

---

UDK 611.85-053.9  
616-053.9:159.932  
Izvorni znanstveni rad

---

Prihvaćeno 20.06.1999.

**Borut Marn**  
Klinika za dječje bolesti "Zagreb", Zagreb  
Hrvatska

## ZAŠTO SLABIJA RAZUMLJIVOST KOD PREZBIAKUZIJE ?

### SAŽETAK

*Promjene koje su posljedica prezbiakuzije opisane su na svim razinama slušnog puta, samo ne postoji slaganje gdje su promjene najčešće, mijenja li se lokalizacija oštećenja s porastom životne dobi i zašto je razumijevanje govora sve slabije.*

*Metodom slučajnog uzorka ispitano je ukupno 106 osoba između 60 i 99 godina (72% žena), podijeljenih u četiri dobne skupine. Nalazi slušnih potencijala moždanog debla uspoređeni su s nalazima tonskog audiograma, razlikovnih pragova visine i trajanja tonova različitih frekvencija, razumljivosti riječi u standardnoj, usporenoj i otežanoj govornoj audiometriji, razumljivosti rečenica standardne brzine i ubrzanih rečenica kao i rečenica davanih naizmjenično na desno i lijevo uho.*

*Usporedba rezultata pretraga i statistička obrada pokazala je da se s povećanjem životne dobi pravilno pogoršava periferna razina sluha i to zbog oštećenja receptora, da su promjene spiralnoga ganglija i subkortikalnih struktura rijetke i nisu povezane s dobi, a da su kortikalne promjene najizraženije i prevladavaju nad receptornim. Standardna govorna audiometrija uglavnom odgovara oštećenju receptora i dosta je neosjetljiva na centralne smetnje slušanja, a otežana govorna audiometrija, ispitivanje razumljivosti ubrzanih rečenica i rečenica davanih naizmjenično na desno i lijevo uho najbolje pokazuju prisustvo centralnih smetnji.*

**Ključne riječi:** razumljivost, prezbiakuzija, govorna audiometrija, evocirani potencijali moždanog debla

---

## 1. UVOD

Obično se terminom prezbiakuzija označava obostrano simetrično slabljenje sluha u višim frekvencijama koje s godinama progredira, a tek poslije zahvaća srednje i niže frekvencije. Neki smatraju da slabljenje sluha u visokim frekvencijama počinje već nakon 20. godine, a da se teškoće u komunikaciji počinju uočavati nakon 50. godine života (Baker, 1986; Tičinović, 1991).

Jačina prezbiakuzije uobičajeno se procjenjuje prema nalazu slušne razine u tonskom audiogramu. Ipak, iskustvo pokazuje da često stariji ljudi sa sličnim nalazom tonskog audiograma koji može biti i gotovo uredan, imaju vrlo različitu jačinu smetnji u slušnoj komunikaciji, pa nalaz tonskog audiograma samo djelomice objašnjava te smetnje.

Brojni istraživači pokušavaju objasniti uzrok dodatnih teškoća u slušanju u starijoj dobi, naći mjesto u slušnom putu gdje se promjene zbivaju, predložiti postupak njihova najjednostavnijeg potpunog otkrivanja te pomoći da se te teškoće funkcionalno prevladaju.

Neka istraživanja pokazala su da s povećanjem životne dobi sve više preteže centralni sastojak smetnji slušanja, kao i da se frekvencijski sužava govorno područje slušanja, prvenstveno kao posljedica centralnog biranja boljeg frekvencijskog područja, a zbog brže obrade podataka (Perović, 1993).

U prezbiakuziji su opisane promjene u gotovo svim strukturama slušnog puta: u mehaničkim dijelovima srednjeg i unutarnjeg uha, u vaskularnim strukturama unutarnjeg uha, u receptorima, kao i u neuralnim strukturama unutarnjeg uha, slušnom živcu i središnjem slušnom sustavu (SSS). Iako brojni radovi proučavaju promjene u slušanju kao posljedicu starenja, još se ne zna pouzdano mjesto promjena odgovornih za slabije razumijevanje govora (Van Rooij i sur., 1989).

