

# Elektrostymulacja jako alternatywna metoda leczenia szumów usznych

## Electrical stimulation as an alternative method of tinnitus treatment

Wiesław Konopka<sup>1</sup>, Marzena Mielczarek<sup>1</sup>, Jurek Olszewski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Audiologii, Foniatrii i Otoneurologii II Katedry Otolaryngologii UM w Łodzi  
Kierownik: dr hab. med. W. Konopka, prof. nadzw. UM

<sup>2</sup>Klinika Otolaryngologii i Onkologii Laryngologicznej II Katedry Otolaryngologii UM w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. med. J. Olszewski

### Summary

**Introduction.** The aim of the study was to evaluate the influence of the selective electrical stimulation of the hearing organ on tinnitus in people with sensorineural hearing loss. **Material and methods.** The study comprised 248 tinnitus patients treated by using electrical stimulation. The material was divided into two groups, regarding the method of stimulation. In group I – 168 people, transtympanal electrical stimulation of the promontory was applied, whereas in group II – 80 people, hydrotransmissive technique was used. ENT examination, audiological and radiological diagnostics, as well as the evaluation of the audiometric parameters of tinnitus was performed. The patients were asked to fill in the questionnaire concerning tinnitus. In 80 patients hydrotransmissive electrical stimulation was conducted using the own prototype device, in 168 patients – transtympanal stimulation, after local anaesthesia with Xylocain gel. **Results.** On the whole, in group of 248 patients, subjective improvement (decrease in the severity of tinnitus) was noticed in 130 people (52.4%), comprising 32 cases (13%) of total relief. In 93 patients (37.5%) tinnitus remained unchanged, and in 25 (10.1%) the deterioration was observed. The comparison of the results of two electrical stimulation methods, showed the superiority of hydrotransmissive one (improvement in 58.75% of patients), however, the number of cases of total relief was greater in the case of transtympanal method (15.5%). Considering subjective evaluation, as well as audiometric (the intensity and the frequency parameters, MML) the hydrotransmissive method appeared to be more effective (improvement in 53.75%) comparing to transtympanal stimulation (improvement in 44.6%). **Conclusions.** On the basis of studies conducted in the Clinic and the long history of the electrical stimulation administration in tinnitus treatment, it can be stated that this method may be applied in cases, in which other therapeutical methods failed.

**Hasła indeksowe:** elektrostymulacja, leczenie szumów usznych

**Key words:** electrical stimulation, treatment of tinnitus

Otolaryngol Pol 2008; LXII (5): 601–605 © 2008 by Polskie Towarzystwo Otorinolaryngologów – Chirurgów Głowy i Szyi

### WPROWADZENIE

Mimo wieloletnich badań nad istotą szumów usznych, nie jest jednoznacznie rozstrzygnięte, jaki czynnik odpowiedzialny jest za nieprawidłową aktywność neuronalną w drogach słuchowych, która w ośrodkach słuchowych zostaje rozpoznana jako dźwięk. Trudności terapeutyczne, mnogość hipotez powstawania szumów usznych powoduje obecność wielu metod leczenia, a czasami nawet stosowania polipragmazji [7].

Opracowana na modelu neurofizjologicznym metoda Tinnitus Retraining Therapy (TRT) stosowana od kilku lat daje statystycznie największą szansę na

zmniejszenie dolegliwości w postaci odczuwania szumów usznych. Jej skuteczność ocenia się na 80–85% [2]. Jednak wiele osób z problemem szumów usznych nie poddaje się terapii tą metodą. Pozostaje grupa pacjentów, u których nie można zastosować TRT.

Alternatywą może być elektrostymulacja narządu słuchu. Mechanizm jej działania nie jest do końca poznany. Według Latkowskiego i wsp. [13] poprzez wpływ na splot bębenkowy może dochodzić do odruchowej reakcji naczyniowej poprawiającej ukrwienie w obrębie ucha wewnętrznego, czy też wpływać na „uporządkowanie” uwalniania do przestrzeni synaptycznych neuromediatorów [9].

