

# Elektrofiziološki korelati kognitivnih i jezičnih funkcija

---

**Dulčić, Adinda; Pavičić Dokoza, Katarina; Munivrana, Boška**

*Source / Izvornik:* **Čovjek i govor : Man and Speech : Znanstveno-stručna monografija VII. međunarodnog simpozija verbotonalnog sistema, 2011, 286 - 302**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:257:469010>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-23**



*Repository / Repozitorij:*

[SUVAG Polyclinic Repository](#)



Adinda Dulčić<sup>1</sup>, Katarina Pavičić Dokoza<sup>2</sup>, Boška Munivrana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Poliklinika SUVAG, Kneza Ljudevita Posavskog 10, Zagreb, Hrvatska

[bmunivrana@suvag.hr](mailto:bmunivrana@suvag.hr)

## ELEKTROFIZIOLOŠKI KORELATI KOGNITIVNIH I JEZIČNIH FUNKCIJA

Izvorni znanstveni rad

Sažetak

Mnogi autori ističu da dječja sposobnost zadržavanja podataka u radnoj memoriji neposredno utječe na različite aspekte jezičnog razvoja. Smatraju da oštećeno fonološko pamćenje u ranoj dobi može kasnije rezultirati teškoćama u jezičnom razvoju te dovesti i do posebnih jezičnih teškoća. Navedene teškoće povezuju se s postojanjem deficita u radnom pamćenju, tj. teškoćama u procesiranju i zadržavanju određene rečenice ili njezinog dijela u pamćenju. Ponavljanje dugih rečenica, također, može poslužiti za praćenje jezičnog napretka u djece s jezičnim teškoćama. To više nije samo ponavljanje rečenice pomoću kratkoročnog pamćenja nego ponovna njezina produkcija. Druga hipoteza je ta da djeca s jezičnim teškoćama imaju poremećaj procesiranja kratkih i brzo prezentiranih auditivnih podražaja i pamćenja vremenskog slijeda informacija.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi korelaciju između elektrofizioloških (sposobnost zamjećivanja i razlikovanja zvučnog podražaja u djece kod djece s govorno jezičnim teškoćama metodom kognitivnih slušnih evociranih potencijala), kognitivnih i jezičnih varijabli. Eksperiment je proveden dva puta u razmaku od godinu dana. Ispitanici su bili 13-ero djece s govorno jezičnim, teškoćama u dobi od 7 do 9 godina. Radna memorija (kognitivne varijable) i praćenje verbalnog slijeda (jezična varijabla) ispitane su ponavljanjem logatoma, rečenica i primjenom Token testa. Mjerenje evociranih potencijala izvršeno je na 32-kanalnom aparatu za moždanu kartografiju tipa Neuroscan. Upotrijebljena je kapa s kanalima raspoređenim prema 10-20 internacionalnom sustavu. U provedenom eksperimentu, kao podražaj, korištena su dva čista tona (1kHz i 2 kHz). Podražaji su bili prezentirani u odd ball paradigmi te se od ispitanika tražila svjesna reakcija. Mjerene su latencije analiziranih (P1,N1,P2,N2 i P3) valova.

Korelacijske analize između elektrofizioloških varijabli i varijabli kojima se ispituje radna memorija i jezični napredak omogućavaju bolji uvid u etiologiju, dijagnostiku i evaluaciju terapijskog napretka djece s jezičnim teškoćama.

***Ključne riječi:*** radna memorija, ERP, CAEP, djeca s govorno-jezičnim teškoćama

Many authors emphasize that children's ability to preserve data in working memory have a direct impact on the different aspects of children language development. They believe that damaged phonological memory in early ages can cause difficulties in language development and even lead to a specific language impairment. Aforementioned difficulties are correlated with the existence of a deficit in working memory, i.e. difficulties in processing and preserving partial or whole sentences in the child's memory. Repeating long sentences can also be a tool for evaluating the language progress in children with special language impairments because this task demands that the children's disorder causes difficulty at processing short and quickly presented auditory stimulation and remembering the temporal sequence of information.

The aim of this research is to determine the correlation between electrophysiological (perception and discrimination of auditory stimuli in children with speech and language difficulties by ERP), cognitive and language functions. The experiment was performed twice in the interval of one year. The examines were 12 children aged 7-9. Working memory (cognitive variable). And language comprehension (language variable) were tested by repeating non-words, sentences and administration of the Token test. The measurements (ERP) were performed with a 32-channel Neuroscan electroencephalographic system, using an electrode cap with a set of electrodes arranged according to the International 10-20 electrode positioning system. Two pure tones (1 kHz and 2 kHz) were applied as stimuli. The stimuli were presented in an oddball paradigm, requiring a conscious reaction from the subjects. Latencies and amplitudes of P1, N1, P2, N2, and P3, waves were analyzed.

