

Emica Farago
Behlul Brestovci
Senka Sardelić

OBILJEŽJA FONACIJE DJECE S MOTORIČKIM POREMEĆAJIMA

Sažetak

Istraživanje je provedeno u cilju analiziranja nekih temeljnih akustičkih parametara i rezonantnih frekvencija (formanata) pet vokala hrvatskoga jezika kod djece s motoričkim poremećajima. Uzorak je sačinjavalo šesnaestero djece sa cerebralnom paralizom (CP) prosječne starosti 8,8 godina. Prema dijagnozi i topografiji oštećenja formirane su tri skupine: skupina sa spastičnom tetraparezom (ST, 8), skupina sa spastičnom diparezom (SD, 4), te skupina s diskinetičkim oblikom cerebralne paralize (DIS, 4). Djeca su fonirala vokale, a programom PRAAT izvršena je analiza prikupljenih podataka. Izračunate su temeljne statističke vrijednosti, a za utvrđivanje razlika između skupina koristili smo t-test. Ispitane skupine razlikovale su se u dužini trajanja fonacije. Skupina sa spastičnom diparezom (SD) ukupno je bila bolja, a najkraće vrijeme fonacije postigla je skupina s diskinetičkim oblikom cerebralne paralize (DIS). Rezultati dobiveni na varijabli F0 pokazuju da su djeca sa spastičnim oblikom CP-a imala niži osnovni laringalni ton u odnosu na djecu s diskinezijom. U razlikovanju skupina izdvaja se i treći formant. To je varijabla koja diferencira ST i DIS skupinu od ST skupine i jedina je dostigla statističku značajnost razlika u većini vokala. Rezultati t-testa ($p < 0,05$) ukazuju na djelomične relacije između tipa motoričkog poremećaja i frekvencija formanata.

Ključne riječi: fonacija, dizartrija, cerebralna paraliza, djeca s motoričkim poremećajima, patologija govorne produkcije

1. UVOD

Cerebralna paraliza (CP) skupina je poremećaja u razvoju pokreta i položaja tijela koji su posljedica stalnog neprogresivnog oštećenja ili povreda nedozrela mozga. Incidencija i priroda govorno-jezičnih poremećaja u osoba s CP-om ovisi o mnogim čimbenicima kao što su mjesto lezije, etiologija, pridružena oštećenja, ali i od kumulativnog efekta višestrukih rizičnih faktora (Rossetti, 1996). Problemi komunikacije, osobito loša govorna produkcija, direktno mogu biti posljedica motoričkog oštećenja. Mozgovne disfunkcije mogu interferirati s neuromuskularnom kontrolom govornog mehanizma što vodi ka razvojno abnormalnom, kao i abnormalnom kompenzatorskom obrascu govornih pokreta (Hardy, 1983). Usporeni jezični razvoj i dizartrija najčešći su poremećaji skupine s

CP-om. Preciznih podataka o prevalenciji dizartrija u populaciji osoba s CP-om nema, ali prema podacima niza istraživanja dolazimo do raspona od 31% do 88% (Love, 2000).

Prepoznamo tri opća tipa dizartrije koje Love (2000) dijeli na spastične, diskinetičke i ataksične. Ova podjela u suglasju je s klasifikacijskim sustavom koji prihvaća veliki broj stručnjaka, prema kojemu su glavne kliničke vrste cerebralne paralize spasticitet, atetoza (diskinezija) i ataksija. Svaki od ovih tipova ima svoja posebna dominantna obilježja, ali isto tako treba znati da kod djece s CP-om nije nepoznato stanje i "miješani abnormalni tonus i poremećaj pokreta". Govorna produkcija u relaciji je s funkcijama nekih podsustava: respiracijom, fonacijom, rezonancijom i artikulacijom. Zbog temeljnog motoričkog odstupanja moguća je zahvaćenost svih ili nekih funkcionalnih komponenti koje sudjeluju u konačnom oblikovanju govornog iskaza. Dizartrija je neurološki uvjetovan govorni poremećaj koji je povezan s paralizom, parezom, slabošću, sporošću ili inkoordinacijom mišića koji sudjeluju u govornoj produkciji (Kent, 2000).

