

*Damir Horga*  
*Filozofski fakultet, Zagreb*

## Utjecaj fiksiranog zagrizna na trajanje izgovora glasnika

U istraživanju je na uzorku od 5 govorno i slušno normalnih govornika hrvatskoga koji su izgovarali pet logatoma (apa, afa, ata, asa, aša) promatran prirodan izgovor i utjecaj fiksiranog zagrizna na trajanje glasnika. Mjerenjem trajanja pojedinih glasnika u akustičkom signalu ustanovljeno je da ometanje izgovora fiksiranim zagrizom značajno produljuje izgovor vokala (za 14 ms prvog, naglašenog, a za 25 ms drugog, nenaglašenog), ali ne mijenja značajno trajanje konsonanta (dulji je za samo 3 ms). Rezultati se objašnjavaju relativnom stabilnošću artikulacijskog programa i potpunim kompenzacijskim učinkom artikulacijskog sklopa u izgovoru konsonanta i njegovim djelomičnim učinkom u izgovoru vokala.

### 1. Uvod

Stabilnost izgovornih pokreta, a time posredno i motoričkih programa koji njima upravljaju proučava se različitim tehnikama kojima se ometa prirodan izgovor. Ometanje se postiže tako da ispitanik govori s neprirodno debelom (do 1 cm) zubnom protezom (Hamlet i Stone 1978), ili da se govorni organi opterećete tijekom govora u trenutku nepredvidivom za govornika (Abbs i sur. 1984, 1986) ili da se od ispitanika zahtijeva da govori s nepokretnom donjom čeljusti ili tako da stisne zube ili da zagriže pločicu različite debljine (1 do 2,5 cm) i tako fiksira donju čeljust (Lindblom i sur. 1979, Lindblom i Lubker 1981, Smith 1987). Stabilnost se izgovora u takvim uvjetima postiže kompenzacijskim pokretima cjelokupnog artikulacijskog sustava. Iz toga se izvode zaključci o funkcioniranju artikulacijskog programa i sinergijskim vezama između pojedinih govornih organa (Abbs 1982, Abbs i sur. 1986) i načinu kontrole rada artikulatora kod složenih pokreta (Abbs i Graco 1982) i sprezi unaprijed.

Lindblom i sur. (1979) pokazali su da govornici prije započinjanja fonacije kompenziraju neprirodni položaj donje čeljusti. Mjereći vrijednosti formantata za četiri švedska vokala koje su ispitanici izgovarali sa zagrizom pločice i prirodno bez tog ograničenja, pokazalo se da se te vrijednosti kreću u granicama

uobičajenog variranja formanata i za prirodni govor. Budući da su se vrijednosti formanata mjerile na prvom impulsu glasnica, kada ispitanici još nisu uključili slušnu kontrolu, kompenzacijski su se pokreti ostvarili na osnovi govornikova »proračuna« o novim artikulacijskim uvjetima zbog zagrizne pločice. Da ispitanici nisu kompenzirali ometanje, vrijednosti formanata odstupale bi od dobivenih za nekoliko stotina herca.

U drugom istraživanju (Gay i sur. 1981) promatrali su rendgenskim snimanjem bočnu sliku pokreta izgovornih organa da bi ustanovili na koji način jezik kompenzira fiksiranost donje čeljusti u izgovoru švedskih vokala /i/, /u/, /a/ i /o/. Ustanovili su da je stupanj kompenzacije najveći i gotovo potpun na mjestu najvećeg suženja izgovornog prolaza, tj. na temeljnom izgovornom mjestu, a odstupanja od prirodnog izgovora povećavaju se na onim dijelovima gdje je izgovorni prolaz širi. Na osnovi kompjutorske simulacije kompenzacijskih strategija ispitanika autori su otkrili da ispitanici podešavaju svoj izgovor u skladu s akustičkom teorijom izgovora tako da samoglasnički izgovorni cilj predstavlja kodirana neurofiziološka obavijest o izgovornom mjestu koje je akustički značajno za konfiguraciju izgovornih šupljina na mjestu najvećeg suženja.

