

ISTRAŽIVANJE POSEBNIH JEZIČNIH TEŠKOĆA METODOM KOGNITIVNIH EVOCIRANIH POTENCIJALA (KEP)

MARIJAN PALMOVIĆ, JELENA KUVAČ, MELITA KOVAČEVIĆ¹

Primljeno: 5. lipanj 2006.

Prihvaćeno: 30. listopad 2007.

Izvorni znanstveni rad

UDK: 366.36

Novi pristupi u istraživanju posebnih jezičnih teškoća (PJT) temelje se na primjeni različitih metoda funkcionalnoga oslikavanja mozga. Takva istraživanja omogućavaju otkrivanje pozadinskih mehanizama koji uzrokuju poteškoće u jezičnome razvoju i pružaju objašnjenje bihevioralne razine, tj. obilježja kojima se opisuje slika jezičnoga poremećaja. U ovome se radu zadatakom leksičke odluke kod djeteta s dijagnosticiranom posebnom jezičnom teškoćom uporabom metode kognitivnih evociranih potencijala (KEP), tj. 'event-related potentials' (ERP), nastoji pokazati razlika u mozgovnoj obradi primljenih jezičnih podataka u odnosu na dijete urednoga jezičnoga razvoja. Rezultati pokazuju jasne razlike u elektrofiziološkom odgovoru na jezične podražaje u komponenti N400.

Ključne riječi: Posebne jezične teškoće (PJT), kognitivni evocirani potencijali (KEP), N400, zadatak leksičke odluke

UVOD

Posebne jezične teškoće (PJT) razvojni je jezični poremećaj koji je klinički prepoznat još sredinom 19. stoljeća. Međutim, različiti istraživačko-klinički pristupi PJT-a uvjetovali su česte promjene naziva tog razvojnoga poremećaja kao primjerice, disfazija, slušni mutizam, slušna agnozija, zakašnjeni govor. Ta je promjena u nazivlju oslikavala s jedne strane različita znanja o fenotipu poremećaja, a s druge metodološke i tehničke mogućnosti u istraživanjima PJT-a.

Iako su još i danas kliničke okosnice za utvrđivanje PJT-a prisutnost kriterija uključenosti i odsutnost kriterija isključenosti, tj. samo narušenost u jezičnome razvoju uz urednost svih ostalih kognitivnih, motoričkih i perceptivnih sposobnosti, još uvijek nisu u potpunosti jasno određena dva bitna obilježja PJT-a: 1) jedinstvena i stabilna fenotipska slika te 2) je li riječ o jezičnome zakašnjenju ili poremećaju.

Poteškoće oko definiranja jedinstvenoga fenotipa PJT-a proizlaze iz više razloga: prvi je heterogenost toga poremećaja, tj. mogućnost definiranja nekoliko podskupina jezičnih teškoća (Conti-Ramsden i sur., 1997.). Nadalje, kao što

je cjelokupni jezični razvoj obilježen značajnim individualnim razlikama, tako i djeca s PJT-om, bez obzira kojoj podskupini pripadala, pokazuju individualne razlike. Drugi razlog proizlazi iz neujednačenosti podataka o odnosu jezika i nejezičnih aspekata kognitivnog funkcioniranja. Već je naznačeno da PJT određuju kriteriji uključenosti i isključenosti, međutim, istraživanja pokazuju da djeca pokazuju slabosti u sposobnostima koje pripadaju isključenosti, tj. u ne-jezičnim sposobnostima kao npr. u simboličkoj igri, klasifikaciji podataka, u obradi brzo primljenih informacija, vizuo-motornoj integraciji (vidi Leonard, 1998., Reed, 2005.). Istraživanja koja su se bavila odnosom jezičnih i govornih poteškoća u djece s PJT-om također se znatno razlikuju. I dok pojedina istraživanja navode da je komorbiditet jezičnih i govornih poremećaja u djece s PJT-om visok, tj. da djeca s PJT-om imaju mnogo artikulacijskih poteškoća, novija istraživanja navode da je taj omjer ispod 2%, dakle, da manje od 2% djece s PJT-om ima uz jezične i govorne poteškoće (vidi Shriberg i sur., 1999., Zhang i Tomblin, 2000.).

Razlikovanje kašnjenja i poremećaja u jezičnome razvoju naročito je važno za razumijevanje mehanizama koji se nalaze u pozadini jezične

1 Laboratorij za psiholingvistička istraživanja, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

narušenosti. Jezično zakašnjenje označava usporeno pojavljivanje i razvoj jezika, ali redosljed jezičnoga razvoja odgovara redosljedu u djece urednoga jezičnog razvoja (Reed, 2005.). Kašnjenje je podjednako u svim jezičnim sastavnicama pa kad se analizira jezični profil, on izgleda poprilično ravnomjerno. Nasuprot zakašnjenju, jezična poteškoća označava poremećaj u brzini i redosljedu pojavljivanja jezika i njegova razvoja. Ovakav se asinkroni jezični razvoj može pojaviti unutar jedne ili više jezičnih sastavnica. Kada ova određenja primijenimo na djecu s PJT-om, dobije se sljedeća slika: iako se klinički djeca s jezičnom teškoćom u svojim jezičnim postignućima izjednačavaju s djecom urednog jezičnog razvoja mlađe kronološke dobi, to ne znači da PJT predstavlja zakašnjenje. Mnogo kasnije pojavljivanje nekih jezičnih elemenata, kasnije čak nego u djece s kojom će u nekoj dobi biti izjednačena po istim jezičnim elementima, pokazatelji su poremećaja, a ne zakašnjenja. Nadalje, dok njihovi jezično izjednačeni vršnjaci s porastom dobi jezično napreduju i tako postižu plafon u jezičnome razvoju, djeca ga s PJT-om nikada se dostignu pa se u odnosu na svoje jezično postignuće uparuju s novom, kronološki mlađom djecom.

