
UDK 616.89-008.434
81'342.1:616.89
159.946.3:616.89
Izvorni znanstveni rad

Tatjana Prizl-Jakovac i Behlul Brestovci
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Zagreb
Hrvatska

AKUSTIČKA ANALIZA GLASA OSOBA S AFAZIJOM

SAŽETAK

Poremećaji glasa u osoba s afazijom najčešće su povezani s motoričkim tipom afazije. Mnogi autori disfoniju smatraju sastavnicom motoričkih poremećaja govora koja se prepoznaje u smanjenoj glasnoći govora, promuklosti, hrapavom glasu te diplofoniji.

U istraživanju se željelo utvrditi postoje li razlike u fonaciji osoba s afazijom uzrokovanom oštećenjem lijeve ili desne strane mozga, bez obzira na vrstu afazije. Ispitano je 12 osoba s afazijom, oba spola. Prema nalazima neurologa, šest ispitanika imalo je ozljede ili krvarenja u desnoj strani mozga, a isto toliko u lijevoj. Svi su ispitanici imali zadatak što duže fonirati glas /a/. Mjereno je trajanje fonacije, visina osnovnog laringealnog tona, te jitter i shimmer vrijednosti.

Statistička obrada podataka nije potvrdila razlike između ispitanika s obzirom na mjesto oštećenja mozga. Akustička analiza pokazala je da osobe s afazijom uzrokovanom oštećenjem desne strane mozga imaju više vrijednosti osnovnog laringealnog tona (F₀), ali kraće trajanje fonacije. Tremor je bio zajednička značajka ispitanika s afazijom uzrokovanom oštećenjem lijevog dijela mozga.

Rezultati upućuju na potrebu pravodobnog prepoznavanja i dijagnosticiranja poremećaja glasa u osoba s afazijom, te na uključivanje terapije glasa u cjelokupnu rehabilitaciju osoba s afazijom.

Ključne riječi: afazija, fonacija, akustičke analize glasa

UVOD

Verbalno-glasovna komunikacija najviši je komunikacijski oblik, svojstven samo ljudskoj vrsti. Glas je važna sastavnica komunikacije i premda ga svjesno ne odvajamo od govora, daje nam mnogo informacija, često i više nego lingvistički dio poruke. U glasu su sadržani univerzalno razumljivi govorni znakovi (Škarić, 1988). Tako ljudski glas očitava spol, dob, temperament, zdravstveno stanje, raspoloženje, obrazovanje, profesiju, stavove i dr.

Već je 1836. godine M. Dax zapazio da od njegovih četrdesetak pacijenata s oštećenjem mozga i posljedičnim govornim teškoćama nijedan nije imao ozljedu mozga desne polutke. Iako se XIX. stoljeće smatra vremenom početka opisivanja moždanih funkcija, već se iz opisa afazičnih teškoća XVII. stoljeća moglo zaključiti da je lijeva polutka mozga specijalizirana za jezik (Whitaker, 1995). Jedan od razloga što se o ekspresivnom obliku jezika (proizvodnji govora) pisalo prije nego li o receptivnom (razumijevanju/percepciji) je taj što se do 60-ih godina prošlog stoljeća smatralo da samo govorna proizvodnja pripada jeziku, dok je razumijevanje govora bilo u području filozofije i religije vodeno pojmom uma (Whitaker, 1995). Uskoro je utvrđeno da je lijeva moždana polutka dominantna za jezik općenito, a ne samo za proizvodnju govora. Istraživanja su pokazala da ispitanici s oštećenjem lijeve polutke imaju teškoća u čitanju, pisanju i razumijevanju govora. Također, pokazalo se da je apraksija posljedica oštećenja lijeve moždane polutke. Prema tim nalazima lijeva je polovica mozga nazvana vodećom, budući da se pokazalo da ima posebnu ulogu u kontroli svih složenih kognitivnih procesa (Springer i Deutsch, 1993).

