

# Wpływ operacji strzemiączka na próg przewodnictwa kostnego w odległym okresie obserwacji

## The influence of stapes surgery on the bone conduction threshold in a long term follow-up

MARCIN SZYMAŃSKI, PIOTR OLEJARZ, MAREK ZADROŻNIAK, MAŁGORZATA ŻYWOT, KAMAL MORSHED

Klinika Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

**Wprowadzenie.** Na poziom przewodnictwa kostnego w otosklerozie ma wpływ kilka czynników: otoskleroza ślimakowa, efekt Carharta, a w uchu operowanym możliwość uszkodzenia ucha wewnętrznego podczas operacji lub wystąpienie powikłań po zabiegu. Z tego powodu ocena zmian przewodnictwa kostnego po operacji w otosklerozie napotyka trudności. Otwartym jest pytanie, czy w wieloletniej obserwacji, operacja strzemiączka przyspiesza pogarszanie przewodnictwa kostnego, czy może chroni przed uszkodzeniem ucha wewnętrznego w otosklerozie.

**Cel pracy.** Ocena wpływu operacji strzemiączka na zmiany przewodnictwa kostnego w otosklerozie w odległym okresie obserwacji.

**Materiał i metody.** Z grupy 600 osób operowanych z powodu otosklerozy do oceny włączono 48 chorych z obustronną otosklerozą po jednostronnej operacji strzemiączka, z co najmniej 5-letnim okresem obserwacji. Porównano zmiany progu przewodnictwa kostnego w uchu operowanym i nieoperowanym w okresie 5-19 lat po zabiegu.

**Wyniki.** Średni próg przewodnictwa kostnego w uchu operowanym poprawił się w okresie wczesnym po operacji niemal o 9 dB i wynosił ok. 19,1 dB w stosunku do niemal 28 dB przed zabiegiem. W odległej obserwacji średni próg przewodnictwa kostnego w uchu operowanym pogorszył się o 8 dB. Podobne zmiany obserwowano w uchu nieoperowanym. Różnice w zmianach progów w ocenianych częstotliwościach między uchem operowanym a nieoperowanym nie były istotne statystycznie.

**Wnioski.** Niepowikłana operacja strzemiączka powoduje istotną poprawę przewodnictwa kostnego w okresie wczesnym po zabiegu, jednak nie wpływa ona na zmiany przewodnictwa kostnego w otosklerozie w odległym okresie obserwacji.

**Słowa kluczowe:** operacja strzemiączka, otoskleroza, przewodnictwo kostne, stapedotomia

**Introduction.** The level of bone conduction in otosclerosis is affected by several factors: cochlear otosclerosis, Carhart's effect and the possible injury to the inner ear caused by stapes surgery or post-surgery complications. Therefore, assessment of changes in bone conduction in otosclerosis is difficult. It is not clear whether stapes surgery accelerates deterioration of bone conduction threshold, or possibly protects against damage to the inner ear caused by otosclerosis.

**Aim.** To assess the influence of stapes surgery on changes of bone conduction in otosclerosis in a long term follow-up period.

**Material and methods.** The changes of bone conduction threshold in the operated and non-operated ear were evaluated in the group of 48 patients (selected from among a total of 600 people operated for otosclerosis) with bilateral otosclerosis after unilateral stapes surgery in a follow-up period of 5-19 years.

**Results.** The mean bone conduction threshold in the operated ear improved in the early period after the operation almost by 9 dB, and was app. 19 dB compared to nearly 28 dB before surgery. In the long period of follow-up, the mean bone conduction threshold in the operated ear deteriorated by 8 dB. Similar results were noted in the nonoperated ear. The differences between the values in operated and nonoperated ears were not statistically significant.

**Conclusions.** Uneventful stapes surgery improves bone conduction threshold in the early period following the surgery. However, it does not affect the changes of bone conduction threshold in otosclerosis in the long follow-up period after surgery.