Kako bi se razriješile navedene, ali i niz drugih nedoumica, danas su uobičajena dva načina u istraživanju PJT: odozgo prema dolje (top-down) i odozdo prema gore (bottom-up) (Rice i sur. 2005.). Ova dva pristupa nastoje pružiti cjelovitu sliku PJT-a, i to onoga što PJT izražava na svojoj površini, i onoga dubinskoga, tj., onoga što se nalazi u pozadini takva jezika i jezične obrade. Bihevioralni pristup, koji još uvijek prevladava u kliničkome radu, zapravo predstavlja nastojanje da se na temelju jezičnoga opisa objasni pozadina poteškoće. Neurokognitivni pristup predstavlja drugi, noviji, ali bihevioralnome pristupu komplementaran pristup u ispitivanju PJT. Ispitivanjem se pozadinskih mehanizama preispituje etiologija onoga što se odražava na površini. Taj noviji pristup zahtjeva sofisticiraniju tehnologiju kao, primjerice, elektroencefalografiju (EEG), tj., metodu kognitivnih evociranih potencijala (KEP), magnetsku encefalografiju (MEG) ili funkcionalnu magnetsku rezonancu (fMRI), drugim riječima, tehnike funkcionalnog

oslikavanja mozga.

Metoda kognitivnih evociranih potencijala

Istraživanje jezične obrade pomoću metode kognitivnih evociranih potencijala (KEP), tj. event-related potentials (ERP) dobilo je zamah osamdesetih godina prošloga stoljeća i to nakon objavljivanja članka M. Kutas i S. A. Hillyarda (Kutas, Hillyard, 1980.). U tome se članku po prvi puta istražuju kognitivni procesi koji leže u pozadini jezične obrade, za razliku od istraživanja, koja su do tada prevladavala, a u kojima se metodom kognitivnih evociranih potencijala tragalo za pouzdanim znacima hemisferne specijalizacije jezičnih funkcija. Metoda mjerenja KEP-a pokazala se uspješnom u identifikaciji kognitivnih procesa vezanih za jezičnu obradu eksperimentalnom manipulacijom karakterističnih elektrofizioloških odgovora na jezične podražaje, ali je pokazala ograničenja instrumenta tj. EEG-a u pogledu lokalizacije izvora.

Danas se ta metoda upotrebljava u istraživanjima jezične obrade, a naročito jezičnog razumijevanja u populaciji urednoga jezičnog statusa, u razvojnim jezičnim istraživanjima, ali i u istraživanjima narušena jezičnoga razvoja. U posljednje se vrijeme velike nade polažu u KEP u istraživanjima posebnih jezičnih teškoća. Za ilustraciju, dok na jednom od najcjelovitijih kongresa o jezičnome razvoju i jezičnim teškoćama, kongresu IASCL/SRCLD (International Association for the Study of Child Language/Symposium on Research in Child Language Disorders) u Madisonu, 2002. nije bilo niti jednog rada o posebnim jezičnim teškoćama s primijenjenom metodom KEP-a, već tri godine poslije, na kongresu IASCL-a u Berlinu, KEP je bila prevladavajuća metoda u istraživanjima jezičnih teškoća i posvećen joj je bio cijeli simpozij, uz brojne samostalne radove. I drugi jezični poremećaji danas se istražuju metodom KEP-a, naročito disleksija (vidi Csépe i sur., 2003.).

Metoda kognitivnih evociranih potencijala jest dobivanje karakterističnog valnog oblika koji se pojavljuje uz bihevioralno značajan događaj (Bressler, 2002.). Drugim riječima, ona se sastoji u mjerenju malih razlika u potencijalu (obično 5 -

10 μ V) koje se mogu povezati s podražajima koji se daju ispitaniku. Da bi se dobio KEP, potrebno je istovrsne podražaje mnogo puta davati ispitaniku i naknadnom ih obradom "preklopiti" s obzirom na trenutak u kojem se ispitaniku dao podražaj. Taj postupak usrednjavanja čini srž metode mjerenja KEP-a.

