

UDK 612.78

801.42

Izvorni znanstveni rad

Prihvaćeno 09. 12. 1998.

Damir Horga

Filozofski fakultet, Zagreb, Hrvatska

REORGANIZACIJA IZGOVORA PRI FIKSIRANOM ZAGRIZU**SAŽETAK**

Istraživanja različitim metodama ometanja izgovora pokazala su da se govornici hitro prilagođavaju promijenjenim uvjetima u izgovornom prolazu te da neposredno reorganiziraju svoj izgovor pomoću kompenzacijskih mehanizama. Novija su istraživanja potaknula pitanja o brzini, potpunosti i mogućnostima uvježbavanja tih mehanizama. Pitanje mogućnosti reorganizacije izgovornog motoričkog programa u ovom je radu promatrano na primjeru izgovora s fiksiranim zagrizom. Petero je ispitanika slučajnim redoslijedom izgovaralo tri samoglasnika (/i/, /a/, /u/), dva intervokalna okluziva (/ete/, /oko/) i dva intervokalna frikativa (/ese/, /eše/) u tri uvjeta ometanja izgovora: a) bez ometanja, b) sa širokim zagrizom (2,5 cm) i c) s uskim zagrizom (0,3 cm) te u dva uvjeta mogućnosti reorganizacije izgovornog motoričkog programa: a) izgovor bez mogućnosti uvježbavanja u uvjetu ometanja i b) izgovor nakon 5 minuta uvježbavanja izgovora za svaki uvjet ometanja.

Akustički su signali kompjutorski obrađeni (LSI i CSRF) te su izmjerene vrijednosti F1 i F2 za samoglasnike i frekvencijski vrh za tjesnačne suglasnike te parametri trajanja vokala, frikativa i okluziva te trajajnje okluzije i eksplozije kod okluziva. Statističkom je obradom ustanovljena razlika u varijablama za različite uvjete fiksiranja izgovora i mogućnosti uvježbavanja reorganizacije motoričkog izgovornog programa.

Ključne riječi: izgovor, motorička kontrola, fiksirani zagriz

1. UVOD

U fonetskim istraživanjima važno mjesto zauzima proučavanje varijabiliteta, odnosno stabilnosti izgovora. On se često povezuje s motoričkom kontrolom izgovora te s organizacijom i postojanošću motoričkih programa. Naime, različitim se oblicima artikulacijskog prolaza može ostvariti isti akustičko-perceptivni cilj, ali je također moguće različitim pokretima ostvariti isti oblik artikulacijskog prolaza, pa onda i isti konačan rezultat izgovora, tj. isti akustičko-perceptivni rezultat. Većina se teorija motoričke kontrole poziva na koncept "motoričke ekvivalentnosti" (Hughes i Abbs, 1976), koji je definiran kao mogućnost motoričkog sustava da ostvari jednak konačni rezultat uz znatan varijabilitet pojedinačnih motoričkih komponenata koje sudjeluju u konačnom izlazu. Taj je koncept našao potvrdu, između ostalog, i u istraživanjima u kojima se na različite načine ometa izgovor, čime se proučavaju kompenzacijski pokreti kojima govornik pokušava neutralizirati ometanje (Abbs 1986, Abbs i sur. 1984, Lindblom i sur. 1979, Gay i sur. 1981, Hamlet i Stone 1978, Horga 1992). Bez kompenzacijskih pokreta ometanje izgovora toliko bi promijenilo svojstava rezonatora, izvora zvuka i vremenskih komponenta govora u odnosu na ono što je govornik želio izgovoriti da bi govor postao nerazabirljiv. Vrijednosti formanata vokala pri fiksiranju zagriža promijenile bi se primjerice i do 200-300 Hz u usporedbi s normalnim izgovorom (Lindblom i sur. 1979). Međutim, govornici i u takvim uvjetima ometanja izgovora, zahvaljujući fleksibilnosti i adaptabilnosti artikulacijskog sustava, uspijevaju ostvariti u velikoj mjeri razabirljiv govor, a ponekad su kompenzacije toliko uspješne da slušatelji ne mogu primijetiti razliku između normalnog i ometanoga govora. Istraživanja izgovora tehnikom ometanja pojedinih artikulatora pokazuju da ometanje ne izaziva samo kompenzacijski pokret onog artikulatora koji je ometan, nego i cjelokupnog artikulacijskog sustava. Ako je konačni cilj artikulacijskog pokreta ostvariti potpunu pregradu, npr. kod dentalnih ili velarnih okluziva, a donja se čeljust ne pomakne u dovoljno

1. UVOD

U fonetskim istraživanjima važno mjesto zauzima proučavanje varijabiliteta, odnosno stabilnosti izgovora. On se često povezuje s motoričkom kontrolom izgovora te s organizacijom i postojanošću motoričkih programa. Naime, različitim se oblicima artikulacijskog prolaza može ostvariti isti akustičko-perceptivni cilj, ali je također moguće različitim pokretima ostvariti isti oblik artikulacijskog prolaza, pa onda i isti konačan rezultat izgovora, tj. isti akustičko-perceptivni rezultat. Većina se teorija motoričke kontrole poziva na koncept "motoričke ekvivalentnosti" (Hughes i Abbs, 1976), koji je definiran kao mogućnost motoričkog sustava da ostvari jednak konačni rezultat uz znatan varijabilitet pojedinačnih motoričkih komponenata koje sudjeluju u konačnom izlazu. Taj je koncept našao potvrdu, između ostalog, i u istraživanjima u kojima se na različite načine ometa izgovor, čime se proučavaju kompenzacijski pokreti kojima govornik pokušava neutralizirati ometanje (Abbs 1986, Abbs i sur. 1984, Lindblom i sur. 1979, Gay i sur. 1981, Hamlet i Stone 1978, Horga 1992). Bez kompenzacijskih pokreta ometanje izgovora toliko bi promijenilo svojstva rezonatora, izvora zvuka i vremenskih komponenta govora u odnosu na ono što je govornik želio izgovoriti da bi govor postao nerazabirljiv. Vrijednosti formanata vokala pri fiksiranju zagriža promijenile bi se primjerice i do 200-300 Hz u usporedbi s normalnim izgovorom (Lindblom i sur. 1979). Međutim, govornici i u takvim uvjetima ometanja izgovora, zahvaljujući fleksibilnosti i adaptabilnosti artikulacijskog sustava, uspijevaju ostvariti u velikoj mjeri razabirljiv govor, a ponekad su kompenzacije toliko uspješne da slušatelji ne mogu primijetiti razliku između normalnog i ometanoga govora. Istraživanja izgovora tehnikom ometanja pojedinih artikulatora pokazuju da ometanje ne izaziva samo kompenzacijski pokret onog artikulatora koji je ometan, nego i cjelokupnog artikulacijskog sustava. Ako je konačni cilj artikulacijskog pokreta ostvariti potpunu pregradu, npr. kod dentalnih ili velarnih okluziva, a donja se čeljust ne pomakne u dovoljno prema zatvaranju usnog prolaza, tada, da bi se ostvario konačni cilj pokreta, tj. pregrada, jezik mora svojim visokim podizanjem nadoknaditi zaostajanje donje čeljusti. A ako se radi o bilabijalnim okluzivima, onda će u takvim uvjetima gornja i donja usna kompenzirati zaostajanje pomaka donje čeljusti. Takvi su podaci sugerirali da kontrolirani izlaz motoričkog sustava za govor nije paralelan niz neovisnih pokreta, od kojih je svaki usmjeren prema svojem konzistentnom položaju u trodimenzionalnom prostornom sustavu, nego da je cilj složen pokret u kojem je kontrolirana kombinacija njegovih potencijalno slobodnih pojedinačnih sastavnica.

