

---

UDK616.831-009.11-053.2

376.36-053.2:616.8

534.78-053.2:616.8

81'342-053.2:616.8

Prethodno priopćenje

---

**Emica Farago, Natalija Bolfan-Stošić**  
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Zagreb  
Hrvatska

## **UTJECAJ CEREBRALNE PARALIZE NA AKUSTIČKA OBILJEŽJA FONACIJE**

### **SAŽETAK**

*Istraživanje je provedeno s namjerom da se otkriju i utvrde promijenjene karakteristike fonacije djece s motoričkim oštećenjima. Uzorak su sačinjavala djeca s motoričkim oštećenjima iz jedne specijalne ustanove u Zagrebu, oba spola (3 djevojčice i 6 dječaka). Akustička analiza parametara glasa koji su ujedno i varijable ovog istraživanja (visina osnovnog laringalnog tona, jitter, shimmer, stupanj subharmoničkih elemenata te maksimalno vrijeme fonacije vokala /a/, učinjena je pomoću programa MDVP (Multi-Dimensional Voice Profil, Kay Elemetrics Corp.) koji izračunava multidimenzionalni akustički profil glasa. Rezultati korelacijske analize dobivene pomoću programa "STATISTICA 6.0" pokazuju značajnu negativnu povezanost između visine osnovnog laringalnog tona i maksimalnog vremena fonacije te jittera i shimmera. Pozitivna korelacija dobivena je između vrijednosti jittera i shimmera te maksimalne fonacije vokala i jittera. Akustička analiza fonacije vokala /a/ pokazuje velika odstupanja glasa od normale što upućuje na problem nerazvijanja glasovne kvalitete u skupini djece s motoričkim oštećenjima, kao zapostavljene kategorije u terapiji govora i glasa. Većinom više vrijednosti  $f_0$ , u odnosu na dob i spol ispitanika, upozoravaju na hiperkineziju vokalnih mehanizama za stvaranje glasa. Učestalija pojava subharmoničkih komponenata i fonacija na različitim frekvencijskim visinama pokazuje specifičnosti fonacije kod neuroloških oštećenja glasa.*

**Ključne riječi:** fonacija djece, akustička analiza glasa, cerebralna paraliza

---

## 1. UVOD

Cerebralna paraliza (CP) je neprogresivni poremećaj koji rezultira oštećenjem centralnih i/ili perifernih struktura nezrelog živčanog sustava. Može se javiti prije, za vrijeme ili kratko nakon rođenja (Hegde, 1996). Osnovni problem jesu teškoće u neuromotoričkoj kontroli. Uslijed toga, ovisno o mjestu lezije, mogu se uz teškoće u općoj motornoj kontroli, javiti i teškoće na razini respiracije i larinksa te oromotorički problemi. Često se uz CP vežu i problemi motoričke realizacije u govornoj ekspresiji. Prekidi ili teškoće mogu nastati zbog pareze, paralize, abnormalnog tonusa ili diskoordinacije mišića koji sudjeluju u procesu fonacije i artikulacije.

Prema Aronsonu (1980) poremećaj glasa postoji ako se kvaliteta, visina, jačina ili fleksibilnost glasa razlikuju od glasova osoba jednakih po dobi, spolu ili pripadnosti kulturnoj skupini. Prema Kentu i sur. (1979) akustičke karakteristike dizartričnoga govora upozoravaju na problem vremenske kontrole i produžavanje govornih segmenata. Melfi (2004) karakteristike glasa, odnosno dizartrije, dijeli na više vrsta u osoba s cerebralnom paralizom: flakcidnu koju karakterizira hipernazalnost, šumna kvaliteta glasa i neprecizna artikulacija; spastičnu s napetom i/ili hrapavom kvalitetom glasa, hipernazalnošću, presporim govorom, manjkom vibracija te jednoličnom visinom; ataksiju s hipotonijom, naglašenom napetošću, presporim govorom i manjkom vibracija; hiperkinetičku i hipokinetičku dizartriju, miješanu i tremorsku, s ritmičkim promjenama visine i glasnoće. Djeca s neurološkim oštećenjima, poput cerebralne paralize, najčešće pokazuju sporiji motorički razvoj tijekom prve godine života, što kasnije uvjetuje sporiji govorni razvoj. Oštećenje mozga može dovesti do poremećaja u auditivnoj memoriji, auditivnom procesiranju i kogniciji, što pak može dovesti do zakašnjelog govornog razvoja, abnormalne govorne produkcije kao i izmijenjene kvalitete glasa (Downey, 2003).

