

# VPLIV POLŽEVEGA VSADKA NA ZMANJŠANJE TINITUSA PRI GLUHIH OSEBAH

## THE EFFECT OF COCHLEAR IMPLANTATION ON TINNITUS REDUCTION IN DEAF PATIENTS

Manca Kapus, dr. med., doc. dr. Saba Battelino, dr. med.

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinika za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo

### Izvleček

#### Izhodišča:

Tinitus je zelo pogost simptom pri bolnikih z obojestransko sensorinevralno izgubo sluha. Pri njih je rehabilitacija s polževim vsadkom (PV) še dodatna korist, saj se je elektrostimulacija polžka izkazala kot učinkovita metoda zdravljenja tinitusa. Z raziskavo smo želeli oceniti vpliv vstavitve PV na zmanjšanje tinitusa pri naših bolnikih.

#### Metode:

V našo retrospektivno raziskavo smo vključili 68 bolnikov, ki smo jim vstavili PV na Kliniki za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo v Ljubljani v letih 2005-2015; izključili smo bolnike, mlajše od 10 let. Iz zdravstvene dokumentacije bolnikov smo zbrali in statistično analizirali podatke o starosti, spolu, obdobju in vzrokih gluhosti, anamnestično pridobljene podatke o prisotnosti tinitusa pred vstavitvijo PV in po njej ter rezultate pooperativne tonske prazne avdiometrije poslušanja z uporabo PV.

#### Rezultati:

Povprečna starost bolnikov ob implantaciji je bila 40 let, povprečno obdobje gluhosti pa 18 mesecev. Pred vstavitvijo PV je bil tinitus prisoten pri 48 % bolnikov. Pri 84 % teh bolnikov je po vstavitvi PV prišlo do zmanjšanja tinitusa. Ugotovili smo, da je povezava med vstavitvijo PV in zmanjšanjem tinitusa statistično značilna ( $p < 0,001$ ). Tinitus je bil pogostejši med starejšimi kandidati za PV; razlika je bila statistično značilna, ko smo bolnike razdelili na mlajše in starejše od 40 let ( $p < 0,01$ ), 50 let ( $p < 0,05$ ) in 55 let ( $p < 0,05$ ). Med starostjo in slušno zaznavo s PV ter med obdobjem gluhosti in slušno zaznavo s PV nismo našli povezave.

### Abstract

#### Background:

*Tinnitus is highly prevalent among patients with bilateral sensorineural hearing loss. These patients benefit from cochlear implants (CI) not only regarding their auditory rehabilitation, but also regarding tinnitus, because electrostimulation of the cochlea has been shown to reduce tinnitus. The objective of the study was to determine the effect of cochlear implantation on tinnitus suppression among our patients.*

#### Methods:

*Our retrospective study was conducted on 68 patients who had undergone cochlear implantation at the Clinic of Otorhinolaryngology and Cervicofacial Surgery in Ljubljana between 2005 and 2015; patients younger than 10 years were excluded. We performed statistical analysis on data gathered from their medical records considering their age, gender, history of hearing loss, tinnitus complaints before and after cochlear implantation and results of postoperative pure tone audiometry with CI.*

#### Results:

*The mean age at the time of cochlear implantation was 40 years and the mean duration of hearing loss was 18 months. The prevalence of tinnitus before the implantation was 48 %. It was eliminated in 84 % of patients who complained of tinnitus before the surgery. This improvement was statistically significant ( $p < 0.001$ ). Tinnitus was more prevalent among older patients who complained of it prior to the surgery. The difference was statistically significant after we divided the patients into two groups – those younger and older than either 40 years ( $p < 0.01$ ), 50 years ( $p < 0,05$ ) or 55 years ( $p < 0.05$ ) of age. We did not find any correlation between age and hearing threshold with CI or between duration of hearing loss and hearing threshold with CI.*

**Zaključki:**

Med našimi kandidati za PV je bil tinitus pogost spremljajoč simptom hude naglušnosti ali gluhotе. Dokazali smo, da PV tem bolnikom ne le vrača zmožnost sluha, saj s PV v povprečju dosežejo slušni prag pri 30 dB, temveč tudi zmanjša tinitus.