Senzomotorički procesi jesu procesi kod kojih postoji neprekidna obostrana veza između efektora i kontrolnog mehanizma. Njihova je zadaća u kontroli izgovora da registriraju kada ukupan rezultat artikulacije prelazi granice varijabiliteta koje se mogu prihvatiti kao stabilne. Ti su se mehanizmi istraživali različitim tehnikama ometanja i različitim mjerama promjena u izgovoru pri ometanju. Mnogi su podaci dobiveni tehnikom slučajnog opterećivanja artikulatora

tijekom izgovora. Tako Abbs (1986) dokaze o ulozi senzomotoričke kontrole u koordinaciji rada pojedinih artikulatora i o njihovoj čvrstoj ugrađenosti u mehanizme govorne proizvodnje vidi u sljedećem: 1. već pri prvom ometanju govornici uspješno kompenziraju ometanje; 2. ispitanici izjavljuju da ne obraćaju pozornost na ometanje i kompenzacijski pokret izvode nesvjesno; 3. ispitanici ne mogu ispuniti naredbu da ne kompenziraju ometanje; 4. kompenzacijski se pokret pojavljuje već pri opterećenju artikulatora sa samo 10 gr ili pomakom od 1 mm; 5. ometanje artikulatora i do 15 mm ne izaziva čujan rezultat ometanja, tj. promjene ukupnog cilja artikulacije i konačno 6. kompenzacijski se odgovor pojavljuje čak ako ometanje nastupi nakon što je pokret već započeo.

Ideji o artikulacijskom pokretu za neki glasnik kao o složenoj strukturi kojoj je svrha ostvariti za taj glasnik relevantan oblik izgovornog prolaza različiti istraživači daju različita imena. Često se takav pokret naziva izgovorna gesta (Browman i Golstein 1990, Saltzman i Munhall 1992, Fowler i Saltzman 1993). Izgovornu gestu čine pokreti pojedinih ograna koji teže ostvariti cilj, ali za gestu nisu svi pokreti važni. Za artikulaciju bilabijala /b/ važna je bilabijalna okluzija, a položaj jezika nije važan te on ne konstituira tu gestu. Takvi fonološki važni pokreti, geste, nazivaju se i koordinativnim strukturama ili koordinativnim ograničenjima ili kompenzacijskim ili sinergetskim mehanizmima.

Najjače dokaze o postojanju koordinativnih struktura i sinergetskih odnosa među govornim organima dali su pokusi s područja govorne proizvodnje u kojima se neki artikulator ometa neočekivano za ispitanika. Na primjer, ako se u slogu /bab/ u trenutku kada organi iz otvorenog položaja za /a/ prelaze u zatvaranje za završni /b/, na donju čeljust primese sila usmjerena prema dolje koja se suprostavlja podizanju čeljusti, donja će čeljust ostati u nižem položaju nego kod neometanog izgovora završnog /b/. Ipak, ostvarit će se potrebna govorna gesta za izgovor suglasnika /b/ jer će i gornja i donja usna kompenzirati zaostajanje pokreta donje čeljusti. Kompenzacijski će pokret započeti s veoma kratkom latencijom od 15 do 35 ms u odnosu na početak ometanja izgovora. Tako kratka latencija kompenzacijskog pokreta pokazuje da u kontroli govornog pokreta ne sudjeluju središnji mehanizmi govorne kontrole, jer bi u tom slučaju aferentne povratne sprege i eferentne naredbe zahtijevale latenciju od barem 100 ms između početka ometanja pokreta i započinjanja kompenzacijskih pokreta. Druga je karakteristika kompenzacijskih mehanizama da su ti pokreti uvjetovani vrstom fonetskog cilja, odnosno govorne geste koju artikulatori žele izvesti. Tako će, kao što je rečeno, uz zadržavanje pokreta donje čeljusti za suglasnik /b/ kompenzacijski pokret izvesti usne, a za suglasnik /z/ uz isto takvo zadržavanje donje čeljusti u slogu /baz/ kompenzacijski će pokret izvesti jezik; usne u tome neće sudjelovati jer njihov rad ne konstituira govornu gestu suglasnika /z/.

I prirodni se izgovor može promatrati sa stajališta ometanja izgovora ako se razmišlja o meuartikulacijskim koordinativnim ograničenjima ili o koartikulaciji u kojoj se preklapaju pokreti susjednih glasnika, pa pokret jednoga glasnika jest ometanje za susjedni glasnik. Ali, sinergijski mehanizmi i koordinativne strukture omogućuju da se realiziraju govorne geste za susjedne

glasnike. Na primjer u slogu /beb/ dok se donja čeljust i usne pomiču prema gore da bi se ostvarila bilabijalna okluzija za početni /b/, već se priprema otvaranje prolaza za sljedeći /e/, pa se ta priprema može smatrati ometanjem stvaranja okluzije. To ometanje može biti različitog stupnja ovisno o otvorenosti vokala koji slijedi. U slogu /bib/ ono bi bilo manje nego u /beb/ jer je /i/ zatvoreniji od /e/, a u slogu /bab/ bilo bi veće jer je /a/ otvoreniji od /e/. Zato pri ostvarivanju bilabijalne okluzije valja pretpostaviti da su donja čeljust i usne osjetljive na kontekstualne uvjete. Također se može postaviti hipoteza da govornici, zahvaljujući koordinativnim ograničenjima, uvijek izabiru isti /b/ bez obzira na njegov kontekst, a ne da svaki put izabiru drugačiji /b/ ovisno o njegovu kontekstu. Tako se koartikulacija može smatrati prirodnim izvorom ometanja u izgovoru, a koartikulacijski procesi i govorna kontrola mehanizmima koji rješavaju probleme ometanja kompenzacijskim pokretima osjetljivim na kontekstualne uvjete izgovora pojedinih glasnika. Takav je pogled na govorne mehanizme u temeljima modela dinamičkog zadatka govorne proizvodnje - "task-dynamic model of speech production" (Saltzman 1991). Sastavnica "zadatak/cilj" uključena je u naziv modela, jer se radi o izvođenju zadataka u stvarnom artikulacijskom prostoru, a sastavnica "dinamički" označuje da bi model trebao dati dinamičku sliku sila koje izvode uočljive kinematičke obrasce govornih pokreta.