## 2. CILJ RADA

Sve strukture slušnog sustava važne su za dobro razumijevanje, i smetnje i na nižim razinama mogu izazvati lošije razumijevanje.

Cilj je bio istražiti na kojoj razini su promjene najčešće, mijenja li se lokalizacija oštećenja s porastom životne dobi i oštećenje kojih struktura uzrokuje sve slabije razumijevanje govora. Osobito su nas zanimali subkortikalni dijelovi SSS-a i njihova funkcionalna povezanost s promjenama u nižim i višim strukturama.

## 3. ISPITANICI I METODOLOGIJA ISPITIVANJA

Ispitanici su odabrani tako da:

1. nemaju bolesti koje mogu značajnije promijeniti rezultate ispitivanja, da nisu nepokretni, teže psihički i fizički bolesni da ne bi mogli surađivati; ispitivanje nije obuhvatilo osobe koje bi sudjelovanje u istraživanju izrazito opterećivalo

2. rado pristaju na ispitivanje.

Ispitano je ukupno 109 osoba starijih od 60 godina, među kojima je bilo 79 (72%) žena:

DOB (god.)	BROJ ISPITANIKA	
	žene	muškarci
60-69	15	4
70-79	24	12
80-89	32	13
90-99	8	1
<b>ukupno</b>	<b>79</b>	<b>30</b>

Ispitanici su podijeljeni u četiri dobne skupine. Nisu bili pravilno raspoređeni po dobnim skupinama; najmanje ih je bilo starijih od 90 godina. Osim toga, više je bilo žena. Svakom ispitaniku objašnjen je program pretraga i svaki je potpisao suglasnost.

Učinjene su sljedeće pretrage:

- tonski audiogram (TA) - na poseban način izračunat je kapacitet tonskog audiograma (KAPTA) koji pokazuje postotak preostale funkcije za čujnost tonova, a koristan je najviše za usporedbu s kapacitetom razumljivosti (KAPRA) u govornim audiogramima
- ispitivanje razlikovnog praga visine tona ( $\Delta f$ ) i trajanja tona ( $\Delta t$ )
- slušni cvocirani potencijali moždanog debla (ABR) uz učestalost podražaja od 11 i 65 podražaja/s
- ispitivanje razumljivosti u govornim audometrijama:
  1. standardni govorni audiogram (SGA)
  2. usporeni govorni audiogram (UGA)
  3. otežani govorni audiogram (OGA)

Rezultati su prikazani tako da je na poseban način (Perović, 1993; Šindija, 1993) izračunat kapacitet razumljivosti (KAPRA), a koji pokazuje postotak sačuvane razumljivosti.

4. razumljivost rečenica standardne brzine (RS)
5. razumljivost ubrzanih rečenica (RU)
6. razumljivost rečenica izmjenično prebacivanih s jednog uha na drugo (RASP).

Metodologija svih pretraga opisana je ranije (Marn, 1998).

Ispitivanje svih varijabli pokazalo je da su one pravilno distribuirane pa smo za prikaz uzoraka za sve varijable koristili deskriptivnu statistiku.

Za sve statističke analize korišten je statistički paket SPSS/PC+. Za uspoređivanje pojedinih varijabli s obzirom na spol korišten je, prvenstveno zbog relativno malog uzorka, Mann-Whitney-Wilcoxonov test sume rangova s predznacima.

Medusobna korelacija pojedinih varijabli unutar skupina testirala se pomoću Pearsonova testa korelacije. Nakon utvrđivanja povezanosti varijabli unutar skupina, ispitana je povezanost ABR-a i ostalih varijabli multiplom linearnom regresijskom analizom.

