytuowanych w dwóch elektrodach czynnych, wprowadzonych do schodów bębenka i przedsionka.

Kryteria doboru tak samo obowiązują dzieci, jak i dorosłych, z tym że u dzieci są one znacznie trudniejsze w zastosowaniu praktycznym. Szczególna trudność dotyczy stwierdzenia, czy mamy do czynienia z całkowitą głuchotą. Wprowadzenie metod elektrofizjologicznych pozwoliło uzupełnić inne badania o ocenę obiektywną stanu narządu słuchu i obniżyć dolną granicę wieku do około 1. r.ż. W przypadku niewielkich korzyści z aparowania w obrębie niskich częstotliwości, możliwe jest zastosowanie specjalnego systemu DUET, składającego się z implantu i aparatu słuchowego stosowanego w tym samym uchu. Takie rozwiązanie z powodzeniem zostało wdrożone przez Skarżyńskiego w 2005 r. również w Polsce.

### **6.3.3. WSKAZANIA ORAZ WYBÓR WSZCZEPU ŚLIMAKOWEGO I PNIOWEGO**

Wskazaniem do założenia wszczepu ślimakowego jest obecnie całkowita głuchota i głęboki niedosłuch u chorych niemających poprawy słyszenia po zastosowaniu konwencjonalnych aparatów słuchowych oraz częściowa głuchota łącząca częściowo sprawny słuch własny z implantem lub z implantem i aparatem słuchowym. U osób dorosłych, wskazania do zastosowania wszczepu dotyczą zasadniczo głuchoty nabytej, spowodowanej przez uraz, leki, przebyty stan zapalny ucha wewnętrznego, skrajnie zaawansowaną postać ślimakową otosklerozy. Głuchota wrodzona lub nabyta wcześniej jest wskazaniem zazwyczaj u dzieci. Jest również spotykana u dorosłych i może być leczona przy pomocy wszczepów ślimakowych. Należy jednak zaznaczyć, że dorośli z głuchotą wrodzoną są zazwyczaj dobrze zaadaptowani do swojej niepełnosprawności. Trudno jest, a czasami nie należy, modyfikować całkowicie ich sposobu życia. Różna też jest ich motywacja do tego typu leczenia. Zupełnie inaczej jest z dziećmi. Zaopatrywanie dzieci we wszczep powinno mieć miejsce, gdy tylko istnieje pewność, że mamy do czynienia z głuchotą i brakiem korzyści z klasycznego aparowania. W codziennej praktyce sądzimy, że takie wskazania możemy ustalić przed upływem 1. roku życia. Ogromnie ważne jest, aby u niesłyszącego dziecka jak najszybciej zastosować przynajmniej akustyczną stymulację drogi słuchowej, co zapobiega zanikowi jej elementów i daje większe szanse na pooperacyjną rehabilitację słuchu i mowy. Zatem bez względu na to, kiedy i czy będzie dziecko leczone operacyjnie, powinno ono zostać zaaparowane i być rehabilitowane. Przeciwwskazaniem do zastosowania wszczepu jest brak spełnienia któregośkolwiek z trzech kryteriów bezwzględnych. Pamiętać jednak trzeba,

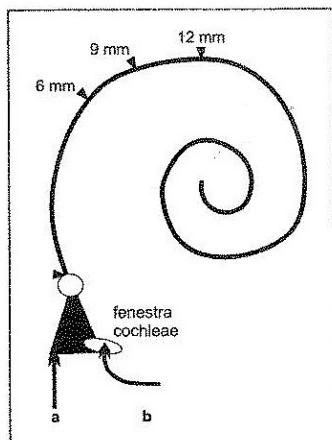
że o ostatecznym zakwalifikowaniu do zabiegu lub niezakwalifikowaniu powinien decydować cały obraz dziecka, opracowany na podstawie odpowiedniego protokołu.