Correlation between electrophysiological variables which are exploring working memory and language progress give us a better insight into the etiology, diagnostics and evaluation of therapeutic progress in children with language disorders.

**Key words:** working memory, ERP, CAEP, special language impairment, children

## Uvod

Naziv Posebne jezične teškoće (PJT) obuhvaća široku grupu različitih jezičnih teškoća nepoznata uzroka. Istraživanja na ovom području počela su još u prvoj polovici dvadesetog stoljeća te se u literaturi može pronaći jako puno različitih naziva kojima se nastoji opisati ovaj tip jezičnih poremećaja. Neki od naziva su: razvojna afazija, gramatičke razvojne teškoće, strukturalne teškoće jezičnog razvoja, jezične teškoće, razvojna disfazija, djeca sa jezičnim teškoćama i problemima učenja, zakašnjeli razvoj jezika, itd.

Prema najnovijoj klasifikaciji PJT se mogu podijeliti na dva tipa: ekspresivni i receptivni tip. Ekspresivni tip PJT se odnosi na posebne razvojne teškoće govora i jezika kad je djetetova sposobnost govornog izražavanja značajno ispod granice za kronološku dob dok je jezično razumijevanje uredno. Receptivni tip PJT podrazumijeva posebne razvojne teškoće kad je jezično razumijevanje značajno ispod granice za dob, obično je udruženo sa teškoćama u jezičnoj ekspresiji i artikulaciji (Bishop i dr., 2007).

Uredan jezični razvoj pretpostavlja i uredno kognitivno funkcioniranje. Kao što je jezični razvoj svakog pojedinca drugačiji tako i u djece s PJT, bez obzira na tip jezičnog oštećenja, postoje individualne razlike. Te razlike se odnose i na nejezične aspekte kognitivnog funkcioniranja kao što su neverbalno mišljenje, motoričke vještine, pažnja, vizuomotorička integracija i simbolička igra (Schwartz, 2009; Leonard, 1998). Ono što se pouzdano zna jest činjenica da su PJT poremećaj neurološke prirode sa genetskom osnovom, a ne sociokulturne kako se do sada vjerovalo (Bishop, 2002). Ispitivanja percepcije slušnih podražaja kod djece s govorno jezičnim teškoćama počela su 70-tih godina prošlog stoljeća. Uočeno je da djeca školske dobi koja imaju govorno jezične teškoće i teškoće učenja teže procesiraju kratke i brzo prezentirane slušne podražaje (Tallal P, Piercy M, 1973; Tallal P, Piercy M, 1974; Tallal P, Piercy M, 1975) te imaju problema s pamćenjem vremenskog slijeda informacija. Sposobnost diskriminacije finih akustičnih značajki govornog zvuka temeljna je za percepciju govora pa je stoga logično da ispitivanje tih sposobnosti kod djece sa PJT donosi mnogo dragocijenih dijagnostičkih podataka koji se mogu iskoristiti u planiranju i provođenju terapije.

Zadnjih desetljeća javlja se sve više studija koje koriste direktna mjerenja neuroloških struktura i funkcija. Jedna od takvih metoda su i događajem izazvani evocirani potencijali (engl.ERP). ERP su povezani sa kognitivnom obradom senzornih informacija. Koriste se kao neinvazivna funkcionalna evaluacija kognitivnih, kortikalnih struktura.

Ako je događaj prezentiran slušnim putem onda se takvi evocirani potencijali nazivaju Kognitivni slušni evocirani potencijali (engl. CAEP). CAEP-i mjere kortikalni odgovor na slušni podražaj u realnom vremenu (Kraus i dr., 1995). Egzogene komponente (P1,N1 i P2) daju informacije o primarnoj slušnoj kori, dok endogene komponente N2 i P3 daju informacije o višim, kognitivnim procesima. Ove komponente mogu pomoći u razumijevanju jezičnih operacija (Mc Arthur GM i Bishop DVM,1974).

Komponenta P1 je prvi pozitivni val kompleksa P1-N1-P2. Slijedi iza odgovora srednjih latencija oko 50 ms nakon početka podražaja, a u mlade djece se javlja u vremenu od 100 do 300 ms (Dorman i sur.,2007; Sharma i sur., 1997). Oko 12-te godine života latencije u djece bi trebale poprimiti duljinu kao kod odraslih (Ponton i Eggermont, 2001; Ponton i sur., 2000; Ponton i sur., 2002), premda neki autori misle da se to događa oko 19 i 20-e godine života (Sharma i sur., 1997). Njezini neuralni generatori uključuju primarnu i sekundarnu slušnu koru (Herschlova vijuga), hipokampus, planum temporale, lateralnu sljepoočnu regiju i moguće subkortikalne regije (Liegeois-Chauvel i sur., 1994). P1