U mnogim je istraživanjima primijenjena tehnika fiksiranog zagrizu, čime se onemogućuje pokretanje donje čeljusti. Značajna su prva istraživanja tom tehnikom sa široko fiksiranom čeljusti Lindbloma i Sundberga (1971) i Lindbloma i sur. (1979), koji su ustanovili da se pri artikulaciji vokala u takvim uvjetima povisuju prva tri formanta, a osobito prvi formant. Oni su mjerili vrijednosti formanata na prvom laringalnom impulsu kako bi izbjegli da ispitanik kontrolira svoj izgovor i kompenzira pokrete na osnovi slušne povratne sprege. Ustanovili su da su dobivene vrijednosti formanata vrlo blizu normalnim vrijednostima i bez slušne kontrole. Ti su rezultati interpretirani kao potvrda pretpostavke da motorička kontrola ima anticipacijski karakter, da je govornik svjestan promijenjenih uvjeta u izgovornom prolazu te da je sposoban ostvariti nove pokrete uzimajući u obzir te nove uvjete. Dakle, u ovom slučaju pokretom jezika kompenzira se nepokretnost donje čeljusti. I rezultati drugih istraživanja upozoravaju na neposrednu artikulacijsku kompenzaciju promijenjenih uvjeta u izgovornom prolazu. Gay i sur. (1981) promatrali su rengenografski bočnu sliku pokreta govornih organa u izgovoru četiriju švedskih samoglasnika s fiksiranom donjom čeljusti. Ustanovili su da je kompenzacijski pokret jezika najveći na uobičajenom mjestu najvećeg sužavanja izgovornog prolaza za svaki od vokala. Na osnovi kompjutorske simulacije kompenzacijskih pokreta govornika autori su zaključili da govornici kompenziraju pokret u skladu s akustičkom teorijom izgovora tako da izgovorni cilj predstavlja kodirana neurofiziološka obavijest o izgovornom mjestu samoglasnika. Time je definirana konfiguracija izgovornih šupljina, a istodobno i akustički rezultat izgovora. I ovo se tumačenje može povezati s modelom dinamičkog zadatka govorne proizvodnje, odnosno s

pokušajem govornika da i u ometanju proizvede govornu gestu karakterističnu za pojedini samoglasnik.

Fowler i Turvey (1980) postavili su pitanje utječe li fiksirani zagriz na latenciju izgovora samoglasnika kada ih ispitanik mora naglas pročitati i/ili na njihovu kvalitetu. Time su željeli testirati hipotezu je li govorna proizvodnja generativna, tj. postoje li generativna pravila koja uzimaju u obzir nove uvjete u artikulacijskom prolazu i proizvode govor bez latencije, ili govornik mora na neki način kontekstualno osvijestiti svaki novi element u novim uvjetima. Rezultati ispitivanja pokazali su da se samoglasnici izgovoreni s fiksiranim zagrizom izgovaraju s istom latencijom, mjerenom kao razmak od vizualnog stimulusa i početka fonacije samoglasnika, kao i normalno izgovoreni samoglasnici te da su iste akustičke kvalitete. Tako je ustanovljeno i da nakon uvježbavanja nema značajnijeg smanjenja latencije niti poboljšanja kvalitete izgovora. Iako bi ti rezultati upućivali da su artikulacijski mehanizmi sposobni neposredno uzimati u obzir promijenjene uvjete u artikulacijskom prolazu i da im prilagodavaju izgovor na osnovi generativnih pravila izgovora, autori zaključuju da moraju postojati uz takve anticipacijske mehanizme (senzoričke pretpostavke) i mehanizmi koji prate izgovor (senzoričke posljedice). Tim su istraživanjima dobivena dva važna rezultata: 1) pokazano je da ne postoji značajna razlika u kvaliteti izgovora s fiksiranim zagrizom u odnosu na normalni izgovor i 2) da se kompenzacijski mehanizmi uključuju neposredno nakon promjene uvjeta u artikulacijskom prolazu. Međutim, neka novija istraživanja (McFarland i Baum 1995) potaknula su sumnju u te rezultate. Naime, pokazalo se da kompenzacija promijenjenih uvjeta izgovora nije potpuna, da se mogu pronaći male, ali izmjerljive razlike u vrijednostima formanata te da se ipak smanjuje razabirljivost izgovora vokala.

Nadalje, zanimanje je usmjereno i na proučavanje kompenzacijskih mehanizama u izgovoru suglasnika (Flege i sur. 1988), pa je ustanovljeno da za njih postoji manji stupanj fleksibilnosti izgovornih pokreta. Između pojedinih suglasnika također su ustanovljene razlike u stupnju potrebne preciznosti artikulacijskih pokreta da bi se ostvarila prihvatljiva artikulacija. Ustanovljeno je i to da za suglasnike kompenzacijski mehanizmi nisu neposredni, nego da govornici nakon desetak minuta uvježbavanja izgovora s fiksiranim zagrizom korigiraju svoj izgovor, dok ga neki drugi kvare, što su autori objasnili fenomenom hiperkorektnosti. To ujedno upućuje na različite strategije reorganizacije govornih pokreta kod različitih govornika. Ipak, dobiveni rezultati ne dopuštaju općenitije zaključke. Smith (1987) je ustanovio da se trajanje glasnika u uvjetima fiksiranog zagrizu produžava ali odnosi inherentnih trajanja glasnika ostaju uglavnom sačuvani, pa zaključuje da na te rezultate utječu i karakteristike pokreta jezika i možda središnji motorički izgovorni programi. Horga (1996) je također pokazao da se u slogovima VCV ometanjem izgovora fiksiranim zagrizom značajno produžava izgovor samoglasnika (za 14 ms prvog, naglašenog, a za 25 ms drugog, nenaglašenog) no ne mijenja se značajno trajanje konsonanata (dulji se samo 3 ms). Rezultati se objašnjavaju relativnom stabilnošću artikulacijskog programa i

Tablica 1. Aritmetičke sredine (\bar{x}), standardne devijacije (s) u za promatrane varijable: ukupno trajanje glasnika (T_u), trajanje okluzije (T_o) i trajanje eksplozije (T_e), u prirodnom izgovoru (PI), izgovoru s malom pločicom (MP) i u izgovoru s velikom pločicom (VP) u uvjetu bez uvježbavanja (BUV) i u uvjetu s uvježbavanjem (IUV). Vrijednosti su u milisekundama.

