

Sanja OSTOJIC^{*1},

Branka MIKIĆ^{**}, Danica MIRIĆ^{**}

Univerzitet u Beogradu

Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju*

Klinika za ORL i MFH, KC Srbije, Beograd**

SAVREMENI MODELI AMPLIFIKACIJE SENZORINEURALNIH I KONDUKTIVNIH OŠTEĆENJA SLUHA²

Osnovna funkcija slušnih pomagala je da poboljšaju auditorne i govorne sposobnosti gluvih ili nagluvih korisnika. Model amplifikacije treba da bude prilagođen uzrastu i ličnim potrebama, stepenu i vrsti oštećenja sluha.

Cilj rada je da analiziramo aktuelne modele amplifikacije senzorneuralnih i konduktivnih oštećenja sluha koji mogu da obezbede visok kvalitet percepcije govora i zvukova iz okoline bez obzira na vrstu i stepen slušne disfunkcije. Aktuelni model amplifikacije za konduktivna oštećenja sluha je BAHA ugradni aparat. Koristi se kod trajne konduktivne ili mešovite nagluposti lakog i srednje teškog stepena, kod kojih drugim operacijama nije moguće popraviti sluh. Može se primeniti i kod jednostrane gluvoće, ukoliko je sluh na drugom uvu očuvan. Za senzorneuralna oštećenja sluha, poslednja generacija pomagala je kohlearni implant. U savremenim uslovima života, binauralno slušanje korisnicima kohlearnog implanta omogućava bimodalna amplifikacija, tj. slušni aparat na neimplantiranom uvu. U edukativnom procesu i komunikaciji na daljinu, od velike koristi je FM sistem. Njegova osnovna namena je da smanji udaljenost između izvora zvuka i slušaoca jer je intenzitet zvučnog signala sve slabiji što je dalji od izvora. Primena

1 E-mail: snjostojic@gmail.com

2 Rad je proistekao iz projekta „Uticaj kohlearne implantacije na edukaciju gluvih i nagluvih, br. 179055, (2011-2014), čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i rehnološkog razvoja Republike Srbije.

različitih modela amplifikacije, od surdologa, audiologa i drugih stručnjaka, iziskuje vrlo visok nivo znanja i kontinuiranu edukaciju u oblasti amplifikacije.

Ključne reči: gluvoća, nagluvost, amplifikacija

UVOD

Osnovna funkcija slušnih pomagala je da poboljšaju auditorne i govorne sposobnosti gluvih ili nagluvih korisnika. Model amplifikacije treba da bude prilagođen uzrastu i ličnim potrebama, stepenu i vrsti oštećenja sluha. Senzorineuralna oštećenja sluha su trajna, ireverzibilna i dovode do smetnji u razvoju kada se dese na ranom uzrastu, ili poremećaja funkcije sluha u odraslom dobu. Konduktivna oštećenja sluha u većini slučajeva su prolazna, ali određeni procenat etiološki različito uslovljenih konduktivnih oštećenja sluha je trajan i dovodi do istih smetnji funkcije sluha kao i kod sensorineuralnih. Stručnjaci iz oblasti amplifikacije sada imaju mogućnost da predlože odgovarajući model amplifikacije osobama svih uzrasta, stepena i vrste slušne disfunkcije. Broj korisnika različitih modela amplifikacije konstantno se uvećava iz više razloga: rana dijagnostika bez donje granice za uzrast, povećan broj amplifikacionih rešenja za osobe sa graničnim stanjem sluha i nagluvostima lakog stepena kod kojih ranije nije preporučivana slušna amplifikacija.

U radu su predstavljeni: ugradni aparat za koštanu provodljivost zvuka BAHA, FM (frekventno modulisan) sistem za poboljšanje prijema govora na daljinu korisnika slušnih aparata i kohlearnog implanta i bimodalna amplifikacija.