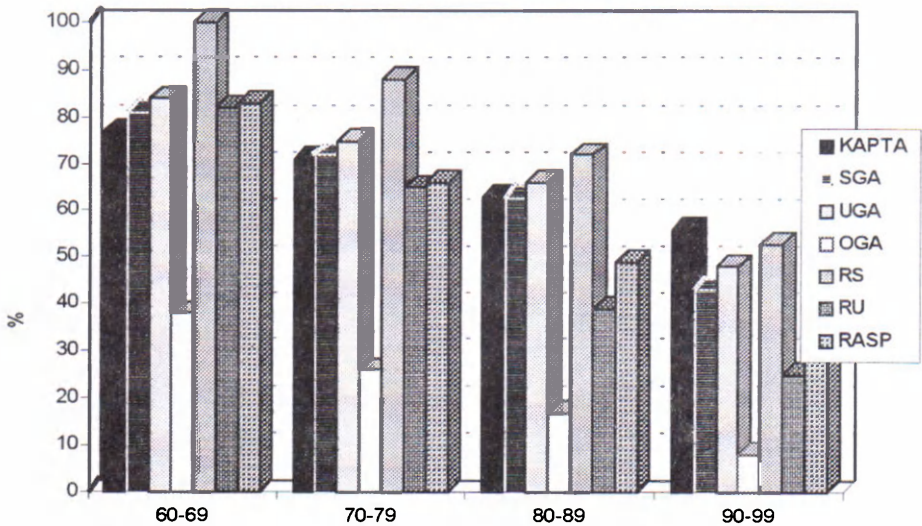
#### 4. REZULTATI ISPITIVANJA

Pretragama su se ispitale funkcionalne sposobnosti koje ovise o različitim razinama slušnog puta: perifernoj (TA, KAPTA), subkortikalnoj ( $\Delta f$ ,  $\Delta t$ , ABR) i kortikalnoj razini (SGA, UGA, OGA, RS, RU, RASP).

Nije bilo značajne razlike u varijablama prema spolu, osim u vrijednostima meduvalnih latencija (IPL-a) u ABR-u: u žena su te vrijednosti bile značajno kraće negoli u muškaraca ( $P < 0.05$ ).

Budući da nije bilo razlike prema spolu u ostalim varijablama, ostali su rezultati pretraga uzeti skupno za oba spola.

Prosječno se oštećenje povećavalo s povećanjem dobi za sve slušne sposobnosti, ali ne jednako (slika 1).



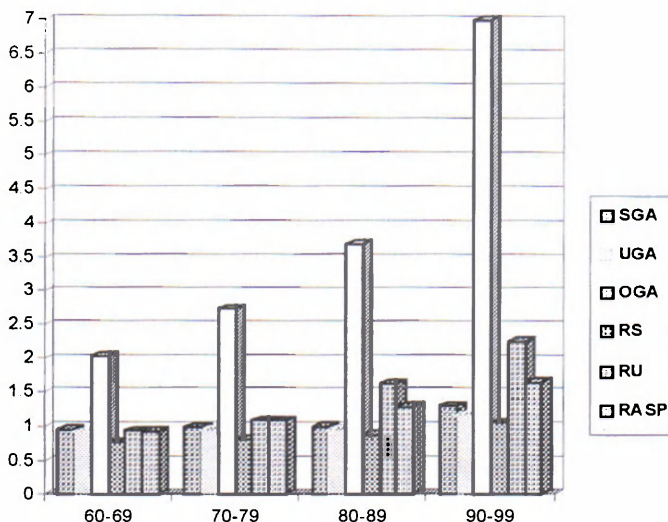
**Slika 1.** Prosječna sačuvanost sluha i slušanja u promatranim dobnim skupinama

**Figure 1.** Average residual function of hearing by age group

Podjednako je padala funkcija u TA, KAPTA te KAPRA SGA i UGA. KAPRA OGA bio je smanjen već u prvoj ispitivanoj dobnj skupini (60-69 godina) na 38%, a najmanji je bio u najstarijoj skupini (8%). Razumljivost ubrzanih rečenica i RASP-a najbrže se smanjivala s porastom životne dobi (RU od 82% na 25%,

RASP od 83% na 34%), dok je pad razumljivosti rečenica standardne brzine (RS) bio najmanji. Rasap u vrijednosti, pogotovo u ispitivanjima razumljivosti govora, bio je veći što su ispitanici bili stariji.