Manifestacije dizartričnoga govora su različite i ovise o mjestu i veličini lezije. Osobe s motoričkim poremećajima mogu imati poteškoće u pokretanju i kontroli mišića vokalnog trakta, ali i svih drugih podsustava. Dizartričan govor okarakteriziran je površnim iregularnim disanjem te govorom na malim ostacima zraka, nižom visinom i hrapavim glasom, hipernazalnošću s čujnim izlazima zraka kroz nosnice tijekom govorenja te lošom artikulacijom. Težina dizartrije proteže se na kontinuumu od blagih odstupanja pa do stanja kada osoba nije u stanju izreći prepoznatljivu riječ. Dizartriju možemo naći kod svih tipova cerebralne paralize. Prema nekim istraživanjima, češće i u težem obliku prisutna je kod diskinetičkog tipa, a kod djece sa spastičnim tipom CP-a češće će se javiti ako je prisutna šira distribucija motoričkog oštećenja (Bax i sur., 2006; Odding i sur., 2006).

U procesu dijagnostike poremećaja govorne produkcije, uz standardne, iznimno je važno koristiti i neke dodatne metode procjene poput akustičke analize, *imaging* tehnike, aerodinamičkog snimanja ili transduktora pokreta. Akustička procjena glasova je dobro "oruđe" koje nam može pomoći u praćenju i istraživanju razvoja govora, ali i u otkrivanju odstupanja u govornoj produkciji te planiranju terapije. Ova metoda sve se više koristi jer je neinvazivna, primjenjiva za snimanje različitih izričaja u laboratorijskom ili prirodnom okruženju (Vorpeiran i Kent, 2007), te je lako provodljiva uz kvalitetnu informatičku potporu. Obično se analiziraju akustička obilježja vokala. Od svih akustičkih obilježja vokala u svrhu analize poremećaja u aktu glasovne produkcije najmanje su se istraživali formanti. No, kako formanti predstavljaju pojačani dio spektra i kako na temelju njihovih vrijednosti možemo dobiti informacije o obujmu rezonatora i pokretima artikulatora pri izgovoru, čini se opravdanim provjeriti, uz uobičajene akustičke vrijednosti vokala, i obilježja formanata.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

S obzirom na temeljni problem u pokretu i položaju tijela djece s CP-om, a koji može utjecati i na teškoće u govornoj produkciji, željeli smo ispitati kvalitetu i uspješnost u izvršnom govornom činu, te utvrditi mogu li promatrana akustička obilježja vokala pridonijeti dijagnostičkom razlikovanju skupina. U tu svrhu postavljeni su i ciljevi:

1. analizirati neka od akustičkih obilježja glasa djece s cerebralnom paralizom
2. utvrditi postoje li razlike u nekim akustičkim parametrima s obzirom na pripadnost skupini.

3. PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA

H1 – postoje statistički značajne razlike između ispitanih skupina u nekim akustičkim obilježjima govorne produkcije.

H2 – postoje statistički značajne razlike između ispitanih skupina u vrijednostima formantskih frekvencija foniranih vokala.

4. POSTUPAK

4.1. Uzorak ispitanika

Osnovni uzorak ispitanika jesu djeca s cerebralnom paralizom, ukupno šesnaestero djece, devet dječaka i sedam djevojčica, prosječne starosne dobi 8,8 godina (7 – 10 godina). Prema medicinskoj dijagnozi, dvanaestero djece imalo je spastični oblik, a četvero djece diskinetički oblik cerebralne paralize. Prema dijagnozi i topografiji oštećenja, ispitanike smo podijelili u tri skupine. U prvoj skupini bila su djeca sa spastičnom tetraparezom (osam ispitanika); drugu skupinu činilo je četvero djece sa spastičnom diparezom, a četvero djece pripadalo je trećoj skupini s diskinetičkim oblikom CP-a.

Ispitivanje je provedeno uz suglasnost roditelja i ustanova u kojima se ono provodilo.

4.2. Način prikupljanja podataka

Digitalnim Hi-MD snimačem Sony MZ-RH1910 snimljeno je foniranje svih vokala pomoću dinamičkog mikrofona AKG, na udaljenosti od 20 cm od ispitanikovih usta. Snimanje je provedeno u primjereno izoliranoj prostoriji. Od ispitanika se tražilo da što dulje foniraju pojedini vokal. Svaki vokal dijete je foniralo tri puta, a za obradu podataka odabrana je najbolja produkcija. Ispitano je svih pet vokala standardnoga hrvatskoga jezika. Za akustičku analizu podataka korišten je program PRAAT.