Cilj rada je da analizira aktuelne modele amplifikacije sensorineuralnih i konduktivnih oštećenja sluha koji mogu da obezbede visok kvalitet percepcije govora i zvukova iz okoline bez obzira na vrstu i stepen slušne disfunkcije.

UGRADNI APARAT ZA KOŠTANU PROVODLJIVOST – BAH (Bone Anchored Hearing Aid)

BAHA koristi direktan koštani prenos zvuka kada je prenosni sistem spoljašnjeg i srednjeg uva oštećen ili nedostaje, pa nije moguća upotreba slušnih amplifikatora za vazдушnu provodljivost. Koristi se kod trajne konduktivne ili mešovite nagluposti lakog i srednje teškog stepena, kod kojih drugim operacijama nije moguće popraviti sluh. Može se primeniti i kod jednostrane gluvoće, ukoliko je sluh na drugom uvu očuvan (Wazen, 2001, 2003; Snik, 2002; Niparko, 2003).

Aparat za koštanu provodljivost se hiruškim putem usađuje u kost. Ukoliko debljina kosti lobanje nije odgovarajuća (kod male dece zbog izrasta) ili dovoljna (usled sistemskog oboljenja koštanog sistema), procesor se može nositi na traci oko glave (BAHA Softband System), kao što je to slučaj kod dece. Ugrađuje se u kost iza uva (planum mastoideum temporalne kosti).

Ugradni deo je titanijumski šraf koji se tokom vremena integriše u kost (osteointegracija) i kasnije služi kao nosač spoljašnjeg dela - procesora. Vreme osteointegracije kod odraslih iznosi 3 meseca, a kod dece starije od 5 godina je produženo i do 6 meseci (Mikulec, 2009). Spoljašnji deo aparata (procesor) se ne može nositi dok se ne završi proces osteointegracije. BAH aparat se ne može ugraditi kod dece mlađe od 5 godina zbog nedovoljne debljine i čvrstine kostiju lobanje. Deca do operacije nose BAH procesor na traci. Operacija je relativno jednostavna, ali održavanje mesta ugradnje titanijumskog šrafa zahteva dobru higijenu da bi se sprečila infekcija rane i odbacivanje šrafa.

Na titanijumski šraf montira se držač procesora (abutment) koji se vidi spolja. Na taj držač se stavlja procesor, koji zapravo predstavlja slušni aparat. Procesor se nosi preko dana, a skida se prilikom spanjanja i aktivnosti vezanih za vodu (plivanje, tuširanje) zato što nije vodootporan. Ima oblik kvadrata dimenzija 15x10x8 mm i veliki broj pacijenata ga smatra estetski neprihvatljivim. Procesori za teža oštećenja sluha su još veći. Prema američkim propisima ovaj aparat je odobren od strane FDA (Food&Drug Administration), a troškove pokriva Medicare (zdravstveno osiguranje) jer se smatra ugradnom protezom koja popravljaa sluh, kao i drugi osteointegrirani implanti koji zamenjuju funkciju srednjeg uva prenoseći mehaničku energiju do kohlee.

U Srbiji se BAHA aparati na traci koriste od 2005. godine, a prve operacije ugradnje BAHA aparata su urađene 2011. godine, kada je Republički fond za zdravstveno osiguranje obezbedio sredstva za ugradnju BAHA sistema kod pet pacijenata (Institut za zaštitu majke i deteta Srbije „Dr Vukan Čupić“ i KBC Zvezdara).

Indikacije za BAHA aparate

Kandidati za BAHA ne mogu da koriste slušne aparate za vazдушnu provodljivost ukoliko imaju:

1. Malformacije spoljašnjeg uva – mikrotiju ili anotiju – nedostatak ili deformitet ušne školjke (aurikule), atreziju ili stenozu spoljašnjeg slušnog hodnika.
2. Kontinuirane infekcije ili ekceme spoljašnjeg slušnog hodnika, sa stalno vlažnim uvom.
3. Česte egzacerbacije hroničnog otitisa sa gnojnom sekrecijom iz uva.