**Key words:** stapes surgery, otosclerosis, bone conduction, stapedotomy

## WSTĘP

Otoskleroza wywołuje najczęściej niedosłuch przewodzeniowy, jednak z biegiem czasu u części chorych dochodzi do pogarszania się przewodnictwa kostnego, doprowadzając nawet do głuchoty [1]. Stapedotomia powoduje poprawę słuchu u ponad 90% chorych oraz zmniejszenie lub ustąpienie szumów usznych u większości chorych [2,3]. Efekt operacji strzemiączka w otosklerozie zależy między innymi od proggu przewodnictwa kostnego oraz od wielkości rezerwy ślimakowej. Stapedotomia zmniejsza wielkość komponenty przewodzeniowej niedosłuchu oraz zwiększa udział ucha środkowego w przewodnictwie kostnym, co określa się efektem Carharta. W piśmiennictwie autorzy są zgodni, co do występowania poprawy przewodnictwa kostnego (PK) w okresie wczesnym po niepowikłanej operacji strzemiączka. Kontrowersje budzi natomiast zachowanie przewodnictwa kostnego w odległym okresie po zabiegu [4-8]. Otwarte jest pytanie, czy niepowikłana operacja strzemiączka może wpływać na funkcję ucha wewnętrznego i przebieg otosklerozy w wieloletnim okresie obserwacji.

Celem pracy była ocena wpływu operacji strzemiączka na zmiany przewodnictwa kostnego w otosklerozie w odległym okresie obserwacji.

## MATERIAŁ I METODY

Z ponad 600 operacji strzemiączka wybrano pacjentów z obustronną otosklerozą, u których uzyskano bardzo dobry wynik po operacji jednego ucha i dostępne były badania kontrolne wczesne (średnio 9 miesięcy) i odległe (średnio 10 lat) po operacji strzemiączka. Operowano zawsze ucho gorzej słyszące. Otosklerozę w uchu operowanym potwierdzano śródoperacyjnie. W uchu nieoperowanym otosklerozę rozpoznawano, gdy występował niedosłuch przewodzeniowy z rezerwą równą lub większą niż 20 dB i nie stwierdzano odruchów z mięśnia strzemiączkowego przy prawidłowym tympanogramie. Wykluczono możliwość przebiecia urazu mechanicznego lub akustycznego, a także innych operacji lub zapalenia ucha środkowego. Powyższe kryteria spełniło 48 chorych (33 kobiet i 15 mężczyzn). Wiek operowanych wynosił od 15 do 59 lat (śr.  $37,6 \pm 11,0$ ). U 19 chorych wykonano stapedotomię, u 18 chorych usunięto 1/3 podstawy, u 11 usunięto całą podstawę strzemiączka, uzyskując zamknięcie rezerwy ślimakowej poniżej 15 dB. W okresie późniejszym wykonano operację drugiego ucha u 18 z 48 chorych i otosklerozę potwierdzono śródoperacyjnie w każdym z tych przypadków. W uchu operowanym (uo) i nieoperowanym (un) zbadano przewodnictwo kostne

przed zabiegiem, w okresie wczesnym, tj. od 2 do 24 miesięcy (śr.  $8,7 \pm 6,5$ ) po jednostronnej operacji (PK1) oraz w okresie odległym, tj. od 5 do 19 lat (śr.  $10 \pm 4$ ) (PK2) po zabiegu. Poddano analizie zmiany proggu przewodnictwa kostnego (dPK) w obu uszach w odległym okresie obserwacji po zabiegu ( $dPK = PK2 - PK1$ ). Do oceny normalności rozkładu otrzymanych wartości użyto testu Shapiro-Wilka. W przypadku rozkładu zgodnego z normalnym, do sprawdzenia istotności różnic w badanych grupach użyto testów t-Studenta, w przypadku braku zgodności z rozkładem normalnym, testów nieparametrycznych U Manna-Whitneya i Wilcoxon. Za poziom istotności przyjęto  $p < 0,05$ .

## WYNIKI

W okresie wczesnym (wynik wczesny) w uchu operowanym stwierdzono istotną poprawę PK we wszystkich analizowanych częstotliwościach oraz średniego PK dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz w stosunku do wartości przed operacją (tab. I). Średni próg przewodnictwa kostnego w uchu operowanym poprawił się po operacji o  $8,6 \pm 8,7$  dB i wynosił  $19,1 \pm 16,0$  dB w stosunku do  $27,8 \pm 15,8$  dB przed zabiegiem.

Porównanie proggu PK we wczesnym okresie po operacji z PK w okresie odległym w obu uszach wykazało istotne statystycznie pogorszenie proggu PK dla wszystkich analizowanych częstotliwości oraz średniego PK dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz (ryc. 1). Średni próg PK w uchu operowanym pogorszył się o  $7,9 \pm 6,3$  dB, a w uchu nieoperowanym o  $8,0 \pm 6,9$  dB. Różnice w zmianie PK dla wszystkich analizowanych częstotliwości oraz średniego PK dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz między uchem operowanym i nieoperowanym nie były istotne statystycznie (tab. II).