4.3. Varijable istraživanja

U ispitivanju akustičkih karakteristika glasa djece s cerebralnom paralizom promatrane su sljedeće varijable:

▪ visina osnovnog laringalnog tona u Hz	F0
▪ vrijeme trajanja fonacije u sekundama	t fon
▪ varijabilnost frekvencije F0 (izraženo u postotcima)	<i>jitter</i>
▪ varijabilnost amplituda F0 (izraženo u decibelima)	<i>shimmer</i>
▪ prvi formant	F1
▪ drugi formant	F2
▪ treći formant	F3

4.4. Metode obrade podataka

Računska obrada prikupljenih podataka izvršena je pomoću programa STATISTICA 7.0. Izračunati su temeljni statistički parametri za svaki vokal unutar svake skupine, a za utvrđivanje razlika između skupina korišten je t-test za nezavisne uzorke.

Ispitanici su fonirali vokale (svih pet), a potom je pomoću programa PRAAT izvršena akustička analiza prikupljenog materijala.

5. REZULTATI I RASPRAVA

5.1. Analiza akustičkih vrijednosti fonacije vokala /a/

Tablica 1. Prikaz prosječnih vrijednosti fonacije vokala /a/

Table 1. Average values of the phonation of the vowel /a/

	ST	SD	DIS
t fon	1,92	4,41	1,54
F0	285,50	282,77	308,00
<i>Jitter</i>	0,73	0,65	1,06
<i>Shimmer</i>	0,51	0,52	0,55
F1	958,38	996,96	817,42
F2	1.492,60	1.621,74	1.483,41
F3	2.502,07	3.175,13	2.708,42

Referentne vrijednosti: *shimmer* – 0,35dB; *jitter* – 1%

Kako je /a/ najotvoreniji središnji vokal, pri čijoj je tvorbi jezik manje uzdignut prema nepcu i sa širokim otvorom usana pa je time i manje motorički zahtjevan, bilo je za očekivati da će taj glas biti i lakši za izgovor. Rezultati su pokazali da su naši ispitanici, bez obzira na pripadnost skupini, imali kraće vrijeme fonacije (tablica 1). Skupina sa spastičnom diparezom (SD) bila je najbliža rezultatu od 5 s, a skupina s

diskinetičkim tipom CP-a (DIS) imala je najkraće prosječno fonacijsko vrijeme. Uočene su i varijacije amplitude zvučnog vala, odnosno intenzitetske nepravilnosti kod svih skupina. Vrijednosti *shimmera* blago su iznad dozvoljene granice. No frekvencijske oscilacije izraženije su u skupini s diskinezijom, iako vrijednosti *jittera* tek blago prelaze dogovorenu granicu od 1%.

S obzirom na to da ispitanici s motoričkim poremećajima mogu imati narušenu motoričku koordinaciju i slabiju pokretljivost mišića koji sudjeluju pri proizvodnji određenih glasova i na taj način mogu indirektno utjecati na oblik i veličinu rezonatora, osobit interes usmjerili smo prema formantima. Pri fonaciji vokala /a/, prosječne vrijednosti centralnih frekvencija prvog formanta F1 pokazuju niže vrijednosti u DIS skupini u relaciji s ostalim ispitanicima. Vrijednosti drugog formanta F2 više su u skupini sa spastičnom diparezom, dok su u ST i DIS skupini dosegli vrlo slične vrijednosti. Vrijednosti trećeg formanta F3 razlikovale su skupine sa ST-om i SD-om. Iako nije ostvarena statistička značajnost razlika između DIS-a i SD-a, treba istaknuti da su vrijednosti središnje frekvencije F3 vrlo slične rezultatima skupine sa spastičnom tetraparezom. U DIS skupini rezonantne frekvencije su u cijelosti niže, iako je njihov prosječni F0 viši, što dokazuje da ove dvije varijable nisu povezane.