Nasuprot iznesenim rezultatima koji pokazuju da govornici uspijevaju kompenzirati spektralne osobine govora prilikom ometanja izgovora stoje rezultati Smitha (1987) koji se odnose na vremenske karakteristike govora. Naime, ispitanici su produžili izgovor konsonanata /p/, /t/ i /k/ u odnosu na prirodni izgovor bilo da su ih izgovarali sa stisnutim zubima ili sa zagrizom pločice debljine 15 do 20 mm, iako su zadržani relativni odnosi inherentnog (unutarnjeg) trajanja među pojedinim glasnicima. Što se tiče inherentnog trajanja samoglasnika za koje je svojstveno da otvoreni glasnici imaju dulje trajanje nego zatvoreni, što se tumačilo većim pokretom koji donja čeljust mora učiniti u izgovoru otvorenih vokala, pokazalo se da se u oba uvjeta ometanja i kod stisnutih zubi i kod zagriža pločice razlika u inherentnom trajanju otvorenih i zatvorenih vokala smanjila, ali nije u potpunosti eliminirana. Smith zaključuje na osnovi tih rezultata da se razlika u inherentnom trajanju može samo djelomično pripisati mehaničkim svojstvima pokreta čeljusti, ali i nekim drugim uvjetima kao što je pokret jezika ili možda središnjim motoričkim programima za izgovor samoglasnika.

Daljnji način promatranja organizacije vremenskih parametara govora je govor u neobičnim uvjetima: ili u jako promijenjenom tempu govora u odnosu na prirodni tempo (Horga 1992, Schmidt, A. M., J. E. Flege 1995) ili u promijenjenom intenzitetu govora: jako glasan govor ili šapat (Schulman 1989, Bonnot i Chevré-Muller 1991). Elektromiografskim bilježenjem djelovanja triju mišića u području usne šupljine i mjerenjem vremenskih parametara akustičkog signala Bonnot i Chevré-Muller (1991) su našli da se opća motorička organizacija u vikanju i šapatu značajno razlikuje od normalnog govora. Za vikanje je dobiveno da su vokali značajno dulji, a suglasnici značajno kraći nego u prirodnom govoru. Tako se može reći da postoji kompenzacijsko uravnoteživanje trajanja glasnika unutar trajanja cijelog izričaja. Ti rezultati potvrđuju tendenciju izokronije već ranije potvrđenu (Lehiste 1980, Kohler 1984). U šapatu se pokazalo da su i samoglasnici i suglasnici produljeni u odnosu na prirodan govor.

Autori to objašnjavaju činjenicom da odsutnost glasa u šapatu zahtijeva reorganizaciju akustičkih migova te hijerarhijski niži migovi postaju važni pa se stoga aktiviraju komponente cjelokupnog motoričkog programa. Postoje razlike i u vremenu aktiviranja velarnih i čeljusnih mišića: za vikanje oni se aktiviraju kasnije, za šapat ranije, a za prirodni govor između ovih dviju vrijednosti. Tako izgleda da je vikanje motorički jednostavnije, uloga pretprogramiranja manje važna, a jedinica kodiranja je slog, a ne fonetička riječ. Šapat zahtijeva finu kontrolu intrasegmentalnog trajanja i stoga pažljivo planiran i sporije izveden motorički program.

## 2. Problem

U ovom je istraživanju postavljeno pitanje na koji način zagrizom fiksirana donja čeljust djeluje na vremenske parametre izgovora; u kojoj se mjeri očituje stabilnost motoričkog programa u odnosu na ukupno trajanje izričaja, s jedne strane, te u odnosu na relativna trajanja pojedinih njegovih dijelova, posebno samoglasnika i suglasnika, s druge strane.

## 3. Materijal i metode

U istraživanju je sudjelovalo 10 studentica u Odsjeku za fonetiku Filozofskog fakulteta u Zagrebu prosječne dobi 20 godina normalnog govornog i slušnog statusa kojima je materinski jezik hrvatski. Ispitanice su izgovarale sljedeće logatome /apa/, /afa/, /ata/, /asa/, /aša/, svaki po 10 puta u dva eksperimentalna uvjeta: najprije sa zagrizom olovke debljine 8 mm, a zatim u prirodnim uvjetima. Uvijek je bio naglašen prvi vokal. Njihov je izgovor snimljen na CD disk u studijskim uvjetima.

Akustička je snimka analizirana pomoću programa za analizu govornih signala CSRE. 42 (Computerized Speech Research Environment) tako da su na slici razine zvučnog pritiska izmjerena trajanja prvog samoglasnika (V1), suglasnika (C) i drugog samoglasnika (V2). Budući da je suglasnik bio bezvučan, kriterij je razgraničenja bila pojava ili prekid laringalnog impulsa.