Indikacije za BAHA aparate po tipu oštećenja sluha su:

1. Trajna konduktivna naglupost lakog i srednje teškog stepena.
2. Mešovita naglupost lakog, srednjeg i teškog stepena.
3. Jednostrana gluvoća, ukoliko je sluh na drugom uvu očuvan.

Najveću korist od BAHA aparata imaju pacijenti sa konduktivnom ili mešovitom naglupošću kod kojih je koštano-vazdušni razmak (Air-bone gap) veći od 30 dB. Oni postižu znatno bolje razumevanje govora upotrebom BAHA nego kada koriste standardne slušne aparate za vazдушnu provodljivost (Federspil, 2006).

Izbor tipa BAHA procesora zavisi od težine oštećenja sluha. BAHA Classic i digitalni procesor BP 100 se koriste za lakša oštećenja, BAHA Divino za umereno teška, a BAHA Intenso i Cordelle za teška oštećenja sluha. Najjači BAHA procesori mogu da kompenzuju senzorneuralni gubitak do 65 dBHL, dok je kod slabijih ova granica 45 dBHL (Sinopoli, 2006).

Kod dece je moguća operativna ugradnja nosača za BAHA aparat obično posle pete godine mada neki autori misle da može da se pokuša i ranije ukoliko je kost lobanje dovoljno debela. Do ugradnje deca nose procesor na traci. To je naročito važno kod bilateralnih malformacija i sindroma, gde nedostatak ili deformacija ušne školjke i spoljašnjeg

slušnog hodnika onemogućavaju korišćenje slušnih aparata za vazдушnu provodljivost. Neophodno je obezbediti amplifikaciju putem BAHA procesora na traci da bi se omogućila stimulacija centralnog auditivnog sistema i blagovremeni razvoj auditivne percepcije, govora i jezika. BAHA procesor treba primeniti čim se utvrdi stepen oštećenja sluha.

Kontraindikacije za primenu BAHA aparata, koji se operativnim putem ugrađuje u kost su: psihoze, teža mentalna retardacija, poremećaji iz autističnog spektra, korišćenje droga, neprihvatanje BAHA aparata usled odbacivanja stranog tela, infekcije ili drugi razlozi. Kontraindikaciju predstavljaju i teža kožna oboljenja na mestu implantacije, kao naprimer psorijaza. Kod pacijenata sa nedovoljnom debljinom ili čvrstinom kosti nije moguće koristiti ovakav aparat.

Preoperativna procena:

1. Tonska audiometrija kod odraslih ili adekvatna pedijatrijska audiometrija.
2. Multislajсни CT pregled temporalne kosti radi procene položaja facijalnog nerva i dure, kao i debljine kosti na mestu planirane ugradnje.
3. Testiranje sa BAHA procesorom na traci ili rajfu da bi se procenila adekvatnost amplifikacije radi se tonska i govorna audiometrija u slobodnom polju. Izbor tipa procesora zavisi od rezultata govorne audiometrije.

BAHA nije dobro rešenje za pacijente:

- sa konduktivnom ili mešovitom nagluvošću koji dobro funkcionišu sa konvencionalnim slušnim aparatima za vazдушnu provodljivost;
- koji imaju obostranu senzorineuralnu naglupost;
- koji nisu fizički ili mentalno sposobni da nauče kako da koriste, čiste i održavaju komponente BAHA sistema.

Primena BAHA sistema kod jednostrane gluvoće omogućava binaturalno slušanje, lokalizaciju izvora zvuka i razumevanje govora u buci. BAHA sistem koristi se u svetu već 25 godina. U SAD je Agencija za hranu i lekove (FDA) tek nedavno odobrila upotrebu BAHA kod jednostrane gluvoće. Ispitivanja pokazuju 50% bolje razumevanje govora u buci sa BAHA sistemom.