Temeljni uvjet ispitivanja ispitanika pomoću KEP-a jest eksperimentalna manipulacija podražajem i to tako da se sastave najmanje dvije skupine podražaja od kojih se jedna razlikuje od druge u samo jednoj svojoj osobini. Ako se rezultati mjerenja usrednje prema vrsti podražaja, na taj će se način dobiti dvije krivulje, tj. valni oblici koji će se razlikovati upravo s obzirom na razliku u manipuliranoj osobini. Ta će razlika u valnim oblicima najčešća biti vrlo mala (amplitude oko 1 - 2 μ V), ali dovoljno postojana da bude statistički značajna ili ponovljena u ponovljenom eksperimentu. Kognitivni evocirani potencijali nisu jednodimenzionalna mjera kao što je, na primjer, mjerenje vremena reakcije. Razlika između eksperimentalnih uvjeta može se naći u amplitudi usrednjenih vrijednosti, u njihovoj latenciji, u spektru ili distribuciji na skalpu.

Krivulja KEP-a sastoji se od mnogih pozitivnih i negativnih vršaka napona, ali samo neki od njih predstavljaju komponentu KEP-a, valni oblik koji čini glavni gradivni blok eksperimenta KEP-a. Iako je to svakako jedan od najvažnijih pojmova u elektrofiziologiji, do danas nema njegova jedinstvena tumačenja. U užem smislu, komponentom se shvaća onaj otklon napona koji se može pripisati nekoj specifičnoj grupi neurona u mozgu (Näätänen, Picton, 1987.). Drugim riječima, govori se o komponenti samo ako se izmjereni otklon može povezati s anatomskim izvorom u mozgu pa je to onda fiziološko shvaćanje komponenti (Coles, Rugg, 1995.). U širem smislu, komponenta je svaki onaj otklon napona koji se može dovesti u korelaciju s nekim procesom obrade podataka (Donchin, 1981.). Komponenta je, dakle, ono čime se manipulira mijenjanjem osobine podražaja. Takav se pristup obično naziva funkcionalnim ili psihološkim pristupom.

U istraživanjima jezične obrade na neurofiziološkoj razini ističu se tri komponente, (E)LAN

((early) left anterior negativity, negativni val latencije od 300 do 500 ms, najjače izražen na lijevim prednjim elektrodama), N400 i P600 (negativni (N), odnosno pozitivni (P) otkloni napona na 400 odnosno 600 ms od podražaja). I dok je N400 komponenta vezana uz leksičko-semantičku obradu jezičnoga ulaza, (E)LAN i P600 vežu se uz sintaktičku obradu.

U ovome se radu obrađuje negativan val s vrškom na oko 400 ms od podražaja, tj. komponenta N400. Bez tvrdnji o anatomskim izvorima, promjena u komponenti N400 povezuje se s eksperimentalnom manipulacijom podražaja, a tumači se razlikom u kognitivnoj obradi podražaja.

Cilj je ovoga rada definirati elektrofiziološke korelate leksičke obrade na zadatku leksičkoga odlučivanja za dijete s posebnom jezičnom teškoćom te ih usporediti s istim tim podacima djeteta uredna jezičnoga razvoja. U radu ćemo pokušati metodu kognitivnih evociranih potencijala, koja je danas raširena istraživačka neurolingvistička metoda, upotrijebiti kao metodu pogodnu za kliničku praksu. Zbog toga se u ovome istraživanju nije nastojao dobiti tzv. veliki prosjek (grand average), nego su se djeca snimala pojedinačno. Osim utvrđivanja elektrofizioloških korelata svrha je ovoga rada pokušati upravo neurokognitivnim istraživanjem nadopuniti fenotipsku sliku i sliku naravi PJT-a.

U odnosu na različite fonološke i semantičke uvjete zadanih riječi (riječi, pseudoriječi i ne-riječi) očekuje se razlika u obradi podražaja te razlika u obradi među ispitanicima. Također, pretpostavlja se da će se dijete s PJT razlikovati od urednoga djeteta na N400 komponenti i to u odnosu na amplitudu i latenciju.

METODE

Uzorak ispitanika

Ispitivanje je provedeno na dvoje osmogodišnje djece. Jedno dijete urednog je jezično-govornoga razvoja (UJR).

Kod drugog je djeteta dijagnosticiran leksičko-sintaktički poremećaj iz skupine posebne jezične teškoće. Dijete posljednje dvije godine polazi

logopedsku terapiju u Kliničko-istraživačkome odjelu Laboratorija za psiholingvistička istraživanja. Logopedskom dijagnostikom pokazane su poteškoće u upamćivanju, pohranjivanju i prizivanju riječi te u razumijevanju i proizvodnji složenijih sintaktičkih struktura. Ispitivanje rječnika primjenom PPVT (Kovačević i sur., u tisku) pokazuje 73% uspješnosti u razumijevanju riječi, dok u zadacima imenovanja pokazuje znatne poteškoće u prisjećanju riječi. Psihološkim testiranjem na WISC-u (Wechsler, 2003.) dobivana je iznadprosječna razina neverbalne inteligencije.

Ispitni materijal

Ispitivanje je sadržavalo tri skupine vidnih podražaja:

1. Sto trosložnih riječi ujednačenih po učestalosti prema Hrvatskom čestotnom rječniku (Moguš i sur., 1999.). Među njima bilo je približno jednak broj imenica, glagola i pridjeva (npr. jabuka, padati, plastičan).
2. Sto pseudoriječi oblikovane su prema prvoj skupini, riječima tako da budu s njima izjednačene po fonološkoj složenosti (npr. togovo prema gotovo). I među pseudo-riječima bilo je približno jednak broj imenica, glagola i pridjeva.
3. Sto ne-riječi bile su neizgovorljivi nizovi slova podjednake duljine kao i riječi i pseudo-riječi (npr. htšžjisb).

