

Univerzitet u Beogradu  
Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju



# **NOVINE U SPECIJALNOJ EDUKACIJI I REHABILITACIJI**

**Tematski zbornik radova**

Godišnja prezentacija rezultata naučno-istraživačkih projekata  
Fakulteta za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju  
koje finansira  
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS  
(2011-2014)

Beograd, 2013

NOVINE U SPECIJALNOJ EDUKACIJI I REHABILITACIJI  
Tematski zbornik radova

*Izdavač:*

Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju  
11000 Beograd, Visokog Stevana 2  
[www.fasper.bg.ac.rs](http://www.fasper.bg.ac.rs)

*Za izdavača:*

Prof. dr Jasmina Kovačević

*Urednik:*

Prof. dr Milica Gligorović

*Štampa:*

Planeta print

Tiraž:  
200

ISBN

PROJEKAT 179025



**KREIRANJE PROTOKOLA ZA PROCENU EDUKATIVNIH  
POTENCIJALA DECE SA SMETNJAMA U RAZVOJU KAO  
KRITERIJUMA ZA IZRADU INDIVIDUALNIH OBRAZOVNIH  
PROGRAMA**

Rukovodilac projekta: Prof. dr Jasmina Kovačević

## **NEPOSREDNO AUDITIVNO PAMĆENJE U BUCI KOD KOHLEARNO IMAPLANTIRANE I DECE UREDNOG SLUHA**

Sanja Ostojčić<sup>19</sup>, Mina Nikolić<sup>1</sup>, Nenad Arsović<sup>2</sup>, Tamara Kovačević<sup>1</sup>, Danica Mirić<sup>2</sup>

Univerzitet u Beogradu, Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju<sup>1</sup>,  
KC Srbije, Klinika za ORL I MFH, Odsek za audiološku rehabilitaciju<sup>2</sup>

Auditivno (slušno) pamćenje je sposobnost da se informacije prezentovane usmeno, analiziraju mentalno, sačuvaju i upotrebe kada je potrebno. Osobe sa jakim kapacitetom ove vrste memorije nazivaju se “auditory learners”. Osnova za razvoj auditivnog pamćenja je očuvana funkcija sluha. Primena kohlearnog implanta dovela je do značajnog poboljšanja u percepciji zvukova, kvalitativno boljeg slušanja i razvoja auditivnog pamćenja kod gluve dece. Auditivno pamćenje je jedan od osnovnih uslova za razvoj jezičkih sposobnosti. Praktična ili potpuna gluvoća, kongenitalna ili stečena, može potpuno da zaustavi ili ozbiljno omete formiranje i razvoj auditivnog pamćenja. Teškoće auditivnog pamćenja javljaju se i kod dece urednog sluha. U tom slučaju trebalo bi da budu obuhvaćene preventivnim i korektivnim merama, u cilju sprečavanja njihovog produbljivanja i značajnijeg odražavanja na razvoj drugih sposobnosti i veština.

Cilj istraživanja bio je da se ispita uticaj okolne buke na sposobnost neposrednog auditivnog pamćenja kod kohlearno implantirane i dece urednog sluha. Uzorak u istraživanju činilo je 18 kohlearno implantirane dece i 18 dece urednog sluha, uzrasta od četiri do deset godina, prosečnih intelektualnih sposobnosti i bez udruženih smetnji u razvoju. Deca u ispitivanom uzorku imala su najmanje 12 meseci slušnog uzrasta sa kohlearnim implantom (CI). Instrument istraživanja bio je Test za ispitivanje sposobnosti verbalnog pamćenja I–IV,

---

<sup>19</sup> E-mail: snjostojic@gmail.com

namenjen deci sa smetnjama u auditivnoj percepciji i verbalnoj memoriji, koja se sem u populaciji dece oštećenog sluha, najčešće javlja kod dece sa disfazijom. Ovim testom može se ispitivati opseg auditivne memorije, neposredno i odloženo verbalno pamćenje, redosled reprodukcije, gramatička razvijenost i semantičko shvatanje poruke. Za potrebe ovog istraživanja testom smo ispitivali neposredno verbalno pamćenje sa i bez prisustva okolne buke. Za utvrđivanje značajnosti odnosa između posmatranih varijabli korišćeni su korelaciona analiza, analiza varijanse i  $\chi^2$  test.

Rezultati ukazuju da se negativan uticaj okolne buke na neposredno auditivno pamćenje kod kohlearno implantirane i dece urednog sluha povećava sa porastom težine zadataka.

**Ključne reči:** sluh, gluvoća, kohlearni implant, auditivno pamćenje, buka

## UVOD

### ***Kohlearna implantacija***

Primena kohlearnog implanta (*Cochlear Implant*, u daljem tekstu CI) dovela je do značajnog poboljšanja u percepciji zvukova, kvalitativno boljeg slušanja i razvoja auditivnog pamćenja kod gluve dece. Međutim, da bi se te sposobnosti razvile neophodna je primena auditornog treninga gde se korisnici obučavaju da slušaju govor, reči, muziku i sve druge vrste zvukova. Prva iskustva posle aktiviranja uređaja, prema rečima korisnika, mogu da budu zastrašujuća. Ogromna masa zvukova i buke ulazi u uvo pri čemu mozak ima problem da ih interpretira (Sharma et al., 2005). Vremenom, auditorni trening omogućava da se zvuci diferenciraju i vezuju za određena značenja. Bez obzira da li osoba ima slušne aparate ili CI bez obuke za upotrebu pomagala, neće imati mnogo koristi od njih.