FM SISTEM (frekventno modulisan)

Poznato je da se razumevanje govora smanjuje u buci, udaljavanjem od izvora zvuka i zbog reverberacije (odjeka) u prostoriji kako kod osoba koje čuju tako i kod korisnika slušnog aparata ili kohlernih implanata. Slušni aparati i kohlearni implantati i pored najnovije tehnologije koja se primenjuje u njihovoj izradi ne mogu u potpunosti eliminisati faktore koji ometaju razumevanje govora. To otežava razvoj govora, komunikaciju, prijem informacija i akademskih postignuća gluve i nagluve dece, naročito one školskog uzrasta.

Namena FM sistema

Da bi se osobama oštećenog sluha omogućio bolji prijem govora na daljinu i u buci, koristi se FM sistem (Maltby, 2002, Thibodeau, 2010). Njegova osnovna namena je da smanji negativan uticaj udaljenosti između izvora zvuka i slušaoca, jer je intenzitet zvučnog signala sve slabiji što je dalji od izvora. Primer: zvuk koji ima intenzitet 70 dB na mestu emitovanja, na udaljenosti od 2 m imaće intenzitet 58 dB, a na 4 m, 52 dB. FM sistem može da prenese signal pomoću radio talasa i na udaljenost od 100 m bez obzira na položaj sagovornika, a da prijem govornog signala bude kao da se slušalac nalazi pored izvora zvuka (Maltby, 2002). Značajna je njegova primena i u uslovima slušanja u buci jer pojačava isključivo govorni signal povećavajući tako odnos signala prema buci (S/N ratio) i do + 20 dB čime značajno doprinosi razumevanju govora (Crandell, Smaldino, 2001; Lewis, 2004; Thibodeau, 2010). Zbog toga se FM sistem koristi u različitim uslovima slušanja kod kuće, u vrtiću, školi. Odrasli ga koriste kada se nalaze na radnim sastancima i konferencijama. Značajnu primenu FM sistemi imaju i kod dece sa urednim perifernim pragom sluha koja imaju poremećaj centralne obrade auditivnih podataka i teškoće u učenju.

FM se sastoji od transmitera sa mikrofonom i prijemnika (receiver) zvuka. Govornik (roditelj, rehabilitator, nastavnik ili vaspitač) nosi mikrofona oko vrata ili zakačen na odeći. Mikrofona može da bude i na stolu ispred govornika. Slušalac ima prijemnik kao dodatak koji je priključen na slušni aparat ili kohlearni implant (Maltby, 2002).

Mikrofon treba da je udaljen 15-20 cm od usta govornika, sakuplja njegov glas i prenosi ga putem radio talasa do prijemnika (receiver). Prijemnik konvertuje radio signal u digitalni zvuk koji se pojačan i očišćen od buke šalje u slušni aparata ili kohlerani implant. Danas su veoma traženi bežični FM sistemi koji omogućavaju vezu sa radiom, TV, blututom. FM sistem radi na različitim frekvencijama, radi obezbeđenja od mešanja signala i kako bi se zvuk neometano prenosio. Ukoliko FM sistemi ne bi radili na različitim frekvencijama, postoji mogućnost mešanja govornika koji se nalaze u istom dometu. To je važno u individualnom radu, da dete ne sluša glas terapeuta u drugoj prostoriji. Suviše glasan govor ili udaranje po mikrofону uzrokuju distorziju govornog signala.

Ko su korisnici FM sistema

FM sistem najčešće koriste gluva ili nagluva deca u školi jer su uslovi slušanja u učionici za njih vrlo nepovoljni i promenljivi. Razumevanje govora zavisi od mnogih spoljašnjih činilaca koje deca sa slušnim aparatima ne mogu da kontrolišu. Škripa klupa, šaputanje, pisanje po tabli, kretanje nastavnika po odeljenju, žamor (u razredu, uobičajen nivo buke je oko 60dB), spoljašnja buka, faktor reverberacije (odjeka) u prostoriji, samo su neki od činilaca koji otežavaju razumevanje govora i čine slušne aparate ili kohlearni implant nedovoljno efikasnim. Savremeni inkluzivni pristup u obrazovanju gluve i nagluve dece nameće potrebu da FM sistem bude standard u amplifikaciji.