Način provedbe ispitivanja

Svako je dijete ispitano posebno. Dijete je trebalo pritiskom na odgovarajuću tipku "prepoznati" pravu riječ, dok mu se za to vrijeme snimao moždani odgovor na zadatak. Za ispitivanje su upotrijebljene kape s ugrađenih 32 elektrode prema standardnom postavljanju. Kape s elektrodama jednostavno se i brzo postavljaju na ispitanikovu glavu. Upotrijebljeno je NeuroScanovo 40-kanalno pojačalo NuAmps i odgovarajuća oprema za precizno prikazivanje podražaja (Stim II). Podražaji su prikazani na sredini zaslona ekrana. Svaki je podražaj (riječ, pseudoriječ ili ne-riječ) prikazan u trajanju od 800 ms, dok je razmak između svakog podražaja bio 1800ms. Prethodno je provjereno mogu li ispitanici slijedi-

ti zadatak, tj. je li podražaj dovoljno dug kao i razmak između njih. Signal EEG-a snimao se pomoću NeuroScanovog programa Acquire. Signal je uzorkovan s 1000 Hz i sniman je s rezolucijom od 22 bita. Zbog okolinskog je šuma električne mreže upotrijebljen nepropusni filter na 50 Hz. Zbog nepovoljnih uvjeta snimanja dio šuma na drugim, nižim frekvencijama nije se mogao filtrirati, što je donekle utjecalo na rezultate.

Kontinuirani signal EEG-a usrednjen je u razmaku od -100 do 900 ms od podražaja pomoću programa NeuroScan Edit. Na taj način dobivene su tri krivulje koje prikazuju prosječan odgovor za svako dijete u svakom od eksperimentalnih uvjeta. Ti su podatci poslije statistički obrađeni na razini t-testa i analize varijance.

Rezultati

Postizanjem efekta na komponenti N400 nastojala se definirati razlika u kognitivnoj obradi primljenih podražaja u djeteta s PJT i djeteta UJR.

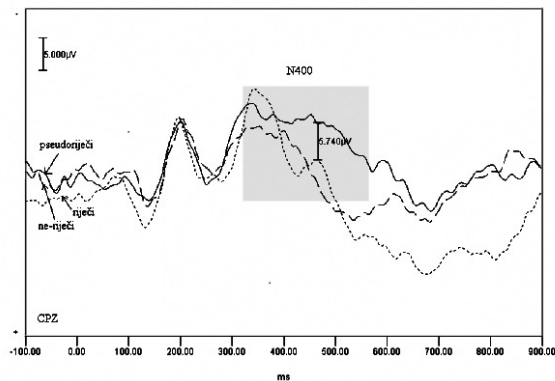
Rezultati ispitivanja pokazali su razliku ne samo među ispitanicima (UJR - PJT) već i između eksperimentalnih uvjeta (riječi - pseudoriječi - ne-riječi). Dobivena je jasna razlika među uvjetima u komponenti N400, komponenti koja se veže za jezičnu obradu na leksičko-semantičkoj razini, tj. koja odražava automatske (nesvjesne) procese vezane za leksičko prizivanje (Kutas, Hillyard, 1980.; 1989., Holcomb, Neville, 1990.).

Slika 1. prikazuje tipičan efekt N400 (Holcomb, Neville, 1990., Supp i sur., 2004.) kod djeteta urednog jezičnoga razvoja koji je najjači za pseudoriječi, prisutan kod riječi, a nema ga kod ne-riječi.

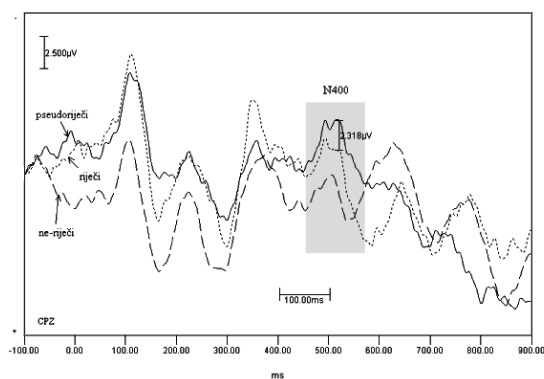
Kod djeteta s PJT-om efekt N400, suprotno djetetu urednoga jezičnoga najjači je za riječi, tek onda za pseudoriječi (Slika 2.). Drugo obilježje djeteta s PJT-om kašnjenje je u komponenti N400 od sedamdesetak milisekundi u odnosu na N400 komponentu djeteta urednog jezičnoga razvoja.