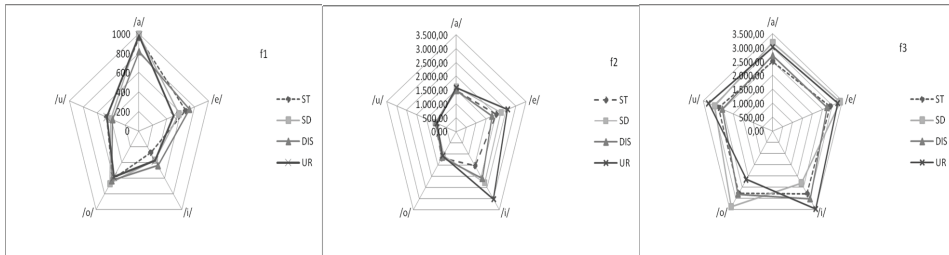
Usporedimo li vrijednosti formanta vokala /a/ s referentnim vrijednostima za dječju dob (tablica 2), uočavamo da centralne frekvencije F1 pokazuju nešto niže vrijednosti samo u skupini s diskinezijom. U formanta F2 i F3 uočava se slična krivulja u skupini s diskinezijom i spastičnom tetraparezom (slika 1). U objema skupinama frekvencije su nešto niže od prosjeka za dječju dob urednoga razvoja (UR), dok formanti skupine s diparezom imaju vrijednosti koje su najbliže vrijednostima UR-a. U skupini s diskinezijom svi formanti su niži, pa iako je glas razumljiv, ima obilježja manje otvorena vokala.

Tablica 2. Prosječne frekvencije F1, F2 i F3 djece UR-a, govornika hrvatskog standardnog govora

Table 2. Mean F1, F2 and F3 frequencies in typically developing children

	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
F1	984	500	375	585	463
F2	1.581	2.569	3.033	1.095	962
F3	3.024	3.255	3.487	2.173	3.224

Izvor: www.ffzg.hr/fonet/djelatnici/bakran/akfl/zuta%20knjiga/s300.DOC



Slika 1. Usporedba vrijednosti formanta F1, F2 i F3 prema skupinama
Figure 1. The comparison of F1, F2 and F3 vowel-formants according to groups

Vrijednosti t-testa ($p < 0,05$) pokazuju da su uočene razlike u pojedinim skupinama u vrijednostima temeljnih statističkih parametara dosegle statistički značajnu razliku. U skupini djece sa spastičnom diparezom (SD) i djece s diskinezijom (DIS) nalazimo da je vremenska komponenta fonacije značajno različita, i to je jedina statistički značajna razlika između skupina. Statistički značajne razlike dobivene su i između dviju skupina spastičnog oblika CP-a. Naime, djeca sa spastičnom tetraparezom kraće su fonirala i razlikovala su se u centralnim vrijednostima F3.

Značajnost razlika između spastičnih tetrapareza i diskinezija pri foniranju glasa /a/ nije statistički potvrđena.

5.2. Analiza akustičkih vrijednosti za vokal /e/

Tablica 3. Prikaz prosječnih vrijednosti za vokal /e/

Table 3. Average values of some acoustic parameters for vowel /e/

	ST	SD	DIS
t fon	1,94	4,15	0,92
F0	273,19	248,88	335,76
<i>Jitter</i>	0,98	0,49	0,56
<i>Shimmer</i>	0,50	0,32	0,39
F1	670,36	571,81	723,68
F2	2.011,48	2.241,34	1.787,16
F3	2.890,60	3.389,42	2.726,18

Dužina foniranja vokala /e/ predstavljala je problem svim ispitanicima. Najduže su fonirali ispitanici s diparezom. Osobe s diskinezijom imale su izuzetno kratko fonacijsko vrijeme, višestruko kraće od ispitanika sa SD-om (tablica 3) što je i rezultiralo statistički značajnom razlikom između skupina (SD i DIS).

U skupina sa spastičnom tetraparezom i diparezom uočena je samo jedna statistički značajna razlika (na razini $p < 0,05$), i to u središnjoj frekvenciji trećeg formanta koji je značajno niži u ST skupini. Značajne razlike u trećem formantu F3

postignute su i između osoba koje pripadaju SD i DIS skupini. Vrijednosti središnjih frekvencija trećeg formanta za vokal /e/ SD skupine najbliže su prosječnim vrijednostima skupine UR (tablica 2). Rezultati nadalje pokazuju da nisu registrirane frekvencijske oscilacije F0, dok je *shimmer* blago povišen u skupini sa spastičnom tetraparezom.