Pored školske populacije i deca oštećenog sluha koja se nalaze u periodu intenzivnog razvoja govora imaju potrebu za FM sistemom. U kući se nalaze u bučnom okruženju koje proizvode kućni aparati. Malo dete je stalno u pokretu, udaljeno od izvora zvuka, pa je razumevanje govora loše. FM sistem omogućava kvalitetniju komunikaciju deteta i roditelja u kolima, parku, prodavnici i svim drugim uobičajenim socijalnim situacijama.

Pored svih prednosti koje FM sistem poseduje, još uvek je relativno mali broj njegovih korisnika. Uzrok je pre svega u ekonomskim razlozima jer je uređaj skup, a fond zdravstvenog osiguranja ne pokriva troškove nabavke ovog uređaja.

BIMODALNA AMPLIFIKACIJA

Bimodalna amplifikacija (bimodal) je kombinacija kohlearnog implanta (elektronske stimulacije) i individualnog slušnog aparata (akustičke stimulacije) na drugom uvu (Giffoord, Dorman, McKarns, Spahr, 2007). Ista kombinacija može da postoji u EAS (Electric and Acoustic Stimulation) sistemu, električna i akustička stimulacija u jednom sistemu, na istom uvu. Visoke tonove prihvata govorni procesor implanta a niske prikuplja mikrofoni i digitalno ih procesira. Korteks ove odvojene signale, koji simultano putuju, prihvata kao jedan zvuk. Namenjen je visokotonskim teškim naglupostima i praktično gluvim osobama. U Srbiji još uvek nemamo iskustava sa tim modelom amplifikacije. Osnovna funkcija kohlearnog implanta je da poboljša auditorne i komunikativne sposobnosti osoba sa najtežim oštećenjima sluha (Baumgartner, 2002). Upotreba slušnog aparata na drugom uvu treba da omogući binauralno slušanje, koje dalje dovodi do bolje lokalizacije, bolje diskriminacije govora u buci i obezbeđuje bolji kvalitet percepcije zvuka (Potts, 2009; Huart et. al 2008; Westhuizen, Van Dijk, 2007). Razvoj slušne funkcije kod kohlearno implantiranih osoba pokazuje razlike u brzini prepoznavanja i usvajanja visokofrekventnih i niskofrekventnih zvukova (Huart, Sammeth, 2008).

O bimodalnom pristupu u amplifikaciji, prve izveštaje nalazimo ranih devedesetih godina (Shallop et al., 1992). Kohlearni implant, za razliku od slušnog aparata, transformiše zvuk u elektronski impuls. On u potpunosti zaobilazi spoljašnje i srednje uvo. Iz tog razloga postojala je dilema da li će razlika u brzini prenosa informacija kohlearnim implantom ometati centralnu obradu zvuka.

Indikacije i selekcija kandidata za kohlearni implant (KI)

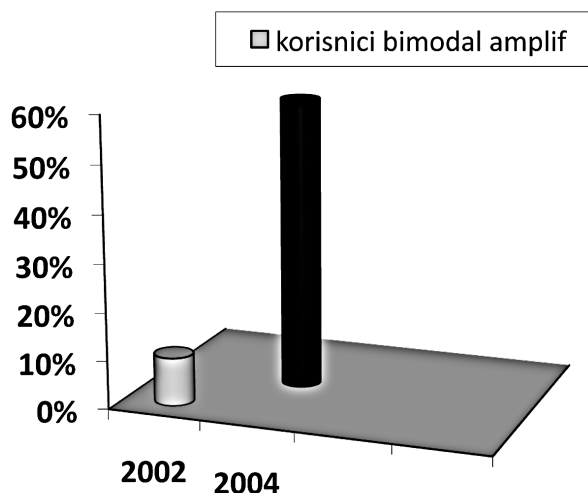
KI je namenjen svim osobama sa senzorneuralnom gluvoćom, sa pragom sluha za čist ton ≥ 90 dB na 0.5, 1, 2 i 4 KHz. Osobe sa progresivnom, postmeningealnom ili stečenom gluvoćom, korisnici slušnih aparata kod kojih posle 3 meseca re/habilitacije, nije došlo do napretka u slušanju i govoru i ne postižu rezultate bolje od 50% na govornim testovima (test reči i rečenica van konteksta), takođe su kandidati za