Średni próg PK pogarszał się średnio o  $0,8 \pm 0,8$  dB w uchu operowanym i o  $0,9 \pm 1,1$  dB w uchu nieoperowanym na rok. Różnice w zmianie PK dla wszystkich analizowanych częstotliwości oraz średniego PK dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz między uchem operowanym i nieoperowanym nie były istotne statystycznie (tab. III).

## DYSKUSJA

Na próg przewodnictwa kostnego w otosklerozie może wpływać obecność ognisk otosklerotycznych w otoczce ślimaka i postępujące uszkodzenie aparatu czuciowo-nerwowego, związany z unieruchomieniem podstawy strzemiączka efekt Carharta, a w uchu operowanym również uraz akustyczny lub mechaniczny podczas zabiegu. W okresie odległym

Tabela I. Średnie progi przewodnictwa kostnego dla częstotliwości 0,5-4 kHz w uchu operowanym i nieoperowanym we wczesnym i odległym okresie obserwacji (dB)

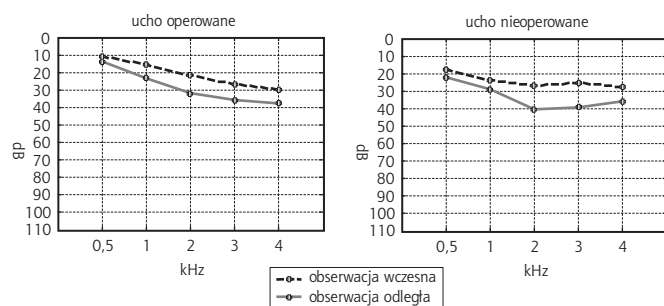
		Próg słuchu (śr:±odch. std.)					
		0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	średnia
Ucho operowane	przed operacją	19,5±12,8	25,5±18,0	31,7±21,8	33,0±23,6	34,5±24,5	27,8±15,8
	obserwacja wczesna	10,3±13,6	15,0±14,3	21,3±17,4	27,0±24,4	30,0±27,5	19,1±16,0
	obserwacja odległa	13,5±15,8	23,2±17,3	31,7±18,8	35,6±24,0	37,6±23,5	26,0±16,4
Ucho operowane	przed operacją	17,0±10,3	21,0±10,2	24,5±14,6	26,3±17,4	27,9±19,5	22,8±12,8
	obserwacja wczesna	17,2±12,3	23,6±11,2	27,0±14,4	25,5±17,2	27,2±20,2	23,9±12,1
	obserwacja odległa	21,9±11,4	28,8±14,0	40,3±15,8	39,2±18,0	35,7±17,6	31,9±13,5

Tabela II. Zmiany progu przewodnictwa kostnego w odległym okresie obserwacji (dB)

		Zmiana (śr:±odch. std.)					
		0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	średnia
Ucho operowane		3,2±9,5	8,2±10,3	10,4±8,9	8,6±17,3	7,6±16,9	7,9±6,3
Ucho nieoperowane		4,7±9,1	5,1±10,2	13,3±11,6	13,6±12,8	8,5±14,1	8,0±6,9

Tabela III. Średnie roczne pogorszenie progu przewodnictwa kostnego (dB)

		Średnia zmiana roczna (śr:±odch. std.)					
		0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz	średnia
Ucho operowane		0,3±1,2	0,9±1,0	1,2±1,2	1,0±2,1	1,0±1,9	0,8±0,8
Ucho nieoperowane		0,6±1,2	0,5±1,3	1,5±1,5	1,6±1,5	1,0±1,6	0,9±1,1



Ryc. 1. Średnie progi przewodnictwa kostnego w uchu operowanym i nieoperowanym we wczesnym i odległym okresie obserwacji (dB)

próg przewodnictwa kostnego może się pogarszać z powodu rozwoju ognisk otosklerotycznych, wystąpienia przetoki perilimfatycznej, ziarniniaka naprawczego lub z powodu zmian degeneracyjnych związanych z wiekiem.