**Ključne besede:**

tinitus; sensorinevralna izguba sluha; polžev vsadek; elektrostimulacija notranjega ušesa

**Conclusions:**

*Tinnitus was a common accompanying symptom of severe hearing loss or deafness among our candidates for CI. We have concluded that the patients not only achieved hearing threshold with an average of 30 dB with CI, but also benefited from the implantation regarding tinnitus suppression.*

**Keywords:**

*tinnitus; sensorineural hearing loss; cochlear implant; electrostimulation of the inner ear*

**UVOD**

Tinitus je fantomska slušna zaznava, ki se pojavi v odsotnosti zunanjih zvočnih dražljajev. Ločimo objektivni in subjektivni tinitus. Objektivni ali somatosenzorični tinitus je redek in ga povzroča zvok, ki nastaja znotraj telesa, kot je turbulentni tok krvi ali mišične kontrakcije v glavi. Ob primerni zvočni ojačitvi ga lahko sliši tudi preiskovalec, subjektivni tinitus pa sliši le bolnik (1).

Zaradi kroničnega tinitusa trpi 10-20 % odrasle populacije, 1-3 % pa ima hudo obliko, pri kateri so prisotne tudi motnje spanja, zmanjšana koncentracija, anksioznost in depresija (2-4). Tinitus je pogost simptom pri bolnikih z obojestransko hudo sensorinevralno naglušnostjo. Prevalenca tinitusa med bolniki z obojestransko izgubo sluha, ki so kandidati za polžev vsadek, je od 66 % do 86 % (5). Možni mehanizem nastanka tinitusa je kortikalna reorganizacija zaradi okvare polžka (6) oziroma je zaznava tinitusa posledica hiperaktivnosti centralnega slušnega sistema zaradi izgube aferentnih informacij iz polžka (7).

Pri zdravljenju tinitusa je pomemben pristop, usmerjen tako v odpravo pridruženih simptomov kot v obvladovanje tinitusa. Vključuje uporabo slušnih aparatov, ki zakrijejo tinitus, elektrostimulacijo notranjega ušesa, antidepresive, anksiolitike, vedenjsko terapijo in relaksacijske tehnike (8, 9). Vendar pa pri bolnikih s hudo sensorinevralno naglušnostjo običajna terapija s slušnimi aparati ali aparati za zakrivanje tinitusa ni koristna, saj takšna akustična stimulacija ne zagotovi dovolj dražljajev za obnovitev fiziološke funkcije znotraj centralnega slušnega sistema (10, 11).

Tako se je v zadnjih desetletjih skupaj s polževim vsadkom razvilo tudi zanimanje za zdravljenje tinitusa z elektrostimulacijo polžka (9). Polžev vsadek opravi transdukcijo z direktno električno stimulacijo slušnega živca (12) in je postal standardni način rehabilitacije ali habilitacije sluha bolnikov s hudo sensorinevralno naglušnostjo ali gluhotо, njegova sekundarna korist pa je možno zmanjšanje tinitusa po implantaciji (5, 13). Pri tem so verjetno vpleteni različni mehanizmi, kot so akustično maskiranje, direktna električna stimulacija slušnega živca, reorganizacija centralnih slušnih poti

in asociativnih možganskih področij (4, 14, 15) ter preusmeritev pozornosti s tinitusa zaradi zvečane pozornosti pri poslušanju s polževim vsadkom (16). V literaturi so opisane možnosti zdravljenja z elektrostimulacijo tudi na drugih mestih, kot so bobnič (17), promontorij (9), okroglo okence (11) in slušni živec (18, 19).

Z našo raziskavo smo želeli ugotoviti vpliv vstavitve polževega vsadka na tinitus pri odraslih bolnikih, ki smo jim v zadnjih desetih letih vstavili polžev vsadek na Kliniki za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo v Ljubljani, in rezultate primerjati z ugotovitvami tujih avtorjev. Zanimal nas je tudi vpliv dejavnikov, kot sta starost in obdobje gluhosti, na prisotnost tinitusa pred in po vsaditvi polževega vsadka ter na slušno zaznavo s polževim vsadkom.

**METODE**

V raziskavo smo vključili bolnike, ki smo jim v letih 2005–2015 na Kliniki za otorinolaringologijo in cervikofacialno kirurgijo v Ljubljani vstavili PV. Izključili smo bolnike, mlajše od 10 let, saj pri njih nismo pričakovali, da bi lahko primerno opisali morebitni tinitus.