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

Podaje się ponadto wpływ prądu stymulacji na usprawnienie wymiany metabolitów w komórce, a także oddziaływanie na spontaniczną aktywność neuronów nerwu VIII. Otwarte pozostaje pytanie, na które miejsca drogi słuchowej oddziałuje elektryczna stymulacja. Czy pobudzone skutecznie są struktury ślimaka zarówno uszkodzone, jak i czynnościowo sprawne lub, czy stosowane metody elektrostymulacji nieinwazyjnej również skutecznie stymulują pozaślimakowe elementy drogi słuchowej.

W naszej Klinice elektrostymulacja w leczeniu szumów usznych stosowana jest od ponad 25 lat. Początek badań związany był z pierwszymi w Polsce próbami zastosowania przez prof. Latkowskiego implantów ślimakowych w leczeniu głuchot [10,13]. Badania zostały zaprzestane z powodu barier technicznych i ekonomicznych. Na bazie tych doświadczeń wprowadzono w 1980 roku elektrostymulację jako alternatywną metodę leczenia szumów usznych, tam gdzie inne podejmowane sposoby były nieskuteczne [11, 12].

Badania kliniczne zostały poprzedzone doświadczeniami na zwierzętach [3]. Aby ocenić wpływ stosowanych parametrów prądu elektrycznego na drogę słuchową przeprowadzono rejestracje potencjałów mikrofonicznych (PM), sumacyjnych /SP/ ślimaka oraz słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu (BERA) u świnek morskich przed i po elektrostymulacji.

Rejestracje PM i SP przeprowadzono u 10 świnek morskich z prawidłowym słuchem. Po zarejestrowaniu wyjściowych wartości BERA i po chirurgicznym dotarciu do ślimaka, za pomocą elektrody umieszczonej w pobliżu okienka okrągłego, rejestrowano wyjściowe wartości PM i SP. Następnie przeprowadzano elektrostymulację (drogą „bulletomii”) prądem o polaryzacji prostokątnej i natężeniu 10–300  $\mu$ A i czasie trwania 10–30 sekund. Rejestrowano PM w odstępach czasowych 15, 30, 45, 60 i 75 minut. U 13 zwierząt elektrostymulacje wykonywano drogą tympanopunkcji z oceną potencjałów wywołanych z pnia mózgu.

Elektrostymulacje przeprowadzane były prądem o polaryzacji dodatniej i ujemnej. Wykonane rejestracje nie wykazały destrukcyjnego wpływu stosowanych parametrów elektrostymulacji na otrzymane PM i SP ślimaka świnki morskiej oraz na rejestracje słuchowych, wywołanych odpowiedzi z pnia mózgu (BERA). W grupie zwierząt, u których elektrostymulacje stosowane były prądem o polaryzacji dodatniej, obserwowano nieznaczne wydłużenie latencji N1–N4 i czasami zmniejszenie amplitudy, które zależało od wielkości natężenia bodźca. Elektrostymulacje prądem o polaryzacji ujemnej powodowały niewielkie skrócenie la-

tencji oraz zwiększenie amplitud odpowiedzi. Zmiany te były czasowe i powracały do stanu wyjściowego po około 60 minutach. Na podstawie przeprowadzonych rejestracji nie stwierdzono destrukcyjnego działania stosowanych parametrów elektrostymulacji na wyniki rejestracji BERA u świnek morskich [6].

W badaniach klinicznych u chorych z uporczywymi szumami usznymi, w przebiegu odbiorczych uszkodzeń słuchu, stosowano selektywne elektrostymulacje początkowo metodą tympanopunkcji [6, 7], a obecnie hydrotransmisyjną z zastosowaniem różnych parametrów prądu [14].

Celem pracy była ocena wpływu selektywnej elektrostymulacji narządu słuchu (SET) na zachowanie się szumów usznych u osób z niedosłuchem odbiorczym.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badań obejmował 248 chorych z szumami usznymi, w tym 72 kobiety i 176 mężczyzn, w wieku od 23 do 78 lat, leczonych elektrostymulacją. Pacjentów podzielono na dwie grupy w zależności od techniki wykonywanej stymulacji. W grupie I – 168 osób, zastosowano metodę transtympanalnej elektrostymulacji promontorium, w grupie II – 80 osób, metodą hydrotransmisyjną.