Innym zagadnieniem jest wybór wszczepu ślimakowego. Współczesne możliwości techniczne, praktyczna wiedza zdobyta przez wiele zespołów na podstawie tysięcy zoperowanych pacjentów wskazują na bezdyskusyjne stosowanie wszczepów wielokanałowych u dzieci, które dadzą im najwięcej możliwości. Należy podkreślić, że jakość praktycznie wszystkich dopuszczonych dziś do stosowania urządzeń gwarantuje uzyskanie dobrego wyniku. Niezwykle ważne jest, by wszczepiona część urządzenia mogła współpracować z procesorem mowy kolejnej generacji. W praktyce części zewnętrzne podlegają najbardziej intensywnej rozbudowie i udoskonaleniom.

Raczej bezdyskusyjne obecnie jest obniżenie dolnej granicy wieku do wszczepu do około 1. roku życia. Podjęcie wcześniejszej decyzji jest możliwe u małych dzieci, gdy jest głuchota, która ewidentnie wystąpiła po zapaleniu opon mózgowo-rdzeniowych. Powinno to uzasadnić wybór protezy wszczepianej do wnętrza ślimaka, która jest bardziej efektywna w przenoszeniu dźwięku, zwłaszcza mowy. Ośrodki bodźcowe mieszczą się na odcinku kilkunastu milimetrów elektrody czynnej, umieszczonej w obrębie zakrętów ślimaka. W przypadkach nadmiernej kalcyfikacji bardzo często nie jest możliwe założenie pełnego wszczepu wielokanałowego. Zakładamy wtedy wszczep wielokanałowy dwuelektrodowy. Zakończenia dwu elektrod czynnych umieszczamy w zagłębieniach 6–7 mm wydrążonych w schodach bębienka i przedsionka. Natomiast wskazaniem do wszczepienia implantu do pnia mózgu jest obustronna głuchota wrodzona lub nabyta – powstała w wyniku niedorozwoju nerwów słuchowych po zmianach urazowych z obustronnym uszkodzeniem nerwów słuchowych i w wyniku zniszczeń obu nerwów przez zmiany nowotworowe w przebiegu neurofibromatozy typu drugiego. Dotychczas pacjenci, u których usunięto operacyjnie zmiany nowotworowe i jednocześnie wszczepiono im implant do pnia mózgu, uzyskiwali najlepsze efekty słuchowe.

#### **6.3.4. WYBÓR METODY CHIRURGICZNEJ DLA OPTIMALNEGO USYTUOWANIA WSCZEPU**

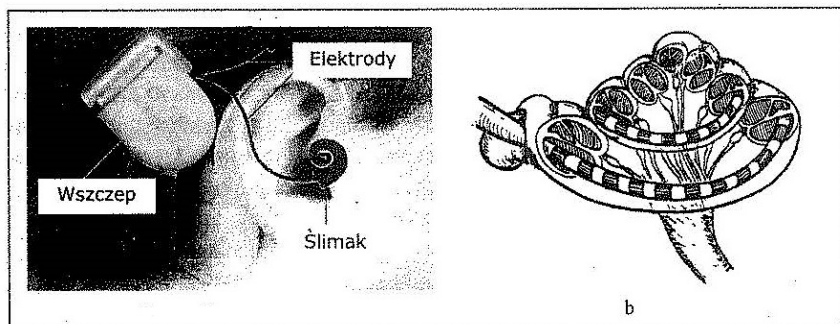
Jest to kolejne ważne zagadnienie. Ma szczególnie istotne znaczenie zwłaszcza u dzieci, gdzie grubość łuski kości skroniowej jest mniejsza, a cała kość podlega procesom wzrostu. Ostatecznie ustalono, że dwa dojscia pozwalające na bezpieczne doprowadzenie wiązki elektrod do okolicy okienka okrągłego z małymi modyfikacjami są traktowane jako alternatywne. W pierwszym, do okolicy okienka okrągłego docieramy po otwarciu wyrostka sutkowatego, a następnie wykonaniu tympanotomii tylnej. W ścianie kostnej wykonujemy kochleostomię nieco do przodu od niszy okienka. W drugim sposobie, aby osiągnąć cel również otwieramy wyrostek sutkowaty, wykonujemy tympanotomię tylną i doprowadzamy elektrodę bezpośrednio do błony okienka okrągłego. w tym specjalnie opracowanym dojsciu elektroda jest delikatnie wprowadzona przez mikronaciecie błony okienka okrągłego.