Da bi se prikazao odnos pada kapaciteta za tonove i za razumljivost u govornim testovima s obzirom na životnu dob, postotak KAPTA-e podijeljen je s postotkom KAPRA-c govornih testova (slika 2).



**Slika 1.** Odnos kapaciteta za tonove i govornih testova (KAPTA / X).

X = kapacitet razumljivosti govornih tekstova i razumljivosti rečenice

**Figure 2.** Relationship between pure tone capacity (KAPTA) and speech audiometries (KAPTA / X)

X = intelligibility for phonetically balanced words and sentences

Ako se odnos približavao vrijednosti 1, moglo se tumačiti da su funkcije podudarne. Pad razumljivosti u SGA i UGA u najvišim dobnim skupinama odgovarao je oštećenju sluha, pa je slabo pokazao efekt starenja. U otežanim pretragama, kao što su OGA, RU i RASP, bio je vidljiv u svim dobnim skupinama jači pad od očekivanog prema stanju sluha u TA. Utjecaj dobi najjočitiji je bio u OGA: pad razumljivosti brzo se pogoršavao u odnosu na periferno oštećenje sluha. Odnos je rastao od 2 na 7 u najstarijoj skupini. Razumljivost rečenica standardne brzine (RS), najmanje je pokazivala promjene rastom životne dobi.

Ispitivanje statističke povezanosti (korelacije) između pojedinih promatranih varijabli zajedno za oba spola prikazano je na tablici 1