Navedene razlike u N400 komponenti neurofiziološka su obilježja koja odražavaju jasnu razliku među dvjema skupinama ispitanika. Na temelju kašnjenja N400 komponente dalo bi se

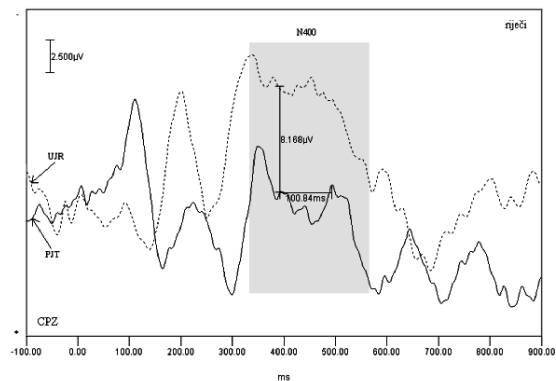
Slika 1. Komponenta N400 za riječi, pseudoriječi i ne-riječi u djeteta UJR.



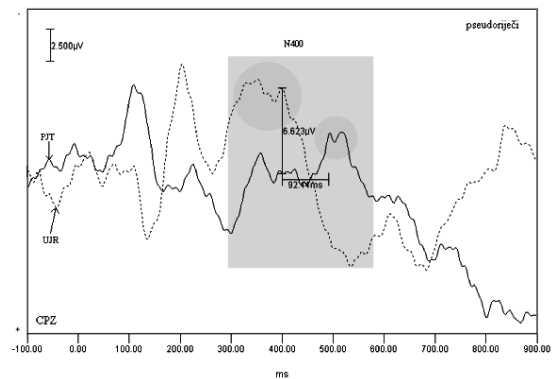
Slika 2. Komponenta N400 za riječi, pseudoriječi i ne-riječi u djeteta s PJT.



Slika 3. Razlika između djeteta urednog jezičnoga razvoja (UJR) i djeteta s PJT za uvjet 'riječi'.



Slika 4. Razlika između djeteta urednog jezičnoga razvoja (UJR) i djeteta s PJT za uvjet 'pseudoriječi'.



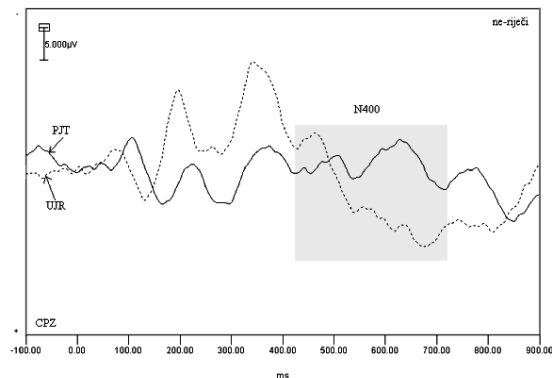
zaključiti kako leksičko-semantička obrada djeteta s PJT kasni za obradom urednoga djeteta, tj. da je u pozadini posebnih jezičnih teškoća neka vrsta kašnjenja u jezičnoj obradi. S obzirom da uzroci toga kašnjenja mogu biti različiti, a da se ovim ispitivanjem izravno ne može otkriti pravi uzrok kašnjenja, ne može se staviti znak jednakosti između posebnih jezičnih teškoća i kašnjenja u obradi. Ipak, s obzirom na uvjete snimanja i, naročito, nepovoljan odnos signal-šum prilikom snimanja djeteta s posebnim jezičnim teškoćama i velikog broja artefakata na snimci EEG-a uzrokovanih micanjem koje ispitanik nije mogao kontrolirati, kašnjenje u obradi možda je najpouzdaniji rezultat, pouzdaniji od relativnih odnosa amplituda efekta N400. To je naročito vidljivo usporedi li se količina šuma - razlika u amplitudama u inter-

valu od -100 do 100 ms i sama amplituda efekta (velika razlika u intervalu od -100 do 100 ms čini kasniju razliku manje pouzdanom).

Usporedbom komponenti N400 u istim eksperimentalnim uvjetima između djeteta urednoga razvoja i djeteta s PJT, uočava se razlika u latenciji i to za sva tri uvjeta (Slika 3, 4, 5). Razlika u latenciji komponente N400 iznosi između 92 i 102 ms. Osim latencije očituju se i slabije amplitude kod sva tri eksperimentalna uvjeta u djeteta s PJT-om (ponovno, razlike u amplitudama treba uzeti samo uvjetno, s obzirom na nepovoljan odnos signal-šum kod snimanog djeteta s PJT).

Razlika je u komponenti N400 između eksperimentalnih uvjeta i između sudionika analizirana i statistički. U analizu je uključen interval od 300 do 500 milisekundi kako bi se izbjegao eventualni

Slika 5. Razlika između djeteta urednog jezičnoga razvoja (UJR) i djeteta s PJT za uvjet ‘ne-riječi’.



doprinos ranih, tj. egzogenih komponenti ili utjecaj oblika vala kasnije u mjerenom intervalu (od 500 do 900 ms) na rezultat. Takva je analiza nužna za tumačenje rezultata budući da se želi pokazati razlika u kognitivnoj obradi, a ne npr. razlika u percepciji. Isto tako, valja imati na umu da se radi o usporedbi između samo dvoje ispitanika pa je u krivulju evociranog potencijala mogao ući i okolinski šum ili dio ritmičke moždane aktivnosti što bi se izbjeglo uključivanjem velikog broja ispi-

Tablica 1. Razlika između djeteta UJR i djeteta s PJT (ANVA)

		df	F	p
Riječi	Between Groups	1	180,111	,000
	Within Groups	398		
	Total	399		
pseudo-riječi	Between Groups	1	37,034	,000
	Within Groups	398		
	Total	399		
ne-riječi	Between Groups	1	70,669	,000
	Within Groups	398		
	Total	399		

tanika. Analiza izvedena samo na relevantnom odsječku krivulje donekle umanjuje doprinos spomenutih nepovoljnih okolnosti.