Zwirner i Barnes (1992) pronašli su značajne razlike između dizartričnih ispitanika i kontrolne skupine u varijabilnosti osnovnog laringalnog tona te smatraju da bi se oštećenja motoričke kontrole udružena s laringalnom funkcijom trebala procjenjivati različito od oštećenja udruženih s gornjim "zračno-prolaznim" strukturama vokalnog trakta (jezika, usana, čeljusti i veluma). Većina autora zaključuje da je dizartrija govorno oštećenje motoričke kontrole, uzrokovano oštećenjem u centralnom ili perifernom živčanom sustavu uključujući probleme respiracije, fonacije, rezonancije, prozodije i artikulacije (Aronson 1985, Darley i sur. 1975). Ove razine mogu biti oštećene zajedno ili se pak može raditi o izoliranim artikulacijskim problemima zbog oštećenja XII. kranijalnog živca te izoliranim disfonijama zbog unilateralne paralize glasnica ili zbog insuficijencije velofaringalnih vrata (Rosenbek i LaPointe, 1980).

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Populacija cerebralno paralizirane djece, zbog svojeg primarnog motoričkog oštećenja, može imati i probleme na razini glasa. Istraživanje je provedeno s namjerom da se na razini glasovne realizacije odredi kakve teškoće imaju djeca s CP-om.

## 3. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Sukladno primijenjenim varijablama, načinima ispitivanja, a u skladu s ciljem istraživanja postavljena je samo jedna hipoteza o specifičnim odstupanjima u kvaliteti fonacije te karakterističnim vezama između pojedinih akustičkih parametara u fonaciji kod djece s CP-om, a koja glasi:

H1 - Očekuju se odstupanja od normale u kvaliteti glasa, pri fonaciji vokala /a/ kod djece s cerebralnom paralizom

## 4. METODE RADA

### 4.1. Uzorak ispitanika

Uzorak je sastavljen od devetero djece, šest dječaka i tri djevojčice s motoričkim poremećajima. Sedmero ispitanika imalo je spastični oblik oštećenja, a jedna djevojčica atetotični oblik CP. Svi su imali dizartriju. Starosna dob kretala se u rasponu od 4,5 do 7,5 godina, dakle u dobi u kojoj još nema maturacijskih promjena glasa, pa se tako prema spolu nisu očekivala niti mjerila odstupanja u karakteristikama glasa u ovom istraživanju.

**Tablica 1.** Uzorak ispitanika  
**Table 1.** The sample of speakers

broj number	inicijali initials	spol gender	starosna dob (u god.) age (in years)	dijagnoza diagnoses
1.	M.T.	m/m	6,6	tetraparesis spastica
2.	I.K.	m/m	7,4	dyparesisi spastica
3.	M.V.	ž/f	6,9	dyparesis spastica
4.	Č.V.	m/m	7,5	tetraparesis spastica
5.	S.I.	ž/f	6	athetosis
6.	S.J.	m/m	6,5	tetraparesis spastica
7.	A.K.	m/m	4,5	dyparesisi spastica
8.	M.J.	m/m	4,7	tetraparesis spastica
9.	J.J.	ž/f	4,9	hemiparesis dex.