Już w 1968r. Tondorf [9] opisał trzy drogi przewodnictwa kostnego. Drgania przenoszone są bezpośrednio z kości do ślimaka, z kości do ucha środkowego i do ślimaka oraz z kości do przewodu słuchowego zewnętrznego, następnie do ucha środkowego i do ślimaka. Ponieważ drogi przebiegające przez ucho środkowe są osłabione z powodu usztywnienia strzemiączka, próg przewodnictwa

kostnego u chorych na otosklerozę jest pogorszony. Stapedotomia umożliwia przywrócenie wszystkich dróg przewodnictwa kostnego i poprawę jego progu. Juers [10] był jednym z pierwszych autorów, którzy odnotowali poprawę przewodnictwa kostnego u chorych z otosklerozą po fenestracji. Carhart zauważył u chorych z otosklerozą załamek w krzywej przewodnictwa kostnego dla częstotliwości 1-2 kHz i wraz z McConnell'em [11] stwierdzili, że fenestracja niweluje ten załamek. Według Carharta [12], unieruchomienie podstawy strzemiączka powoduje obniżenie krzywej przewodnictwa kostnego o 5, 10, 15, 5 dB, odpowiednio dla częstotliwości 0,5, 1, 2, 4 kHz. W naszej grupie chorych próg PK poprawił się po udanej operacji o 4,5 do 10,5 dB w zależności od częstotliwości (średnio 8,7 dB).

Wśród autorów zgodne są opinie dotyczące poprawy przewodnictwa kostnego w okresie wczesnym po niepowikłanej operacji strzemiączka, kontrowersje budzi natomiast zmiana przewodnictwa kostnego w odległym okresie po zabiegu [4-8]. Badania Pirodda i wsp. [6] przeprowadzone w grupie 200 chorych, w okresie obserwacji 13,4±5,3 lat po zabiegu, nie wykazały pogorszenia przewodnictwa kostnego w uchu operowanym i nieoperowanym, przekraczającego wartości zależne od procesu starzenia. Inne wnioski wyciągnęli Cole i wsp. [7], którzy

w materiale 435 operowanych i 138 nieoperowanych uszu stwierdzili, że w odległym okresie obserwacji otoskleroza powoduje pogorszenie przewodnictwa kostnego powyżej wartości notowanych u ludzi zdrowych, a pogorszenie to postępuje niezależnie od operacji. Smyth i wsp. [8] nie odnotowali pogorszenia przewodnictwa kostnego w uchu operowanym. Wystąpiło ono natomiast w uchu nieoperowanym. Soundry i wsp. [13] w grupie 30 chorych z jednostronną i obustronną otosklerozą, porównali słuch w uchu operowanym i nieoperowanym 5 lat po operacji i nie stwierdzili istotnych różnic.

Na podstawie wieloletnich obserwacji Shea [14] stwierdził, że operacja w otosklerozie eliminuje komponentę przewodzeniową niedosłuchu, nie hamuje jednak postępującego niedosłuchu czuciowo-nerwowego, co u jednej trzeciej operowanych prowadzi do konieczności korzystania z aparatu słuchowego po 65 roku życia. Przyczyna niedosłuchu czuciowo-nerwowego w odległym okresie obserwacji po operacji strzemiączka nie została jednoznacznie ustalona, a w pracach innych autorów [15] nie odnotowano istotnych różnic w pogłębianiu się niedosłuchu czuciowo-nerwowego u chorych z otosklerozą po stapedektomii w porównaniu do populacji ludzi zdrowych w ciągu dziewiętnastoletniego okresu obserwacji.

Jedną z przyczyn postępującego niedosłuchu odbiorczego w otosklerozie związana jest z obecnością ognisk otospongiotycznych w otoczce kostnej ślimaka wykazano w badaniach histopatologicznych preparatów kości skroniowych [16,17]. Występowanie otosklerozy ślimakowej zostało również potwierdzone w badaniu tomografii komputerowej, za pomocą którego stwierdzono istotnie niższe

wartości progowe krzywej przewodnictwa kostnego w przypadkach, gdy ogniska otosklerotyczne zajmowały endosteum otoczki kostnej ślimaka [18,19]. Zastój żylny w anastomozach między tymi ogniskami prowadzi do przeciążenia naczyń błędniaka, przekrwienia żylnego, zwłaszcza w prążku naczyniowym i niedokrwienia tętniczego oraz niedotlenienia komórek czuciowych narządu Cortiego.

Unieruchomienie podstawy strzemiączka zmniejsza natężenie sygnału akustycznego docierającego do aparatu czuciowo-nerwowego. Zmniejszenie stymulacji dźwiękowej może wywołać zmiany degeneracyjne w obrębie komórek rzęsatych i neuronów drogi słuchowej prowadząc do pogłębiania się niedosłuchu czuciowo-nerwowego [20]. Enzymy proteolityczne uwalniane z ognisk otosklerotycznych w przypadku nieruchomej podstawy strzemiączka, osiągają wyższe stężenie w perylimfie i endolimfie z powodu stagnacji płynów ucha wewnętrznego. Może to powodować większe uszkodzenie aparatu odbiorczego niż w uchu, w którym wykonano operację strzemiączka [21-23].