Ponadto na podstawie wykonanej diagnostyki audiologicznej oraz wywiadu w obrębie obu grup dodatkowo dokonano podziału na grupy chorych o prawdopodobnej lokalizacji i typie uszkodzenia słuchu: uszkodzenia typu ślimakowego (w tym spowodowane hałasem, toksyczno-infekcyjne, naczyniowe, uszkodzenia mechaniczne ślimaka, inne uszkodzenia ślimaka) oraz uszkodzenia typu neurotycznego, w tym toksyczno-infekcyjne, o niewyjaśnionej etiologii, urazy mechaniczne po urazie głowy, inne uszkodzenie neurotyczne.

U wszystkich chorych wykonano badanie otorynolaryngologiczne, diagnostykę audiologiczną (audiometria tonalna, progowa i mowy, audiometria nadprogowa, potencjały wywołane z pnia mózgu), ocenę parametrów audiometrycznych szumów usznych (częstotliwość i natężenie), diagnostykę obrazową (CT/MRI głowy, odcinka szyjnego kręgosłupa). Pacjenci wypełniali kwestionariusz pytań dotyczących szumów usznych.

U 80 osób elektrostymulacje przeprowadzono metodą hydrotransmisyjną z wykorzystaniem elektrostymulatora własnej konstrukcji. Czynna elektroda kulkowa wykonana ze srebra zanurzona była w przewodzie słuchowym zewnętrznym wypełnionym roztworem

**Tabela I.** Subiektywna ocena szumów usznych w zależności od metody elektrostymulacji

Wynik stymulacji	Grupa I n – 168 (tympnopunkcja)	Grupa II n – 80 (hydrotransmisyjna)	Ogółem
Poprawa w tym – ustąpienie	83 (49,4%)	47 (58,75%)	130 (52,4%)
	26 (15,5%)	6 (7,5%)	32 (13%)
Pogorszenie	12 (7,1%)	13 (16,25%)	25 (10,1%)
Bez zmian	73 (43,5%)	20 (25%)	93 (37,5%)

**Tabela II.** Audiometryczna ocena szumów usznych w zależności od metody elektrostymulacji

Wynik stymulacji	Grupa I n – 168 (tympnopunkcja)	Grupa II n – 80 (hydrotransmisyjna)	Ogółem
Poprawa, w tym – ustąpienie	75 (44,6%)	43 (53,75%)	118 (47,6%)
	26 (15,5%)	6 (7,5%)	32 (13%)
Pogorszenie	24 (14,3%)	27 (33,75%)	51 (20,6%)
Bez zmian	69 (41,1%)	10 (12,5%)	79 (31,8%)

**Tabela III.** Subiektywna ocena skuteczności elektrostymulacji transtympanalnej w zależności od typu uszkodzenia słuchu

Wynik stymulacji	Poprawa, w tym – ustąpienie	Pogorszenie	Bez zmian
Uszkodzenie ślimakowe n – 111 (66%)	52 (46,85%)	7 (6,3%)	52 (46,85%)
	12 (11%)		
Uszkodzenie neurytyczne n – 57 (34%)	31 (54,4%)	5 (8,8%)	21 (36,8%)
	4 (7%)		

solu fizjologicznej. Stosowano prąd stały o przebiegu prostokątnym. Wartości natężenia prądu regulowane były w zakresie od 0,15 mA do 1,15 mA. Leczenie rozpoczynano prądem o częstotliwości zbliżonej do częstotliwości szumu usznego (+/-1000 Hz) – selektywna elektrostymulacja. W przypadku braku poprawy po 5 zabiegach, kontynuowano terapię wykorzystując częstotliwości inne niż częstotliwość szumu usznego. Czas stymulacji wynosił 4 minuty. Cykl elektrostymulacji obejmował 15 zabiegów wykonywanych 2–3 razy w tygodniu. Selektowność elektrostymulacji polegała na doborze parametrów stosowanego prądu, zbliżonego do charakterystyki szumów usznych.