5.3. Rezultati foniranja vokala /i/

Tablica 4. Prosječne vrijednosti akustičkih parametara za vokal /i/

Table 4. Average values of the acoustic parameters for vowel /i/

	ST	SD	DIS
t fon	2,38	5,00	1,05
F0	278,06	306,00	324,79
<i>Jitter</i>	0,37	0,55	0,99
<i>Shimmer</i>	0,22	0,21	0,59
F1	424,65	372,66	441,46
F2	2.108,85	2.302,43	2.103,67
F3	2.800,06	2.327,01	3.030,55

Djeci s diskinetičkim tipom CP-a bilo je teško fonirati i vokal /i/, ali djeci sa spastičnim oblikom CP-a ovaj glas je zadavao manje problema. To je vokal koji je vremenski najduže foniran kod spastičnog oblika CP-a (tablica 4). U akustičkim obilježjima vokala /i/ nije bilo statistički značajnih razlika između ST, SD te DIS skupine. Jedina statistički značajna razlika ostvarena je u dužini fonacije između osoba sa spastičnom diparezom i diskinezijom. Kod djece s diskinezijom vrijednosti *shimmera* malo su povišene i ukazuju na lošiju kvalitetu produkcije.

Vrijednosti središnjih frekvencija formanata nisu dosegle statističku značajnost pri razlikovanju skupina, ali ako se usporede vrijednosti formanata s prosječnim vrijednostima (tablica 2), uočavaju se nešto niže frekvencije drugog i trećeg formanta u svim skupinama. Prvi formant je malo povišen kod diskinezija, što bi ukazivalo da je vokal /i/ izgovorno niži, odnosno jezik je u nižoj poziciji, pa bi prema tome i glas bio nešto otvoreniji. Produkcija vokala /i/ zahtijeva podizanje jezika prema tvrdom nepcu i prebacivanje u prednji dio usne šupljine. Suprotno očekivanju, kod naših ispitanika drugi formant je niži, što bi isto moglo ukazivati na artikulacijska premještanja u stražnji dio vokalnog trakta, osobito kod spastičnog tipa CP-a.

5.4. Analiza rezultata produkcije vokala /o/

Između ST i DIS skupine nije ostvarena ni jedna statistički značajna razlika, iako prosječne vrijednosti govore o nešto kraćem vremenu foniranja i opet o višim vrijednostima F0 kod diskinezija (tablica 5). Razlike nisu dostigle statističku signifikantnost čak ni između skupine sa spastičnom diparezom i skupine s diskinezijom, ali ipak prosječne vrijednosti ukazuju na razlike u vremenu fonacije, F0, te središnjoj frekvenciji trećeg formanta.

Tablica 5. Prosječne vrijednosti fonacije vokala /o/**Table 5.** Average values of some acoustic parameters for vowel /o/

	ST	SD	DIS
t fon	2,17	3,34	1,64
F0	273,88	223,69	311,61
<i>Jitter</i>	1,07	0,74	0,54
<i>Shimmer</i>	0,62	0,50	0,52
F1	616,72	669,52	633,83
F2	1.178,00	1.068,07	1.151,55
F3	2.770,53	3.378,99	2.822,98

Jedina značajna razlika ostvarena je ponovno na formantu F3, ali između dviju skupina koje pripadaju spastičnom obliku CP-a. Međutim, prosječne vrijednosti za F3 ukazuju da je u DIS skupini njihova vrijednost približna ST skupini. U usporedbi s tablicom 2 uočava se da se u svim skupinama izdvajaju vrijednosti trećeg formanta F3 koje su više, dok se za F1 i F2 može zaključiti da su blago povišeni. Očekivano, nalazimo blago povišene vrijednosti *shimmera*, a *jitter* je vrlo blago iznad referentnih vrijednosti u ST skupini.