#### 4.2. Metode ispitivanja

Digitalnim mini disc recorderom Sony, snimljene su fonacije vokala /a/ triju djevojčica i šest dječaka sa cerebralnom paralizom pomoću dinamičkog mikrofona AKG na udaljenosti od 30 cm od ispitanikovih ustiju. To je učinjeno uz odobrenje njihovih roditelja i ustanove u kojoj su djeca snimljena. Jedini zahtjev ustanove je bio da se ne iznose imena djece kao ni ime same ustanove. Snimke su učinjene u specijalnoj ustanovi za takvu djecu u Zagrebu, ali u primjereno zvučno izoliranoj prostoriji u kojoj rade njihovi logopedi. Snimanje glasova je provedeno u prostoriji veličine 3x3 m s visinom stropa od 3 m i spužvom za zvučnu izolaciju koja pokriva zidove koji su najviše izloženi prodiranju vanjske buke. Pomoću MDVP programa utvrđeni su sljedeći akustički parametri: visina osnovnog laringalnog tona, stupanj subharmoničkih komponenata (DSH), *jitter*, *shimmer* i maksimalno vrijeme fonacije vokala /a/.

#### 4.3. Varijable

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

- |   |                |
|---|----------------|
| • Visina osnovnog laringalnog tona u Hz                   | $f_0$          |
| • Varijabilnost frekvencije $f_0$ (izraženo u postotcima) | <i>jitter</i>  |
| • Varijabilnost amplituda $f_0$ (izraženo u decibelima)   | <i>shimmer</i> |
| • Stupanj subharmoničkih elemenata u %                    | DSH            |
| • Maksimalno fonacijsko vrijeme u s                       | MTVA           |

Ovdje treba istaći da je prisutnost hipernazalnosti u glasu djece subjektivno procijenjena i nije posebno mjerena. Razlog tome je usmjerenost na cilj istraživanja, odnosno odstupanja u visini osnovnog laringalnog tona i njegove varijabilnosti te sposobnost ili nesposobnost ove djece da što dulje foniraju određeni vokal u skladu sa dobi.

#### 4.4. Metode obrade podataka

Za obradu prikupljenih podataka korišten je program "STATISTICA 6.0". Izračunati su osnovni statistici, a s namjerom utvrđivanja statističke značajnosti povezanosti između promatranih varijabli provedena je korelacijska analiza.

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

**Tablica 2.** Prikaz temeljnih statistika  
**Table 2.** Basic statistics

	x	min	maks	sd
$f_0$	284,33	234	363	41,48
<i>jitter</i>	4,32	0,7	11,9	3,99
<i>shimmer</i>	1,11	0,4	2,2	0,61
DSH	7,87	0	36,3	10,97
MTV	3,78	2,75	6	0,94

Referentne vrijednosti određene MDVP programom za akustičku analizu glasa su:

$f_0$  – oko 300 Hz (predškolska dob), *jitter* – 1%, *shimmer* – 0,3 dB, DSH – 1%.

Rezultati dobiveni na varijabli  $F_0$  (visina osnovnog laringalnog tona) pokazuju nešto više vrijednosti u odnosu na slično istraživanje kvalitete glasova osoba s CP-om (Bolfan-Stošić, 1999). Objašnjenje takvih rezultata nalazimo u činjenici da su u ovom istraživanju uzorak sačinjavala pretežito djeca predškolske dobi (s fiziološki višom  $f_0$ ). Osim toga, karakteristike fonacije ovise o vrsti dijagnoze, pa tako kod čistih tetraparesis spastica nalazimo, u pravilu, niži  $f_0$ . Vrijednosti *jittera* kod svih ispitanika znatno su više od dopuštenih, ali i sa značajnim oscilacijama unutar promatrane skupine. Vrijednosti *shimmera* također su povišene kod svih ispitanika. Zbog navedenih promjena glasove ove djece karakterizira promuklost i prekidi u fonaciji. Poremećaj respiracije prisutan je kod cijelog uzorka: foniraju kratko, na malim ostacima daha i intenziteti slabo, zbog pojačane prednje rezonancije. Spomenuti problemi, koje često nalazimo u skupini CP, nužno će utjecati i na maksimalno vrijeme fonacije, a ono je značajno kraće. Povišenu vrijednost  $f_0$  i DSH parametar prati veći *shimmer* dok frekvencijske oscilacije gotovo ne odstupaju od normale.