Iz medicinske dokumentacije omenjenih bolnikov smo zbrali podatke o starosti, spolu, internističnih boleznih, rezultate objektivnih meritev, ki jih opravimo v sklopu priprave na implantacijo, izvide slikovnih preiskav, ugotovljene vzroke gluhosti, rezultate intraoperativnih meritev impedance elektrode v polžku in merjenje stapedius refleksa ter električnega odgovora slušnega živca, morebitne operativne zaplete, anamnestično pridobljene podatke o prisotnosti tinitusa pred in po vstavitvi PV ter rezultate pooperativne tonske prazne avdiometrije poslušanja z uporabo PV, pri kateri smo za slušni prag izračunali povprečje izmerjenih vrednosti pri štirih govornih frekvencah (500, 1000, 2000 in 4000 Hz).

Za analizo podatkov smo uporabili statistični program SPSS 16 (IBM, Chicago, Illinois, ZDA). Za mejo statistične značilnosti smo določili  $p < 0,05$ . Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (dne 30. 5. 2015, številka odločbe 21/06/15).

## REZULTATI

### Opis bolnikov

V raziskavo smo vključili 68 bolnikov, od tega 37 žensk (54 %) in 31 moških (46 %). Povprečna starost bolnikov ob implantaciji je bila 39,6 let (SD 19 let, mediana 37,8 let, razpon 10 - 80 let), povprečno obdobje gluhosti pa 18 mesecev (SD 18 mesecev), kar je prikazano v Tabeli 1. Najpogostejši vzroki gluhosti so bili napredujoča izguba sluha neznanega vzroka (46 %) in genetski vzroki (19 %).

**Tabela 1:** Klinične značilnosti bolnikov, vključenih v raziskavo.

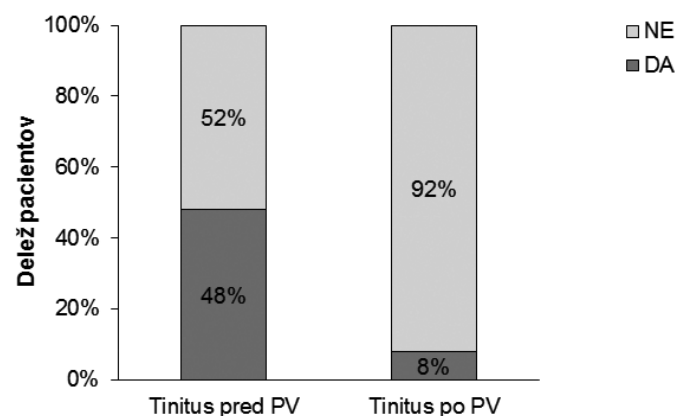
Kandidati za PV	
Spol (M/Ž)	31/37
Povprečna starost ob vstavitvi PV	39,6 let ± 19 let
Povprečno obdobje gluhosti	18 mesecev ± 18 mesecev
Prisotnost tinitusa pred PV	48 %
Odsotnost tinitusa pred PV	52 %

Legenda: PV – polžev vsadek

### Polžev vsadek in tinitus

Podatke o prisotnosti tinitusa pred in po vstavitvi PV smo pridobili od 66 bolnikov; od tega jih je 32 (48 %) navedlo tinitus pred implantacijo, 34 (52 %) pa ga pred implantacijo ni imelo. Po vstavitvi PV je tinitus navedlo le 5 bolnikov iz skupine, ki ga je imela pred operacijo (Slika 1). Pri nobenem od bolnikov se tinitus ni pojavil šele po implantaciji in pri nobenem ni prišlo do poslabšanja tinitusa po implantaciji PV.

Pri 84 % bolnikov s tinitusom pred operacijo je po vstavitvi PV prišlo do odprave le- tega. Ugotovili smo, da gre za statistično značilno povezavo med vstavitvijo PV in odpravo tinitusa ( $p < 0,001$ ). Med bolniki, ki so po implantaciji še imeli tinitus, so trije navedli občutno zmanjšanje tinitusa.