5.5. Analiza rezultata fonacije vokala /u/

Tablica 6. Prosječne vrijednosti fonacije vokala /u/**Table 6.** Average values of the phonation of the vowel /u/

	ST	SD	DIS
t fon	2,00	3,90	1,40
F0	287,04	341,13	336,07
<i>Jitter</i>	0,71	0,42	0,78
<i>Shimmer</i>	0,40	0,26	0,33
F1	465,08	399,79	379,24
F2	1.042,26	1.046,78	1.022,38
F3	2.727,20	2.917,11	2.528,61

Analiza dobivenih rezultata na t-testu ($p < 0,05$) pokazuje da je ostvarena samo jedna statistički značajna razlika između ispitanih skupina. Razlika je ostvarena između skupine djece s diskinezijom i skupine djece sa spastičnom diparezom, i to samo u dužini fonacije (tablica 6). Usporedne vrijednosti u tablici 2 ukazuju da treći formant i ovdje dostiže niže vrijednosti u odnosu na djecu uredna razvoja, dok je drugi formant blago povišen. Sve zajedno upućuje na frontalizirani izgovor vokala /u/.

Analizom svih vokala može se uočiti određena zakonitost u analizi obilježja fonacije. Prije svega, izdvaja se dužina fonacije. Pokazalo se da skupina s diskinetičkim oblikom CP-a ima značajno kraće vrijeme pri foniranju svih vokala.

Najkraće fonacijsko vrijeme ostvareno je kod vokala /e/ i /i/. To su prednji glasovi kojima je zajednička osobina položaj jezika prema tvrdom nepcu, ali oba glasa imaju i neutralni položaj usana, a u odnosu položaja jezika prema tvrdom nepcu su palatalni. Vokal /i/ zahtijeva veću amplitudu pokreta jer je jezik najbliže tvrdom nepcu, što ga ujedno čini i najzatvorenijim vokalom (Babić i sur., 1991). S obzirom na to da je za izgovor prednjih glasova važna i aktivnost mišića genioglosusa, moguće je posumnjati u narušenost njegove funkcije. Prema vrijednostima formantskih frekvencija moglo bi se zaključiti da se spomenuti glas tvori nešto stražnije, što se reflektira na niži F2. Skupina sa spastičnom tetraparezom također nije ostvarila dovoljnu dužinu fonacije koja bi garantirala optimalnu govornu produkciju.

Pri analizi formantskih frekvencija ostalih vokala, zapaža se da su te frekvencije uglavnom nižih vrijednosti u usporedbi s vrijednostima za djecu uredna razvoja. Razlozi takvih rezultata dijelom se mogu naći u činjenici da je kod spasticiteta jezik spljošten i u mirovanju te povučen lagano unatrag, a kretanje usana je manjeg opsega. No, i kod osoba s diskinezijom nalazimo sličnu zakonitost u vrijednostima F2. Jedino odstupanje je kod vokala /o/ gdje sve rezonantne frekvencije pokazuju trend viših vrijednosti u svim trima skupinama. Dostignuta je statistička značajnost razlika u F3 između skupina ST i SD.

Na temelju rezultata provedenih statističkih postupaka pretpostavku H1 možemo samo djelomično prihvatiti. Ispitane skupine razlikovale su se u dužini trajanja fonacije. Skupina sa spastičnom diparezom ukupno je bila bolja. Rezultati dobiveni na varijabli F0 pokazuju da su djeca sa spastičnim oblikom CP-a imala niži osnovni laringalni ton u odnosu na djecu s diskinezijom. Rezultati t-testa ($p < 0,05$) samo su djelomično potvrdili i našu H2 pretpostavku o razlikovnim obilježjima formanata. U razlikovanju skupina izdvaja se treći formant. To je varijabla koja izdvaja ST i DIS skupinu od ST skupine. Jedini je dostigao statističku značajnost razlika u većini vokala. Prema tome, naša pretpostavka H2, iako nije u cijelosti potvrđena, ukazuje na djelomične relacije između tipa motoričkog poremećaja i vrijednosti rezonantnih frekvencija. Mnoga istraživanja nalaze da su teškoće u govornoj produkciji češće kod diskinetičkog nego kod spastičnog oblika CP-a. Naši rezultati samo su djelomično to potvrdili. Nisu uočene veće razlike u akustičkim obilježjima vokala između djece sa spastičnom tetraparezom i djece s diskinetičkim sindromom. Ovakav rezultat ima svoje objašnjenje u distribuciji motoričkog oštećenja. Kod spastične tetraplegije zahvaćana su sva četiri ekstremiteta jednakim intenzitetom, ili su ruke i gornji dio tijela jače zahvaćeni. Nevoljni pokreti pri voljnim radnjama koje često zahvaćaju cijelo tijelo, neprecizni pokreti, varijabilan mišićni tonus, obilježja su diskinezija (Workinger, 2005). Kod osoba s diskinezijom često su jače zahvaćeni gornji udovi i trup. Dakle, mišićna slabost i inkoordinacija gornjeg dijela tijela u visokoj su korelaciji s poremećajima motoričke govorne produkcije.