Podaci su obrađeni tako da su izračunani osnovni statistički parametri mjerenih varijabli, te je primijenjena jednosmjerna i složena analiza varijance.

## 4. Rezultati

Rezultati se mogu promatrati s nekoliko stajališta. Najprije, vidljivo je (tablica 1, slika 1) da je ukupno trajanje logatoma prosječno za 42 ms, a pojedinog glasa prosječno za 14 ms dulje u izgovoru s ometanjem nego u normalnom izgovoru, što je produljenje izgovora za oko 8.4%. Međutim, doprinos tom produljenju pojedinih glasnika nije podjednak, on je najveći za završni vokal (25 ms ili 19%), manje za inicijalni vokal (13 ms ili 8%) i sasvim neznatno za konsonant (3 ms ili 2%). Ovi podaci ukazuju da je u vremenskom smislu u ovakvom

logatomskom sklopu najstabilniji izgovor konsonanta, tj. da su kompenzacijski pokreti uspješni, nešto manje za prvi, naglašeni vokal, a najmanje za drugi, nenaglašeni vokal. Ako se promotri varijabilitet trajanja pojedinih segmenata, onda je vidljivo da je on najmanji u normalnom izgovoru za konsonant (koeficijent varijabilnosti 6.7%), dok za ostale slučajeve podjednako varira (između 13 i 20%). Varijabilitet ukupnog trajanja logatoma je manji nego varijabilitet pojedinih glasnika (koeficijent varijabilnosti oko 4%) što potvrđuje ranije rezultate u kojima se otkriva težnja prema izokroniji izgovora i manjem varijabilitetu većih izgovornih odsječaka u odnosu na kraće odsječke (Kochler 1984, Horga 1992). Time što je produženo i ukupno trajanje izgovora logatoma, ali i time što su promijenjeni i odnosi između pojedinih glasnika vidljivo je da se u stanovitom smislu promijenio i motorički program izgovora logatoma u izgovoru sa zagrizom u odnosu na prirodni izgovor.

Učinjene su dvije vrste jednosmjerne analize varijance. Jedanput su se promatrale razlike između pojedinih glasnika (V1, C, V2) za svaki uvjet izgovora posebno, a drugi su se put promatrale razlike za isti glasnik, ali u dva različita uvjeta (prirodan izgovor i izgovor sa zagrizom). Značajnosti tih razlika prikazane su u tablici 2.

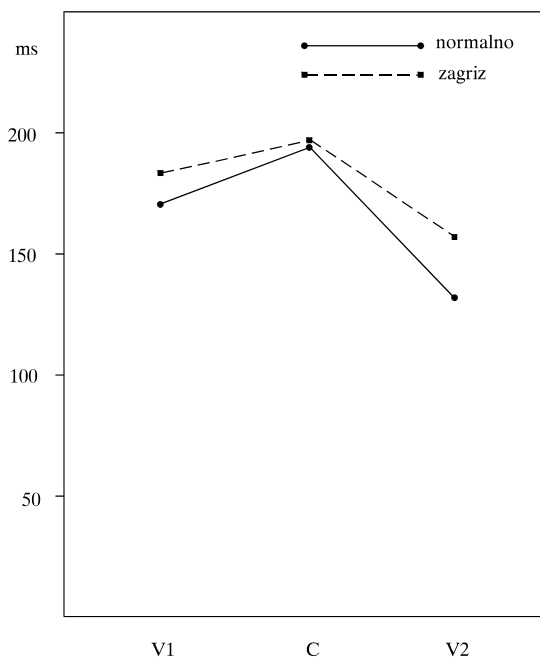
Jednosmjerna analiza varijance između glasnika u svakom uvjetu izgovora pokazala je da se glasnici međusobno razlikuju po trajanju i u jednom i u drugom uvjetu (prirodni izgovor:  $F = 69.7$ ,  $p = .00$ ; izgovor sa zagrizom:  $F = 17.6$ ,  $p = .00$ ). Međutim, u prirodnom izgovoru značajnosti razlike pridonosi činjenica da se svaki glasnik značajno razlikuje od druga dva (V1 od V2 i C, C od V1 i V2 te V2 od V1 i C), dok u uvjetu izgovora sa zagrizom ta je razlika određena time što se značajno razlikuju V1 i C od V2, a između V1 i C nema značajne razlike.