	DOB	TA	KAPTA	$\Delta f_{0.25}$	$\Delta \Pi$	$\Delta f_4$	$\Delta t_{kr}$	$\Delta t_{du}$	I-III 11	III-V 11	I-V 11	I-III 65	III-V 65	I-V 65	SGA	UGA	OGA	RS	RU	RASP
DOB	1.0000	0.4470**	0.4999**	0.0260	-0.120*	-0.0596	0.1560	0.1385	0.0572	0.0042	0.0450	-0.0559	0.1613	0.0814	0.4393**	0.4417**	0.5145**	-0.5250**	-0.4760**	-0.2546*
TA	0.4470**	1.0000	0.9169**	0.1680	0.0713	-0.0840	0.1767	0.1062	-0.1076	0.1062	0.0014	-0.0185	0.0875	0.0056	0.8975**	0.8804**	0.6607**	-0.7169**	-0.7390**	-0.6386**
KAPTA	0.1999**	0.9169**	1.0000	0.1668	0.0622	0.0981	0.1679	0.1354	-0.1645	0.1497	-0.0061	-0.0547	0.0403	-0.0520	0.8600**	0.8510**	0.6952**	-0.6596**	-0.6500**	-0.6741**
$\Delta f_{0.25}$	0.0260	0.1680	0.1668	1.0000	0.2686*	0.2098	-0.0008	0.1198	0.0199	-0.0996	-0.0710	-0.0378	-0.1016	-0.1313	0.1631	0.1796	0.0220	-0.1263	0.0453	-0.0619
$\Delta \Pi$	-0.120*	0.0713	0.0622	0.2686*	1.0000	0.5297**	0.1246	0.1204	-0.0187	0.0622	0.0365	0.0144	0.0554	0.0745	0.1416	0.1674	-0.1227	0.0640	0.1242	0.1317
$\Delta f_4$	-0.0596	-0.0840	-0.0981	0.2098	0.5297**	1.0000	0.1274	0.1145	-0.0068	0.0503	0.0390	0.0607	0.0939	1.2410	0.0166	0.0192	-0.0562	0.0957	0.2359	0.2193
$\Delta t_{kr}$	0.1560	0.1767	0.1679	-0.0008	0.1246	0.1274	1.0000	0.2837*	-0.1423	0.1175	-0.0064	-0.1126	0.3569*	0.2008	0.2113	0.2549*	0.1018	-0.1901	-0.1887	-0.2020
$\Delta t_{du}$	0.1385	0.1062	0.1354	0.1198	0.1204	0.1145	0.2837*	1.0000	0.1041	0.0531	0.1259	0.0849	0.2127	0.1919	0.0722	0.1383	-0.0612	-0.0614	-0.0985	-0.0277
I-III 11	0.0572	-0.1077	-0.1645	0.0199	-0.0187	-0.0068	-0.1423	0.1041	1.0000	-0.1949	0.6022**	0.7738**	-0.0066	0.4414**	-0.1279	-0.1383	0.0371	0.0304	-0.0062	0.1378
III-V 11	0.0042	0.1062	0.1497	-0.0996	0.0622	0.0503	0.1175	0.0531	-0.1949	1.0000	0.6656**	-0.0417	0.5391**	0.3984**	0.1521	0.1688	0.0413	-0.0818	-0.0707	-0.0783
I-V 11	0.0450	0.0014	-0.0061	-0.0710	0.0365	0.0398	-0.0064	0.1259	0.6022**	0.6656**	1.0000	0.5393**	0.4468**	0.6613**	0.0246	0.0298	0.0581	-0.0394	-0.0607	0.0541
I-III 65	-0.0559	-0.0185	-0.0547	-0.0378	0.0144	0.0607	-0.1126	0.0849	0.7738**	-0.0417	0.5393**	1.0000	0.0676	0.6365**	-0.0803	-0.0934	0.0344	0.1759	-0.0344	0.0076
III-V 65	0.1613	0.0875	0.0403	-0.1046	0.0554	0.0939	0.3569*	0.2127	-0.0066	0.5391**	0.4468**	0.0676	1.0000	0.8126**	0.1042	0.0799	0.0430	-0.0517	0.0518	-0.0415
I-V 65	0.0814	0.0056	-0.0520	-0.1313	0.0745	0.1241	0.2008	0.1919	0.4414**	0.3981**	0.6613**	0.6365**	0.8126**	1.0000	-0.0214	-0.0288	0.0353	0.1067	0.0263	0.0021
SGA	0.4393**	0.8975**	0.8600**	0.1631	0.1416	0.0166	0.2113	0.0722	-0.1279	0.1521	0.0246	-0.0803	0.1042	-0.0214	1.0000	0.9458**	0.6996**	-0.7010**	-0.6901**	-0.5845**
UGA	0.4417**	0.8804**	0.8510**	0.1796	0.1674	0.0192	0.2549*	0.1383	-0.1383	0.1688	0.0298	-0.0934	0.0799	-0.0288	0.9458**	1.0000	0.6498**	-0.6933**	-0.6699**	-0.5613**
OGA	0.5145**	0.6607**	0.6952**	0.0220	-0.1227	-0.0562	0.1016	0.0642	0.0371	0.0413	0.0581	0.0344	0.0430	0.0353	0.6996**	0.6498**	1.0000	-0.5245**	-0.5889**	-0.5788**
RS	-0.5250**	-0.7169**	-0.6596**	-0.1263	0.0640	0.0957	-0.1913	0.0614	0.0304	-0.0818	-0.0394	0.1759	-0.0517	0.1067	-0.7010**	-0.6933**	-0.5245**	1.0000	0.7207**	0.6023**
RU	-0.4760**	-0.6386**	-0.6500**	0.0453	0.1242	0.2359	-0.1887	-0.0985	0.0062	-0.0707	-0.0607	-0.0344	0.0518	0.0263	-0.6901**	-0.6699**	-0.5889**	0.7207**	1.0000	0.6674**
RASP	0.2546*	-0.6364**	-0.6741**	-0.0619	0.1317	0.2193	-0.2020	-0.0277	0.1378	-0.0783	0.0541	0.0076	-0.0415	0.0021	-0.5845**	-0.5613**	-0.5788**	0.6023**	0.6674**	1.0000