komponenta je pokazatelj razvoja (biomarker) maturacije središnjeg slušnog puta (Sharma i sur. 2004; Dorman i sur., 2007), jer se njezina latencija skraćuje s porastom kronološke dobi (Sharma i sur., 1997; Cunningham i sur., 2000; Ponton i sur., 2000. prema Sharma, 2005). Skraćivanje latencije komponente P1 s porastom životne dobi označava efikasniji sinaptički prijenos i odražava efikasniji slušni put (Sharma i sur., 2007). Komponentu N1 prvi su opisali Näätänen i Picton 1987. godine. Ova komponenta ima višestruke generatore u primarnoj i sekundarnoj slušnoj kori (Naatanen i Picton, 1987; Picton i sur., 1999; Liegeois-Chauvel i sur., 1999). Javlja oko 80-100 ms nakon početka podražaja. Generatore ima u slušnoj kori - gornja sljepoočna regija. Njezina amplituda je najveća na verteksu (Cz). N1 komponenta se često opisuje kao odgovor na početak podražaja jer označava enkodiranje početka podražaja na razini slušne kore (Steinschneider i Dunn, 2002).

P2 komponenta slijedi N1 komponentu. To je pozitivni val s latencijom od oko 180 ms nakon početka podražaja. Također ima višestruke generatore u primarnoj i sekundarnoj slušnoj kori i u mezencefalonu (Steinschneider i Dunn, 2002). Ako se komponente N1 i P2 dobiju kao odgovor primjenom oddball paradigme onda to znači da je ispitanik zamijetio oba podražaja, a komponenta P3 (koja se dobije, također, ovom paradigmom) znači da je zamijetio razliku među podražajima. Dakle, CAEP daju važne podatke o sposobnosti opažanja i razlikovanja zvučnog podražaja.

Komponente N2 i P3 su povezane sa pažnjom i kognicijom. N2 komponenta ili N200 je komponenta koja slijedi oko 200 ms nakon početka podražaja (Rugg i Coles, 1995). Komponenta N2 se dobiva primjenom oddball paradigme. Od ispitanika se traži da uoči razliku među podražajima, bilo u fizičkoj karakteristici podražaja, bilo u semantičkoj, ako je podražaj govorni. Pokazalo se da su latencije duže za semantičko razlikovanje (Hoffman, 1990). Da bi se, dakle, javila N2 komponenta nužne su upute za izvršenje zadatka - ona se javlja samo za podražaj koji se prati, na koga je usmjerena pažnja (Luck, 2005). Pojavljuje se prije motoričkog odgovora i zbog toga možda odražava procese koji su uključeni u procese opažanja i razlikovanja, ali i kategorizacije podražaja. Generatori ove komponente nalaze se obostrano u gornjoj sljepoočnoj regiji slušne kore (Čeponiené i sur., 2002).

Komponentu P300 (također poznatu i kao P3) prvi su opisali Sutton i sur. 1965. godine. Javlja se samo kad je ispitanik angažiran u prepoznavanju ciljnog podražaja. Uobičajena paradigma za dobivanje ove komponente je tzv. odd ball paradigma. Ispitaniku se prezentira serija podražaja unutar kojih se, nasumce i vrlo rijetko, pojavljuje drugačiji podražaj. Taj drugi podražaj može biti različit u intenzitetu, frekvenciji i trajanju. Od ispitanika se traži da pritiskom na gumb ili brojanjem reagira kad čuje drugačiji, rijetki podražaj. P300 komponenta označava moždanu aktivnost koja je u podlozi vrednovanja mentalnih reprezentacija tj. procesa koji se odvijaju u radnoj memoriji (proces usporedbe i procjene tzv. slušnih slika za slušni podražaj). Istraživanje koje je provedeno na pacijentima koji su bolovali od različitih moždanih lezija pokazalo je da komponenta P300 nije samo odraz jednostavnog razlikovanja dvaju različitih podražaja, nego je odraz viših kognitivnih procesa (Obert i Cranford, 1990). U ispitanika sa smanjenim kognitivnim sposobnostima latencija je produžena, a amplituda smanjena. Postoje individualne razlike u duljini latencija ove komponente koje su povezane s brzinom mentalnih funkcija pa su tako kraće latencije odraz izvrsnih kognitivnih sposobnosti (Polich i sur., 1983 prema Polich, 2007). Generatori P300 komponente uključuju hipokampus, gornji sljepoočni žlijeb, ventrolateralnu prefrontalnu koru i unutrašnji dio središnjeg žlijeba (Halgren i sur., 1998). Neki autori misle da su među generatorima ove komponente još i središnja sljepoočna vijuga i retikularnotalamičke jezgre (Micco i sur., 1995), a mnogi se slažu da su generatori ove komponente višestruki i međusobno relativno nezavisni, tj. da su odraz središnjeg integracijskog sustava sa široko uspostavljenim vezama kroz mozak (Pineda

et al., 1989; Johnson, R., 1991; Duncan, 2003; Nieuwenhuis et al., 2005., prema Duncan i sur., 2009).