Ideja o transmisiji i transformaciji zvuka alternativnim putevima postojala je nekoliko vekova unazad. Električna aktivnost prouzrokovana kombinacijom različitih neorganskih materija koja može da generiše neku biološku aktivnost bila je primenjena i na uvu (Niparko, 2000). Galvani (Luigi Galvani) oko 1786. godine izvodi eksperiment u kome dva metala, cink (Zn) i bakar (Cu) polože u tečnost i zaključuje da je tako moguće izazvati kontrakciju mišića na nozi žabe. To je bio početak ideje o elektrostimulaciji tj. transformaciji i transmisiji zvučne senzacije (Ostojić i sar., 2011). Još u XVIII veku, u eksperimentima Alesandra Volte (Alessandro Volta, 1745–1827) nazire se ideja o elektrostimulaciji auditornog sistema. U XIX veku u različitim gradovima Evrope, u razmaku od nekoliko godina, bilo je demonstracija i publikacija rezultata o elektro stimulaciji uva: u Parizu, Amsterdamu, Londonu i Berlinu (Simmons, 1865, Luxford and Brackmann, 1875, Vestberg, 1898, prema Niparko, 2000). Aleksandar Bel (Alexandar Graham Bell, 1847 – 1922), prvi je tvrdio da gluvi mogu da nauče da govore. Autor je *Visibal speech*-a (1864.), posebne azbuke u kojoj je svaki ljudski glas predstavljen nizom simbola. Nešto kasnije (1876.) prikazuje rezultate eksperimentalnih istraživanja telegrafa tj. telefona, koji su bili rezultat pokušaja konstrukcije slušnog aparata za poboljšanje sluha. Nemački fizičar Herc (Neinrich Rudolf Hertz, 1888.) otkriva radio talase. Međunarodni sistem mera u znak priznanja imenuje jedinicu za oznaku visine tona po njemu, Hz (Hertz). Problem gluvoće počinje da pobuđuje interesovanje različitih naučnih oblasti i ovaj period je početak multidisciplinarnog pristupa gluvoći i nagluposti (Ostojić i sar., 2009).

Tokom tridesetih i četrdesetih godina dvadesetog veka u Evropi se pojavljuju izveštaji koji govore o elektrostimulaciji. Spominje se elektrostimulacija koja je snabdevena baterijskim punjenjem i može da stimuliše auditorni nerv i izazove slušnu senzaciju. Viver i Braj (Wever & Bray, 1930, prema Allum 2000) su u svom radu demonstrirali rezultate eksperimenta na mački: električni odgovor

zabeležen u blizini auditornog nerva bio je identičan po frekvenciji i amplitudi zvuku kojem je bilo izloženo uvo. Gersuni i Volkov (Gersuni & Volokhov, 1936, prema Allum 2000) su ispitivali efekte elektrostimulacije na sluh. Utvrdili su da slušanje može da postoji i posle hiruškog uklanjanja bubne opne i lanca slušnih koščica zbog toga što je kohlea nosilac stimulacije. Stivens i Džons (Stevens & Jones, 1939, prema Allum 2000 ) su smatrali da električni talas može biti transformisan u zvučnu vibraciju i pre nego što stigne u unutrašnje uvo. Radovi Džonsa (Jones, 1940) ukazuju da ako se kohlea stimuliše električnim stimulusom dolazi do slušanja koje se odvija putem tri mehanizma: preko srednjeg uva koje preuzima ulogu pretvarača i električni talas transformiše u mehaničke vibracije koje se pojavljuju kao zvuk, preko bazilarne membrane gde se električni efekat direktno pretvara u zvuk i direktnom stimulacijom auditornog nerva, koja rezultira veoma grubom senzacijom zvuka tj. slušanja. Tokom četrdesetih i pedesetih godina dvadesetog veka objavljuju se izveštaji o mogućnostima transformacije električne energije u zvučnu ali samo u uslovima funkcionalno zdrave kohlee.

Dojurno i Ejries (Dojurno & Eyries, 1957) prvi detaljno opisuju efekte direktne stimulacije auditornog nerva kod gluvoće. Godine 1961. Vilijam Haus (William F. House) uradio je prvu implantaciju. U saradnji sa neurohirurgom Džonom Dojлом (John Doyle) i elektroinženjerom Džeјmsom Dojлом (James Doyle) obavili su implantaciju jednokanalne elektrode kroz skalnu tympani (koju su opservirali, direktnim beleženjem nervne aktivnosti dobijene tokom stimulacije auditornog i vestibularnog nerva tokom Menijerove bolesti). Haus i Dojl (1964) opisuju postavljanje (inerciju) elektrode u kohleu. Sedamdesetih godina, u saradnji sa elektroinženjerom Džekom Urbanom (Jack Urban) „tvorac“ kohlearne implantacije, Haus nastavlja svoj rad, sa takođe jednokanalnim uređajem, proizvodnje „House 3M single-electrode implant“. To je bio prvi uređaj koji je dobio dozvolu za komercijalnu upotrebu. Godine 1964. Bler Simons (Blair

Simmons) na Stanford Univerzitetu, obavio je nekoliko implantacija sa šestokanalnom elektrodom. Ovaj uređaj nije omogućavao percepciju govora ali je dokazao da se stimulacijom različitih delova kohlee postižu različiti nivoi percepcije.

Grejm Klark (Professor Graeme Clark, Department of Otolaryngology at the University of Melbourne) 1970. godine završava konstrukciju elektronskog uva, nastaje „Cochlear“ sa kojim je prva implantacija obavljena 1978. godine. To je ujedno i prvi uređaj koji je 1984. godine dobio odobrenje FDA (*Food and Drug Administration*) za upotrebu na odraslim osobama. FDA (američka agencija za hranu i lekove) 1990. godine odobrava kohlearnu implantaciju kod dece na uzrastu od dve godine, 1998. godine na uzrastu od 18 meseci, a 2000. godine odobrava se implantacija na uzrastu od 12 meseci kod gluve dece.

Dalja istraživanja pokazuju veću efikasnost multikanalnih elektroda. Prva takva elektroda predstavljena je 1984. godine. Tokom '80-tih godina XX veka kohlearni implant postaje uobičajeno pomagalo namenjeno odraslim, naknadno ogluvelim osobama koje nemaju nikakve koristi od konvencionalne amplifikacije. Jedan od prvih kriterijuma koji se koristio za selekciju kandidata bila je efikasnost u slušanju preko individualnog slušnog aparata (razumevanje govora na testovima „open-set-sentences“ manje od 30%, sa aparatom). Period od 1998. do 2006. godine bio je posvećen promeni veličine spoljašnjih delova implanta. Već 2006. godine većina korisnika, dece i odraslih, počinju da koriste male procesore (*small behind-the-ear (BTE) speech processor*).

### ***Auditivno pamćenje i uticaj okolne buke***

Auditivno pamćenje je sposobnost da se informacije prezentovane usmeno, analiziraju mentalno, sačuvaju i upotrebe kada je potrebno (Niparko, 2000). Osobe sa jakim kapacitetom ove vrste memorije nazivaju se “auditory learners”.