Da postoje posebne anatomske karakteristike područja mozga uključenih u jezično funkcioniranje, ustvrdio je Geschwind (1965, prema Caplanu, 1987) zbog međusobno povezanih asocijativnih zona različitih osjetnih modaliteta u donjem dijelu parijetalnog režnja, oko Sylvieve brazde, koje je on smatrao ključnim za imenovanje predmeta. Opći stupanj razvoja tog dijela korteksa s obzirom na mijelinizaciju i različitu graduu od okolnih tkiva upućuje na posebnost tog područja.

Istraživanjima koja su uključivala podraživanje različitih točaka moždane kore utvrđeno je da su točke pokretanja mišića usana i lica iste kao i točke za prepoznavanje fonema, što govori u prilog modernoj teoriji percepcije govora (Lieberman i sur, 1967, prema Bradshaw i Nettleton, 1983) prema kojoj se govor razumije putem pokreta potrebnih da bi se proizveli čujni glasovi, a ne putem samih glasova. Penfield i Roberts (1959) nazivali su taj dio mozga "područjem za kontrolu glasa", što se može protumačiti da govor i razumijevanje jezika čine jedinstveni sustav.

Povezivanje posljedica ozljeda mozga s funkcioniranjem zdravog mozga ima mnogo nedostataka. Pogotovo ako su ozljede veće, može doći do sveobuhvatne reorganizacije kognitivnog ustroja koji više ne odgovara onome u zdravom mozgu. Pregled literature o afaziji pokazuje slabu povezanost između jezičnih teškoća i mjesta ozljede. Ono što se iz njih može zaključiti karakteristično je za sve govorno/jezične probleme uzrokovane poremećajem središnjeg živčanog sustava, a to je promjena u vremenskoj organizaciji i planiranju jezičnih procesa (Benson, Ardila, 1996).

I različiti putovi proučavanja jezičnih funkcija i modeli organizacije jezičnih funkcija podupiru mišljenje da je jezik modularan, autonoman u odnosu na druge više kortikalne funkcije i da se sastoji od podmodulusa (sintaksa, semantika) koji su opet funkcionalno autonomni (Blunstein, 1988).

Rezultati ovog istraživanja provedenog na uzorku ispitanika s afazijom u skladu je s mnogobrojnim istraživanjima koja potvrđuju da je lijeva moždana polutka nadređena u obradi i pripremi jezičnog i govornog materijala, ali je očito da je za normalno jezično funkcioniranje potrebna uskladena aktivnost objiju moždanih polutki. Reprerentacija pojedinih dijelova jezičnog i govornog funkcioniranja u mozgu nije oštro razgraničena. Jezično/govorna djelatnost može aktivirati nekoliko mjesta (ili putova) istodobno, što pogoršava sliku afazije i otežava sagledavanje svih njenih simptoma.

Cilj ispitivanja bio je utvrditi postoje li razlike u fonaciji osoba s afazijom uzrokovanom oštećenjem lijeve i desne strane mozga bez obzira na vrstu afazije.

METODE RADA

a) Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno u Bolnici za medicinsku rehabilitaciju Varaždinske Toplice. Ispitivanjem je obuhvaćeno 12 ispitanika, oba spola, u dobi od 18-56 godina, čiji je govorno-jezični poremećaj dijagnosticiran kao afazija. Prema nalazima neurologa (kompjutorska tomografija-CT ili magnetska rezonancija-MR) po šest ispitanika imalo je ozljede ili krvarenja u desnoj ili lijevoj strani mozga. Podaci su prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Ispitanici
Table 1. Subjects

Redni broj No.	Dob Age	Spol Sex	Strana oštećenja mozga Lesion side
1	53	muško / male	desna / right
2	39	žensko / female	desna / right
3	51	žensko / female	lijeva / left
4	52	muško / male	lijeva / left
5	56	muško / male	desna / right
6	54	muško / male	lijeva / left
7	40	žensko / female	desna / right
8	18	žensko / female	lijeva / left
9	23	muško / male	desna / right
10	28	muško / male	lijeva / left
11	41	muško / male	lijeva / left
12	55	muško / male	desna / right

b) Uzorak varijabli

Ispitivanje je provedeno na temelju 5 varijabli. Varijabla mjesta oštećenja mozga izdvojena je kao kriterijska. Ostale 4 varijable temeljene su na rezultatima analize pojedinog uzorka.