Ryc. 217. Schemat przedstawiający sposoby dojścia do okienka okrągłego: a) przez typanotomię tylną i kochleostomię, b) bezpośrednio przez błonę okienka okrągłego.

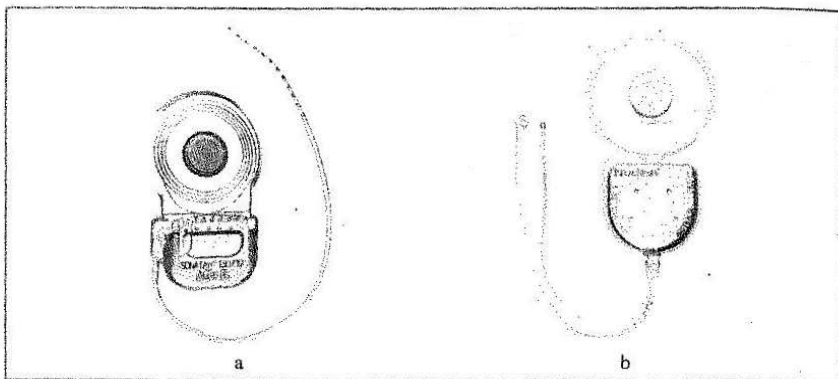
Z doświadczeń naszego zespołu, potwierdzonych w licznych pracach i badaniach morfologicznych wynika, że dojście pierwsze jest znacznie prostsze. Dojście przez błonę okienka jest podstawą do zachowania znacznych resztek słuchowych lub dobrego słuchu w obrębie niskich częstotliwości. To dojście było podstawą do opracowania przez Skarżyńskiego nowych wskazań do stosowania implantów w tzw. częściowej głuchocie (PDCI).

Mocowanie części wewnętrznych implantu we wszczepach pniowych jest podobne do ślimakowych. Inna natomiast jest elektroda. Jej płaskie zakończenie z czynnymi kanałami jest układane na powierzchnię jąder ślimakowych w pniu mózgu. Pozwala to na stymulację z zachowaniem tonotopowości. Pacjentowi umożliwia to różnicowanie dźwięków pod względem różnej częstotliwości.



Ryc. 218. Schemat przedstawiający: a) usytuowanie wszczepu w obrębie kości skroniowej, b) umieszczenie elektrody w obrębie zakrętów ślimaka.



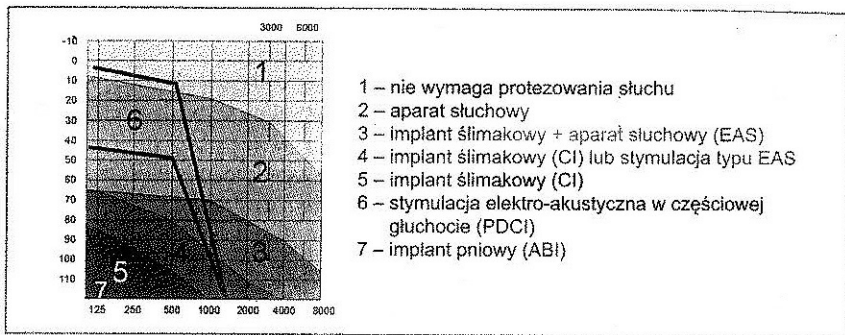


Ryc. 219. Części wewnętrzne często wszczepianych implantów: a) typu Med-El, b) typu Nucleus.

Kolejną ważną czynnością jest, po możliwie bezinwazyjnym wprowadzeniu elektrody czynnej do ślimaka, uszczelnienie wejścia przy pomocy fragmentów powięzi, a całej pozostałej części elektrody oraz cewy wewnętrznej przy pomocy specjalnego cementu jonomerycznego lub szwów w obrębie przestrzeni ucha środkowego i na powierzchni kości czaszki w odpowiednio przygotowanej łoży. Całość wszczepionych części wewnętrznych winna być usytuowana stabilnie tak, by pozwoliło to na dobre i szybkie wygojenie rany pooperacyjnej, a następnie dobrą i skuteczną transmisję bodźca elektrycznego przez skórę z umieszczoną za uchem cewy nadawczej.