Sposobnost učenja putem usmenih uputstava i objašnjenja je jedna od najvažnijih sposobnosti čoveka. S obzirom da je to jedna od najbitnijih sazajnih sposobnosti, deca sa malim kapaciteteom auditivne memorije mogu imati teškoća sa razumevanjem značenja reči što dovodi do kašnjenja u jezičkom razvoju. Osnova za razvoj auditivnog pamćenja je očuvana funkcija sluha, a auditivno pamćenje je osnova za razvoj govornih i jezičkih sposobnosti (Nelson et al., 2003). U procesu formiranja reči deci je potrebna auditivna memorija da od pojedinačnih zvukova formiraju reči. Čitanje savladavaju glasnim izgovorom delova teksta za koje im je potrebno auditivno pamćenje. Loše auditivno memorisanje može da dovede do teškoća u čitanju i pisanju tokom života. Oko 5% stanovništva razvijenih zemalja pokazuje teškoće u učenju, usled lošeg auditivnog pamćenja (Brukholder & Pisoni, 2003).

Poslednje generacije CI uređaja omogućile su mnogim gluvim osobama dobro prepoznavanje govora u tihom okruženju. Ipak, ova sposobnost drastično opada sa porastom nivoa okolne buke (Fu & Nogaki, 2005). Neka istraživanja (Fetterman & Domico, 2002) su pokazala da za korisnike CI, nemogućnost fine spektralne analize dovodi do loše sposobnosti slušanja u buci, posebno kada je buka dinamska (*dynamic noise*) kao što je npr. glasan govornik ili buka različitih modaliteta. Slušaoci urednog sluha govore o značajnom „olakšanju“ slušanja prirodnog, neprocesuiranog govora, u kome ih maskiranje okolnom bukom najviše ometa (očuvana funkcija spektro-temporalne strukture). CI korisnici nemaju to „olakšanje“ u istim uslovima. Redukcija spektralne analize u uslovima buke, prouzrokovana je frekvencijskom interakcijom (nejasno definisanom frekvencijskom karakteristikom) signala koji čini okolna buka i govor. Procesuiran govor trpi dodatno opterećenje tog maskinga. Oslobađanje od maskinga umanjeno je sa povećanjem spektralne „nečistoće“ signala. Postoji činjenica da je govorni prag rekognicije kod CI korisnika i slušalaca urednog sluha koji slušaju npr. u

uslovima frekvencijski višekanalne okolne buke, vrlo blizu. Tako da se pretpostavlja da je osetljivost na buku CI korisnika prouzrokovana redukovanom spektralnom rezolucijom i visokim stepenom frekvencijske interakcije govornog signala i okolne buke (Nelson et al., 2003). Zbog toga CI korisnici pokazuju mnogo bolje rezultate u slušanju u kontinuiranoj buci za razliku od fluktuirajuće, dinamske buke (Li & Loizou, 2009).

## CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita uticaj okolne buke na neposredno auditivno pamćenje kod kohlearno implantirane (CI) i dece urednog sluha radi definisanja faktora koji mogu da utiču na pojavu smetnji u učenju, da dovedu do lošeg uspeh u školi i da umanje edukativne potencijale učenika.

## METOD RADA

### *Uzorak*

Uzorak je sastavljen od 36 ispitanika, 18 kohlearno implantiranih i 18 urednog sluha. Grupe su ujednačene prema polu i uzrastu. U CI grupi ispitano je 21 kohlearno implantirano dete ali zbog nemogućnosti selektovanja odgovarajućeg uzrasnog para u grupi dece urednog sluha, iz uzorka je isključeno troje dece. Deca su bila uzrasta od 4 do 10 godina, sa najmanje 12 meseci iskustva u slušanju pomoću CI, prosečnih intelektualnih sposobnosti, bez dodatnih smetnji i poremećaja. Sva deca u uzorku se nalaze na re/habilitaciji sluha i govora. U kontrolnoj grupi ispitano je 72 dece urednog sluha. Za svakog ispitanika sa kohlearnim implantom odabran je odgovarajući par iz kontrolne grupe ujednačen prema polu i hronološkom uzrastu. Na kraju u konačnim poduzorcima ukupno je

bilo po 8 dečaka i 10 devojčica. Kada je reč o hronološkom uzrastu, maksimalna razlika među parovima bila je 3 meseca između čujućih i kohlearno implantiranih.

### ***Metode, tehnike i instrumenti istraživanja***

Instrument istraživanja bio je “Test za ispitivanje sposobnosti verbalnog pamćenja” (Vladislavljević, 1983), namenjen deci sa smetnjama u auditivnoj percepciji i verbalnoj memoriji, koja se sem u populaciji dece oštećenog sluha, najčešće javlja kod dece sa disfazijom. Za potrebe ovog istraživanja koristili smo prva četiri od ukupno osam subtestova. Subtest 1 sadrži deset kratkih ne reči (pa, ke, ba, itd.), subtest 2 sadrži deset dvosložnih reči (papa, tata, kaka, itd.), subtest 3 sadrži deset dvosložnih ne-reči (potu, beki, tiga, itd.) i subtest 4 sadrži deset rečenica prilagođenih dečijem uzrastu (donesi korpu, truba je svirala, itd). Testom verbalnog pamćenja moguće je ispitati pouzdanost i trajnost odlaganja verbalne reprodukcije i neposredno verbalno pamćenje. Test smo primenjivali na sledeći način: ispitivač je sedeo iza deteta i izgovarao govorno-jezičke zadatke, 4 subtesta jedan za drugim. Posle kratke pauze i dodatnih uputstava deci je iz zvučnika sa udaljenosti oko 1.5 metra puštana simulacija dinamske buke (dečijeg igrališta sa glasovima u pozadini), intenziteta 50 dB (HINT test, Advanced Bionics). Svaki dobar odgovor vrednovan je 1 poenom, a pogrešan ili ne ponovljeni sa 0. Artikulacione greške su zanemarivane. Reč ili rečenica smatra se potpunom ako ima odgovarajući broj slogova, odnosno celovitost kompozicije iskaza. Neposrednu auto ispravku ispitanika smo uvažavali. Maksimalni broj poena u okviru pojedinačnog subtesta je 10 poena. Deca između šeste i sedme godine života su u stanju da u 95 % slučajeva pozitivno reprodukuju bez odlaganja sve zahteve od I do IV subtesta. Kod rečenica se mora voditi računa o redosledu i strukturi reči, upotrebi pomoćnih glagola, predloga, priloga kao i o izmeni smisla i razumljivosti

govora. Svaki nedostatak ove vrste ocenjuje se negativno, odnosno rečenica u celini dobija negativan poen ako nije u potpunosti korektno ponovljena.