Mjesto oštećenja mozga

Prema nalazima neurologa, koji su utvrdili koji je dio mozga oštećen, ispitanici su podijeljeni u dvije skupine (lijevostrana i desnostrana oštećenja).

Fundamentalna frekvencija

Fundamentalna frekvencija (F_0) je broj vibracija koje glasnice učine u jednoj sekundi, a izražava se u hertzima (Hz). Veći broj vibracija označava veću vrijednost fundamentalne frekvencije pa i glas doživljavamo kao viši.

Trajanje fonacije vokala /a/

Vokal /a/ ne zahtijeva veliku napetost dišnih i grkljanskih mišića, koji ga stvaraju. Pri izgovoru je potrebno opustiti donju čeljust. Mišić hioglosus povlači tijelo jezika prema dolje i bliže ždrijelnom zidu pa nastane prostor vrlo širok u prednjoj polovici usne šupljine, a uzak u stražnjoj, ždrijelnoj.

Shimmer

Odnosi se na intenzitetske nepravilnosti svakog pojedinog titraja glasnica. U ovom načinu mjerenja su izražena u dB. Viša vrijednost shimmera u govornom se glasu opaža kao promuklost. Normalni shimmer kreće se u rasponu od 0,04-0,21 dB (Coleman, 1983).

Jitter

Termin se odnosi na nepravilnosti u treperenju glasnica, odnosno u kolebanju osnovnog laringealnog tona i izražen je u postocima. Normalnim se jitterom smatra odstupanje do 1% (Jacobson, 1994). Visoke vrijednosti jittera umanjuju kvalitetu glasa.

c) Način ispitivanja

Zadatak svakog ispitanika bio je što duže fonirati vokal /a/. Ispitivač je svakom ispitaniku demonstrirao zadatak. Svi podaci pohranjeni su na audio vrpce. Pri ispitivanju korišten je mikrofon (Sennheiser, ME 66) udaljen od ispitanika 40 cm. Audio zapis je analiziran pomoću softvera za analizu glasa (EZVOICE V.1.2).

d) Metode obrade rezultata

Za sve mjerene varijable izračunani su osnovni statistici. Relacije među varijablama utvrđene su t-testom po programu SPSS for Windows. Release 6.1. Rezultati su prikazani i tabelarno i grafički.

REZULTATI I RASPRAVA

Istraživanja pokazuju da maksimalno vrijeme fonacije najizravnije pokazuje interakciju između laringealne i respiratorne funkcije. Prema Green (1989) maksimalno vrijeme fonacije je veće u muškaraca nego li u žena. U muškaraca iznosi 25-35 sec, a u žena 15-25 sec. Općenito, istraživači ovog područja smatraju da su podjednako vrijeme fonacije i frikcije rezultat zdravih glasiljki.

Već osnovni statistički pokazatelji (Tablica 2) ukazuju na općenito kraće trajanje fonacije ispitanika s afazijom. Jednim od načina mjerenja kontrole disanja je i mjerenje trajanja fonacije što je pokazano dobrim parametrom za procjenu promuklosti (Shewan i sur., 1984). Općenito, osobe s produženom fonacijom imaju i manje šuman glas, što nije bio slučaj u ovom ispitivanju.

Tablica 2. Osnovni statistički pokazatelji
Table 2. Basic statistics

Varijabla Variable	Artemitička Sredina Mean	Standardna devijacija S.d.	Minimum	Maximum
Dob / Age	42.50	13.33	18.00	56.00
Fo	235.83	59.91	136.00	316.00
Trajanje /a/ Duration of /a/	10.13	5.92	2.00	18.00
Jitter	3.69	1.35	1.10	6.38
Shimmer	1.34	0.18	0.98	1.62

Rezultati t-testa (Tablica 3) pokazali su značajnu razliku jedino na varijabli trajanja fonacije. Aritmetičke sredine pokazuju znatno više rezultate kod ispitanika s oštećenjem desne strane mozga, što znači da su ti ispitanici duže fonirali. Obje skupine odstupaju od mjerenih vrijednosti normalnih govornika.