U 168 osób elektrostymulację przeprowadzono metodą transtympanalną, wykonując tympnopunkcję po miejscowym znieczuleniu żelem Xylokainowym. Elektroda czynna oparta była o promontorium, elektroda bierna na czole. Elektrostymulację wykonywano jeden raz w tygodniu, średnio 10 stymulacji.

Ocenę zachowania się szumów usznych przeprowadzono na podstawie odczuć subiektywnych oraz badania audiometrycznego chorych po 30 dniach od zakończenia cyklu elektrostymulacji.

## WYNIKI BADAŃ

Ogółem w grupie 248 osób leczonych elektrostymulacją subiektywną poprawę w postaci zmniejszenia uciążliwości szumu (zmiana charakterystyki czę-

stotliwościowej na mniej dokuczliwą, zmniejszenie głośności) podało 130 osób (52,4%), w tym u 32 osób (13%) szum ustąpił całkowicie, u 93 osób (37,5%) szum pozostał bez zmian, a 25 osób (10,1%) podawało pogorszenie.

Porównanie subiektywnych wyników w zależności od rodzaju elektrostymulacji (tab. I) wykazało korzystniejsze oddziaływanie elektrostymulacji hydrotransmisyjnej (poprawa u 58,75%) od stymulacji prądem metodą tympnopunkcji (poprawa u 49,4%), przy czym całkowita liczba osób, u których szum ustąpił całkowicie, była większa w grupie stymulowanych metodą tympnopunkcji (15,5 %) (tab. I).

W badaniu audiometrycznym szumów usznych (parametry natężenia, częstotliwości, MML), podobnie jak odczucia subiektywne więcej popraw rejestrowano (tab. II) u osób w grupie elektrostymulacji hydrotransmisyjnej (poprawa u 53,75%) w porównaniu z metodą tympnopunkcji (poprawa u 44,6%) (tab. II).

Analiza subiektywnych wyników elektrostymulacji w zależności od rodzaju uszkodzenia odbiorczego słuchu w grupie stymulowanych prądem metodą transtympanalną pokazała brak istotnych różnic między osobami z uszkodzeniem ślimakowym i neurytycznym (54,4% popraw w grupie z uszkodzeniem słuchu neurytycznym, a 46,85% z uszkodzeniem ślimakowym) (tab. III).

Ocena audiometrycznych parametrów szumów usznych przed i po elektrostymulacji w grupie I wykazała zdecydowanie większą ich poprawę w grupie

**Tabela IV.** Audiometryczna ocena skuteczności elektrostymulacji transtympanalnej w zależności od typu uszkodzenia słuchu

Wynik stymulacji	Poprawa w tym – ustąpienie	Pogorszenie	Bez zmian
Uszkodzenie ślimakowe n – 111 (66%)	57 (51,4%) 12 (11%)	14 (12,6%)	40 (36%)
Uszkodzenie neurytyczne n – 57 (34%)	18 (31,5%) 14 (24,5%)	10 (17,5%)	29 (51%)

**Tabela V.** Subiektywna ocena skuteczności elektrostymulacji hydrotransmisyjnej w zależności od typu uszkodzenia słuchu

Wynik stymulacji	Poprawa w tym – ustąpienie	Pogorszenie	Bez zmian
Uszkodzenie ślimakowe n – 56 (70%)	35 (62,5%) 12 (5,3%)	8 (14,3%)	13 (23,2%)
Uszkodzenie neurytyczne n – 24 (30%)	12 (50%) 3 (12,5%)	5 (20,8%)	7 (29,2%)

**Tabela VI.** Ocena audiometryczna skuteczności elektrostymulacji hydrotransmisyjnej w zależności od typu uszkodzenia słuchu

Wynik stymulacji	Poprawa w tym – ustąpienie	Pogorszenie	Bez zmian
Uszkodzenie ślimakowe n – 56 (70%)	30 (53,6%) 3 (5,3%)	19 (33,9%)	7 (12,5%)
Uszkodzenie neurytyczne n – 24 (30%)	13 (54,2%) 3 (12,5%)	8 (33,3%)	3 (12,5%)

osób z uszkodzeniem ślimakowym słuchu, bo aż 51,4% popraw, w porównaniu z grupą uszkodzeń neurytycznych (31,5%) (tab. IV).