### ***Statistička obrada***

Analiza podataka izvršena je primenom deskriptivne statistike: mere prebrojavanja (frekvencije, procenti), mere centralne tendencije (aritmetičke sredine), mere varijabilnosti (varijansu i standardnu devijaciju). Povezanost među varijablama ispitana je Pirsonovim koeficijentom korelacije, a razlike unutar grupa ispitane su jednofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima (Repeated measures ANOVA) i multivarijantnom analizom varijanse (MANOVA).

### ***Organizacija istraživanja***

Istraživanje je obavljeno u KCS, na Klinici za ORL i MFH, Odeljenju za audiološku rehabilitaciju, u vrtićima predškolskih ustanova Beograda, opštine Vračar i Savski Venac, i u osnovnoj školi "Sveti Sava" u Beogradu, tokom juna, septembra i oktobra 2013. godine.

## **REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM**

U Tabeli 1 prikazani su rezultati razlika u postignućima na pojedinačnim subtestovima i ukupnim rezultatima kod CI deca u uslovima prisustva i odsustva okolne buke. Korišćena je analiza varijanse sa ponovljenim merenjima u kojoj je prisustvo/odsustvo okolne buke tretirano kao faktor (nezavisna varijabla), a postignuće na testu kao zavisna varijabla.

*Tabela 1 – Razlika u postignuću na subtestovima i testu u celini u uslovima bez i sa okolnom bukom kod CI dece*

Subtest	okolni uslovi	Opseg skorova	AS	$\sigma$	F(1)	p	Parc. $\eta^2$
Subtest 1	bez buke	3–10	8,87	1,69	37,04	<b>0,000</b>	0,63
	sa bukom	1–10	5,30	2,30			
Subtest 2	bez buke	0–10	6,91	2,61	34,73	<b>0,000</b>	0,61
	sa bukom	0–8	3,87	2,16			
Subtest 3	bez buke	0–10	6,83	2,77	52,01	<b>0,000</b>	0,70
	sa bukom	0–8	3,13	2,28			
Subtest 4	bez buke	0–10	6,61	3,37	23,94	<b>0,000</b>	0,52
	sa bukom	0–10	4,39	3,55			
Ukupno	bez buke	5–40	29,22	8,58	70,35	<b>0,000</b>	0,76
	sa bukom	8–35	16,70	7,62			

Rezultati pokazuju da je postignuće u auditivnoj memoriji statistički značajno bolje u uslovima bez okolne buke na svim subtestovima i na testu u celini. Pri tom, prisustvo/odsustvo okolne buke objašnjava od 52% do 76% varijanse u postignuću na subtestovima i testu u celini (visine parcijalnog  $\eta^2$ ). Buka je najmanje uticala na postignuće CI ispitanika na Subtestu 4, a najviše na Subtestu 3 i na testu u celini. Subtest 4 se sastoji od 10 rečenica prilagođenih dečijem uzrastu. Dobijeni rezultati potvrđuju činjenicu da jezički kontekst, pojmovno znanje i govorna samostalnost pomažu pri slušanju.

U analizi rezultata pokazalo se da postoji statistički značajna razlika u postignuću na Subtestu 1 u odnosu na ostale subtestove (AS=8,87, p=0,01). Početna motivacija i pažnja kao i vrsta stimulusa (kombinacija ploviv-vokal) su imali uticaja na ovaj rezultat.

*Tabela 2 – Razlika u postignuću na subtestovima i testu u celini u uslovima bez i sa okolnom bukom kod dece urednog sluha*

Subtest	okolni uslovi	Opseg skorova	AS	$\sigma$	F(1)	p	Parc. $\eta^2$
Subtest 1	bez buke	7–10	9,56	.77	167,21	<b>0,000</b>	0,70
	sa bukom	0–10	5,86	2,33			
Subtest 2	bez buke	7–10	9,32	0,95	163,91	<b>0,000</b>	0,70

	sa bukom	0–10	5,61	2,28			
Subtest 3	bez buke	7–10	9,61	0,66	252,03	<b>0,000</b>	0,78
	sa bukom	0–10	4,42	2,54			
Subtest 4	bez buke	7–10	9,81	0,55	66,11	<b>0,000</b>	0,48
	sa bukom	1–10	7,78	2,14			
Ukupno	bez buke	33–40	38,29	1,93	236,62	<b>0,000</b>	0,77
	sa bukom	2–37	23,47	7,71			

U Tabeli 2 prikazani su rezultati razlika u postignućima na pojedinačnim subtestovima i ukupnim rezultatima kod dece urednog sluha u uslovima prisustva i odsustva okolne buke. Korišćena je analiza varijanse sa ponovljenim merenjima u kojoj je prisustvo/odsustvo okolne buke tretirano kao faktor (nezavisna varijabla), a postignuće na testu kao zavisna varijabla.

Rezultati pokazuju da je postignuće u auditivnoj memoriji statistički značajno bolje u uslovima bez okolne buke na svim subtestovima i na testu u celini. Pri tome, prisustvo/odsustvo okolne buke objašnjava od 48% do 78% varijanse u postignuću na subtestovima i testu u celini (visine parcijalnog  $\eta^2$ ). Kao i u grupi CI dece buka je najmanje uticala na slušanje rečenica (Subtest 4) a najviše na slušanje dvosložnih ne-reči (Subtest 3). U uslovima dinamske, diskontinuirane buke koja ima promene u intenzitetu i frekvenciji osobe urednog sluha mogu da slušaju zahvaljujući vremenskim pauzama (*temporal gaps*) u kojima zahvaljujući sposobnosti našeg sluha da vrši veoma široku spektralnu analizu otkrivaju dovoljno “ključeva” za otkrivanje vrste i sadržaja poruke (Nelson et al., 2002). Kontinuirana buka, bez modulacija u visini i jačini, pravi manje smetnje u slušanju. Slušaocima normalnog sluha potrebno je da signal bude bar 6 dB iznad nivoa buke da bi mogao da se percipira, korisnicima CI najmanje 10 dB iznad nivoa buke, a slušaocima sa konvencionalnom amplifikacijom 15 dB. Neki autori navode da je za potpuno razumevanje govora u buci kod amplifikovanih potrebno da signal bude čak 20-30 dB iznad nivoa buke (Robbins, 2000).