Tablica 3. Rezultati t-testa kriterijske varijable *mjesta oštećenja mozga*
Table 3. T-test results for the criterion variable *lesion location*

Varijable Variables	Strana oštećenja mozga Lesion side		T-test	Df	P
	Desna / Right Mean	Lijeva / Left Mean			
Fo	253.167	218.500	-1.002	10	.340
Trajanje /a/ Duration of /a/	6.085	14.167	3.216	10	.009
Jitter	3.768	3.603	-.202	10	.844
Shimmer	1.314	1.366	.475	10	.645

Poznato je da afazija može razoriti i sam glas. Najčešće nastaje miješanje glasova s više zajedničkih obilježja pa se međusobno zamjenjuju nazali, frikativi, frikativi i afrikate, te okluzivi (Vuletić, 1996). Vokali mogu biti iskrivljeni ali rijetko prelaze u drugi vokal. Čini se da vokale kao pjevni dio govora i nositelje govorne melodije afazija ne razara. Novija istraživanja Seddoha i sur. (1996) ispitanika s govornom apraksijom, konduktivnom afazijom i normalnih govornika pokazala su bolje rezultate na varijablama trajanja vokala i vremenu izgovaranja konsonanta-vokala kod ispitanika s konduktivnom afazijom od normalnih govornika.

Baum i sur. (1990) ispitali su trajanje konsonanata i vokala u osoba s afazijom s ciljem utvrđivanja jesu li teškoće produkcije govora u osoba s afazijom rezultat istih ili različitih mehanizama, te jesu li ti poremećaji fonetske (teškoće leže u načinu na koji se glasovi artikuliraju) ili fonološke prirode (mentalne reprezentacije glasova govora u određenom jeziku). Niz akustičkih analiza proveden je u ispitanika s Brockinom afazijom uzrokovanom oštećenjem prednjeg dijela mozga, ispitanika s nefluentnom afazijom uzrokovanom oštećenjem prednjeg i stražnjeg dijela mozga te fluentnom afazijom uzrokovanom oštećenjem stražnjeg dijela mozga. Autori su utvrdili da su teškoće osoba s afazijom i oštećenjem prednje strane mozga povezane s nemogućnošću izvođenja određenog pokreta artikulatora, bilo da se radi o vokalima ili konsonantima. CT nalazi ispitanika ukazivali su na oštećenje Brokine zone i najniže dijelove motornog korteksa odgovorne za larinks i jezik

ZAKLJUČAK

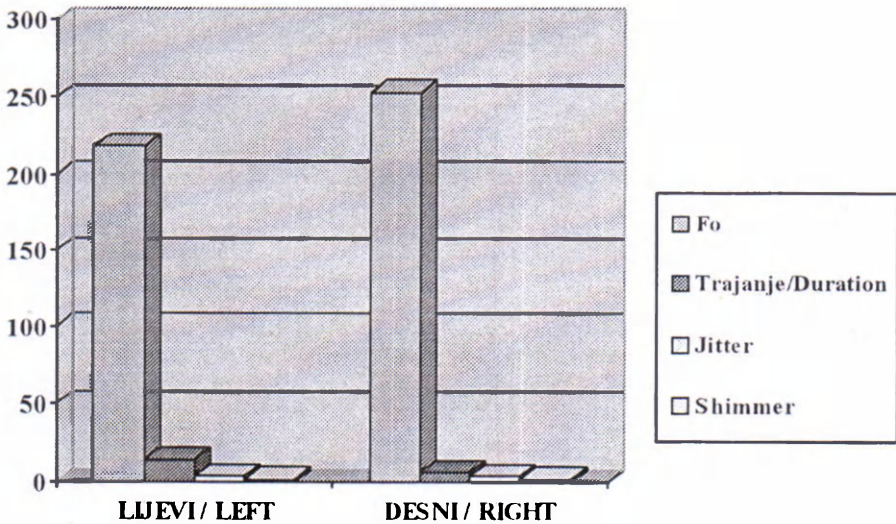
Očekivane razlike akustičke analize glasa u osoba s različitim lokalizacijom afazija u ovom istraživanju nisu statistički potvrđene. Osobe s afazijom uzrokovanom oštećenjem desne moždane polutke pokazale su veće vrijednosti osnovnog laringalnog tona i značajno kraće trajanje fonacije. Subjektivnom akustičkom analizom kod svih ispitanika s afazijom možemo primijetiti tiši, šumniji i drhtavi glas, što potvrđuju i drugi autori (Alexander and Schmidt, 1980, Masdeu et al., 1983). Treba napomenuti da je tremor češće karakterizirao ispitanike s afazijom uzrokovanom oštećenjem desne strane mozga.