W grupie II subiektywne odczucia leczonych były podobne w grupie osób z uszkodzeniem ślimakowym słuchu (62,5% poprawy), jak i neurytycznym (50% poprawy, tab. V). Podobnie kształtowały się wyniki badań audiometrycznych parametrów szumów usznych, które w obu typach uszkodzeń słuchu były zbliżone (tab. VI).

## OMÓWIENIE

Wykorzystanie prądu elektrycznego do celów leczniczych jest znane od dawna, a pod postacią elektrostymulacji znajduje zastosowanie w różnych dziedzinach medycyny, także w leczeniu porażań nerwów obwodowych, walki z bólem czy kardiologii, elektrostymulacja jest ważną metodą leczenia.

W leczeniu głuchot wykorzystanie elektrostymulacji z zastosowaniem implantów ślimakowych metodą jest uznaną od ponad 40 lat. Wiele doniesień naukowych wykazało, że elektryczna stymulacja struktur anatomicznych drogi słuchowej może być skuteczna w leczeniu uporczywych szumów usznych [1, 5, 15].

Wprowadzenie ponad 25 lat temu elektrostymulacji do leczenia uporczywych szumów usznych w przebiegu odbiorczych uszkodzeń słuchu zostało w naszej Klinice poprzedzone badaniami doświadczalnymi na zwierzętach [6]. Metoda, którą się posługiwano, nie

wykazała u badanych zwierząt uszkadzającego działania stosowanego prądu na drogę słuchową [6].

Początkowo stosowano elektrostymulację drogą tympanopunkcji, a obecnie wyłącznie metodą hydrotransmisyjną.

Jeżeli nasze wyniki porównamy z rezultatami badań innych autorów, gdzie pozytywny efekt elektrostymulacji wahał się między 22 a 87% poprawy, to nasze rezultaty mieszczą się w zakresie średnich wymienionych. Praktycznie nieznacznie lepsze wyniki zanotowaliśmy w grupie osób ze ślimakowym uszkodzeniem słuchu oraz w hydrotransmisyjnej metodzie elektrostymulacji. Być może ma to związek z pewnymi mechanizmami elektrolizy, jakie mogą mieć miejsce podczas metody hydrotransmisyjnej. Wcześniejsze badania porównawcze skuteczności elektrostymulacji w zależności od czynnika uszkadzającego słuch opublikowane przez nasz zespół wykazały, że lepsze wyniki uzyskano tam, gdzie nie było etiologii pohałasowego uszkodzenia słuchu, a najlepsze wyniki dotyczyły osób z zaburzeniami krążenia w obrębie tętnicy kręgowo-podstawnej [8].

Zaobserwowane lepsze rezultaty podczas stymulacji metodą hydrotransmisyjną w porównaniu z inwazyjną metodą tympanopunkcji mogą wynikać z liczby i regularności zabiegów z zastosowaniem elektrody solnej (3–4 zabiegi w tygodniu), co miało wpływ na poprawę trwałości efektu leczenia.

Mimo że elektrostymulacja w leczeniu szumów usznych stosowana jest już od prawie 200 lat, to ciągle nie jest jasny jej mechanizm działania, czy jest to tylko działanie maskujące szum, czy bezpośrednie supre-

syjne działanie poprzez zmianę potencjału np. błony podstawnej ślimaka? Casals i wsp. [4] uważają, że stymulacja prądem stałym powoduje hyperpolaryzację we włóknach nerwowych i w ten sposób hamuje spontaniczną aktywność będącą źródłem szumu usznego.

Korzystny wpływ tej metody może, naszym zdaniem, wynikać również z poprawy mikrokrążenia w uchu wewnętrznym [8].

## WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań i wieloletniego stosowania selektywnej elektrostymulacji w leczeniu szumów usznych można stwierdzić, że metoda ta może być stosowana w przypadkach, w których zawiodły inne metody leczenia szumów usznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Balkany T, Banti H. Direct electrical stimulation of the inner ear for the relief of tinnitus. *Am J Otol* 1987; 8 (3): 207–212.
- Bartnik G, Fabijańska A, Raj-Koziak D, Borawska B, Karpiesz L. Wyniki habituacji szumów usznych i nadwrażliwości słuchowej metodą Tinnitus Retraining Therapy *Otorinolaryngol* 2003; 2(2): 83–89.
- Buczyłko K, Ziemiński Z, Puzio J, Konopka W. Badania potencjałów ślimakowych świnek morskich poddanych elektrostymulacji narządu słuchu. *Biul WAM* 1988; 31 (1): 41–49.
- Casals Y, Negrevergne M, Aran JM. Electrical stimulation of the cochlea in man; hearing introduction and tinnitus suppression. *J Am Audiol Soc* 1978; 3: 209–213.
- Hause J W. Therapies for tinnitus. *Am J Otol* 1989; 10 (3): 163–165.
- Konopka W. Wykorzystanie elektrostymulacji do leczenia szumów usznych w odbiorczych uszkodzeniach słuchu. Praca Doktorska. WAM, Łódź 1986.
- Konopka W, Zalewski P, Olszewski J, Olszewska-Ziaber A, Pietkiewicz P. Wyniki leczenia uporczywych szumów usznych. *Otolaryngol Pol* 1997; 51 (Supl 24): 254–257.
- Konopka W, Zalewski P, Olszewski J, Olszewska-Ziaber A, Pietkiewicz P. Tinnitus suppression by electrical promontory stimulation (EPS) in patients with sensorineural hearing loss. *Auris Nasus Larynx* 2001; 28: 35–40.
- Kozłowski Z, Jankowski A, Durko M, Modzelewska-Radwan B. Wykorzystanie selektywnej elektrostymulacji terapeutycznej (SET) w leczeniu szumów usznych. *Otolaryngol Pol* 1999; 53 (Supl 30): 520–523.
- Latkowski B, Kubiczkowa J, Skibniewski P, Najwer K, Zalewski P, Buczyłko K. Original improvement of the technique of implantation of microelectrodes in cochlear deafness. *Minerva Otolaryngol* 1981; 1: 69–76.
- Latkowski B, Cieciora I, Kubiczkowa J, Zalewski P, Buczyłko K, Czyżewski I. Leczenie uporczywych szumów usznych elektrostymulacjami narządu słuchu. *Pol Tyg Lek* 1983; 28/29: 893–896.
- Latkowski B, Zini C, Kubiczkowa J, Sanno M, Zalewski P, Buczyłko K, i wsp. J. Leczenie elektrostymulacją szumów o etiologii związanej z toksycznym uszkodzeniem słuchu *Otolaryngol Pol* 1984; 38 Supl : 237–240.
- Latkowski B, Kubiczkowa J, Zalewski P, Buczyłko K, Durko T, Józwiak J, i wsp. Badania nad przydatnością elektrostymulacji do diagnostyki i leczenia uszkodzeń słuchu *Biul WAM* 1985; 28 (3): 236–255.
- Mielczarek M, Konopka W, Olszewski J. Hydrotransmisyjna elektrostymulacja narządu słuchu w leczeniu szumów usznych. *Otolaryngol Pol* 2007; 56 (5): 292–294.
- Okusa M, Shiraishi T, Kubo T, Matsunaga T. Tinnitus suppression by electrical promontory stimulation in sensorineural deaf patients. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993; 501: 54–58.

Adres autora:  
ul. Sucharskiego 2  
95-030 Rzgów  
Konopka@Achilles.wam.lodz.pl

Pracę nadesłano: 10.04.2008 r.  
Zaakceptowano do druku: 20.06.2008 r.