Table 1. Means (\bar{x}) and standard deviations (s) of the variables: sound duration (T_u), closure duration (T_o), and burst duration (T_e) in natural articulation (PI), articulation with small bite-block (MP), and articulation with high bite-block (VP), without training (BUV) and with training (IUV) measured in cps.

Traj.	Glas	BUV						IUV					
		PI		MP		VP		PI		MP		VP	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Tu	a	271	34	279	36	269	43	239	47	264	49	265	46
	i	258	27	261	26	265	32	239	31	265	37	261	46
	u	261	38	266	41	252	36	238	51	257	48	248	52
	s	203	11	204	22	190	22	208	42	225	18	222	38
	š	204	18	200	19	198	30	200	14	223	17	233	47
	t	180	20	181	25	171	27	187	25	204	26	215	43
	k	201	32	193	26	202	28	189	18	211	25	216	37
To	t	153	20	146	22	91	60	159	34	165	24	132	74
	k	139	18	137	22	143	18	132	15	149	22	150	19
Te	t	28	9	34	13	80	44	33	10	40	16	83	81
	k	51	8	56	11	59	16	57	10	61	10	72	19

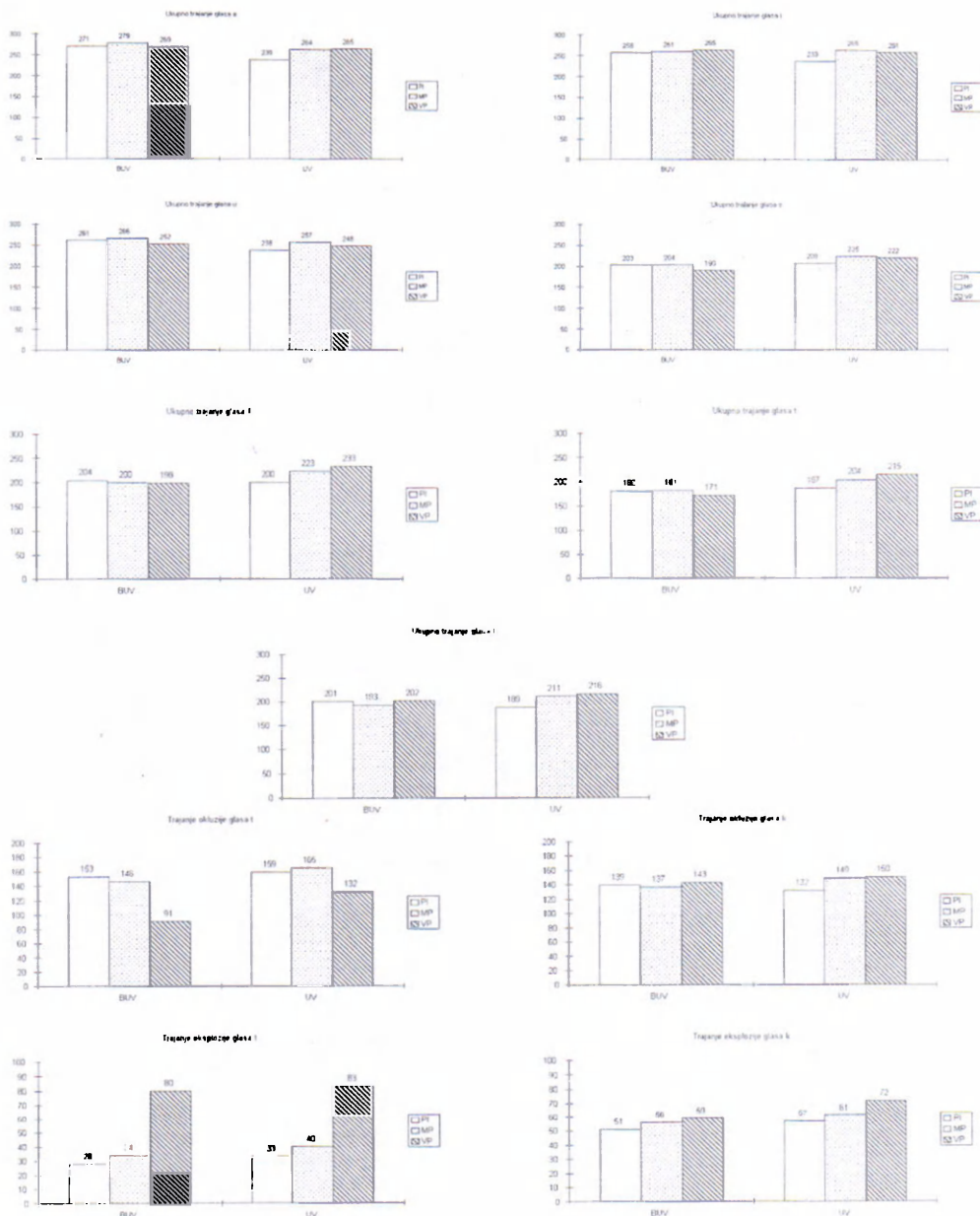
Tablica 2. Aritmetičke sredine (\bar{x}), standardne devijacije (s) za promatrane varijable: prvi formant samoglasnika ($F1$), drugi formant samoglasnika ($F2$) i frekvencijski vrh suglasnika (Fv) u prirodnom izgovoru (PI), u izgovoru s malom pločicom (MP) i u izgovoru s velikom pločicom (VP) u uvjetu bez uvježbavanja (BUV) i u uvjetu s uvježbavanjem (IUV). Vrijednosti su u hercima.

Table 2. Means (\bar{x}) and standard deviations (s) of the variables: first formant of the vowel ($F1$), second formant of the vowel ($F2$), and peak consonant frequency (Fv) in natural articulation (PI), articulation with small bite-block (MP), and articulation with high bite-block (VP), without training (BUV) and with training (IUV) measured in cps.