Analiza varijance (ANVA) pokazuje statistički značajnu razliku ($p < 0,01$) između djeteta urednog jezičnoga razvoja i djeteta s PJT-om na sva tri eksperimentalna uvjeta (riječi, pseudoriječi, ne-riječi) (v. Tablica 1).

Razlika između eksperimentalnih uvjeta za svako dijete posebno izmjerena je pomoću t-testa uparivanjem svih uvjeta (riječi - pseudoriječi, riječi - ne-riječi, pseudoriječi - ne-riječi). Dobivene vrijednosti pokazuju statističku značajnost u svim parovima ($p < 0,01$) i to za oba djeteta uz (vidi Prilog, Tablice 2 i 3.). Statistički značajna razlika u komponenti N400 za sva tri uvjeta jasno upućuje na dobiven efekt N400, tj. na različitu kognitivnu obradu u tri eksperimentalna uvjeta.

DISKUSIJA

Ovo je istraživanje usmjereno prema pronalaženju razlike u kognitivnoj obradi leksičkih jedinica, tj. pojedinačnih riječi. Opravdanje za provođenjem ovakvoga ispitivanja na neurokognitivnoj razini temelji se na dobro poznatim bihevioralnim istraživanjima u kojima su dobivene značajne razlike u ponavljanju riječi i pseudoriječi između djece urednog jezičnog razvoja i djece s PJT (Conti-Ramsden, Botting, 2001., Schöler, Schakib-Ekbatan, 2001.).

Svi navedeni podaci upućuju na to da bi eksperimentalna paradigma u kojoj bi ispitanik morao odlučiti je li podražaj, koji vidi na zaslonu računala, riječ ili nije, mogla pokazati razlike između djece s PJT i djece urednoga jezičnoga razvoja i da bi te razlike mogle biti dovoljne za razvoj dijagnostičkog postupka koji bi se temeljio na KEP. Naime, zadatak leksičkog odlučivanja dobar je pokazatelj leksičkog prizivanja, a ispitanikova odluka o tome je li pred njim riječ ili ne (i vrijeme reakcije koje se usput mjeri) zahtijeva od ispitanika bar minimum metalingvističkog znanja.

Zadatak leksičkog odlučivanja pokazuje razliku u jezičnoj obradi na oko 400 ms nakon podražaja. Ta se razlika pripisuje automatskim procesima vezanima za obradu na leksičko-

Tablica 2. Usporedba parova eksperimentalnih uvjeta za dijete urednog jezičnoga razvoja (*t*-test)

			t	df	p
	\bar{x}	SD			
riječi - pseudo-riječi	-55,078773	21,1213345	-36,879	199	,000
riječi - ne-riječi	-21,599941	29,8225637	-10,243	199	,000
pseudo-riječi - ne-riječi	33,478832	27,2089739	17,401	199	,000

Tablica 3. Usporedba parova eksperimentalnih uvjeta za dijete s PJT (*t*-test)

			t	df	p
	\bar{x}	SD			
riječi - pseudo-riječi	-7,316335	18,9066871	-5,473	199	,000
riječi - ne-riječi	15,611738	14,8573726	14,860	199	,000
pseudo-riječi - ne-riječi	22,928073	15,0832824	21,497	199	,000

semantičkoj razini, tj. procesima pretraživanja mentalnog leksikona.

Neuralna se obrada leksičkih podražaja može zamisliti kao dvorazinska, tj. kao leksička obrada koja se odvija na dvije razine, fonološkoj i semantičkoj. Na prvoj se fonološkoj razini prihvaćaju ili odbijaju podražaji koji ne zadovoljavaju fonotaktička pravila danoga jezika. Podražaji, koji zadovolje prvu razinu obrade, prelaze na drugu, semantičku. Na toj se razini najbrže prihvaćaju oni podražaji koji zadovoljavaju semantički uvjet, a nešto dulje, oni podražaji koji ga ne zadovoljavaju, što je na Slici 6 označeno kao semantička razina II.