KI. Selekcioni kriterijumi pretrpeli su nekoliko revizija do sada i to: u vezi sa uzrastom kandidata, uzročnicima gluvoće, trajanjem gluvoće do implantacije, kandidatima sa višestrukom ometenošću, itd. Kod kongenitalno gluve dece KI se preporučuje na uzrastu između prve i druge godine (Lenards, 1998). Kod stečene gluvoće, idealno vreme za implantaciju je u prve dve godine trajanja gluvoće. Očuvane intelektualne sposobnosti su dobra osnova za pozitivne efekte na komunikacione i sazajne sposobnosti posle kohlearne implantacije. Kod osoba sa višestrukom ometenošću još uvek ima kontraverznih stavova prema implantaciji. Pozitivni efekti su očigledni kod gluvo- slepih i gluvo-slabovidnih osoba. Ostale vrste udružene ometenosti često su kontraindikacija.

Pozicija elektrode implanta u kohlei je takva da se zone za visoke tonove, na bazi kohlee, bolje stimulišu od zona za duboke tonove ka vrhu kohlee. Iz tog razloga korisnici implanta, u većini slučajeva, brže i efikasnije percipiraju tonove i glasove visoke frekvencije (>2KHz).

Indikacije za bimodalnu amplifikaciju

Binauralno slušanje je neophodno za bolju lokalizaciju izvora zvuka, bolje razumevanje govora u buci i brzu percepciju (Warren, 2008). Binauralno slušanje je važno kod dece zbog poznatog uticaja auditorne deprivacije na govorni razvoj. U slučaju kada se radi o obostranom oštećenju sluha, da li ćete predložiti jedan ili dva slušna aparata? Uvek se predlažu dva, tj. binauralno slušanje. Implantiranje oba uva nije u širokoj primeni. U Srbiji je više od 250 korisnika, a od toga su oko 80% deca. Sadašnja procedura podrazumeva kontinuirano korišćenje aparata na neimplantiranom uvu, odmah posle postoperativnog oporavka i do priključenja implanta. Posle toga se ispituje efikasnost slušanja preko implanta i uz aparat na drugom uvu. Aparat na neimplantiranom uvu se skida samo u slučaju kada korisnici izražavaju nelagodnost u uslovima bimodalne amplifikacije ili ako je efikasnost u slušanju lošija. Postoji mogućnost da nekim korisnicima razlika u brzini i intenzitetu informacije smeta.



Grafikon 1 – Procenatualna zastupljenost korisnika KI i aparata na kontralateralnom uvu (Izvor: Tyler et al, 2004)