Reprezentacija pojedinih segmenata jezičnog i govornog funkcioniranja u mozgu nije oštro razgraničena, pa jedna govorno jezična operacija može aktivirati nekoliko mjesta ili putova istodobno. Prema dosadašnjim spoznajama jezično govorno funkcioniranje opisuje se kao vrsta neuralne mreže s istodobnim procesiranjem u nekoliko razina (Damasio i Damasio, 1992., Gazzaniga, 1994). U pokušajima definiranja neurobiološke baze govora na osnovi oštećenja dvoji se a) odražavaju li manjkavosti proizvodnje i percepcije govora selektivna oštećenja glasovnih karakteristika govora i njihovih reprezentacija ili oštećenja procesa uključenih u pristup tim reprezentacijama, b) odražavaju li manjkavosti proizvodnje i percepcije govora nedostatke koji su ponajprije fonološke prirode, a utječu na artikulacijsku primjenu u govornoj produkciji ili akustičko dekodiranje (Mildner, 1995). Blumstein i sur.(1980) je usporedila greške u proizvodnji i

percepciji govora osoba s afazijom i zaključila da poremećaji odražavaju oštećenja procesa uključenih u pristup glasovnoj strukturi, a ne selektivna oštećenja glasovnih svojstava govora ili njihovih reprezentacija. Manjkavosti proizvodnje govora javljaju se na fonetskoj (nedostatak artikulacijskih sposobnosti, posebice u vremenskom planiranju prijelaza s jednog artikulatora na drugi) i fonološkoj (oštećenje odabira ili pristupa) razini. Nedostaci percepcije govora odražavaju pogrešnu percepciju fonetskih obilježja, a ne nedostatke u izoliranju akustičkih parametara povezanih s tim obilježjima.

Histogram 1. Razlike na mjerenim varijablama ispitanika s afazijom uzrokovanom oštećenjem desne i lijeve strane mozga

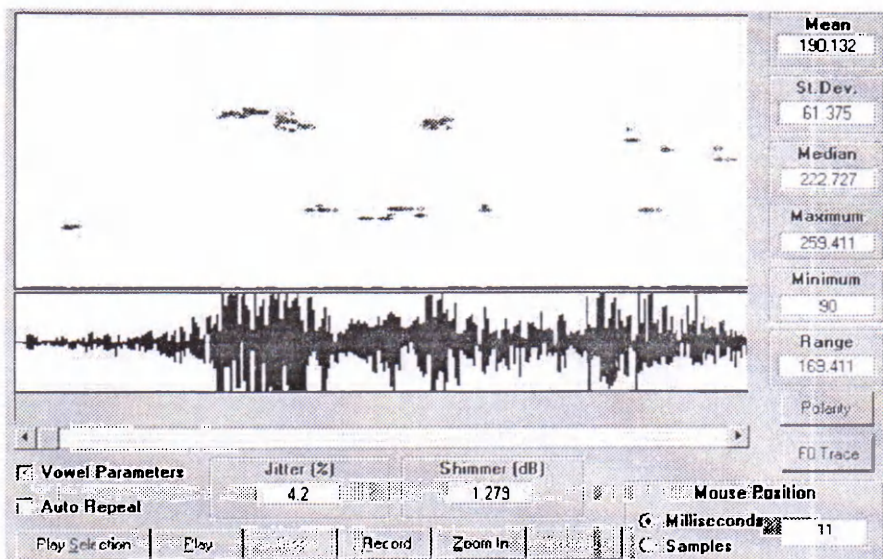
Histogram 1. Differences between the measured variables in left-brain-damaged and right-brain-damaged aphasics