Duljina latencija dobivenih komponenti označavaju brzinu provođenja prema generatoru i između generatora, a analiza dobivenih komponenti za ciljani/rijetki podražaj daje podatke o ukupnoj senzoričkoj i kognitivnoj aktivnosti.

U ovom radu, metodom CAEP-a, ispitivana je sposobnost slušne diskriminacije i kognitivne obrade tonskog podražaja kod djece s PJT te se pokušalo pronaći korelacije između ispitivanih valova i bihevioralnih testova za ispitivanje jezičnih funkcija.

## Ispitanici i metode

Ispitivanja su vršena u Poliklinici SUVAG u dva navrata u vremenskom razmaku od jedne godine. U ispitivanju je sudjelovalo 13-ero djece (7 dječaka i 6 djevojčica), učenika osnovne škole Poliklinike SUVAG, u dobi od 8 i 9 godina. Svi su bili s dijagnozom PJT, ali bez nekih drugih deficita (slušnog, neurološkog, motoričkog ili psihološkog). Svim ispitanicima dijagnoze su postavili logopedi dijagnostičari iz Poliklinike SUVAG. Ispitanici su ispitivanju pristupili dobrovoljno i u dobrom raspoloženju te uz pisani pristanak roditelja. Ispitivanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Poliklinike SUVAG.

Elektrofiziološka snimanja obavljena su na 32-kanalnom aparatu Neuroscan (Compumedics Neuroscan, El Paso, TX, USA). Korištena je kapa sa rasporedom elektroda prema internacionalnom sustavu 10-20. Referentne elektrode su bile smještene na oba mastoida. Otpor na svim elektrodama bio je manji od 5kOhm-a. Ispitanici su za vrijeme snimanja ležali na udobnom ležaju, zaklopljenih očiju. Kad su bili sigurni da su čuli drukčiji, rijetki podražaj kažiprstom dominantne ruke pritislili su gumb. U ovom ispitivanju nije analiziran postotak točnih odgovora niti srednje vrijeme reakcije. Prostorija u kojoj se snimalo bila je tiha izolirana soba s pripadajućom opremom. Snimanje svakog ispitanika trajalo je otprilike 1 sat s pripremom, snimanjem i pranjem kose nakon snimanja. U ispitivanju je korišten podražaj „*tonski prasak*“, prema engl. *tone burst* (TB). Primjenjivala se oddball paradigma koja se sastojala od dva podražaja. Prvi podražaj javljao se često, a drugi vrlo rijetko i nasumice - odnos među njima je bio 4:1. Podražaj se prezentirao preko slušalica koje su pripadajuća oprema Neuroscan uređaja. Podražaj je bio jačine 70 dB SPL-a. Svi EP snimani su u propusnom frekvencijskom području pojačala s donjom graničnom frekvencijom od 0,1 Hz i gornjom graničnom frekvencijom od 30 Hz. Faktor pojačanja bio je 60 000 puta. Koristio se TB frekvencije 1000 Hz i 2000 Hz. Ove frekvencije su odabrane jer ulaze u frekvencije govornog područja. Razlikuju se za jednu oktavu što je dobra osnova da ih se sigurno slušno razlikuje. Česti ili neciljni TB bio je frekvencije 1000 Hz. Vrijeme uspona i pada podražaja bilo je 10 ms. Plato trajanja podražaja nakon uspona bio je 30 ms. Rijetki ili ciljni TB bio je jednakih karakteristika kao i česti/neciljni, osim frekvencije koja je bila 2000 Hz. Vremenski prozor u kojem se promatrao odgovor bio je 100 ms prije i 1000 ms poslije početka podražaja. Broj usrednjenih odziva, na ciljne podražaje (bez artefakata), bio je 50. Neciljni/česti podražaj bio je prezentiran više od 200 puta. Interval između dva podražaja (ISI) bio je 2,5 s sa varijabilnošću od 10%. Sekvence EEG-a koje su sadržavale očne artefakte automatski su odbijene ako im je amplituda bila veća od +/- 100  $\mu$ V. Usrednjavanje je vršeno on-line te off-line ako je bilo previše očnih artefakata. U tom slučaju korišten je Neuroscan-ov algoritam za odbijanje artefakata. Za ovo ispitivanje mjerene su samo latencije odgovora dobivenih na ciljni/rijetki podražaj.