Fr.	Glas	BUV						IUV					
		PI		MP		VP		PI		MP		VP	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
F1	a	948	93	961	84	960	80	894	119	936	144	951	122
	i	445	79	452	135	502	103	434	62	438	49	474	80
	u	416	58	438	48	485	57	412	22	423	38	465	69
F2	a	1443	68	1413	115	1416	129	1450	81	1434	98	1408	114
	i	2803	377	2882	79	2559	284	2826	240	2822	253	2576	182
	u	764	119	801	111	891	130	740	74	771	94	840	136
Fv	s	8275	420	7216	1425	4121	1247	8079	574	6794	862	5147	1169
	š	4089	677	3851	581	3131	625	3832	422	3785	421	3824	1403

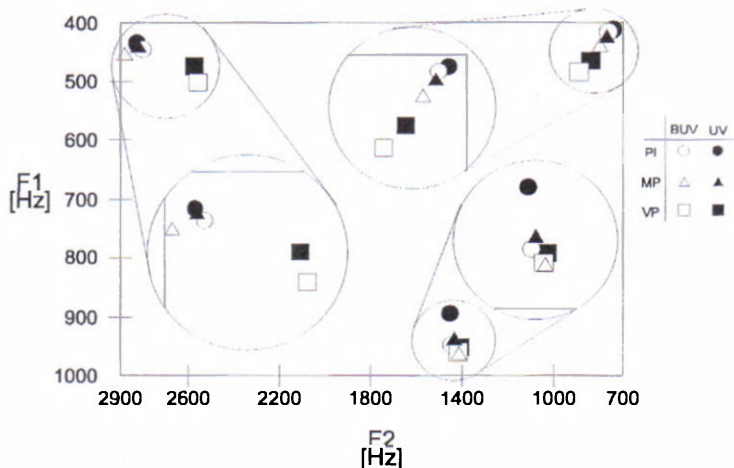
Slika 2. Grafički prikaz trajanja promatranih varijabli.

Figure 2. Bar graphs indicating means of duration for measured variables.



Slika 3. Grafički prikaz vrijednosti F1 i F2 promatraranih samoglasnika.

Figure 3. Means of the first (F1) and the second (F2) formants for the measured vowels.



Tablica 3. Trajanje: F-testovi i njihova značajnost za varijable trajanja i njihove interakcije s uvjetom izgovora.

Table 3. Duration: F-tests and their significance for the duration variables and their interactions with articulation conditions.

Traj.	Glas.	OMETANJE		UVJEŽBANOST		INTERAKCIJA	
		F	sig	F	sig	F	sig
Tu	a	4.828	.010	12.668	.001	3.017	.054
	i	8.658	.000	3.523	.063	3.702	.028
	u	3.281	.042	7.774	.006	1.654	.197
	t	3.490	.034	59.412	.000	11.188	.000
	k	5.085	.008	2.798	.098	6.523	.002
	s	2.462	.091	29.041	.000	4.873	.010
	š	8.757	.000	40.044	.000	17.573	.000
To	t	19.226	.000	10.935	.001	2.739	.070
	k	8.508	.000	2.653	.107	6.222	.003
Te	t	43.330	.000	.083	.774	.533	.589
	k	6.912	.002	9.417	.003	3.642	.030

Tablica 4. *Frekvencije: F-testovi i njihova značajnost za varijable frekvencije i njihove interakcije s uvjetom izgovora.*

Table 4. *Frequency: F-tests and their significance for the frequency variables and their interactions with articulation conditions.*

Frekv.	Glas.	OMETANJE		UVJEŽBANOST		INTERAKCIJA	
		F	sig	F	sig	F	sig
F1	a	3.044	.052	6.038	.016	1.086	.342
	i	5.776	.044	1.531	.219	.299	.742
	u	26.151	.000	3.199	.077	.457	.635
F2	a	4.080	.020	.460	.449	.647	.526
	i	18.261	.000	.002	.961	.312	.733
	u	30.775	.000	8.198	.005	.430	.652
Fv	s	266.838	.000	1.149	.286	12.445	.000
	š	5.299	.007	.975	.326	5.437	.006

4.1. Trajanje

4.1.1. Odnos trajanja i ometanja

Analiza odnosa trajanja i ometanja izgovora pokazuje da za sve varijable trajanja postoji značajna razlika s obzirom na stupanj ometanja, osim za ukupno trajanje glasnika /s/ (tablica 3). Način ometanja, međutim, različito utječe na promjenu trajanja pojedinih glasnika (Tu, To, Tc). Za sva tri vokala u izgovoru bez uvježbavanja karakteristična je relativno mala promjena trajanja pri ometanju izgovora u odnosu na izgovor bez ometanja. Ipak, primjećuje se da mala pločica produžava trajanje vokala /a/. To se može tumačiti nemogućnošću jezika da potpuno kompenzira ometanje kojim je zakočena donja čeljust da maksimalno otvori izgovorni prolaz. Za vokal /i/ velika pločica u stanovitoj mjeri produljuje izgovor u odnosu na neometani izgovor, pa je to logično obrnuti utjecaj na zatvoreni vokal od onoga kas se ometa izgovor vokala /a/ budući da je /i/ zatvoreni vokal kojem je široki zagriz veće ometanje nego za vokal /a/. Naime, sada velika pločica koči pomak donje čeljusti prema zatvaranju izgovornog prolaza, pa je kompenzacijski pokret jezika produžen. Očekivali bismo jednak utjecaj kao kod samoglasnika /i/ i u slučaju samoglasnika /u/, no u tom slučaju mala pločica neznatno produljuje izgovor, a velika ga dosta skraćuje. Vjerojatno je utjecaj ometanja fiskiranjem zagriža manji za stražnje vokale, jer su tu pomaci čeljusti, iako je kut isti, u duljinskim jedinicama manji.

U izgovoru nakon uvježbavanja uočava se da je za sva tri vokala trajanje izgovora u uvjetu ometanja znatno produljeno i za malu i za veliku pločicu u odnosu na prirodni izgovor. Za /u/ to je duljenje u odnosu na neometani izgovor nešto kraće nego za /a/ i /i/ i opet je neočekivano nešto kraće za ometanje s velikom pločicom nego za ometanje s malom. Manje razlike koje su se pojavile između ometanja malom i velikom pločicom mogu se objasniti uvježbavanjem u

kojem su ispitanici podjednako uspjeli djelovati na dvije vrste ometanja u traženju prirodnog izgovora.

U trajanju frikativa /s/ i /š/ bez uvježbavanja tek velika pločica znatnije skraćuje trajanje suglasnika /s/, dok za /š/ nema znatnijih promjena. To skraćivanje suglasnika /s/ pod utjecajem fiksiranog zagrizu s velikom pločicom vjerojatno se može tumačiti dvojako. Ili zbog širine zagrizu jezik brže dosegne maksimalni tjesnac za /s/ koji može ostvariti uz ometanje ili zbog ometanja, jezik skraćuje fazu držanja i napuštanja i brže prelazi u artikulaciju sljedećeg vokala /e/. Koja je pretpostavka točna, valjalo bi provjeriti drugačijim načinima. Možda bi već trajanje vokalskog tranzijenta uputilo na moguće objašnjenje.

U uvjetu uvježbanog izgovora i mala i velika pločica produljuju izgovor suglasnika /s/ i /š/, s time da je najviše produljen izgovor suglasnika /s/ s velikom pločicom. Takvo duljenje u odnosu na prirodni izgovor može se objasniti prirodom kontroliranog pokreta frikativa, koji zahtijeva veću preciznost pa onda osobito u uvjetima ometanja i uvježbanosti i dulje trajanje.