### 6.3.5. WYNIKI STOSOWANIA WSZCZEPÓW ŚLIMAKOWYCH I PNIOWYCH

Z zebranych danych z piśmiennictwa ostatnich lat oraz naszego doświadczenia wynika, że w przypadku respektowania kryteriów selekcji i doboru chorych, wyniki są satysfakcjonujące nawet wtedy, gdy słuch jest dużo gorszy w porównaniu z normalnym. Założenie wszczepu daje niemal natychmiast poczucie dźwięku. Jego odbiór jest bardzo różny w zależności od wcześniejszych doświadczeń słuchowych. Następne efekty są uzależnione od długości i intensywności procesu rehabilitacji, a przede wszystkim od stanu wyjściowego chorego. Dotyczy to tego, czy mamy do czynienia z głuchotą, która wystąpiła przed, w trakcie, czy po wykształceniu mowy. Następnym istotnym elementem w odniesieniu do głuchoty nabytych jest czas, jaki upłynął pomiędzy utratą słuchu a założeniem wszczepu ślimakowego. Po wszczepieniu implantu poprawa czytania z ust jest znaczna. Stopień zrozumienia mowy różni się u poszczególnych chorych. Jest to zależne od wielu czynników, z których część można przewidzieć przed wykonaniem operacji. Należy podkreślić, że nawet gdy zrozumienie mowy bez pomocy czytania z ust nie ulega znaczącej poprawie, to zmiany psychologiczne oraz poprawa relacji socjalnych są bardzo ważne. U dzieci – rozwój mowy i inteligencji, poprawa wyników w szkole – wyjaśniają olbrzymie zainteresowanie tymi metodami leczenia.



Ryc. 220. Schemat protezowania różnych uszkodzeń słuchu.

Niepowodzenia spotyka się głównie u dorosłych cierpiących na głuchotę wrodzoną. Na podstawie uzyskanych wyników stosowania implantów ślimakowych, pniowych, łączenia ich z aparatami i samych aparatów, na rycinie 220 przedstawiono schemat protezowania różnych uszkodzeń słuchu.

Obniżenie granicy wieku operowanych do około 1. r.ż. sprawiło niezwykle dynamiczny rozwój słuchowy tych dzieci i prawie wyrównanie ich możliwości z dziećmi słyszącymi już w 2. roku życia. W praktyce oznacza to pełną kompetencję językową uzyskaną w wieku przedszkolnym u tych dzieci. Zachowanie resztek słuchowych i możliwości wykorzystania implantu i aparatu słuchowego w jednym uchu w systemie DUET jeszcze bardziej przyspieszyły rozwój słuchowy i językowy operowanych małych dzieci.

Opracowany w naszym ośrodku program pooperacyjnej rehabilitacji słuchu w języku polskim jest rozłożony na sześć etapów. Zaplanowane zajęcia rozpoczynają się od identyfikacji źródła i rodzaju dźwięku i kończą na rozumieniu mowy. Indywidualne prowadzenie każdego zoperowanego chorego pozwala wykreślić profil nabywanych doświadczeń. Odzwierciedla to na każdym etapie aktualne umiejętności pacjenta i dalsze możliwości rozwoju słuchowego. Niezwykle ważną i pomocną rolę spełnia cała bateria różnorodnych narzędzi badawczych, które zostały zaadoptowane dla potrzeb naszego języka lub opracowane w naszym kraju po raz pierwszy. Pozwalają one w miarę możliwości obiektywizować uzyskiwane wyniki oraz porównywać efekty u poszczególnych grup leczonych chorych.

Podsumowując należy podkreślić, że wszczępy ślimakowe są uważane jako protezy słuchowe nowego typu, zarezerwowane dla osób całkowicie i częściowo niesłyszących. Zastosowanie wszczępu przywraca słuch w różnym zakresie, ale zawsze poprawia to nadzwyczajnie stan tych chorych. Nowy słuch odbiega od normalnego, pamiętanego przez dorosłych, którzy kiedyś słyszeli pozwala jednak odbierać większość dźwięków, rytm, szczególnie rytm mowy, co znacznie poprawia czytanie z ust. Znaczna część pacjentów ma po rehabilitacji bardzo dobre zrozumienie mowy, mogą oni rozmawiać przez telefon. U dzieci z głuchotą prelingwalną, operowanych około 1. r.ż. słuch jest

odbierany jako jedyny, który zna, całkowicie naturalny, pozwalający na pełne rozumienie mowy i bardzo dobrą komunikację z otoczeniem.