Bihevioralna testiranja su se sastojala od tri vrste testa. Prvi test je bio test fonematskog sluhatest (TT). To je test koji ispituje razumijevanje govora. Sastoji se od žetona i ploče na

kojoj su ucrtana dva reda pravokutnika (jedan red većih i drugi red manjih) te dva reda krugova (jedan red većih i dva reda manjih). Svaki veliki pravokutnik je drugačije boje (crveni, plavi, žuti, zeleni i bijeli), a tako je i s malima. Na isti način su raspoređeni i krugovi (red velikih i red malih). Pri testiranju su se dale verbalne upute na koji način treba postaviti žetone na ploču. Žetoni su varirali po veličini (mali, veliki), obliku (krug, pravokutnik) i boji (bijela, zelena, žuta, plava i crvena). Svakom ispitaniku su se dale tri mogućnosti za vježbu prije početka testiranja. Ispitivač je dao upute na koje je ispitanik morao odgovoriti manipulirajući žetonima na ploči. Upute su bile podijeljene u četiri nivoa od lakših prema težim te su se morale primjenjivati tim redoslijedom. (Slika 1) Drugi test je bio Opseg ponavljanja logatoma (OPL) pri čemu su se ispitaniku verbalno prezentirali logatomi, počevši od kraćih (dvosložnih) do dužih (šesterosložnih) te se od njega zahtijevalo da ponovi prezentirane logatome. Mjerio se broj ukupno točno izgovorenih logatoma. Treći test je bio Ponavljanje rečenica (PR). Ispitaniku su se verbalno prezentirale rečenice (od kraćih prema dužim). Ispitanik je imao mogućnost da iz tri pokušaja ponovi rečenicu koju je čuo, međutim, svaki pokušaj se drugačije bodovao pa je tako prvi pokušaj nosio najviše bodova, a treći najmanje.

## Rezultati

U statističkoj obradi dobivenih rezultata primjenjena je deskriptivna statistika i t-test za zavisne uzorke te Spirmanov test korelacija. Korišten je statistički paket Statistica verzija 7.0.

(Tablica 1)

$p < ,0500$

Deskriptivna statistika i t-test									
	N	Min	Max	Mean	Std.Dev.	Diff.	Std.Dv.	t	p
TBRLP1	13	64	181	91,9231	39,09915				
TBRLP1/2	13	56	116	69,2308	15,39022	22,692	27,22861	3,0049	0,010967
TBRLN1	13	102	268	151,3077	59,55723				
TBRLN1/2	13	100	122	109,5385	5,15777	41,769	57,94416	2,5991	0,023266
TBRLP2	13	169	347	217,8462	62,05622				
TBRLP2/2	13	149	228	175,6154	19,54285	42,231	59,82914	2,5450	0,025701
TBRLN2	13	230	515	300,1538	92,82497				
TBRLN2/2	13	203	394	251,6923	47,10517	48,462	68,64233	2,5455	0,025676
TBRLP3	13	322	587	416,9231	89,35273				
TBRLP3/2	13	313	484	364,5385	50,00936	52,385	47,08952	4,0110	0,001727
TT	13	21	37	30,7692	4,47500				
TT2	13	31	42	37,7692	2,94827	-7,000	2,61406	-9,6550	0,000001
OPL	13	14	29	21,0000	5,14782				
OPL2	13	17	30	24,1538	4,63404	-3,154	2,54448	-4,4690	0,000767
PR	13	2	14	5,8462	3,69338				
PR2	13	4	16	10,3846	3,52464	-4,538	2,69615	-6,0693	0,000056

TBRLP1 – Latencije vala P1 za ciljni/rijetki podražaj TB; TBRLN1 – Latencije vala N1 za ciljni/rijetki podražaj TB; TBRLP2 – Latencije vala P2 za ciljni/rijetki podražaj TB; TBRLN2 – Latencije vala N2 za ciljni/rijetki podražaj TB; TBRLP3 – Latencije vala P3 za ciljni/rijetki podražaj TB; TT –Token test; OPL – Opseg pamćenja logatoma; PR – Ponavljanje rečenica

TBRLP1/2 – Latencije vala P1 za ciljni/rijetki podražaj TB- drugo snimanje; TBRLN1/2 – Latencije vala N1 za ciljni/rijetki podražaj TB- drugo snimanje; TBRLP2/2 – Latencije vala P2 za ciljni/rijetki podražaj TB- drugo snimanje; TBRLN2/2 – Latencije vala N2 za ciljni/rijetki podražaj TB- drugo snimanje; TBRLP3/2 – Latencije vala P3 za ciljni/rijetki podražaj TB- drugo snimanje; TT2 –Token test- drugo snimanje; OPL2 – Opseg pamćenja logatoma- drugo snimanje; PR2 – Ponavljanje rečenica- drugo snimanje