Jednosmjerna analiza varijance u kojoj su za svaki glasnik promatrani odnosi između izgovora u dva različita uvjeta pokazala je da su vokali značajno produženi u izgovoru sa zagrizom u odnosu na prirodni izgovor (za V1  $F = 4.6$ ,  $p = .037$ ; za V2  $F = 16.3$ ,  $p = .00$ ), dok za izgovor konsonanta ta razlika nije značajna ( $F = .27$ ,  $p = .605$ ). Ovo ukazuje na razliku u djelovanju fiksiranog zagriža na trajanje konsonanta i vokala. Naime, konsonanti su općenito i kod variranja tempa izgovora stabilniji od vokala pa i u ovom slučaju pokazuju veću otpornost na ometanje izgovora.

Tablica 1. Aritmetičke sredine ( $\bar{X}$ ) i standardne devijacije ( $s$ ) u ms za pojedine glasnike (V1, C, V2) u izgovoru svih pet logatoma (apa, afa, ata, asa, aša) u normalnom izgovoru i u izgovoru sa zagrizom.

Uvjet izgovora	V1		C		V2		Ukupno	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Normalno	169	23	194	13	132	20	495	19
Zagriz	182	23	197	25	157	25	536	24
Ukupno	176	24	196	20	145	26	516	22

Slika 1. Aritmetičke sredine u ms za V1, C i V2 za svih pet logatoma u prirodnom izgovoru i izgovoru sa zagrizom



Tablica 2. Zvezdicom su označene značajne razlike među glasnicima i uvjetima izgovora.

Prirodan izgovor					Izgovor sa zagrizom				
$\bar{x}$	Glas	V2	V1	C	$\bar{x}$	Glas	V2	V1	C
132	V2				157	V2			
169	V1	*			183	V1	*		
194	C	*	*		197	C	*		

Te je odnose potvrdila i složena analiza varijance (tablica 3) u kojoj su promatrani odnosi između glasnika i uvjeta izgovora tako da je vidljivo da na trajanje glasnika značajno utječe i vrsta i položaj glasnika (V1, C, V2) i uvjet izgovora. Međutim, razina značajnosti utjecaja manja je za uvjet izgovora nego za vrstu glasnika ( $p = .035$  naprema  $p = .000$ ). Takvu razliku pokazuje i složena klasifikacijska analiza u kojoj je dobiven koeficijent multiple korelacije od .716, što znači da ovaj sustav varijabli objašnjava 51% varijance trajanja glasnika. Međutim, beta-koeficijenti su različiti za dva skupa varijabli pa je beta-koeficijent za vrstu glasnika veći i iznosi .68 nego za uvjet izgovora gdje iznosi .23. Ta razlika u koeficijentima može ukazivati na relativnu stabilnost strukture trajanja izgovora u dva promatrana uvjeta izgovora.

Nadalje, postavljeno je pitanje postoji li razlika u ponašanju pojedinih konsonanata i vokala uz pojedine konsonante, tj. pridonose li vokali uz neke konsonante ukupnoj razlici u dva uvjeta izgovora više nego neki drugi. Ti su re-

zultati prikazani u tablici 4. Oni pokazuju da se vokali bez obzira uz koji se konsonant pojavljuju ponašaju konzistentno, tj. da se u uvjetu izgovora sa zagrizom približno jednako produljuju, dakako s jasnom razlikom između početnog i završnog vokala u logatomu. Kod konsonanata se primjećuje stanovito variranje. U izgovoru sa zagrizom produljili su se /p/ (12 ms ili 6%), /s/ (6 ms ili 3%) i /t/ (4 ms ili 2%), dok se /f/ skratio (5 ms ili 3%) i /š/ (2 ms ili 1%). Međutim, statističku značajnost svih ovih razlika valjalo bi testirati na većem govornom uzorku.

Tablica 4. Aritmetičke sredine ( $\bar{X}$ ) i standardne devijacije ( $s$ ) u ms pojedinih glasnika (V1, C, V2) u pojedinim logatomima za normalni izgovor ( $n$ ) i izgovor sa zagrizom ( $z$ ).