Ukupno trajanje suglasnika /t/ i /k/ u neuvježbanom izgovoru pod utjecajem ometanja značajnije se mijenja samo utoliko što se trajanje suglasnika /t/ znatnije skraćuje pod utjecajem velike pločice. U tom se smislu /t/ ponaša kao i suglasnik /s/, pa se vjerojatno može pretpostaviti isto tumačenje takvog rezultata.

Suglasnici /t/ i /k/ znatno se razlikuju u utjecaju stupnja ometanja na trajanje njihove okluzije (To). Ako nema uvježbavanja, okluzija suglasnika /t/ jako se skraćuje pod utjecajem širokog zagrizu, dok se uski zagriz neznatno skraćuje. Takav utjecaj je i očekivan, jer široki zagriz znatno ometa postizanje okluzije u prednjem dijelu usne šupljine. Ometanje uskim zagrizom znatno je slabije. Kod suglasnika /k/ trajanje okluzije gotovo nije pod utjecajem ometanja. Kao i kod ukupnog trajanja suglasnik /k/ pokazuje veću stabilnost trajanja, što pokazuje da je stražnji dio usne šupljine manje ometan fiksiranim zagrizom, bez obzira na to radi li se o širokom ili o uskom zagrizu.

U uvjetu uvježbanog izgovora za suglasnik /t/ mala pločica neznatno produljuje trajanje okluzije, a široka ga opet znatno skraćuje, ali ipak ne u tolikoj mjeri kao kod neuvježbanog izgovora. Za suglasnik /k/ obje pločice podjednako i relativno dosta produljuju trajanje njegove okluzije. Ti su utjecaji ipak manji nego djelovanje širokog zagrizu na trajanje okluzije suglasnika /t/, pa i u ovom uvjetu suglasnik /k/ pokazuje veću otpornost na ometanje fiksiranim zagrizom nego /t/.

Djelovanje fiksiranog zagrizu na trajanje eksplozije (Tc) suglasnika /t/ simetrično je u oba uvjeta uvježbanosti izgovora. Naime, mala pločica neznatno produljuje trajanje eksplozije, dok je velika pločica dulji za više gotovo tri puta (2.8 puta), kako u neuvježbanom tako i u uvježbanom izgovoru. Očito da se artikulacija okluziva /t/ u uvjetima širokog zagrizu približava artikulaciji afrikata, jer ometanje priječi stvaranje čvrstog i dugog zatvora pa onda nema niti intenzivne i kratke eksplozije, nego se stvara neki oblik tjesnaca koji dopušta dulju frikciju.

Trajanje eksplozije suglasnika /k/ u uvjetu neuvježbanog izgovora praktički je otporno na djelovanje fiksiranog zagrizu, jer se tek zanemarivo

razlikuje od prirodnog izgovora. U uvjetu uvježbanosti mala pločica neznatno, a velika zamjetnije produžava trajanje eksploziju suglasnika /k/.

4.1.2. Odnos trajajnja i uvježbanosti

Analiza utjecaja uvježbavanja na trajajnje izgovora pokazuje da u većini varijabli postoji statistički značajna razlika između neuvježbanog i uvježbanog izgovora. Za sva se tri vokala, /a/, /i/ i /u/ (premda je za /i/ razlika na granici značajnosti i iznosi .063) može reći da je prirodni izgovor u uvjetu uvježbanosti kraći nego u uvjetu neuvježbanosti, pa su onda i trajanja izgovora s ometanjem, iako na razini trajanja bez ometanja, relativno dulja od prirodnog izgovora. Ukupno se za sva tri vokala taj odnos može izraziti tako da su u neuvježbanom izgovoru vokali uz ometanje samo 1% dulji od prirodnog izgovora, a uz uvježbavanje oni su u ometanju 8% dulji od prirodnog izgovora. Dakle, unatoč tome što uvježbavanje ukupno teži skratiti izgovor samoglasnika, tj. teži ukupnom ubrzavanju tempa izgovora iako su ispitanici bili upućeni da održavaju prirodni tempo govora, uz ometanje to je skraćivanje znatno manje. To može upućivati na nastojanje govornika da u traženju što prirodnijeg izgovora uz ometanje ipak teže prema hiperartikulaciji. Time su djelomice, i to samo za uvjet uvježbanog izgovora, potvrđeni rezultati Smitha (1987) da fiksirani zagriz produžava izgovor glasnika u odnosu na prirodni izgovor. Također nisu potvrđeni njegovi rezultati kojima i u ometanju odnosi inherentnih trajanja samoglasnika ostaju kao u prirodnom izgovoru.

Na sličan se način kao vokali ponašaju i frikativi /s/ i /š/ i značajnost se razlike njihova neuvježbanog i uvježbanog izgovora može pripisati apsolutnom, a ne samo relativnom duljenju izgovora u uvjetu uvježbanosti uz ometanje za oko 12% u odnosu na prirodni izgovor. Može se reći da su frikativi pokazali veću otpornost na promjenu općeg tempa izgovora, tj. zadržali su u prirodnom izgovoru isto trajanje u oba uvjeta uvježbanosti, a duljenje trajanja uz ometanje u uvjetu uvježbanosti može se pripisati, kao i kod vokala, nastojanju govornika da dosegnu pravo sužavanje artikulacijskog prolaza usprkos ometanju, a za to im je potrebno dodatno vrijeme.

Za okluzive /t/ i /k/ općenito se može reći da se u uvjetu uvježbanosti njihovo ukupno trajanje dulji. Međutim, za /t/ je to duljenje statistički značajno (177 ms:202 ms što su prosječne vrijednosti za sva tri uvjeta ometanja u uvjetu uvježbanosti odnosno neuvježbanosti - 14%) dok za /k/ nije (199 ms:205 ms - 3%). Ali, ako se pogledaju trajanja okluzije i eksplozije ovih suglasnika, onda za se za suglasnik /t/ s obzirom na uvježbanost statistički značajno razlikuje trajanje njegove okluzije, a za suglasnik /k/ trajajnje njegove eksplozije. Naime, za /t/ se u uvjetu uvježbanosti okluzija značajno produljuje (131 ms:152 ms - 16%), a za /k/ ne (140 ms:144 ms - 3%). S druge strane trajanje eksplozije za /t/ se ne razlikuje značajno s obzirom na uvježbanost (50 ms:52 ms - 4%), dok je za /k/ ta razlika značajna (58 ms:63 ms - 9%). Kako je ometanjem u uvjetu neuvježbanosti za /t/ skraćeno trajanje okluzije, njezino značajno produljenje u uvjetu uvježbanosti