U tablici 1 su prikazani rezultati deskriptivne statistike i t-testa za zavisne uzorke iz kojih je vidljivo da su postojale statistički značajne razlike između prvog i drugog mjerenja za sve ispitivane varijable. Usporedbom latencija CAEP-a, za ciljni/rijetki podražaj, vidljivo je da su se latencije svih ispitivanih valova statistički značajno razlikovale (za val P1  $p=0,011$ ; za val N1  $p=0,023$ ; za val P2  $p=0,026$ ; za val N2  $p=0,026$ ; za val P3  $p=0,002$ ). Usporedbom rezultata dobivenih na bihevioralnim testovima (Token test, Opseg pamćenja logatoma i Ponavljanje rečenica), također, su dobivene statistički značajne razlike za sva tri primijenjena testa (TT  $p=0,000$ ; OPL  $p=0,001$ ; PR  $p=0,000$ ).

(Tablica 2)

Rezultati testa korelacija između elektrofizioloških rezultata i bihevioralnih testova za prvo snimanje

TBRLP1	TT	0,16
	OPL	-0,25
	PR	-0,22
TBRLN1	TT	-0,35
	OPL	-0,26
	PR	-0,39
TBRLP2	TT	-0,31
	OPL	-0,40
	PR	-0,46
TBRLN2	TT	-0,04
	OPL	<b>-0,60</b>
	PR	-0,35
TBRLP3	TT	0,01
	OPL	-0,54
	PR	-0,42

koef.korel > ,55



(Tablica 3)

Rezultati testa korelacija između elektrofizioloških rezultata i bihevioralnih testova za drugo snimanje

TBRLP1/2	TT2	0,01
	OPL2	-0,56
	PR2	0,23
TBRLN1/2	TT2	-0,23
	OPL2	-0,23
	PR2	0,29
TBRLP2/2	TT2	0,00
	OPL2	0,15
	PR2	-0,17
TBRLN2/2	TT2	0,04
	OPL2	-0,43
	PR2	0,44
TBRLP3/2	TT2	-0,10
	OPL2	-0,49
	PR2	-0,06

koef.korel > ,55

U tablicama 2 i 3 prikazani su rezultati Spirmanovog testa korelacija kojim su se ispitivale korelacije između elektrofizioloških rezultata i bihevioralnih testova u prvom i drugom ispitivanju. (Tablica 2 i Tablica 3) Iz tablice 2, u kojoj su prikazani rezultati testa korelacija za prvo snimanje vidljivo je da je statistički značajna razlika postojala samo između latencija vala N2 i Opsega pamćenja logatoma (TBRLN2 – OPL koef.kor.= - 0,60) dok je test korelacija između latencija vala P3 i Opsega ponavljanja logatoma na samoj granici da bude statistički značajan (TBRLP3 – OPL koef.kor.= - 0,54). Iz tablice 3, u kojoj su prikazani rezultati testa korelacija za drugo snimanje vidljivo je da nema statistički značajne razlike između latencija vala N2 i Opsega pamćenja logatoma (TBRLN2/2 – OPL2 koef.kor. = - 0,43) te da se p vrijednost, između latencija vala P3 i Opsega ponavljanja logatoma, također, smanjila u odnosu na prvo snimanje (TBRLP3 – OPL koef.kor. = - 0,49). Međutim, statistički značajna razlika se pokazala između latencija vala P1 i Opsega pamćenja logatoma (TBRLP1/2 – OPL2 koef.kor.= - 0,56). Također, treba naglasiti da su sve korelacije s negativnim predznakom.

(Tablica 4)

Rezultati testa korelacija za elektrofiziološke rezultate između prvog i drugog snimanja

TBRLP1	TBRLP1/2	0,85
TBRLN1	TBRLN1/2	0,35
TBRLP2	TBRLP2/2	0,27
TBRLN2	TBRLN2/2	0,70
TBRLP3	TBRLP3/2	0,93

koef.korel.> ,60

U tablici 4 su prikazani rezultati korelacija za latencije CAEP-a svih analiziranih valova između prvog i drugog snimanja. Iz rezultata je vidljivo da su postojale korelacije za latencije vala P1 (TBRLP1 – TBRLP1/2 koef.kor.=0,85); zatim za latencije vala N2 (TBRLN2 – TBRLN2/2 koef.kor.=0,70) te za latencije vala P3 (TBRLP3 – TBRLP3/2 koef.kor.=0,93).