*Tabela 3 – Provera razlika u postignuću na pojedinačnim subtestovima u uslovima bez buke CI i dece normalnog sluha*

Subtest	grupa	Opseg skorova	AS	$\sigma$	F(1)	p	Parc. $\eta^2$
Subtest 1	CI	6-10	9,33	1,08	2,61	0,115	0,07
	čujuća	9-10	9,78	0,43			
Subtest 2	CI	0-10	7,28	2,44	13,24	<b>0,001</b>	0,28
	čujuća	7-10	9,50	0,86			
Subtest 3	CI	0-10	7,33	2,59	13,42	<b>0,001</b>	0,28
	čujuća	9-10	9,61	0,50			
Subtest 4	CI	1-10	6,83	3,26	16,32	<b>0,000</b>	0,32
	čujuća	9-10	9,94	0,24			
Ukupno	CI	15-40	30,78	7,38	21,09	<b>0,000</b>	0,38
	čujuća	36-40	98,83	0,99			

Provera izvršena multivarijantnom analizom varijanse (MANOVA) sa grupom (CI/čujuća) kao faktorom (nezavisnom varijablom) i postignućem na testovima kao zavisnim varijablama.

Rezultati ANOVA-e pokazuju da između dve grupe postoji statistički značajna razlika u postignuću na svim subtestovima sem prvog u uslovima, bez buke, pri čemu pripadnost grupi objašnjava između 28% i 32% varijanse u zavisnosti od subtesta – sve dobijene razlike su u korist ispitanika kontrolne (čujuće) grupe.

Ukupna razlika na testu u celini je, takođe, statistički značajna. Sudeći po visini standardnih devijacija unutar grupe CI postoji značajno veća heterogenost postignuće nego u grupi čujuće dece, odnosno da su individualne razlike u postignuću na ovim testovima izraženije unutar grupe CI dece. U uzorku dece sa CI neka imaju izuzetno loše postignuće, pa su razlike veće, dok neka u postignuću očigledno prate čujuće vršnjake. Individualne razlike u postignuću CI dece spominju se u literaturi (Archbold, 1995; Cooper & Craddock, 2003; Fetterman & Domico, 2002) kao jedna od osnovnih karakteristika i otežavajuća činjenica u kliničkim ispitivanjima kohlearno implantiranih (Kirk, 2000). Govori se o

drastičnim razlikama u razvoju auditornih i govornih sposobnosti kod ispitanika koji su ujednačeni prema svim selekcionim parametrima. Objašnjenja se nalaze najčešće u različitoj komunikacijskoj sposobnosti, motivaciji i podršci među CI korisnicima. To se pokazalo i u postignuću CI ispitanika u našem istraživanju.

Najmanja razlika u postignuću između dve grupe ispitanika pokazala se na slušanju u uslovima bez buke na Subtestu 1 (opseg 6-10 za CI i 9-10 za decu urednog sluha). U analizi rezultata u okviru CI grupe, u uslovima bez buke, primetili smo da postoji statistički značajna razlika u postignuću na Subtestu 1 u odnosu na ostale subtestove (Tabela 1). Subtest 1 sadrži 10 kratkih ne-reči u kombinaciji ploziv-vokal. Iskustva i rezultati istraživanja (Archbold, 1995; Allum, 2000; Kirk, 2000; Belzner, 2009) navode da razvoj slušanja pomoću CI polazi od usvajanja vokala (i to najpre viših I, E) u kombinaciji sa drugim glasovima, a prvenstveno plozivima, nazalima i nekim glasovima iz grupe frikativa (s, z, š). To je uslovljeno pozicijom elektrode unutar kohlee gde je stimulacija zona koje su zadužene za obradu visokih i srednjih frekvencija bolja. Sa druge strane, kombinacija ploziv-vokal je u srpskom jeziku najčešća, tako da se najviše uvežbava. U obe grupe ispitanici su imali visoko postignuće na početku ispitivanja. Jedino su ispitanici u grupi čujuće dece na Subtestu 4, u uslovima bez buke postigli više (AS=9,94). Opservacija ispitanika obe grupe tokom ispitivanja, pokazala je da su na rezultate uticale motivacija dece, slušna pažnja i zamor slušanja. Na ovom uzrastu (od 4 do 10 godina) motivacija i pažnja su bile najviše na početku dok su deca otkrivala šta ih čeka tokom testa. Facijalna ekspresija je bila vrlo živa (širenje očiju, podizanje obrva, pokreti glavom, okretanje ka izvoru zvuka) i slična kod CI i dece urednog sluha. Tokom prezentacije drugih subtestova ti znaci su bili manje izraženi. Istraživanje je pokazalo da do očiglednih znakova zamora sluha nije dolazilo u uslovima bez buke. Grupi čujuće dece slušanje ovih stimulansa u uslovima bez buke nije bio problem i postignuća su veoma visoka.