znači da su ispitanici vježbom uspjeli kompenzirati ometanje za malu pločicu u potpunosti, a za veliku djelomice. Za /k/, čije trajanje okluzije ometanjem nije bilo bitno poremećeno, duljenje okluzije nakon uvježbavanja, iako statistički neznajčajno, ukazuje na hiperartikulaciju u tom dijelu artikulacije suglasnika /k/. Što se tiče trajanja eksplozije, očekivali bismo da će značajna promjena trajanja okluzije izazvati i značajnu promjenu eksplozije. Međutim, dogodilo se obratno. Općenito možemo reći da se ova dva glasnika ponašaju različito u uvjetima ometanja i uvježbanosti. Glasnik /t/ je bitno ometen, pa trening bitno mijenja njegovo trajanje i to prvenstveno produljavanjem okluzije u uvjetu uvježbanosti. Trajanje glasnika /k/ ometanjem nije bitno narušeno, pa ga u uvjetu uvježbanosti ispitanici artikuliraju hiperkorektno produžujući mu trajanje uglavnom na račun eksplozije, ali ne dovoljno da bi ukupno trajanje suglasnika /k/ bilo statistički značajno dulje nego u uvjetu neuvježbanosti. Valja napomenuti da ovom prilikom nisu promatrani intenzitetski i frekvencijski parametri šuma eksplozije, koji također mogu imati znatnog udjela u kompenzacijskim procesima pri ometanju izgovora.

4.1.3. Interakcije ometanja i uvježbanosti

Interakcija ometanja izgovora i njegove uvježbanosti pokazuje da se trajanje izgovora pojedinih glasnika mijenja istodobno i sa stupnjem ometanja i s uvjetom uvježbanosti, tj. da su promjene dužine glasnika s obzirom na stupanj ometanja različite u dva uvjeta uvježbanosti. To vrijedi za ukupno trajanje suglasnika /i/ i sva četiri promatrana suglasnika /s/, /š/, /t/ i /k/, te za trajanje okluzije i eksplozije suglasnika /k/. Ta razlika nije značajna za trajanje vokala /a/ i /u/, te za trajanje okluzije i eksplozije suglasnika /t/. Značajnost interakcije kod vokala /i/ može se objasniti znatnim duljenjem izgovora u ometanju s malom pločicom u uvjetu uvježbanosti. Inače, ako se promatraju tendencije promjena trajanja u oba uvjeta, moglo bi se zaključiti da uski zagriz produljuje trajanje vokala, dok ga široki skraćuje i to u oba uvjeta uvježbanosti. Kod svih promatranih suglasnika čini se da uvježbavanje izgovora uz ometanje u usporedbi s njegovim prirodnim trajanjem, produžuje izgovor, i to manje za malu pločicu, a više za veliku. Međutim, u uvjetu neuvježbanosti suglasnici pokazuju drugačiju tendenciju (osim /k/), tj. da velika pločica skraćuje njihov izgovor. Ove razlike u djelovanju različite širine zagriža na trajanje samoglasnika i suglasnika u različitim uvjetima uvježbanosti upozoravale bi na njihovu različitu prirodu: vokala kao glasnika otvorenog izgovornog prolaza, a suglasnika kao glasnika zatvorenog izgovornog prolaza.

4.2. Frekvencija

4.2.1. Odnos frekvencije i ometanja

Svi promatrani frekvencijski parametri pokazuju da ometanje na njih djeluje i da je to djelovanje statistički značajno.

Za prvi se formant vokala (F1) uočava da široki zagriz značajnije povišuje njegovu frekvenciju za vokale /a/ i /u/ u uvjetu uvježbanosti, a za /i/ u oba uvjeta uvježbanosti. To je u skladu s očekivanjem da će široki zagriz uvjetovati otvoreniju artikulaciju, a to znači povišene vrijednosti F1. Za uski bismo zagriz očekivali veće zatvaranje izgovornog prolaza u suporedvi s prirodnim izgovorom, pa stoga i snižavanje frekvencije F1 u odnosu na prirodni izgovor. No, i tu postoji tendencija da se povise vrijednosti F1, i to izrazito za vokale /a/ i /u/ u uvjetu uvježbanog izgovora.

Vrijednosti drugog formanta (F2) različite su za različite vokale. Za vokal /a/ u oba se uvjeta uočava da i velika i mala pločica snižavaju vrijednost F2, tj. pomiču izgovor prema natrag. Za /i/ mala pločica pomiče izgovor prema naprijed izrazitije u uvjetu neuvježbanosti nego uvježbanosti, a velika ga pločica znatno pomiče natrag u oba uvjeta uvježbanosti. Kod vokala /u/ obje pločice vuku izgovor prema naprijed, i to velika pločica izrazitije nego mala. Za vokal /u/ ovim mjerenjem nije kontrolirano sudjelovanje usana u kompenzaciji ometanja.

Za suglasnike /s/ i /š/ vidljivo je da je frekvencijski vrh (Fv) u ometanju značajno snižen u odnosu na prirodni izgovor i to više za široki zagriz nego za uski. Iznimka je izgovor glasnika /š/ sa širokim zagrizom u uvjetu uvježbanosti kada se frekvencijski vrh približava vrijednosti u prirodnom izgovoru.

Općenito se može zaključiti da su frekvencijske vrijednosti glasnika pod značajnim utjecajem vrste ometanja i to izrazitije suglasnici nego samoglasnici. Za samoglasnike promjene vrijednosti formanta pod utjecajem zagriža nisu uvijek u skladu s očekivanjima, odnosno u kompenzaciju su očito uključeni možda i neki izgovorni pokreti koji na ovaj način nisu kontrolirani (npr. labijalizacija).

4.2.2. Odnos frekvencije i uvježbanosti

Utjecaj uvježbanosti na frekvencijske vrijednosti F1 i F2 vokala i frekvencijski vrh (Fv) promatranih suglasnika statistički je značajan tek za neke frekvencijske varijable i neke glasnike. Za vokal /a/ vidljivo je da se u uvjetu uvježbanosti vrijednosti prvog formanta (F1) snižuju i to osobito za prirodni izgovor, što znači da ispitanici u uvjetu uvježbanosti teže zatvorenijem izgovoru, najviše u prirodnom uvjetu manje s malom pločicom i najviše s velikom. Kod vokala /u/ uvježbanost također snižava frekvenciju drugog formanta (F2) u odnosu na uvjet neuvježbanosti, što znači da izgovor nakon uvježbavanja postaje prednjiji.

Ostale frekvencijske varijable ne razlikuju se statistički značajno s obzirom na uvježbanost. Očekivali bismo statistički značajne razlike s obzirom na uvježbanost, osobito za suglasnike /s/ i /š/, jer vrijednosti frekvencijskog vrha

očito pokazuju približavanje prirodnom izgovoru nakon uvježbavanja. No, ti pomaci nisu statistički značajni.