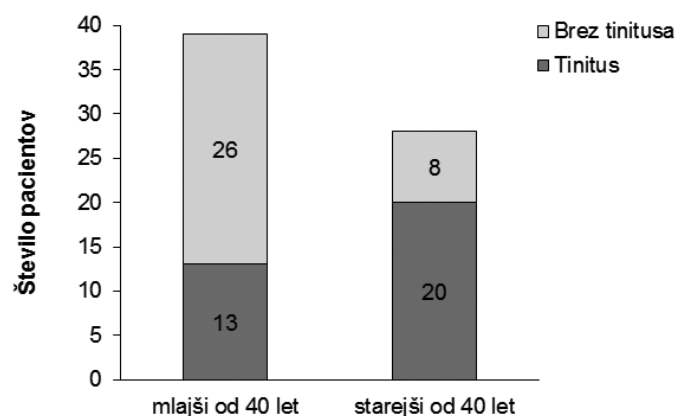


**Slika 1:** Prisotnost tinitusa pri kandidatih za PV pred in po vstavitvi PV.

### Starost in tinitus

Povprečna starost bolnikov, ki so pred operacijo imeli tinitus, je bila višja od povprečne starosti bolnikov, ki tinitusa pred operacijo niso navedli, in sicer 46,3 let v skupini s tinitusom in 32,4 let v skupini brez tinitusa, a statistično razlika ni bila značilna ( $p=0,20$ ).

Bolnike smo nato razdelili v dve številčno primerljivi skupini, in sicer na mlajše in starejše od 40 let, kar je bila tudi povprečna starost bolnikov, vključenih v raziskavo. Pred vstavitvijo PV je bil tinitus statistično značilno pogostejši v starejši skupini,  $p < 0,01$  (Slika 2). Razlika je bila statistično značilna tudi, ko smo bolnike razdelili na mlajše in starejše od 50 let ( $p < 0,05$ ) oziroma 55 let ( $p < 0,05$ ).



**Slika 2:** Prisotnost tinitusa pri kandidatih za PV, mlajših in starejših od 40 let.

### Slušna zaznava s PV

Slušni prag na implantiranem ušesu pri naših prejemnikih PV je bil med 20-55 dB, v povprečju 30 dB. Med starostjo ob implantaciji in slušno zaznavo s PV nismo našli statistično značilne korelacije. Enako velja za obdobje gluhosti in slušno zaznavo s PV.

Prav tako nismo našli povezave med slušno zaznavo s PV in tinitusom. Povprečna slušna zaznava skupine bolnikov, ki pred operacijo ni imela tinitusa, in skupine, ki je tinitus navedla, se ni razlikovala.

## RAZPRAVA

Pri bolnikih, ki smo jih vključili v našo raziskavo, je tinitus pred operacijo navedlo 48 %. V literaturi je prevalenca tinitusa med kandidati za PV 66 - 90 % (5, 20, 21). Naš manjši delež je verjetno posledica tega, da je bila večina naših bolnikov mlajših odraslih, le 16 % jih je bilo starejših od 60 let. Tinitus je namreč pogostejši pri starejših odraslih in ga v 85 % spremlja naglušnost (22, 23).

Z našo raziskavo smo dokazali statistično značilno povezavo med vstavitvijo PV in odpravo tinitusa, ki jo je navedlo 84 % bolnikov. Rezultati so primerljivi z rezultati v tuji literaturi, v kateri avtorji

navajajo supresijo tinitusa po implantaciji pri 34 – 93 % (21). Pri nobenem od naših bolnikov ni prišlo do poslabšanja ali novo nastalega tinitusa po vstavitvi PV, vendar pa je po podatkih iz literature pojavnost takih primerov od 3 % do 5 % (24).

Možnih vzrokov za zmanjšanje tinitusa po vstavitvi PV je več. Elektrostimulacija spremeni oziroma popravi patološki periferni vnos informacij iz polžka, ki naj bi bil odgovoren za nastanek tinitusa prek posledičnih sprememb v centralnem živčnem sistemu (9). Mehanizem reorganizacije centralnih slušnih poti je najverjetneje odgovoren za zmanjšanje tinitusa po vsaj pol leta od vstavitve PV. Mnogo prejemnikov PV pa zazna zmanjšanje ali odpravo tinitusa takoj po vstavitvi PV - pri teh sta najverjetnejša mehanizma akustično maskiranje in neposredna električna stimulacija. K zmanjšanju tinitusa lahko pripomorejo tudi pozitivna pričakovanja kandidatov za PV in boljša kakovost življenja po vstavitvi PV, kar zmanjša anksioznost in depresijo ter tako vpliva na stopnjo zaznave tinitusa (10, 24).

V tuji literaturi se v zadnjih letih omenja tudi možnost vstavitve PV za zdravljenje zgolj enostranske naglušnosti in tinitusa pri takšnih bolnikih (25-27). Obetavne rezultate pa so pokazale tudi raziskave, v katerih so predstavili možnost implanta z elektrodo, ki ne predira okroglega okenca, za bolnike z rezistentnim tinitusom in hkratno zmerno naglušnostjo, ki še niso kandidati za PV (11), ter implanta v srednjem ušesu za zdravljenje tinitusa, ki bi brezžično stimuliral promotorij (9). Vse omenjene raziskave potrjujejo, da je elektrostimulacija notranjega ušesa učinkovita metoda za zdravljenje tinitusa.