Logatom		V1		C		V2	
		$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$	$\bar{x}$	$s$
apa	n	147	15	191	14	143	15
	z	165	17	203	25	164	27
afa	n	172	23	190	13	132	13
	z	185	24	185	21	162	31
ata	n	168	19	190	5	128	17
	z	180	15	194	30	152	20
asa	n	175	22	196	8	132	32
	z	189	24	202	30	159	24
aša	n	184	24	204	19	124	18
	z	194	28	202	22	150	29

## 5. Zaključak

Rezultati ovog istraživanja daju naslutiti da je motorički izgovorni program sa stajališta vremenske organizacije relativno stabilan i u uvjetima ometanja izgovora pomoću fiksiranog zagriža. Ta se stabilnost osobito očituje u izgovoru konsonanata koji zadržavaju svoje trajanje, dok vokali podliježu stanovitom duljenju u izgovoru sa zagrizom, i to više završni nenaglašeni nego početni naglašeni vokal. Iako je mjerenje provedeno na osnovi akustičkog signala i nije neposredno promatran sam artikulacijski pokret, veće duljenje vokala ukazuje na veću važnost pokreta čeljusti za izgovor vokala nego za izgovor konsonanata, a onda i na samo djelomično uspješnu kompenzacijsku efikasnost pokreta jezika i usana kada je u pitanju trajanje vokala. Valjalo bi ovakva istraživanja vremenskih parametara izgovora provoditi registracijom podataka o pokretima govornih organa, mišićnoj i neuralnoj aktivnosti, što zahtijeva drugačiju vrstu eksperimentalne aparature.

## 6. Literatura

1. Abbs, J. H. (1982). A speech motor system perspective on nervous system control variables. *The Behavioral and Brain Sciences*, 5, 541-542.

2. Abbs, J. H. (1986). Invariance and Variability in Speech Production: A Distinction Between Linguistic Intent and its Neuromotor Implementation. U Parkell, J. S. i Klatt, D. H. (Eds.): *Invariance and Variability in Speech Processes*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Hillsdale, New Jersey, London.
3. Abbs, J. H., Gracco, V. L. i Cole, K. J. (1984). Control of Multimovement Coordination: Sensorimotor Mechanisms in Speech Motor Programming. *Journal of Motor Behavior*, 16, 2, 195–231.
4. Abbs, J. H., V. L. Graco (1982). Motor control of multi-movement behaviors: Orofacial muscle responses to load perturbations of the lip during speech. *Journal of Neurophysiology*, 51(4), 705–723.
5. Bonnot, J. –F. P., C. Chevrier–Muller (1991). Some effects of shouted and whispered conditions on temporal organization. *Journal of Phonetics*, 19, 473–483.
6. Gay, T., B. Lindblom, J. Lubker (1981). Production of bite–block vowels: Acoustic equivalence by selective compensation. *Journal of Acoustical Society of America*, 69, 802–810.
7. Lindblom, B., J. Lubker, T. Gay (1979). Formant frequencies of some fixed–mandible vowels and a model of speech motor programming by predictive simulation. *Journal of Phonetics*, 7, 147–161.
8. Hamlet, S., Stone, M. (1978). Compensatory alveolar consonant production induced by wearing dental prothesis. *Journal of Phonetics*, 6, 227–248.
9. Horga, D. (1992). Varijabilitet govornih odsječaka. *Suvremena lingvistika*, 18, 34, 81–92.
10. Schmidt, A. M., J. E. Flege (1995). Effects of Speaking rate changes on native and nonnative speech production. *Phonetica*, 52, 41–54.
11. Schulman, R. (1989). Articulatory dynamics of loud and normal speech. *Journal of Acoustical Society of America*, 85, 295–312.
12. Smith, B. L. (1987). Effects of Bite Block Speech on Intrinsic Segment Duration. *Phonetica*, 44, 65–75.

### *Influence of the bite–block articulation on sound duration*

On the sample of five Croatian subjects with normal speech and hearing status who produced five VCV utterances (apa, afa, ata, asa, aša) the influence of the bite–block articulation on sound duration was assessed. The sound duration measurements of the acoustic signals showed that the bite–block vowels are significantly longer compared to natural articulation (the first, stressed vowel 14 ms longer, and the second, unstressed vowel 25 ms longer), but that the bite–block consonant did not change its duration significantly (the consonant was longer only for 3 ms). The results reveal the considerable stability of the articulation program and the effective compensatory movements of the articulatory system in consonant articulation but only its partial effectiveness in vowel articulation.