Rezultati korelacijske analize pokazuju značajnu negativnu povezanost između visine osnovnog laringalnog tona i maksimalnog vremena fonacije te *jittera* i *shimmera*. Pozitivna korelacija dobivena je između vrijednosti *jittera* i *shimmera* te maksimalne fonacije vokala i *jittera*. Dobivena povezanost vrlo je logična i očekivana. Osobito visoke korelacije dobivene su između vremena foniranja i *jittera*; što je fonacija bila duža, bile su i veće varijabilnosti  $f_0$ . Upravo zbog nestabilnosti muskularnih struktura na respiracijskoj i laringalnoj razini dolazi do značajnih oscilacija u frekvenciji osnovnog laringalnog tona koja se pojačava s produžavanjem fonacije. Perturbacije u fonaciji podjednako se manifestiraju na frekvencijskom i intenzitetnom planu kroz povišene vrijednosti *shimmera* i *jittera*.

**Tablica 3.** Matrica korelacija primijenjenih akustičkih varijabli na cijelom uzorku

**Table 3.** Correlation matrix of acoustic variables measured on the whole sample of speakers

	$f_0$	<i>jitter</i>	<i>shimmer</i>	DSH	MTVA
$f_0$	1,00				
<i>jitter</i>	-,52	1,00			
<i>shimmer</i>	-,21	,79*	1,00		
DSH	-,32	,32	-,09	1,00	
MTVA	-,80*	,77*	,48	,04	1,00

\* korelacije značajne na razini ( $p < 0,05$ )

\* significant correlation indices ( $p < 0.05$ )

Kao ilustracija dobivenim i objašnjenim rezultatima priložen je i sljedeći radijalni dijagram kao jedan od primjera odstupanja mjerenih parametara glasa od norme.

**Error! Objects cannot be created from editing field codes.**

**Slika 1.** MDVP dijagram fonacije vokala /a/ dječaka s CP

**Figure 1.** MDVP diagram of the phonation of vowel /a/ in a boy with CP

Na ovom MDVP dijagramu vidimo jedan primjer fonacije vokala /a/ kod dječaka s dijagnozom *tertaparesis spastica*. Već iz oblika dijagrama vidljiva su odstupanja od normalnih vrijednosti. Tamnije područje ukazuje na patološka odstupanja u glasu od norme. Na ovom se radijalnom dijagramu izdvajaju i parametri ATRI (indeks amplitudskog tremora) i FTRI (indeks intenziteta tremora  $f_0$ ) koji ukazuju na pojačani tremor u glasu što je jedna od osnovnih karakteristika fonacije kod osoba s CP iako nisu mjereni u ovom istraživanju. Obzirom da su karakteristični za dizartične glasove spomenuti su kao česta karakteristika glasa osoba s cerebralnom paralizom (Baken i Daniloff, 1991). Primjećene su značajne varijacije u svim frekvencijskim i intenzitetskim parametrima fonacije.

## 6. ZAKLJUČAK

Kod djece s cerebralnom paralizom intenzitet fonacije je reduciran. Glas je obojen hipernazalnošću koja se objašnjava neadekvatnom funkcijom veluma i umjerenom promuklošću koja pak može biti rezultat turbulencije zraka kroz nedovoljno zatvoren glotis.

U izvođenju zadataka maksimalne fonacije djeca su pokazala znatno slabije rezultate u odnosu na norme prema dobi. Fonacija je bila izvođena s

naporom, često na minimalnim ostatcima daha. Dobiveni rezultati slični su rezultatima istraživanja koje su dobili Lindblom i sur. (1977). Zbog loše addukcije glasnica bile su prisutne veće varijacije u glasnoći fonacije, a tijekom fonacije su registrirani i učestali prekidi kao i kod djece ovog istraživanja. Na osnovu iznesenih rezultata i dobivenih radikalnih dijagrama djece može se zaključiti da povišene vrijednosti  $f_0$  koreliraju s većom prisutnošću subharmoničnih komponenata te povišenim vrijednostima *shimmera* i *jittera*. U ovoj skupini fonacije su bile kratke, prosječnog trajanja 3,78 s, i značajno su ispod vrijednosti od 5s. Prema Boone (1989) takvo trajanje maksimalne produkcije vokala ukazuje na poremećenu respiraciju, ili na laringalnu patologiju.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem upozoravaju na razlike u nekim akustičkim parametrima koji određuju kvalitetu glasa što može poslužiti u dijagnostičke svrhe na polju diferencijacije unutar skupina s dizartričnim problemima.