Podobnie, jak aparaty klasyczne u dzieci z częściowym upośledzeniem słuchu, implanty ślimakowe u dzieci z całkowitą utratą słuchu pozwalają prowadzić rehabilitację logopedyczną, niezbędną do rozwoju języka i inteligencji.

W naszym kraju, od połowy 1992 r. w ośrodku warszawskim, od 1994 r. w poznańskim, a w ostatnich latach również w śląskim, lubelskim i podlaskim jest realizowany program wszczępów ślimakowych.

Dotychczas pod opieką Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu znajduje się 2054 pacjentów oraz w pozostałych około 700 dzieci i dorosłych. Najnowszym osiągnięciem w leczeniu obustronnej głuchoty, spowodowanej zniszczeniem obu nerwów słuchowych w przebiegu neurofibromatozy typu drugiego, jest rozwijany w kilku ośrodkach w świecie i od początku roku 1998 w Warszawie program implantów wszczępianych do pnia mózgu. W wielu jego fragmentach wykorzystano wieloletnie osiągnięcia naukowe i techniczne w leczeniu obustronnej głuchoty ślimakowej.

System implantu ślimakowego jest elektroniczną protezą słuchu, której zasada działania polega na elektrycznej stymulacji neuronów zwoju spiralnego w celu wywołania wrażenia słuchowego. Nowoczesny system wszczępu ślimakowego złożony jest z implantu i procesora mowy. Implant składa się z odbiornika i stymulatora elektrycznego we wspólnej obudowie oraz z wiązki elektrod. Część wewnętrzna jest wszczępiana operacyjnie. Przez elektrody przesyłane są impulsy elektryczne, stymulujące zakończenia nerwu słuchowego. Procesor mowy przetwarza dźwięk, przekazywany w postaci sygnału elektrycznego z mikrofonu na bodziec elektryczny stymulujący nerw słuchowy. Przetwarzanie sygnału na bodziec elektryczny może być wykonywane w oparciu o różne algorytmy, zwane strategiami kodowania mowy. Procesor mowy zastępuje funkcje zdrowego ucha na tyle, na ile pozwala nowoczesne elektroniczne przetwarzanie sygnałów oraz wiedza o procesach słuchowych zachodzących w drodze słuchowej. Przetworzone do postaci bodźca elektrycznego sygnały są następnie przesyłane przez skórę, za pośrednictwem fal radiowych, do implantu.

Generalnie, wskazaniem do zastosowania implantu ślimakowego jest obustronna głuchota oraz głęboki niedosłuch u chorych niemających poprawy słyszenia po zastosowaniu aparatów słuchowych. U osób dorosłych wskazaniem jest głuchota nabyta, a u dzieci – głuchota wrodzona lub wcześniej nabyta. Kryteria kwalifikacji do stosowania systemu implantu ślimakowego zmieniły się w ostatnim czasie. Nowe kryteria pozwalają na implantowanie pacjentów osiągających pewien stopień rozumienia mowy w aparatach słuchowych. Najistotniejszą zmianą dotyczącą dzieci jest znaczne obniżenie dolnej granicy wieku pacjenta kwalifikowanego do operacji. Większość ośrodków implantuje dziś dzieci od ok. 18. m.ż.

Analizując wyniki osiągane przez pacjentów implantowanych, można stwierdzić, że na skutek stosowania stymulacji elektrycznej nerwu słuchowego możliwe jest osiągnięcie znacznego zakresu percepcji słuchowej. Słuch elektryczny jest szansą powrotu do świata dźwięku, umożliwiając często komunikację werbalną w różnych warunkach akustycznych, włącznie z konwersacją telefoniczną oraz czerpaniem przyjemności z odbioru muzyki.