Tablica 1. Korelacija varijabli za oba spola zajedno (značajnost korelacije: \* $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ )

Table 1. Correlations among variables for both genders (probability \* $p < 0.01$  \*\* $p < 0.001$ )

## 5. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Različitim funkcionalnim pretragama sluha i slušanja pokušava se što bolje razumjeti fiziologija i patofiziologija slušanja u starijoj dobi. Teškoća u interpretaciji nalaza jest u tome što su sve razine slušnog puta međuovisne: funkcija viših struktura ovisi o funkciji nižih, a i obrnuto - disfunkcija na višim razinama može uzrokovati i slabiju funkciju nižih (sjetimo se samo uloge eferentnog sustava na selektivno slušanje). Ova međuovisnost jamačno je i uzrokom različitih interpretacija nalaza audioloških pretraga u starijih osoba u različitim autorima.

Iako tonska audiometrija pokazuje uglavnom samo stanje periferije, mnogi je smatraju osnovnom pretragom jer ističu senzoričku (a ne retrokohlearnu) prirodu prezbiakuzije (Arnesen, 1982; Johnson i sur., 1990). Neki nalaze u tome uzrok i slabije frekvencijske (Pauler i sur., 1986; Matschke, 1991) i vremenske (Lutman, 1991) analize zvučnih podražaja u prezbiakuziji, a ove uzrokom slabije razumljivosti govora. Za razliku od njih, neki smatraju da promjene u receptorima (dakle, i u tonskom audiogramu), nisu bitne u prezbiakuziji, nego su važnije one retrokohlearne (Schuknecht i Gacck, 1993). Retrokohlearne smetnje posve sigurno mogu uzrokovati velike smetnje u razumljivosti, samo je pitanje koliko su one česte (Arnesen, 1982).

Mnogi ističu centralnu simptomatologiju promjena slušanja s porastom životne dobi (Plomp, 1986; Stach i sur., 1990; Tyberghcin, 1996), ali ne objašnjavaju gdje se promjene zbivaju.

Prema rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti:

1. S povećanjem životne dobi pogoršava se periferna razina sluha, najčešće zbog oštećenja receptora pužnice

2. Pogoršanje perifernog sluha uglavnom je odgovorno za sve slabiju razumljivost u standardnom govornom audiogramu (SGA).

3. Razlikovni prag visine tona nije značajno povezan ni s pretragama perifernog sluha ni s pretragama centralnijih struktura, pa jamačno ovisi o više faktora pomalo. Razlikovni prag trajanja tona više je vezan za centralne mehanizme slušanja od razlikovnih pragova visine tona. Ipak, nije naden značajan odnos te sposobnosti sa životnom dobi, niti je očita i nedvojbeno povezanost s nalazima drugih pretraga.

4. Usporenom govornom audiometrijom (UGA) najčešće se doznaje da je vrijeme obrade podataka produljeno, i tada je razumljivost nešto bolja negoli kod standardne govorne audiometrije, ali izgleda da se s povećanjem životne dobi ne javlja neka značajna razlika. Možda je tome razlog uređaj koji ne može mijenjati usporenje govora u govornoj audiometriji. Ima razloga rabiti je u dijagnostici kad su rezultati standardne govorne audiometrije lošiji od očekivanih.

5. Standardna govorna audiometrija (SGA) može pokazati odgovara li razumljivost u idealnim uvjetima stanju sluha ili ne. Dijagnostički je značajna ako je nalaz lošiji od očekivanog, jer ako odgovara stanju sluha, nipošto ne isključuje centralne smetnje slušanja, pogotovo ako se ispitanik žali na smetnje.