*Tabela 4 – Provera razlika u postignuću na pojedinačnim subtestovima u uslovima okolne buke CI i dece normalnog sluha*

Subtest	grupa	Opseg skorova	AS	$\sigma$	F(1)	p	Parc. $\eta^2$																																												
Subtest 1	CI	1-10	5,44	2,53	1,38	0,247	0,04																																												
	čujuća	1-9	6,44	2,57				Subtest 2	CI	0-8	3,83	2,28	5,64	<b>0,023</b>	0,14	čujuća	0-9	5,67	2,35	Subtest 3	CI	0-8	3,50	2,33	0,96	0,333	0,03	čujuća	0-8	4,28	2,42	Subtest 4	CI	0-10	4,61	3,60	10,90	<b>0,002</b>	0,24	čujuća	1-10	8,00	2,45	Ukupno	CI	8-35	1,39	8,41	5,09	<b>0,031</b>	0,13
Subtest 2	CI	0-8	3,83	2,28	5,64	<b>0,023</b>	0,14																																												
	čujuća	0-9	5,67	2,35				Subtest 3	CI	0-8	3,50	2,33	0,96	0,333	0,03	čujuća	0-8	4,28	2,42	Subtest 4	CI	0-10	4,61	3,60	10,90	<b>0,002</b>	0,24	čujuća	1-10	8,00	2,45	Ukupno	CI	8-35	1,39	8,41	5,09	<b>0,031</b>	0,13	čujuća	2-35	23,78	8,58								
Subtest 3	CI	0-8	3,50	2,33	0,96	0,333	0,03																																												
	čujuća	0-8	4,28	2,42				Subtest 4	CI	0-10	4,61	3,60	10,90	<b>0,002</b>	0,24	čujuća	1-10	8,00	2,45	Ukupno	CI	8-35	1,39	8,41	5,09	<b>0,031</b>	0,13	čujuća	2-35	23,78	8,58																				
Subtest 4	CI	0-10	4,61	3,60	10,90	<b>0,002</b>	0,24																																												
	čujuća	1-10	8,00	2,45				Ukupno	CI	8-35	1,39	8,41	5,09	<b>0,031</b>	0,13	čujuća	2-35	23,78	8,58																																
Ukupno	CI	8-35	1,39	8,41	5,09	<b>0,031</b>	0,13																																												
	čujuća	2-35	23,78	8,58																																															

Provera izvršena multivarijantnom analizom varijanse (MANOVA) sa grupom (CI/čujuća) kao faktorom (nezavisnom varijablom) i postignućem na subtestovima kao zavisnim varijablama (Tabela 4). Statistički značajan efekat grupe (CI/čujuća) na postignuće ispitanika u uslovima buke zabeležen je na dva subtesta – drugom i četvrtom, gde se objašnjava 14% i 24% varijanse, dok se u datim uslovima postignuća dve grupe približavaju na subtestovima 1 i 3. Značajna razlika na nivou  $p=0,05$  je zabeležena i kod ukupnog skora u korist dece urednog sluha. Individualne razlike u postignuću među čujućom decom rastu kada se testovi zadaju u uslovima buke i postaju jednako izražene kao i kod ispitanika sa CI. Podatak govori o tome da se uticaj buke vrlo slično odražava na CI i čujuću decu, ali da CI deca osećaju mnogo manje “olakšanje” sa nestankom maskirajućeg efekta buke u odnosu na čujuće. Ograničenja se nalaze u siromašnijoj spektralnoj anlizi signala putem CI u odnosu na prirodni sluh (Li & Loizou, 2003, prema Stickey et al., 2007). U poređenju rezultata između ove dve grupe ispitanika vidi se da je ovde uticaj okolne buke na slušanje rečenica veći nego u grupama posebno. Prisustvo

dinamske buke vrši veoma negativan uticaj na neposredno verbalno pamćenje obe grupe ispitanika, ali na različite načine. Deca urednog sluha su osetljivija na prisustvo buke kao ometajućeg faktora bez obzira na vrstu stimulusa. Kohlearno implantirana deca takođe trpe negativan uticaj buke, ali kod njih značajniji uticaj ima vrsta stimulusa. Obe grupe ispitanika imaju najbolje verbalno pamćenje u uslovima buke i bez nje kada slušaju rečenice tj. stimuluse koji imaju sardžaj i značenje.

### ZAKLJUČAK

Motive za ovo istraživanje nalazimo u rezultatima ispitivanja funkcionisanja gluve dece sa različitim vrstama amplifikacije u svakodnevnom životu. Na svim pitanjima koja su se odnosila na efikasnost u slušanju i razumevanju govora u uslovima okolne buke dobijali smo niže skorove u poređenju sa drugim pitanjima. Korisnici amplifikacije uvek ističu drastičan pad efikasnosti u slušanju u uslovima buke u svakodnevnom životu (automobil, javni prevoz, telefon, slušanje iz druge prostorije, škola, javna mesta i sl.). Ti faktori imaju negativan uticaj na uspeh u obrazovanju i kvaliteta života kohlearno implantiranih osoba. Proces CI bi trebalo da rezultira razvojem sluha i govora kvaliteta koji će obezbediti mogućnost inkluzivnog obrazovanja potpuno ili praktično gluvim učenicima sa CI i mogućnost većeg izbora u nastavku edukacije. Buka u učionici je negde oko 60dB. Ona ima karakteristike dinamske buke i nalazi se kao negativan faktor koji utiče na pažnju i dovodi do smetnji u učenju sve dece a posebno one koja su CI. Istraživanja u kojima ćemo definisati vrste stimulusa i situacije u kojima CI korisnici prastaju da “slušaju” mogu nam pomoći u organizaciji školskog okruženja i edukaciji nastavnika i saradnika za samostalan rad sa njima.

Budući pravci istraživanja trebali bi da ka ispitivanju: auditivnog pamćenja i veština slušanja, teškoća u razvoju auditivnih veština, muzičke memorije, prepoznavanja ne-muzičkih tonova, auditivnog pamćenja u procesu učenja i načina za poboljšanje auditivnog pamćenja.

#### LITERATURA

- Allum, J. H. J., Greisiger, R., Straubhaar, S., & Carpenter, M. G. (2000). Auditory perception and speech identification in children with cochlear implants tested with the ARS protocol. *British Journal of Audiology*, 34(5), 293-303.
- Archbold, S., Lutman, M. E., & Marshall, D. H. (1995). Categories of Auditory Performance. *The Annals of otology, rhinology & laryngology*. Supplement, 166, 312.
- Belzner, K. A., & Seal, B. C. (2009). Children with cochlear implants: a review of demographics and communication outcomes. *American annals of the deaf*, 154(3), 311-333.
- Betka, J., Valvoda, M., Hrubý, J., & Skrivan, J. (1989). Surgical procedure and results of implantation of the Czech cochlear neuroprosthesis. *Czechoslovak medicine*, 13(2-3), 124-130.
- Bredberg, G., Lindström, B., Baumgartner, W. D., Farhadi, M., Goldberg, T., Gstöttner, W., ... & D'haese, P. (2003). Open-set speech perception in adult cochlear implant users with ossified cochleae. *Cochlear implants international*, 4(2), 55-72.
- Briggs, R. J., Eder, H. C., Seligman, P. M., Cowan, R. S., Plant, K. L., Dalton, J., ... & Patrick, J. F. (2008). Initial clinical experience with a totally implantable cochlear implant research device. *Otology & Neurotology*, 29(2), 114-119.
- Burkholder, R. A., & Pisoni, D. B. (2003). Speech timing and working memory in profoundly deaf children after cochlear implantation. *Journal of experimental child psychology*, 85(1), 63-88.
- Cameron, S. N., Dillon, H. (2013). Remediation of Spatial Processing Issues in Central Auditory Processing in *Handbook of Central Auditory Processing Disorder*, 2, 201-205
- Castiquini, E. A. T. & Bevilacqua, M. C. (2000). Escala de Integração Auditiva Significativa: Procedimento Adaptado para a Avaliação da Percepção da Fala. *Revista da sociedade brasileira de fonoaudiologia*, 6, 51-60.

- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients. *Laryngoscope*, *115*(3), 445-449.
- Colletti, V., Carner, M., Miorelli, V., Guida, M., Colletti, L., & Fiorino, F. G. (2005). Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients. *Laryngoscope*, *115*(3), 445-449.
- Cooper, H. R., & Craddock, L. C. (2003). *Cochlear Implants A Practical Guide* (2nd ed.). London: Wiley.
- Dowell, R. C., Dettman, S. J., Blamey, P. J., Barker, E. J., & Clark, G. M. (2002). Speech perception in children using cochlear implants: prediction of long-term outcomes. *Cochlear Implants International*, *3*(1), 1-18.
- Dowell, R., Hollow, R., & Winton, L. (2003). Changing selection criteria for cochlear implants—the Melbourne experience. *Sydney: Cochlear Ltd white paper*. Retrieved from: [http://oldwebsite.cochlearacademy.com/pdf/Dowell\\_N95506.pdf](http://oldwebsite.cochlearacademy.com/pdf/Dowell_N95506.pdf)
- Fetterman, B. L., & Domico, E. H. (2002). Speech recognition in background noise of cochlear implant patients. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, *126*(3), 257-263.
- Francis, H. W., & Niparko, J. K. (2003). *Cochlear implantation update*. *Pediatric Clinics of North America*, *50*(2), 341-361.
- Fu, Q., J., & Nogaki, G. (2005). Noise susceptibility of cochlear implant users: the role of spectral resolution and smearing. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, *6*(1), 19-27.
- Grandori, F. (1998). European consensus statement on neonatal hearing screening. *The Journal of Laryngology & Otology*, *112*(12), 1219-1219.
- Kirk, K. I. (2000). *Challenges in the clinical investigation of cochlear implant outcomes*. *Cochlear implants: Principles and practices*, 225-259.
- Lenarz, T. (1998). Cochlear implants: selection criteria and shifting borders. *Acta oto-rhino-laryngologica belgica*, *52*(3), 183-199.
- Li, N., & Loizou, P. C. (2009). Factors affecting masking release in cochlear-implant vocoded speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *126*, 338.
- Mikić, B., Arsović, N., Mirić, D., & Ostojić, S. (2008). Assessment Of Auditory Development During First Two Years By Littlears Questionnaire. *Verbal Communication Disorders: prevention, detection, treatment*, Belgrade, IEPSP, 199-209.
- Mikić, B., Arsović, N., Ostojić S., & Mirić D. (2006). Parents expentations and satisfactions in pediatric cochlear implantation. Abstracts book: 8th European Symposium Pediatric Cochlear Implantation, FP 207, 115. Lido di Venecia.

- Mikić, B., Ostojić, S., Arsović, N., & Mirić, D. (2006). Indikacije i preoperativna priprema za kohlearnu implantaciju. *Zbornik radova: Savremene tendencije u surdologiji* (str. 15–19). Niš.
- Miyamoto, R. T., Houston, D. M., Kirk, K. I., Perdew, A. E., & Svirsky, M. A. (2003). Language development in deaf infants following cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica*, *123*, 241-244.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M. A., & Sehgal, S. T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Oto-Laryngologica*, *119*, 219-224.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. I., Svirsky, M., & Sehgal, S. (2000). Longitudinal communication skill acquisition in pediatric cochlear implant recipients. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, *57*, 212-214.
- Nelson, P. B., Jin, S. H., Carney, A. E., & Nelson, D. A. (2003). Understanding speech in modulated interference: Cochlear implant users and normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *113*, 961.
- Nikolopoulos, T. P., Archbold, S. M., & Gregory, S. (2005). Young deaf children with hearing aids or cochlear implants: early assessment package for monitoring progress. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, *69*(2), 175-186.
- Niparko, J. K. (2000). Assessment of cochlear Implant Candidacy. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles and Practices* (pp. 173-178). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Niparko, J. K., Wilson, B. S. (2000). History of Cochlear Implants. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles and Practices* (pp. 103-109). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Norkus, A. N. (2007). *The History of Cochlear Implants—Comparing the Current Cochlear Implant Manufacturers* (Doctoral dissertation). Bloomsburg University, Pennsylvania.
- Osberger, M., Robbins, A., Todd, S., Riley, A., & Miyamoto, R. (1994). Speech production skills of children with multichannel cochlear implants. In I. Hochmair-Desoyer & E. Hochmair (Eds.) *Advances in cochlear implants* (pp. 503–507). Vienna: Manz.
- Ostojić, S., Mikić, B., & Mirić, D. (2005). Evaluation In Selection Criteria For Cochlear Implantation. *Speech and Language. Fundamental and Applied Aspects of Speech and Language*. Belgrade: IEPSP 263-265.
- Ostojić, S., Đoković, S., Kovačević, T., Mikić, M., (2011). Priprema kandidata za kohlearnu implantaciju. *Zbornik radova V međunarodni naučni skup- Specijalna edukacija i rehabilitacija danas*, 120.
- Ostojić, S. (2003). Defektološki kriterijumi selekcije za kohlearni implant, *Istraživanja u defektologiji*, (2), 97-103.