6. ZAKLJUČAK

Uspoređujući skupine sa spastičnim i diskinetičkim oblikom cerebralne paralize, naši rezultati su pokazali da je u promatranim varijablama najmanje odstupanja bilo u skupini sa spastičnom diplegijom. Djeca sa spastičnom tetraplegijom pokazuju izraženije poteškoće u produkciji vokala. Prisutno je kratko fonacijsko vrijeme, odnosno kratko trajanje otvorenijih vokala (najkraći /a/ pa /e/). Loša fonacija može imati ishodište u respiratornoj disfunkciji. Prema Hardy (1964) osobe sa spastičnom tetraplegijom (kvadriplegijom) imaju reduciranu respiratornu rezervu i niži vitalni kapacitet. Reducirana sposobnost ekspiracije posljedica je slabosti mišića toraksa i abdominalnog zida (Hardy, 1983). U naših ispitanika (ST) nalazimo prisutnost amplitudnih varijacija F0 te blage frekvencijske oscilacije F0, što rezultira lošijom percepcijom glasa. Narušena kvaliteta glasa obilježje je spastičnog oblika dizartrija. Darley i suradnici (1969) govore o narušenoj kvaliteti glasa kao obilježju koje često nalazimo u skupini sa spasticitetom, jer zrak ističe kroz djelomično otvoren glotis tijekom fonacije pa imamo doživljaj trenja, odnosno frikativnosti. U toj skupini nalazimo i nešto niži F0. Jedno od objašnjenja je povišeni mišićni tonus u larinksu (Freed, 2000). Primijećeno je da ova skupina govori s naporom, što je moguće zbog subglotičkog zraka koji je tjeran kroz uzak i čvrsto stegnut larinks, dakle radi se o spasticitetu larinksa koji može rezultirati jakom hiperadukcijom glasiljki. Zbog spljoštenog jezika u mirovanju i povučeni lagano unazad, kretanje usnica su smanjena opsega, usneni kutovi razvučeni, s teškoćama stiskanja, što otežava zatvaranje velofaringalne porte i slabu kontrolu zračne struje, a moguće je da to dovodi do nejasne artikulacije.

U skupini s diskinetičkim sindromom nalazimo značajne probleme u fonaciji. Djeca su fonirala izrazito kratko. Zbog teškoća u primicanju glasiljki kod neke djece zrak je naprosto "nagrnulo" kroz vokalni trakt i fonacija je izostala. Neuspješna fonacija može se javiti ne samo zbog specifične hiperadukcije glasiljki, nego može biti rezultat opće hipertoničnosti mišićnih kontrakcija koje mogu imobilizirati čitav vokalni mehanizam. Kada osoba s diskinezijom s "laringalnim imobilizacijskim sindromom" fonira, njezin glas je napet, s inicijalnom čujnom glotalnom atakom praćenom nepodržavajućom fonacijom (Love, 2000). Tenzije glasiljki mogu dovesti i do monotone fonacije, ili se može raditi o neadekvatnim varijacijama visine glasa (McDonald, 1987). I za ovu skupinu mogli bismo ustvrditi da ima lošiju kvalitetu glasa, iako to vrijednosti *jittera* nisu potvrdile u svim ispitanim glasovima vjerojatno zbog vrlo kratkog vremena trajanja fonacije. Naši ispitanici iz DIS skupine imaju viši F0 od spastične skupine. Rezonantne frekvencije prvog formanta pokazuju više vrijednosti kod gotovo svih vokala. Drugi formant je također niži, a najniži je u vokala /i/. Treći formant se prema svojim nižim vrijednostima, u relaciji s referentnim vrijednostima, izdvojio i kod DIS i ST skupine. Veliki opseg pokreta donje čeljusti, loša pozicija jezika zbog reducirana opsega pokreta, nestabilnost velarnog podizanja, produženo vrijeme tranzicije artikulacijskih pokreta problemi