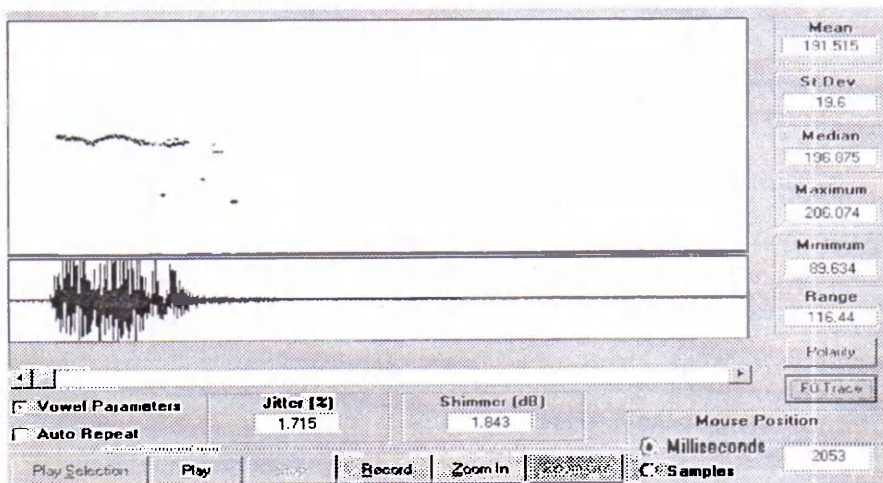
Neosporno je da su moždane polutke međusobno diferencirane i razlikuju se prema svojim funkcijama. Čini se da su te funkcije razorene i u ispitanika s afazijom uzrokovanom oštećenjem desne strane mozga što je rezultiralo dužim trajanjem fonacije u ispitanika s lijevostranim oštećenjima.

Ovim se radom želi potaknuti na razmišljanje o promjenama u dijagnostici afazija kao i u kreiranju i odgovarajućoj primjeni instrumentarija za praćenje jezično-govornih procesa osoba s afazijom. Važno je istaknuti potrebu za pravovremenim otkrivanjem i dijagnosticiranjem poremećaja glasa u osoba s afazijom, te uključivanjem terapije glasa u cjelokupnu rehabilitaciju afazija.

Slika 1. Fonacija vokala /a/ ispitanika sa afazijom (oštećenje lijeve polutke)
 Figure 1. Phonation of the vowel /a/ in aphasia (left hemisphere lesion)



Slika 1. Fonacija vokala /a/ ispitanika sa afazijom (oštećenje desne polutke)
 Figure 1. Phonation of the vowel /a/ in aphasia (right hemisphere lesion)