6. Otežana govorna audiometrija (OGA) vjerojatno najbolje odgovara stvarnoj sposobnosti razumijevanja govora i ispitanikovo subjektivnoj procjeni smetnji. Iako je ovisna i o stanju perifernog sluha, vrlo rano pokazuje znakove centralnih smetnji slušanja.

7. Ispitivanje razumljivosti rečenicama standardne brzine slabo pokazuje centralne smetnje slušanja, za razliku od ubrzanih rečenica, koje uz OGA i RASP najbolje pokazuju utjecaj životne dobi, pa bi trebale dobro odgovarati stvarnom stanju slušanja i subjektivnoj procjeni samih pacijenata. Ove pretrage najmanje ovise o perifernom stanju sluha, pa slabija razumljivost rečenica svakako upućuje na centralne smetnje slušanja. Ima pokazatelja koji upućuju na to da su smetnje izraženije u muškaraca. Moralo bi ih se raditi rutinski u svih osoba s prezbiakuzijom.

8. Nema jasne povezanosti nalaza ABR-a sa životnom dobi. Patološke promjene ABR-a nađene su samo u 4% ispitanika, a u 31% slučajeva s povećanjem učestalosti podražaja na 65 podražaja/s i detaljnije analize takvih ABR nalaza (promatranja ne samo latencija nego i amplituda odziva), i to samo u najstarijoj dobi. Nije nađena ni jasna i nedvosmislena povezanost ABR nalaza s nalazima razumljivosti govora, čak ni s nalazima u otežanom govornom audiogramu, ubrzanim rečenicama ili binauralnoj fuziji rečenica. Ovo pokazuje da se radi o odvojenim i različitim promjenama, razinama i svojstvima slušnog sustava.

9. Budući da su promjene u ABR-u rijetke i nepovezane s jačinom oštećenja razumljivosti govora, jasno je da kod prezbiakuzije prevladavaju kortikalni poremećaji, ali obično povezani s perifernim oštećenjem sluha. Smetnje na ostalim razinama rijetke su i nešto češće tek u 9. desetljeću. S povećanjem životne dobi sve su izraženije kortikalne smetnje slušanja.

10. Prije odabiranja slušnog pomagala za osobu s prezbiakuzijom, valjalo bi utvrditi jačinu centralnih smetnji slušanja ispitivanjem razumljivosti riječi u buci (OGA), rečenica standardne brzine i ubrzanih rečenica, te ovisno o nalazima, provesti adekvatnu rehabilitaciju: poboljšavanjem selektivnog slušanja i skraćanjem vremena obrade podataka.

## REFERENCIJE

- Arnesen, A.R. (1982). Presbycusis - loss of neurons in the human cochlear nuclei. *Journal of Laryngology and Otology* 96, 503-511.
- Baker, T.G. (1986). Considering physiological changes with age. In: Lesnoff-Caravaglia G (ur.), *Technology and aging*, 73-101. East Hanover, New Jersey: Sandoz Pharmaceuticals Inc.
- Johnsson L-G, Felix H, Gleeson M. & Pollak A. (1990). Observations on the pattern of sensorineural degeneration in the human cochlea. *Acta Otolaryngologica (Stockh)*, Suppl. 470, 88-96.