## REFERENCIJE

- Aronson, A. E. (1980). *Clinical voice disorders*. New York: Thieme-Stratton, Brian Decker.
- Aronson, A. E. (1985). *Clinical voice disorders (2<sup>na</sup> ed)*. Thieme-Stratton, New York: Brian Decker.
- Bolfan-Stošić, N. (1999). Akustičke karakteristike glasa djece s Downovim sindromom, oštećenjima sluha, cerebralnom paralizom, disfonijama i djece bez oštećenja. *Doktorska disertacija*. Zagreb: *Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet*.
- Baken, R. J., Daniloff, R. G. (1991). *Readings in clinical spectrography of speech*. New Jersey: Singular Publishing Group, Inc., San Diego & Kay Elemetrics, Inc.
- Boone, D. R. (1989). *The voice and voice therapy*. Fourth edition, Englewood Cliffs, N. Y.: Prentice-Hall.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., Brown, J. R. (1975). *Motor speech disorders*. Philadelphia: WB Saunders Company.
- Downey, D. (2003). *Key factors to consider during diagnosis and screening of a child who is not talking*. The University of Iowa, USA: Speech and Language Pathology Center for Disabilities and Development.
- Hegde, M. N. (1996). *Pocket Guide to Assessment in Speech Language Pathology*. San Diego: Singular Publishing Group, Inc.
- Lindblom, B. E. F., Lubker, J. F., Pauli, S. (1977). An acoustic-perceptual method for the quantitative evaluation of hypernasality. *Journal of Speech and Hearing Research* 20, 3, 485- 496.
- Kent, R. D., Netsell, R., Abbs, J. (1979). Acoustic characteristics of dysarthria associated with cerebellum disease. *Journal of Speech and Hearing Research* 22, 627-648.



- Melfi, R. S.** (2004). Communication Disorders. Proceedings of Physical Medicine and Rehabilitation, Magnolia Diagnostics, March 9th.
- Rosenbek, J. C., LaPointe, L. L.** (1980). Motor speech disorders and the aging process. In D. S. Beasley, G. A. Davis (eds.), *Speech, language, and hearing: The aging process*. Grune and Stratton.
- Zwirner, P., Barnes, G., J.** (1992). Vocal tract steadiness: A measure of phonatory and upper airway motor control during phonation in dysarthria. *Journal of Voice* **6**, 3, 224-227.
-



---

**Emica Farago, Natalija Bolfan-Stošić**  
Faculty of Education and Rehabilitation, Zagreb  
Croatia

## **THE INFLUENCE OF CEREBRAL PALSY ON ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF PHONATION**

### *SUMMARY*

*The aim of the research is to determine differences in the phonation of children with motor deficiencies as opposed to healthy children. The sample comprises children of both genders (3 girls and 6 boys) with motor deficiencies from one specialized institution in Zagreb. Voice parameters, which are also used as variables in this research, are: pitch, jitter, shimmer, the proportion of subharmonic components and maximum duration of phonation of the vowel /a/. The acoustic analysis of these parameters was performed by MDVP software (Multi-Dimensional Voice Program, Kay Elemetrics Corp.). Correlation analysis performed by Statistica 6.0 shows significant negative correlation between pitch and maximum duration of phonation, jitter and shimmer. Positive correlation index is found between jitter and shimmer as well as between maximum duration of phonation and jitter. Acoustic analysis of the phonation of the vowel /a/ shows considerable deviation from healthy voice. This shows that voice quality is a neglected part of the therapy of speech and voice. Mostly higher  $f_0$  than in healthy peers indicates a hyperkinesis of vocal apparatus. Greater proportion of subharmonic components and a variable pitch indicate a specific nature of phonation in neurological voice deficiencies.*

**Key words:** *phonation in children, acoustic analysis of voice, cerebral palsy*

---