Primijenimo li opis neuralne obrade leksičkih podražaja na podatke prikazanim na Slikama od 1 do 4, možemo predvidjeti da bi pseudoriječ treba-

la proizvesti jači negativni otklon od riječi i, u još većoj mjeri, od ne-riječi. Takav je podatak i dobio kod djece urednog jezičnoga razvoja. Taj se neuralni odgovor za obradu pseudoriječi pripisuje neuspješnom pretraživanju mentalnog leksikona kad se radi o nizu fonema koji zadovoljava fonotaktička pravila hrvatskoga, ali ne i semantička. Kada se radi o neizgovorljivom nizu fonema, tj. ne-riječima pretraživanje se brže prekida, tj. leksički se "kandidati" brže odbacuju već na prvoj fonološkoj razini obrade. Riječi kao podražaji koji sadrže oba uvjeta, fonološki i semantički brzo prelaze obje razine obrade. Na potpuno se jednaki način, tumači manja amplituda komponente N400, tj. brzo prihvaćanje visoko učestalih i dostupnih riječi za razliku od veće amplitude, tj. duljeg pretraživanja i prihvaćanja manje čestih i

Slika 6. Prikaz dvorazinske obrade leksičkih podražaja na N400 komponenti



manje dostupnih riječi u mentalnome leksikonu (Rugg, 1990).

Kod djeteta s dijagnosticiranim leksičko-semantičkim PJT-om ovaj eksperiment pokazuje razliku u kognitivnoj obradi u odnosu na dijete urednog jezičnoga razvoja. Razlika se uočava na tri dimenzije: prvo, uočava se kašnjenje u amplitudi N400 i to u svim eksperimentalnim uvjetima koja navodi na sporiju obradu primljenih podražaja. Taj je rezultat ujedno i najpouzdaniji. Drugo, efekt N400 drugačiji je za riječi i pseudoriječi, tj. onih leksičkih jedinica koje prelaze na drugu razinu obrade. Veća amplituda za riječi nego kod djeteta UJR pokazuje da dijete s PJT-om duže obrađuju tu vrstu podražaja što proizlazi iz nesigurnosti u prepoznavanju riječi, drugim riječima iz nedovoljnoga leksičkoga znanja. Budući da su za podražaje upotrijebljene visoko čestotne riječi, kod djeteta s URJ amplituda je N400 za uvjet “riječi” manja, tj. krivulja je bliža uvjetu “ne-riječi” (kod kojeg zapravo i nema N400). Kod djeteta s PJT to nije slučaj; amplituda N400 za uvjet “riječi” bliža je uvjetu “pseudoriječi”. Ovaj podatak upućuje i na drugačiju i otežanu obradu u djece s PJT. Za djecu s PJT približno je jednako teško obrađivati riječi koje zadovoljavaju oba uvjeta (fonološki i semantički) i one jedinice koje ih ne zadovoljavaju. Međutim, kao što je već spomenuto, zbog uvjeta mjerenja ovaj je rezultat najnepouzdaniji pa bi za njegovu konačnu potvrdu eksperiment valjalo replicirati. Treća je dimenzija slabija amplituda, tj. manja razlika među amplitudama u svim trima eksperimen-

mentalnim uvjetima kod djeteta s PJT-om. Manja razlika među amplitudama za tri eksperimentalna uvjeta pripisuje se manjem broju, tj. slabijoj aktivaciji neurona koji sudjeluju u obradi te bi mogla upućivati na neadekvatan mehanizam leksičkog pretraživanja. Slični rezultati - nepostojanje razlika među eksperimentalnim uvjetima, tj. vrlo mala razlika u amplitudama - dobivena je na eksperimentu s rečeničnim razumijevanjem kod djece s PJT (Palmović, 2007.). Budući da su ta mjerenja izvedena u puno boljim uvjetima, mogu poslužiti kao neka vrsta posredne potvrde ovih, ranijih, rezultata. Na temelju niza ispitivanja o PJT-om objavljenih do danas ovi bi se podaci mogli povezati s pretpostavkama i teorijama o slabijoj mijelinizaciji kod djece s PJT ili o općenito sporijoj obradi podataka kod te skupine ispitanika (Kail, 1994.; Miller i sur. 2001.).

Definirana i iznesena tri obilježja djeteta s leksičko-sintaktičkim poremećajem PJT-a dobivena na zadacima leksičkoga odlučivanja nadopunjavaju fenotipsku sliku tog djeteta. Pokušamo li podatke dobivene neurokognitivnim ispitivanjem istog djeteta povezati s opće poznatim obilježjima PJT-a dobivenih bihevioralnim ispitivanjem o prirodi PJT-a onda bi za ovo dijete to izgledalo ovako: za latenciju u komponenti N400 mogli bismo pretpostaviti da odgovara kašnjenju koja se manifestira na površini, a drugačiji efekt i različite amplitude drugačijoj obradi, tj. poremećaju. I dok bi Rice i sur. (2005) ovakav odnos zakašnjenja i poremećaja u PJT prozvali delay with disruption (kašnjenje s poremećajem), naši bi podaci više odgovarali obratnoj sintagmi poremećaj sa zakašnjenjem (disruption with delay). Naime, djeca s PJT-om nikada ne postižu razinu jezičnog postignuća koje je primjereno njihovoj kronološkoj dobi, redosljed jezičnoga razvoj i jezične obrade ne odgovaraju redosljedu djece urednoga jezičnoga razvoja te takva djeca mogu pokazivati slabosti na pojedinim jezičnim elementima za razliku od djece sa zakašnjenjem u jezičnome razvoju kod koje kasni cijeli jezični razvoj. Sva su ovo obilježja koja ne pripadaju jezičnome zakašnjenju, nego poremećaju pa bismo bili u zabludi kada bismo dijagnostičku sliku zakašnjeloga jezičnoga razvoja jednostavno prepisivali slici posebnih jezičnih teškoća.