REFERENCIJE

- Alexander, M. P. and Schmitt, M. A. (1980). The aphasia syndrome in the left anterior cerebral artery territory. *Archives of Neurology* 37, 97-100.
- Baum, S. R., Blumstein, S. E., Naeser, M. A. and Palumbo, C. L. (1990). Temporal dimension of consonant and vowel production: an acoustic and CT scan analysis of aphasic speech. *Brain and Language* 39, 1, 33-56.
- Benson, F. and Ardila, A. (1996). *Aphasia, A Clinical Perspective*. Oxford: University Press.
- Blumstein, S. E., Cooper, W., Zurif, E. B. and Caramazza, A. (1980). The perception and production of voice onset time in aphasia. *Neuropsychologia* 15, 371-383.
- Blumstein, S. E. (1988). Neurolinguistic: an overview of language-brain relations in aphasia. U F.J. Newmwyer (ur.), *Linguistics: The Cambridge Survey. III Language: Psychological and Biological Aspects*, 210-236. Cambridge: University Press.
- Bradshaw, J. L. and Nettleton, N. C. (1983). *Human Cerebral Asymetry*. Inglewood Cliffs, N.Y.: Prentice Hall Inc.
- Caplan, D. (1987). *Neurolinguistic and Linguistic Aphasiology*. Cambridge: University Press.
- Coleman, R. F. (1983). Instrumental Analysis of Voice Disorders. *Seminars in Speech and Language* 4, 3, 205-215.
- Damasio, A. R. and Damasio, H. (1992). Brain and Language. *Scientific American* 267, 3, 89-95.
- Gazzaniga, M. S. (1994). Language and the cerebral hemispheres. *Discussions in Neuroscience* X, 1-2, 106-109.
- Green, L. M. (1989). *The voice and its disorders*. London, Jersey City: Whurr Publishers.
- Jacobson, B. H. (1994). The Clinical Voice Laboratory. U Benninger, M.S., Jacobson, B.H., Johnson, A.F. (ur.), *Vocal Atrs Medicine, The Care and Prevention of Profess.Voice Disorders*, 135-152, New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Masdeu, J. C. and O'Hara, R. J. (1983). Motor aphasia unaccompanied by faciobrachial weakness. *Neurology* 33, 519-521.
- Mildner, V. (1995). Reprezentacija jezičnih i govornih procesa u mozgu. *Govor* XII, 85-111.
- Penfield, W. and Roberts, L. (1959). *Speech and Brain-Mechanisms*. Princeton, N. J.: Princeton University press.
- Seddoh, S. A., Robin, D. A., Sim, H. S., Hageman, C., Moon, J. B. and Folkins, J. W. (1996). Speech timing in apraxia of speech versus conduction aphasia. *Journal of Speech and Hearing Resesearch* 39, 3, 590-603.

- Shewan, C., Leeper, R. and Booth, J.** (1984). An analysis of voice onset time (VOT) in aphasic and normal subjects. U J. Rosenbek *et al.* (ur.), *Apraxia of Speech*. San Diego: College Hill Press.
- Springer, S. P. and Deutsch, G.** (1993). *Left Brain, Right Brain*. (4th ed.), New York.: W.H. Freeman and Company.
- Škarić, I.** (1988). *U potrazi za izgubljenim govorom*. Zagreb: Školska knjiga.
- Vuletić, D.** (1996). *Afazija: logopedsko-lingvistički pristup*. Zagreb: Školska knjiga.
- Whitaker, H. A.** (1995). Roots: 5 notes on the history of neurolinguistics. *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences* 2, 164-171.
-

Tatjana Prizl-Jakovac i Behlul Brestovci
Faculty of Education and Rehabilitation, Zagreb
Croatia

ACOUSTIC ANALYSIS OF VOWEL PRODUCTION IN APHASIA

SUMMARY

Voice disorder in aphasics is often connected with motor types of aphasia. Many authors consider dysphonia as a component of motor speech disorders characterised by reduced loudness, inspiratory stridor, breathy and harsh phonation and diplophonia.

A sample of 12 aphasic patients was included in the research. As far as the location of injury is concerned, 6 patients suffered the injury of the right cerebral hemisphere while the other 6 suffered the injury of the left hemisphere.

We were interested in the differences of voice characteristics at aphasic patients suffering from the damage of the left and right cerebral hemispheres, such as the height of the fundamental laryngeal tone (F_0), variability of harmonics, the duration of the vowel /a/ phonation, the voice quality (harsh, hoarse, or tense voice). The task of the patients was to produce the vowel /a/ for as long as possible. In this paper the expected results with regard to the localisation of the brain lesion in aphasics are not statistically confirmed. In the aphasics with the damage of the right cerebral hemisphere means show higher value of the basic laryngeal tone (F_0) but shorter fonation, although these means are not statistically significant. However, it should be emphasised that tremor occurs more often in the subjects who suffered from the damage of the left cerebral hemisphere.

Key words: *aphasia, phonation, acoustical voice analysis*