- Ostojić, S., Đoković, S., & Mikić, B. (2007). Kohlearna implantacija pregeled istraživanja EARS baterijom testova. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, (3-4), 61-73.
- Ouellet, C., Le Normand, M. T., & Cohen, H. (2001). Language evolution in children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 46(1), 231-235.
- Profant, M., & Jakubikova, J. (2011). Hearing screening in Slovak Republic. In: Abstracts of 10th European Federation of Audiology Societies (EFAS) Congress. *Journal of Hearing Science* (p. 18) Warsaw, Poland.
- Pulsifer, M. B., Salorio, C. F., & Niparko, J. K. (2003). Developmental, audiological, and speech perception functioning in children after cochlear implant surgery. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 157(6), 552.
- Quittner, A. L., Smith, L. B., Osberger, M. J., Mitchell, T. V., & Katz, D. B. (1994). The impact of audition on the development of visual attention. *Psychological Science*, 5(6), 347-353.
- Robbins, A. (2000). Rehabilitation after Cochlear Implantation. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles & Practices* (pp. 323–363). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Robbins, A. M., Koch, D. B., Osberger, M. J., Zimmerman-Phillips, S., & Kishon-Rabin, L. (2003). Effect of Age at Implantation on Auditory-Skill Development in Infants and Toddlers. In *Apresentado no 9º Symposium on Cochlear Implants in Children*. Washington DC.
- Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Berry, S. W. (1991). Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children. *Otology & Neurotology*, 12, 144-150.
- Robbins, A. M., Renshaw, J. J., & Berry, S. W. (1991). Evaluating meaningful auditory integration in profoundly hearing-impaired children. *Otology & Neurotology*, 12, 144-150.
- Robbins, A., & Osberger, M. J. (1991). *Meaningful use of speech scale*. Indianapolis, Indiana University School of Medicine.
- Roncato, C. C., & Lacerda, C. B. F. (2005). Possibilidades de Linguagem no Espaço da Educação Infantil. *Revista Distúrbios da Comunicação Humana*, 17(2), 215-223.
- Ross, M. (2000). Rehabilitation for the Hearing Impaired: A Historical Perspective. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles & Practices* (pp. 363–365). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Sauberman, R., (2000). Food and drug administration approval process for cochlear implants. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles & Practices* (pp. 122-129). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.

- Савић, Љ. (1995). *Методика аудиторног тренинга*. Београд: Дефектолошки факултет.
- Sharma, A., Dorman, M.F., Kral, A. (2005). *The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants*, *Hearing Research*, 134-143.
- Shopmeyer, B. (2000). Professional Roles in Multidisciplinary Assessment of Candidacy. In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles & Practices* (pp.178-181). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Starczewski, H., & Lloyd, H. (1999). Using the Stories/Narrative Assessment Procedure (SNAP) to monitor language and communication changes after a cochlear implant: a case study. *Deafness & Education International*, 1(3), 137-154.
- Stickney, G.S., Assmann, P.F., Chang, J., Zeng, F.G. (2007). Effects of cochlear implant processing and fundamental frequency on the intelligibility of competing sentences, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(2), 1069-1078.
- Svirsky, M. A., Robbins, A. M., Kirk, K. I., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological science*, 11(2), 153-158.
- Weichbold, V., Anderson, I., & D'haese, P. (2004). Validation of three adaptations of the Meaningful Auditory Integration Scale (MAIS) to German, English and Polish. *International journal of audiology*, 43(3), 156-161.
- Wilson, B. (2000). Cochlear Implant Technology, In J. K. Niparko (Ed.). *Cochlear Implants: Principles & Practices* (pp. 109–119). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Wolff, R., Hommerich, J., Riemsma, R., Antes, G., Lange, S., & Kleijnen, J. (2010). Hearing screening in newborns: systematic review of accuracy, effectiveness, and effects of interventions after screening. *Archives of disease in childhood*, 95(2), 130-135.
- Yoshinaga-Itano, C. (2002). Cochlear implantation before 12 months of age. In: K. Schauwers, P. Govarts, S. Gillis (Eds.) *Language Acquisition in Young Children With a Cochlear Implant* (pp.61–76). Antwerp, Belgium: Antwerp Papers in Linguistics.
- Yoshinaga-Itano, C. (2003). From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. *Journal of deaf studies and deaf education*, 8(1), 11-30.

## **SHORT-TERM AUDITORY MEMORY IN ENVIRONMENTAL NOISE IN COCHLEAR IMPLANTED AND NORMAL HEARING CHILDREN**

Sanja Ostojić<sup>1</sup>, Nenad Arsić<sup>2</sup>, Mina Nikolić<sup>1</sup>, Tamara Kovačević<sup>1</sup> Danica Mirić<sup>2</sup>  
*University of Belgrade – Faculty for special education and rehabilitation<sup>1</sup>*  
*Clinical Center of Serbia, Clinic for ENT&HNS,*  
*Department for audiology rehabilitation<sup>2</sup>*

### Summary

Auditory memory is the ability to process, analyze, store and recall orally presented information. Persons with good capacity of auditory memory are called “auditory learners“. Auditory memory is among basic prerogatives for speech and language development. Cochlear implantation has improved the perception of sounds, quality of listening and auditory memory of deaf children considerably. Normal hearing is essential for the development of auditory memory. Practical or total deafness, whether congenital or acquired, could prevent or seriously disturb the development of auditory memory. Even normal hearing children can have auditory memory disorders. If so, they need intervention in order to prevent developmental consequences.

The aim of this study was to investigate the impact of the environmental noise on auditory memory capacity in cochlear implanted and normal hearing children. The sample consisted of 18 cochlear implanted and 18 normal hearing children aged 4 to 10. All of the children in this study had normal intelligence and no additional handicaps. They had at least 12 months of cochlear implant (CI) experience. The instrument was the Test of immediate verbal memory (I-IV) by S. Vladislavljević (1983) designed for children with auditory perception and verbal memory disorders, both hearing impaired and dysphasic as well. The test is used for memory span assessment, immediate and delayed memory, rehearsal order, grammar and semantic comprehension of the message. In this study we applied the



test both in quiet and noisy environment. Statistical significance between variables was tested using correlation coefficient, variance analysis and chi square test.

The results indicate that the negative influence of environmental noise on immediate auditory memory in cochlear implanted and normal hearing children increases with task complexity.

**Key words:** hearing, deafness, cochlear implant, auditory memory, noise