Pri bolnikih, vključenih v našo raziskavo, smo ugotovili, da je tinitus pogostejši med starejšimi kandidati za PV. Ko smo primerjali povprečno starost pri bolnikih z in brez tinitusa pred implantacijo, je bila pri prvih povprečna starost višja, a razlika ni bila statistično značilna. Če pa smo bolnike razdelili na mlajše in starejše od 40 let, je bil tinitus statistično značilno pogostejši v starejši skupini; do enakega zaključka smo prišli, ko smo ločnico postavili pri 50 in 55 letih. Če smo jo postavili pri 60 letih, je bil tinitus še vedno pogostejši v starejši skupini, a statistično ta razlika ni bila značilna. To lahko pripišemo starostni razporeditvi naših bolnikov z že prej omenjenim manjšim deležem starejših od 60 let.

Med starostjo in izboljšanjem tinitusa po implantaciji nismo mogli najti povezave, ker je tinitus po vstavitvi PV navedlo le 5 bolnikov; statistično sklepanje je bilo tako zaradi majhnosti vzorca neizvedljivo. Bovo in sodelavci (24) v svoji raziskavi te povezave niso našli, prav tako ne tudi korelacije med slušnim pragom s PV in zmanjšanjem tinitusa.

V naši skupini kandidatov za PV nismo našli povezave med starostjo in slušno zaznavo s PV, kar se sklada z rezultati tujih raziskav, pri katerih so ugotovili, da starost ob implantaciji ni napovedni dejavnik za stopnjo slušnosti s PV pri odraslih, ki so oglušeli po razvoju govora (28, 29).

Med obdobjem gluhosti in slušno zaznavo s PV prav tako nismo našli povezave, čeprav naj bi bil po podatkih iz literature boljši izid implantacije povezan s krajšim obdobjem hude naglušnosti (30).

## ZAKLJUČEK

Tinitus je pogost spremljajoč simptom hude naglušnosti ali gluhoste in lahko pomembno dodatno vpliva na kakovost življenja, ki je že zmanjšanja zaradi slušne prizadetosti. Mnoge študije tujih avtorjev so dokazale dodatne prednosti zdravljenja takšnih bolnikov z vstavitvijo polževega vsadka. Tudi s pregledom naših podatkov o prisotnosti tinitusa pri kandidatih in kasneje prejemnikih polževega vsadka ugotavljamo, da slednji ne le vrača slušnost, saj se s prazno tonsko avdiometrijo v povprečju doseže zaznavo zvoka v štirih govornih frekvencah pri 30 dB, ampak tudi zmanjša tinitus.

## Literatura:

1. Møller AR. Pathophysiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003; 36 (2): 249–66, v-vi.
2. Axelsson A, Ringdahl A. Tinnitus-a study of its prevalence and characteristics. *Br J Audiol.* 1989; 23 (1): 53–62.
3. Heller AJ. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003; 36 (2): 239–48.
4. Eggermont JJ, Roberts LE. The neuroscience of tinnitus. *Trends Neurosci.* 2004; 27 (11): 676–82.
5. Quaranta N, Wagstaff S, Baguley DM. Tinnitus and cochlear implantation. *Int J Audiol.* 2004; 43 (5): 245–51.
6. Salvi RJ, Lockwood AJ, Burkard R. Neural plasticity and tinnitus. V: Tyler RS. *Tinnitus handbook.* San Diego: Singular. 2000: 123–48.
7. Reyes SA, Salvi RJ, Burkard RF, Coad ML, Wack DS, Galantowicz PJ, et al. Brain imaging of the effects of lidocaine on tinnitus. *Hear Res.* 2002; 171 (1-2): 43–50.
8. Folmer RL, Carroll JR. Long-term effectiveness of ear-level devices for tinnitus. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 134 (1): 132–7.
9. Perez R, Shaul C, Vardi M, Muhanna N, Kileny PR, Sichel JY. Multiple electrostimulation treatments to the promontory for tinnitus. *Otol Neurotol.* 2015; 36 (2): 366–72.
10. Ruckenstein MJ, Hedgepeth C, Rafter KO, Montes ML, Bigelow DC. Tinnitus suppression in patients with cochlear implants. *Otol Neurotol.* 2001; 22 (2): 200–4.
11. Wenzel GI, Sarnes P, Warnecke A, Stöver T, Jäger B, Lesinski-Schiedat A, et al. Non-penetrating round window electrode stimulation for tinnitus therapy followed by cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015; 272 (11): 3283–93.
12. Kladnik K, Vatovec J. Rehabilitacija oseb z okvaro sluha. *Rehabilitacija* 2004; 3 (3-4): 86–9.
13. Baguley DM, Atlas MD. Cochlear implants and tinnitus. *Prog Brain Res.* 2007; 166: 347–55.
14. Giraud AL, Price CJ. The constraints functional neuroimaging places on classical models of auditory word processing. *J Cogn Neurosci.* 2001; 13 (6): 754–65.