W naszym materiale, w uchu operowanym nie stwierdziliśmy pogorszenia przewodnictwa kostnego różniącego się istotnie od zmian obserwowanych w uchu nieoperowanym.

## WNIOSKI

Reasumując, niepowikłana operacja strzemiączka daje istotną poprawę przewodnictwa kostnego w okresie wczesnym po zabiegu, co ma związek z efektem Carharta. Operacja nie wpływa jednak na tempo zmian przewodnictwa kostnego w otosklerozie w odległym okresie obserwacji.

## Piśmiennictwo

- Cureoglu S, Baylan MY, Paparella MM. Cochlear otosclerosis. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010, 18: 357-62.
- Szymański M, Gołabek W, Mills R. Effect of stapedectomy on subjective tinnitus. *J Laryngol Otol* 2003, 117: 261-4.
- Häusler R. Fortschritte in der Stapeschirurgie. *Laryngo-Rhino-Otol* 2000, 79: 95-139.
- Szymański M. Stapedotomia za pomocą lasera CO<sub>2</sub>. *Otolaryngol Pol* 2007, 61: 463-7.
- Szymański M, Gołabek W. Otoskleroza – diagnostyka i postępowanie. *Mag Otolaryngol* 2004, 5: 24-34.
- Pirodda E, Modugno GC, Buccolieri M. The problem of the sensorineural component in otosclerotic hearing loss: a comparison between operated and non-operated ears. *Acta Otolaryngol* 1995, 115: 427-32.
- Cole JM, Bartels LJ, Beresny GM. Long-term effect of otosclerosis on bone conduction. *Laryngoscope* 1979, 89: 1053-60.
- Smyth GD, Hassard TH, El Kordy AF. Long-term hearing performance after stapedectomy. *J Laryngol Otol* 1980, 94: 1097-105.
- Tonndorf J. A new concept of bone conduction. *Arch Otolaryngol* 1968, 87: 595-600.
- Juers AL. Observations on bone conduction in fenestration cases. *Ann Otol* 1948, 57: 28-40.
- McConnell F, Carhart R. Influence of Fenestration Surgery on Bone-Conduction Measurements. *Laryngoscope* 1952, 62: 1267-92.
- Carhart R. The clinical application of bone conduction audiometry. *Arch. Otolaryngol* 1950, 51: 798-808.
- Soudry E, Sulkes J, Attias J, Nageris BI. Bone conduction in otosclerosis-operated versus non-operated ears. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 2007, 18: 189-99.
- Shea JJ. Thirty years of stapes surgery. *J Laryngol Otol* 1988, 102: 14-19.



15. Birch L, Elbrønd O, Pedersen U. Hearing improvement after stapedectomy: up to 19 years' follow-up period. *J Laryngol Otol* 1986, 100: 1-7.
16. Guild SR. Histologic otosclerosis. *Ann Otol* 1944, 53: 246-67.
17. Sato T, Morita N, Cureoglu S, Terao K, Joglekar SS, Deroee AF, Ishikawa K, Paparella MM. Cochlear otosclerosis adjacent to round window and oval window: a histopathological temporal bone study. *Otol Neurotol* 2010, 31: 574-9.
18. Wycherly BJ, Berkowitz F, Noone AM, Kim HJ. Computed tomography and otosclerosis: a practical method to correlate the sites affected to hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2010, 119: 789-94.
19. Shin Y J, Fraysse B, Deguine O, Cognard C, Charlet JP, Sevely A. Sensorineural Hearing Loss and Otosclerosis: A Clinical and Radiologic Survey of 437 Cases. *Acta Oto Laryngol* 2001, 212: 200-4.
20. Holleman IL, Harrill JA. Cochlear otosclerosis. Report of a case, with postmortem histologic findings. *Laryngoscope* 1967, 77: 493-507
21. Cureoglu S, Baylan MY, Paparella MM. Cochlear otosclerosis. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010, 18: 357-62.
22. Causse JR, Causse JB, Bretlau P, Uriel J, Berges J, Chevance LG i wsp. Etiology of otospongiotic sensorineural losses. *Am J Otol* 1989, 10: 99-107.
23. Mohamed R. Ghonim Cochlear Function after Stapedectomy. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1992, 54: 148-51.