(Tablica 5)

Rezultati testa korelacija između prvog i drugog snimanja za bihevioralne testove

	TT2	OPL2	PR2
TT	0,83		
OPL		0,87	
PR			0,72

koef.korel.> ,60

U tablici 5 su prikazani rezultati korelacija između prvog i drugog snimanja za primjenjene bihevioralne testove. Iz rezultata je vidljivo da je za sva tri primijenjena testa postojala statistički značajna razlika (TT koef.kor.=0,83; OPL koef.kor.=0,87; PR koef.kor.=0,72).

## Diskusija

Ovo istraživanje bilo je namijenjeno praćenju tijeka govorno slušne terapije u djece s PJT. Istovremeno se željelo vidjeti postoji li i ako postoji kakva povezanost između elektrofizioloških rezultata CAEP-a i govorno jezičnih testova koji ispituju opseg radne memorije, razumijevanje govora i jezičnu produkciju.

Kako je vidljivo iz prikazanih rezultata u svim ispitivanim varijablama (i latencijama CAEP-a i bihevioralnim testovima) djeca s PJT bila su uspješnija u drugom ispitivanju, nakon godinu dana govorno slušne terapije. To znači da su se latencije svih ispitivanih valova, u drugom snimanju, skratile u odnosu na prvo snimanje te da su vrijednosti na bihevioralnim testovima, u drugom ispitivanju, bile više od onih u prvom ispitivanju. U prvom ispitivanju testom korelacija, između elektrofizioloških rezultata i rezultata bihevioralnih testova, pronađena je obrnuto proporcionalna korelacija između OPL i duljine latencija vala N2. Dakle, dulje latencije vala N2 u prvom ispitivanju korelirale su sa nižim vrijednostima za test OPL, dok u drugom ispitivanju vrijednosti latencija vala N2 više nisu korelirale sa vrijednostima za test OPL. Budući da latencije vala N2 daju informaciju o usmjerenosti pažnje na podražaj te daju

podatke o kategorizaciji, opažanju i sposobnosti razlikovanja podražaja, a test OPL ispituje kapacitet radnog pamćenja, moguće je zaključiti da je kod djece s PJT došlo do poboljšanja u funkcioniranju radnog pamćenja što se direktno može pripisati ciljanoj i dobro provedenoj govorno slušnoj terapiji. U drugom ispitivanju testom korelacija, između elektrofizioloških rezultata i rezultata biheviornalnih testova, pokazalo se da koreliraju vrijednosti latencija vala P1 i testa OPL. Budući da je došlo do skraćanja latencija svih ispitivanih valova pa tako i latencija vala P1 za koje se zna da su pokazatelji maturacijskih procesa, može se zaključiti da je i sazrijevanje moždanih struktura doprinjelo poboljšanju u funkcioniranju radnog pamćenja.

Primjenom Spirmanovog testa korelacija na rezultate CAEP-a iz prvog i drugog snimanja rezultati su pokazali da su postojale korelacije za latencije vala P1, N2 i P3. Dakle, poboljšanja su postignuta u području maturacijskih procesa, kategorizacije, opažanja i razlikovanja podražaja te u njihovoj kognitivnoj obradi. Uz maturaciju moždanih struktura, ciljano i dobro provedena slušno govorna terapija doprinjela je poboljšanju kognitivnog funkcioniranja ove djece, a time i govorno jezičnom razvoju. Ovu tvrdnju potkrepljuju i rezultati testa korelacija primijenjenog na vrijednosti dobivene u prvom i drugom biheviornalnom ispitivanju. Pokazalo se da postoje korelacije u sva tri primijenjena testa što znači da su ispitivana djeca postigla poboljšanje i u razumijevanju govora i u jezičnoj procesiranju i u kapacitetu radnog pamćenja.

## Zaključak

Ovim longitudinalnim ispitivanjem dobiveni su objektivni podaci koji govore u prilog ciljanoj i dobro provedenoj slušno govornoj terapiji. Namjera ispitivanja je bila pronaći poveznice između pojedinih komponenti CAEP-a i govorno jezične obrade i time doprinjeti što objektivnoj procjeni napretka slušno govorne terapije. Ono što se može zaključiti, na temelju ovog istraživanja, jest da komponente CAEP-a daju podatke o kognitivnoj obradi slušnog podražaja tj. o stanju radnog pamćenja te se može potvrditi njegova važnost u urednom jezičnom funkcioniranju.

Moguće je također zaključiti da ispitivane komponente CAEP-a ne daju dovoljno podataka na temelju kojih bi se moglo zaključivati i o razumijevanju i jezičnoj produkciji. Za to je potrebno analizirati neke druge komponente ERP (npr. MMN, N4 ili P6). Nadamo se da ćemo to u budućnosti uspjeti realizirati i tako još više doprinjeti razumijevanju govorno jezičnog procesiranja.