15. Herraiz C, Diges I, Cobo P, Aparicio JM. Cortical reorganisation and tinnitus: principles of auditory discrimination training for tinnitus management. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2009; 266 (1): 9–16.
16. Andersson G, Freijd A, Baguley DM, Idrizbegovic E. Tinnitus distress, anxiety, depression, and hearing problems among cochlear implant patients with tinnitus. *J Am Acad Audiol.* 2009; 20 (5): 315–9.
17. Kuk FK, Tyler RS, Rustad N, Harker LA, Tye-Murray N. Alternating current at the eardrum for tinnitus reduction. *J Speech Hear Res.* 1989; 32 (2): 393–400.
18. Bartels H, Staal MJ, Holm AF, Mooij JJ, Albers FW. Long-term evaluation of treatment of chronic, therapeutically refractory tinnitus by neurostimulation. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2007; 85 (4): 150–7.
19. Holm AF, Staal MJ, Mooij JJ, Albers FW. Neurostimulation as a new treatment for severe tinnitus: a pilot study. *Otol Neurotol.* 2005; 26 (3): 425–8.
20. Quaranta N, Fernandez-Vega S, D'Elia C, Filipo R, Quaranta A. The effect of unilateral multichannel cochlear implant on bilaterally perceived tinnitus. *Acta Otolaryngol.* 2008; 128 (2): 159–63.
21. Miyamoto RT, Bichey BG. Cochlear implantation for tinnitus suppression. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003; 36 (2): 345–52.
22. Kim DK, Bae SC, Park KH, Jun BC, Lee DH, Yeo SW, et al. Tinnitus in patients with profound hearing loss and the effect of cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013; 270 (6): 1803–8.
23. Hall DA, Láinez MJ, Newman CW, Sanchez TG, Egler M, Tennigkeit F, Koch M, et al. Treatment options for subjective tinnitus: self report from a sample of general practitioners and ENT physicians within Europe and the USA. *BMC Health Serv Res.* 2011; 11: 302.
24. Bovo R, Ciorba A, Martini A. Tinnitus and cochlear implants. *Auris Nasus Larynx.* 2011; 38 (1): 14–20.
25. Távora-Vieira D, Marino R, Krishnaswamy J, Kuthbutheen J, Rajan GP. Cochlear implantation for unilateral deafness with and without tinnitus: a case series. *Laryngoscope.* 2013; 123 (5): 1251–5.
26. Arts RA, George EL, Stokroos RJ, Vermeire K. Review: cochlear implants as a treatment of tinnitus in single-sided deafness. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012; 20 (5): 398–403.
27. Távora-Vieira D, Marino R, Acharya A, Rajan GP. The impact of cochlear implantation on speech understanding, subjective hearing performance, and tinnitus perception in patients with unilateral severe to profound hearing loss. *Otol Neurotol.* 2015; 36 (3): 430–6.
28. Herzog M, Schon F, Muller J, Knaus C, Scholtz L, Helms J. Long-term results after cochlear implantation in elderly patients. *Laryngorhinootologie.* 2003; 82 (7): 490–3.
29. Olze H, Gräbel S, Förster U, Zirke N, Huhnd LE, Haupt H, et al. Elderly patients benefit from cochlear implantation regarding auditory rehabilitation, quality of life, tinnitus and stress. *Laryngoscope.* 2012; 122 (1): 196–203.
30. UK Cochlear Implant Study Group. Criteria of candidacy for unilateral cochlear implantation in postlingually deafened adults I: theory and measures of effectiveness. *Ear Hear.* 2004; 25 (4): 310–35.