Napredak u slušanju i razumevanju govora kod korisnika bimodalne amplifikacije ispitivali smo u istraživanju pod nazivom Slušna funkcija kod dece sa bimodalnom amplifikacijom (Ostojić, Mikić, Mirić, 2008). Ispitivanje je obavljeno pomoću testa Verbalnog pamćenja (Vladislavljević, prva četiri testa), Ling-ovog test i Testa razumevanja reči. Prvim testom ispitivali smo kvalitet auditivne percepcije, a drugim testom je ispitano razumevanje različitih pojmova sa aparatom na neimplantiranom uvu. Uzorak je činilo 15-oro kohlearno implantirane dece uzrasta od 4 do 8 godina. Slušno iskustvo sa KI bilo je od 3 meseca do 5 godina. Sva deca u uzorku istraživanja su bila prosečnih intelektualnih sposobnosti, uključena u rehabilitaciju tri puta nedeljno. Rezultati su pokazali da su deca sa bimodalnom amplifikacijom bila uspešnija na testu verbalnog pamćenja ($AS=28.6$, 71.5%) od dece sa KI ($AS=24.5$, 61.3%). Rezultati našeg istraživanja pokazali su da sva deca u ispitivanom uzorku imaju bolju percepciju zvukova i govora sa bimodalnom amplifikacijom. U ispitivanom uzorku, u vreme kada smo obavili istraživanje, ispitanici nisu koristili aparat na neimplantiranom uvu u svakodnevnom životu. Razlog za to je bio negativan stav roditelja i predrasuda da aparat „ometá“ slušanje preko KI. Danas je bimodalna amplifikacija uobičajen postupak i primenjuje se kod svih KI korisnika.

ZAKLJUČAK

Osnovna funkcija slušnih pomagala je da poboljšaju auditorne i govorne sposobnosti gluvih ili nagluvih korisnika. Model amplifikacije treba da bude prilagođen uzrastu i ličnim potrebama, stepenu i vrsti oštećenja sluha. Savremena dostignuća koja se odnose na tehnološka poboljšanja u amplifikaciji za različite vrste slušnih smetnji dovode do unapređenja kvaliteta amplifikovanog ili transformisanog zvuka za uvo korisnika. Inkluzivni princip u edukaciji, rana intervencija u surdologiji, rana re/habilitacija su samo neki od faktora koji su postavili ozbiljne zadatke pred konstruktore slušnih pomagala. Zahvaljujući tome, savremeni modeli amplifikacije mogu da obezbede poboljšanje auditivnih i komunikacijskih sposobnosti gluvim i nagluvim osobama svih uzrasta, različitih tipova i težine auditivne disfunkcije. Od surdologa i stručnjaka iz drugih naučnih oblasti koji se bave ovim problemom, očekuje se veoma visok nivo znanja i konstantna edukacija u oblasti amplifikacije. Multidisciplinarna saradnja surdologa, audiologa, psihologa, elektroinženjera, akustičara, vaspitača i nastavnika sa gluvim osobama i njihovim porodicama, može da rezultira vrlo pozitivnim efektima amplifikacije.

LITERATURA

1. Baumgartner W.D., Pok S.M. (2002). The role of age in pediatric cochlear implantation, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 62, 223-228.
2. Crandell, C. & Smaldino, J. (2001). Improving classroom acoustics: Utilizing hearing-assistive technology and communication strategies in the educational setting. *Classroom Acoustics: Understanding Barriers to Learning. Volta Review*, 101, p. 47-62.
3. Federspil, P.A. (2006). Indications and limits of bone anchored hearing aids (BAHA), 77th Annual Meeting of the German Society of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, *German Medical Science*; <http://www.egms.de/en/meetings/hno2006/06hno044.shtm>