## POPIS LITERATURE:

1. BISHOP, D.V.M., (2002) , *Journal of Communication Disorders*, Vol. 35,311.
2. BISHOP, D.V.M., Hardiman, M., Uwer, R., von Suchodoletz, W., (2007). *Developmental Science*, Vol.10, 576.
3. ČEPONIENÉ, R., Rinne, T., Näätänen, R., (2002). Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials. *Clin. Neurophysiol.* 113 (6), 870–882.
4. DORMAN, M. F., Sharma, A., Gilley, P., Martin, K., Roland, P., (2007). Central auditory development: Evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants *Journal of Communication Disorders* 40, 284–294.
5. DUNCAN, C.C., Barry, R.J., Connolly, J.F., Fischer, C., Michie, P.T., Näätänen,R., Polich, J., Reinvang, I., Van Petten, C., (2009). Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120, 1883–1908.
6. HALGREN, E., Marinković, K. Chauvel, P., (1998). Generators of the late cognitive potentials in auditory and visual oddball tasks, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. 106, 156–164.
7. HOFFMAN, J.E., (1990). Event-Related Potentials and Automatic and Controlled Processes, In: *Event-Related Brain Potentials, Basic Issues and Applications*, Oxford University Press, New York, Oxford.
8. KRAUS, N., Mc Gee, T., Carrell, T.D., Sharma, A., (1995), *Ear& Hearing*, 16
9. LEONARD, L., *Children with Special Language Impairment* ( MIT Press, New York, 1998).
10. LIEGEOIS-CHAUVEL, C., de Graaf, J. B., Laguitton, V., i dr. (1999). Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding. *Cereb Cortex*, 9, 484–496.
11. LUCK, S. J., (2005). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
12. Mc ARTHUR, G.M. i BISHOP, D.V.M., (2005). *Brain and Language*, Vol. 94, 260.
13. MICCO, A.G., Kraus,N., Koch, D.B., McGee, T.J., Carrell, T.D., Sharma, A., Nicol, T., Wiet, R.J., (1995). Speech-Evoked Cognitive P300 Potentials in Cochlear Implant Recipients. *The American Journal of Otology*, 16(4), 514-520.
14. NÄÄTÄNEN, R. i PICTON, T., (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis of the component structure, *Psychophysiology*, 24, 375-425.
15. PICTON, T.W., Alain, C., Woods, D.L., John, M.S., Scherg, M., Valdes-Sosa, P., Bosch-Bayard, J., Trujilo, N.J., (1999). Intracerebral sources of human auditory-evoked potentials. *Audiol. Neuro-Otol.* 4, 64–79.
16. POLICH, J., (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b, *Clinical Neurophysiology*, 118, 2128–2148.
17. PONTON, C. W., Eggermont, J., (2001). Of kittens and kids: Altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. *Audiology & Neuro-Otology*, 6, 363–380.

18. PONTON, C.W., Eggermont, J. J., Kwong, B., Don, M., (2000). Maturation of human central auditory system activity: evidence from multichannel evoked potentials. *Clin. Neurophysiol.* 111, 220–236.
19. PONTON, C. W., Eggermont, J. J., Khosla, D., Kwong, B., Don, M., (2002). Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling. *Clin Neurophysiol*, 113, 407–420.
20. RUGG, M.D. i COLES, M.G.H., (2000). *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition*, Oxford psychology series No.25, Oxford, New York, Tokio, Oxford University Press.
21. SHARMA, A., Kraus, N., McGee, T. J., Nicol, T.G., (1997) Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 104, 540–545.
22. SHARMA, A., Tobey, E., Dorman, M., Bharadwaj, S., Martin, K., Gilley, P., Kunkel, F., (2004). Central Auditory Maturation Babbling Development in Infants with Cochlear Implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 130, 511-516.
23. SHARMA, A., Dorman, M.F., Kral, A (2005). The influence of a sensitive period on central auditory development in children with bilateral and unilateral cochlear implants. *Hearing Research* 203, 134–143.
24. SHARMA, A., Gilley, P.M., Dorman, M.F., Baldwin, R., (2007). Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 46, 494-499.
25. SCHWARTZ R.G., *Handbook of Child Language Disorders* (Psychology Press, New York, 2009).
26. STEINSCHNEIDER, M. i DUNN, M., (2002). Electrophysiology in developmental neuropsychology. In S. Segalowitz, i I. Rapin (Eds.), *Handbook of neuropsychology* (drugo izd., 8, (1), pogl. 5, 91–146). Amsterdam: Elsevier.
27. TALLAL, P. i PIERCY, M., (1973). *Neuropsychologia*, Vol. 11, 389.
28. TALLAL, P. i PIERCY, M., (1974). *Neuropsychologia*, Vol.12, 83.
29. TALLAL, P. i PIERCY, M., (1975). *Neuropsychologia*, Vol.13, 69