Podaci dobiveni u ovome radu potvrđuju podatke dobivene bihevioralnim ispitivanjima da zadatak ponavljanja pseudoriječi vjerodostojno odvaja djecu s poteškoćom u jezičnoj obradi od djece urednog jezičnoga razvoja pa se stoga

smatra jednim od najboljih kliničkih pokazatelja. Ovim se ispitivanjem potvrđuje vjerodostojnost ove paradigme u diferenciranju djece s posebnim jezičnih teškoćama i na neurokognitivnoj razini.

Literatura:

- Bressler, S L. (2002.) Event-Related Potentials. U: M.A. Arbib (ur.) *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. Cambridge, MA: The MIT Press. 412-415.
- Coles, M. G. H., Rugg, M. D. (1995.) Event-related brain potentials: an introduction. U: M. D. Rugg, M. G. H. Coles (ur.) *Electrophysiology of Mind: Event-Related Brain Potentials and Cognition*. Oxford: Oxford University Press. 1-26.
- Conti-Ramsden, G; Crutchley, A; Botting, N. (1997.) The Extent to Which Psychometric Tests Differentiated Subgroups of Children With SLI. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 40 765-777.
- Conti-Ramsden, G; Botting, N. (2001.) Psycholinguistic markers for specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42. 741-748.
- Csépe, V., Sücs, D., Honbolygó, F. (2003.) Number-word reading as challenging task in dyslexia? An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 51. 69-83.
- Donchin, E. (1981.) Surprise!... surprise? *Psychophysiology*, 18. 493-513.
- Holcomb, P. J., Neville, H. J. (1990.) Semantic priming in visual and auditory lexical decision: a between modality comparison. *Language and Cognitive Processes*, 5. 281-312.
- Kail, R. (1994.) A method of studying the generalized slowing hypothesis in children with specific language impairment. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37. 418-421.
- Kovačević, M. i sur. (u tisku). *Slikovni test rječnika PPVT*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Kutas, M., Hillyard, S. A. (1980.) Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207. 203-205.
- Kutas, M., Hillyard, S. A. (1989.) An electrophysiological probe of incidental semantic association. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1. 38-49.
- Leonard, L. (1998.) *Children with Specific Language Impairment*. Cambridge: MIT Press.
- Miller, C. A., Kail, R., Leonard, L. B., Tomblin, J. B. (2001.) Speed of processing in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44. 416-433.
- Moguš, M., Bratanić, M., Tadić, M. (1999.) *Hrvatski čestotni rječnik*. Zagreb: Zavod za lingvistiku Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Školska knjiga.
- Näätänen, R., Picton, T. W. (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.
- Palmović, M. (2007.) *Electrophysiological Evidence for Sentence Comprehension: A Comparison Adults, Normally Developing Children and Children with Specific Language Impairment*. Neobjavljena doktorska dizertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu.
- Reed, V. (2005.) *An Introduction to Children with Language Disorders*. Boston: Pearson Education.
- Rice, M., Warren, S.F., Betz, S.K. (2005.) Language symptoms of developmental language disorders: An overview of autism, Down syndrom, fragile X, Specific Language Impairment, and Williams syndrom. *Applied Psycholinguistics*, 26. 7-27.
- Rugg, M. D. (1990.) Event-related brain potentials dissociate repetition effects of high- and low-frequency words. *Memory & Cognition*, 18 (4). 367-379.
- Schöler, H., Schakib-Ekbatan, K. (2001.) *Sprachentwicklungstörungen und Verarbeitungs - bzw. Lernstörungen*. U: M. Grohnfeldt (ur.) *Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie*, Bd 2. Stuttgart: Kohlhammer. 88-101.

- Shriberg, L.D., Tomblin, J.B., Mcsweeney, J.L. (1999.) Prevalence of speech delay in 6-year-old children and comorbidity with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42. 1461-1481.
- Supp, G.G., Schlogl, A., Gunter, T.C., Bernard M., Pfurtscheller, G., Petsche, H. (2004). Lexical memory search during N400: cortical couplings in auditory comprehension. *Neuroreport*, 15 (7). 1209-1213.
- Wechsler D. (2003). Wechsler intelligence scales for children. 4th edition. San Antonio: Harcourt Assessment Inc.
- Zhang, X., Tomblin, J.B. (2000.) The associates of intervention receipt with speech-language profiles and social-demographic variables. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 9. 345-357.

EVENT-RELATED POTENTIALS IN THE STUDY OF SPECIFIC LANGUAGE IMPAIRMENT

New approach in the study of specific language impairment are based on the application of various techniques of functional brain imaging. These research allow for the investigation into the background mechanisms that cause impairment in language development and explain the behavioral data, i.e. features that are related to the language impairment. In this study a difference in language data brain processing between a SLI and a normal language developing (NLD) child was shown on a lexical decision task in an ERP paradigm. The results show a clear difference in electrophysiological response in the N400 component.

Key words: *Specific language impairment (SLI), event-related potentials (ERP), N400, words, pseudowords.*