su koje nalazimo kod naših ispitanika. Prisutna je i redukcija prednje-stražnjeg pozicioniranja jezika koja pridonosi distorziji vokala. U razlikovanju skupina od svih promatranih varijabli izdvojilo se vrijeme fonacije i frekvencija trećeg formanta. Naravno da ispitani akustički parametri nisu dovoljni indikatori za određenje vrste dizartrije, ali jesu pokazatelji smjera kojim treba ići. Isto tako, ovi rezultati samo su djelić vrha sante leda, a da bismo vidjeli što se krije ispod, potrebno je uključiti veći broj ispitanika različitih dobnih skupina i različite etiologije, ali isto tako, nužno je uključiti i više vrsta analiza u otkrivanju složenih veza unutar patologije govorne produkcije.

REFERENCIJE

- Babić, S., Brozović, D., Mogaš, M., Pavešić, S., Škarić, I., Težak, S.** (1991). *Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika*. Zagreb: HAZU-Globus.
- Bakran, J.**
<http://www.ffzg.hr/fonet/djelatnici/bakran/akfl/zuta%20knjiga/s300.DOC>,
[pristupljeno veljače 2009].
- Bax, M., Tydeman, C., Flodmark O.** (2006). Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: The European cerebral palsy study. *JAMA* **296**, 1602-1608.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., Brown, J. R.** (1969). Clusters of deviant speech dimensions in the dysarthrias. *Journal of Speech and Hearing Research* **12**, 246-269.
- Freed, D. B.** (2000). *Motor speech disorders, diagnosis and treatment*. Canada: Delmar Cengage Learning.
- Hardy, J. C.** (1964). Lung function of athetoid and spastic quadriplegic children. *Developmental Medicine and Child Neurology* **6**, 378-388.
- Hardy, J. C.** (1983). *Cerebral palsy*. Englewood Cliffs: NJ-Prentice-Hall.
- Kent, R. D.** (2000). Research on speech motor control and its disorders: A review and prospective. *Journal of Communication Disorders* **33**, 5, 391-428.
- Love, J. R.** (2000). *Childhood motor speech disability*. USA: Allyn & Bacon.
- McDonald, E. T.** (1987). Speech production problems. U E. T. McDonald (ur.), *Treating cerebral palsy*, 1-19. Austin, TX: Pro-ed.
- Odding E., Roebroek M., Stam H.** (2006). The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. *Disability Rehabilitation* **28**, 183-191.
- Rossetti, L. M.** (1996). *Communication intervention, birth to three*. San Diego, CA: Singular.
- Vorperian, H. K., Kent, R. D.** (2007). Vowel acoustic space development in children: A synthesis of acoustic and anatomic data. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* **50**, 6, 1510-1545.
- Workinger, M. S.** (2005). *Cerebral palsy, resource guide for speech*. *Language Pathologists*. Thomson Delmar Learning.

CHARACTERISTICS OF PHONATION IN CHILDREN WITH MOTOR DISORDERS

Abstract

The aim of this study was to analyse some basic acoustic parameters and formant frequencies for five Croatian vowels in children with cerebral palsy. The sample consisted of 16 children with an average age of 8;8 years. According to diagnosis and topography of disorder, the sample comprised of three groups: the first one consisted of patients with spastic diparesis (SD), the second group with spastic tetraparesis (ST) and the third group with dyskinetic form of cerebral palsy (DIS).

Children were producing five vowels for as long as they could and the recordings of their phonations were analysed in PRAAT program. Maximum phonation time differed among the groups. The SD group was better in almost all the observed variables. The DIS group had the shortest phonation time. The results showed that children with spastic form CP had lower F0 than children with dyskinetic form. The third formant showed the most significant difference between ST and DIS groups as opposed to ST group, being statistically significant for most vowels. The results of t-test ($p < 0.05$) have shown partial relations between the types of the motor disorder and the value of formant frequencies.

Key words: phonation, disarthria, cerebral palsy, children with motoric impairments, speech production pathology