4. Gifford, R.H., Dorman, M.F., McKarns, S.A., Spahr, A.J. (2007). Combined Electric and Contralateral Acoustic Hearing: Word and Sentence Recognition With Bimodal Hearing, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 835-843.
5. Huart, S.A., Sammeth, C.A. (2008). Hearing aids plus cochlear implants: Optimizing the bimodal pediatric fitting, *Hearing Journal*, 61(11), 54-58.
6. Lenards, T. (1998). Cochlear Implants: selection criteria and shifting borders, *Acta oto-rhino-laryngologica* 52, 183-199.
7. Lewis, MS. (2004). Speech Perception in noise: directional microphones versus frequency modulation (FM) systems, *Journal of American Academy Audiology* 15(6) 424-437.
8. Maltby, M. T. (2002). *Principles of Hearing Aid Audiology*, Whurr Publisher London and Philadelphia, Second edition.
9. Mikulec, A. (2009). Placement of the Bahaosseointegrated implant in children, *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 20(3), 197-201.
10. Niparko, J. K., Cox, K. M., Lustig, L. R. (2003). Comparison of the bone anchored hearing aid implantable hearing device with contralateral routing of offside signal amplification in the rehabilitation of unilateral deafness, *Otology Neurotology*, 24(1), 73-78.
11. Ostojić S., Mirić D., Mikić B. (2008). Hearing Function In Children With Bimodal Stimulation; *Abstracts of NHS*, p. 109.
12. Potts, L., Skinner, M., Litovsky, R., Strube, M., Kuk, F. (2009). ecognition and Localization of Speech by Adult Cochlear Implant Recipients Wearing a Digital Hearing Aid in the Non-implanted Ear (Bimodal Hearing), *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(6), 353-373.
13. Shallop, J.K., Arndt, P.L., Turnacliffe, K.A. (1992). Expanded indications for cochlear implantation: Perceptual results in seven adults with residual hearing. *Journal Spoken Language Pathology and Audiology* 16, 141-148.
14. Sinopoli, T. (2006). Candidacy Criteria for the Baha System, *Audiology Online*, 6, p. 3-4.

15. Snik, A. F., Mylanus, E. A., Cremers, C. W. (2002). The bone-anchored hearing aid in patients with a unilateral air-bone gap, *Otology Neurotology*, 23(1), 61-66.
16. Thibodeau, L. (2010). Benefit of Adaptive FM systems on Speech Recognition in Noise for Listeners who use HearingAids, *American Journal of Audiology*, (19) 36-48.
17. Tyler, R., Parkinson, A., Wilson, B., et al. (2004) Patients utilizing a hearing aid and a cochlear implant: Speech perception and localization, *Ear Hear* 23, 98-105.
18. Van der Westhuizen, L., Van Dijk, C. (2007). Auditory functioning with cochlear implants of bimodal amplification, *Journal of Communication Disorders*, 54, 90-104.
19. Wazen, J., Spitzer, J. et al. (2001). Results of the bone-anchored hearing aid in unilateral hearing loss, *Laryngoscope*, 111(6), 955-958.
20. Wazen, J. J., Spitzer, J. B. et al. (2003). Transcranial contralateral cochlear stimulation in unilateral deafness, *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 129(3), 248-254.
21. Warren, R.M. (2008). *Auditory Perception*, Cambridge University Press, New York

CURRENT AMPLIFICATION MODELS OF SENSORINEURAL AND CONDUCTIVE HEARING LOSS

Ostojić Sanja*, Mikić Branka**, Mirić Danica**

University of Belgrade – Faculty of special education and rehabilitation,
Clinical Centre of Serbia, Clinic for ENT&HNS,
Audiology Rehabilitation Department***

Summary

The main function of a hearing aid is to improve auditory and language abilities of hearing impaired users. The amplification model has to be adapted according to age, degree and type of hearing loss.

The goal of this paper is to analyze the current amplification models of sensorineural and conductive hearing loss which can provide a high quality of speech perception and sounds at any degree of hearing loss.

The BAHA is a surgically implantable system for treatment of conductive hearing loss that works through direct bone conduction. BAHA is used to help people with chronic ear infections, congenital external auditory canal atresia and single sided deafness who cannot benefit from conventional hearing aids. The last generation of hearing aid for sensorineural hearing loss is cochlear implant. Bimodal amplification improves binaural hearing. Hearing aids alone do not make listening easier in all situations. The things that can interfere with listening are background noises, distance from a sound and reverberation or echo. The device used most often today is the Frequency Modulated (FM) system.

Key words: deafness, hard of hearing, amplification.

Primljeno: 20. 2. 2012.

Prihvaćeno: 19. 9. 2012.