- Lutman M.E. (1991). Degradations in frequency and temporal resolution with age and their impact on speech identification. *Acta Otolaryngologica (Stockh)*, Suppl. 476, 120-126.
- Marn B. (1998). Funkcionalna lokalizacijska dijagnostika prezbiakuzije. (*Disertacija*). Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Matschke R.G. (1991). Frequency selectivity and psychoacoustic tuning curves in old age. *Acta Otolaryngologica (Stockh)* Suppl. 476, 114-119.
- Pauler M., Schuknecht H.F. & Thornton A.R. (1986). Correlative studies of cochlear neuronal loss with speech discrimination and pure-tone thresholds. *Archives of Otorhinolaryngology* 243, 200-206.
- Perović N. (1993). Govorno polje kod prezbiakuzije. (*Magistarski rad*). Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Plomp R. (1986). A signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. *Journal of Speech and Hearing Research* 29, 146-154.
- Schuknecht H.F. & Gacek M.R. (1993). Cochlear pathology in presbycusis. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology* 102, 1-16.
- Stach B.A., Spretnjak M.L., Jerger J. (1990). The prevalence of central presbycusis in a clinical population. *Journal of American Academy of Audiology* 1, 109-115.
- Šindija B. (1993). Usporedba usporenih, standarnih i otežanih govornih audiograma kod osoba s prezbiakuzijom. (*Magistarski rad*). Zagreb: Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Tičinović I. (1991). Gluhoća. U: Padovan I, Kosoković F, Pansini M, Poljak Ž (ur). *Otorinolaringologij*. 45-48, Zagreb: Školska knjiga.
- Tyberghein J. (1996). Presbycusis and phonemic regression. *Acta Oto Rhino Laryngologica Belgica* 50, 85-90.
- Van Rooij J.C.G.M., Plomp R. & Orlebeke J.F. (1989.). Auditive and cognitive factors in speech perception by elderly listeners. I: Development of test battery. *Journal of Acoustic Society of America* 86, 1294-1309.

**Borut Marn**

Children's Hospital, University of Zagreb Medical School, Zagreb  
Croatia

## WHY THE DECREASE IN THE INTELLIGIBILITY OF SPEECH IN PRESBYACUSIS ?

### SUMMARY

*By the increase of age, especially after the age of 60, hearing and intelligibility of speech gradually decrease. Hearing physiology data show that all structures of the auditory system, from peripheral to cortical ones, are of great importance for good speech intelligibility.*

*Changes due to presbycusis are described at all levels of the auditory system, but it is not known where the changes are the most frequent, whether the localisation of the impairment is changing with the increase of age, and what impairment is the most responsible for the decreasing of speech intelligibility.*

*Hypotheses of this investigation were: dysfunction is the most marked at the periphery, especially at the receptors and at the cortical level of the auditory system; retrocochlear impairment as well as subcortical dysfunction is rare; tinnitus as a symptom of presbycusis appears only exceptionally.*

*By the method of random sampling, 109 subjects older than 60 (72% of them being females) divided into four groups, were tested. The auditory tests were: pure tone audiometry (TA), difference limen for pitch ( $\Delta f$ ) and for duration ( $\Delta t$ ) in acoustics, brainstem evoked response audiometry (ABR), testing of speech intelligibility in quiet (SGA), in noise (OGA), and with prolonged time between words (UGA) for phonetically balanced word lists, and for sentences pronounced at the normal rate (RS), sentences distorted by the time-compression technique (RU) and sentences in rapid alternating speech perception test (RASP).*

*Comparison of test results and statistical analysis of results showed that by the increase of age, the peripheral auditory level becomes impaired, especially because of the impairment of receptors; standard speech audiometry mostly corresponds to the receptors impairment and is quite insensitive to the detection of hearing central disorders. Testing of speech intelligibility for words in noise, for time-distorted sentences and for rapid alternating sentences were the best indicators of central presbycusis.*

---

*Brainstem evoked response audiometry and its comparison with the other findings showed that the deterioration of intelligibility most often is not the consequence of neural changes in the spiral ganglion and the changes at the brainstem level. The changes at this level appear rather rarely. With the increasing age cortical hearing impairment grows worse and it seems that it is the main reason for speech intelligibility deterioration in presbycusis. Subcortical changes are significantly weaker and only indirectly connected to other changes of the central auditory system.*

*Before a hearing aid prescription, central auditory abilities have to be tested by words intelligibility in noise and by sentence testing. Depending on these findings, rehabilitation of selective hearing and/or processing time should be carried out.*

**Key words:** *intelligibility, presbycusis, speech audiometry, brainstem evoked response*

---