4.2.3. Interakcija frekvencije i uvježbanosti

Interakcije frekvencijskih karakteristika promatranih glasnika i uvjeta uvježbanosti podijelile su glasnike na dvije skupine: na vokale (/a/, /i/ i /u/) kod kojih nema značajnih interakcija niti na prvi niti na drugi formant i na konsonante (/s/ i /š/) kod kojih su interakcije značajne. To bi moglo upozoriti da je veći utjecaj uvježbanosti na približavanje ometanog izgovora konsonanata prirodnom izgovoru i veći utjecaj proprioceptijskih mehanizama kontrole za izgovor konsonanata nego vokala.

5. ZAKLJUČAK

Metodom ometanja prirodnog izgovora dobiveni su vrijedni i zanimljivi podaci o svojstvima izgovornog motoričkog programa. Odrasli govornici normalnoga govornog statusa općenito pokazuju brzu adaptaciju na uvjete ometanja izgovora te pokazuju mogućnosti neposredne reorganizacije izgovornog motoričkog programa. Ti podaci o kompenzacijskim mogućnostima artikulacijskog aparata interpretirani su kao dokaz toga da su ciljevi u govornoj proizvodnji akustičke prirode te da se motorički programi mogu reorganizirati na načelu on-line veza te da nije prijeko potrebna senzorička povratna sprega u tom postupku. S druge strane neka su novija istraživanja otvorila pitanja o brzini i potpunosti kompenzacijskih mehanizama. No, unatoč tome ostaje činjenica da su mehanizmi proizvodnje govora vrlo adaptabilni.

Na pitanja o kompenzacijskim mehanizmima govornika u izgovoru pojedinih glasnika pokušalo se odgovoriti promatranjem djelovanja fiksiranog zagirza na neke vremenske i frekvencijske parametre nekih vokala, frikativa i okluziva. Sažimajući rezultate tog istraživanja, na tri se temeljna pitanja može odgovoriti na sljedeći način.

Ustanovljena je razlika u izgovoru glasnika s obzirom na vrstu ometanja, tj. s uskim i sa širokim fiksiranim zagrizom u odnosu na prirodni izgovor i u parametrima trajanja i u parametrima frekvencijskih vrijednosti promatranih glasnika. Razlike postoje i između djelovanja različite širine zagirza na izgovor glasnika. Ako se prihvati stajalište da je govornik i prije započinjanja izgovora svjestan uvjeta u izgovornom prolazu, a to u ovom slučaju znači jednog stanja ako je zagriz uzak, a drugačijeg stanja ako je zagriz širok, onda on u težnji da i u uvjetima ometanja realizira prirodni izgovor mora razvijati različite strategije kompenzacijskih pokreta. Rezultati istraživanja pokazuju da ispitanici u tome djelomice uspijevaju. Te bi rezultate valjalo provjeriti perceptivnim testovima kako bi se ustanovilo jesu li stvarne fizičke razlike između promatranih parametara i perceptivno relevantne.

Nadalje, ispitivanje je pokazalo razliku u izgovoru bez uvježbavanja govora s fiksim zagrizom i u izgovoru nakon uvježbavanja toga. Te su razlike značajnije za vremenske parametre negoli za frekvencijske. U području vremenskih parametara ukupno trajanje gotovo svih glasnika razlikuje se s obzirom na uvjet uvježbanosti. Trajanje se vokala uvježbavanjem skraćuje, to je skraćivanje apsolutno tek za prirodni izgovor, dok je ono za izgovor s ometanjem tek relativno. Suglasnici uvježbavanjem u prirodnom izgovoru ne mijenjaju bitno svoje trajanje, ali ga značajno produžuju onda kada nakon uvježbavanja govore s fiksim zagrizom. Tada ometanje izgovora širokim zagrizom više produžava izgovor suglasnika nego ometanje uskim zagrizom. Za frekvencijske je parametre karakteristično da se suglasnici /s/ i /ʃ/ po vrijednostima frekvencijskih spektralnih vrhova nakon uvježbavanja izgovora značajnije približavaju vrijednostima prirodno izgovora, dok se formanti promatranih vokala u uvjetu uvježbanog izgovora ne razlikuju značajno od njihovih vrijednosti u uvjetu neuvježbanoga izgovora.

Konačno, pokazalo se da postoje razlike između određenih glasničkih kategorija kada se njihov izgovor ometa fiksim zagrizom. Glasnici su se podijelili na samoglasnike i suglasnike te se veliki broj odnosa može objasniti različitim djelovanjem vrste fiksim zagrizom na vokale kao glasnike otvorenog izgovornog prolaza i na konsonante kao glasnike zatvorenog izgovornog prolaza. Općenito se pokazalo da su suglasnici pod većim djelovanjem ometanja fiksim zagrizom negoli samoglasnici. To je ometanje izgovora suglasnika naročito izraženo pri širokom zagrizu. Kod samoglasnika značajnija je centralizacija izgovora vokala /i/ i /u/ pod utjecajem širokog fiksim zagrizom negoli samoglasnika /a/. Tako su se i samoglasnici podijelili na zatvorene /i/ i /u/, dakle slične suglasnicima, i na najvokalskiji vokal /a/.

LITERATURA

- Abbs, J.H., V.L. Gracco, K.J. Cole (1984). Control of Multimovement Coordination: Sensorimotor Mechanisms in Speech Motor Programming. *Journal of Motor Behavior*, 16, 2, 195-231.
- Abbs, J.H. (1986). Invariance and variability in speech production: a distinction between linguistic intent and its neuromotor implementation. U Parkell, J.S i D.H. Klett (Eds.) *Invariance and Variability in Speech Processes*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Hillsdale, New Jersey, London.
- Baum, S.R., J.A. Kim, W.F. Katz (1997). Compensation for Jaw Fixation by Aphasic Patients. *Brain and Language*, 56, 354-376.
- Browman, C.P., L. Goldstein (1990). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. *Journal of phonetics*, 18, 299-320.
- Flege, J.E., S.G. Fletcher, A. Homeidan (1988). Compensating for a bite block in /s/ and /t/ production: Palatographic, acoustic and perceptual data. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 1, 212-229.
- Fowler, C.A., Saltzman E. (1993). Coordination and coarticulation in speech production. *Language and Speech*, 36 (2.3), 171-195.
- Fowler, C.A., M.T. Turvey (1980). Immediate Compensation in Bite-Block Speech. *Phonetica*, 37, 306-326.
- Gay, T., B. Lindblom, J. Lubker (1981). Production of bite-block vowels: Acoustic equivalence by selective compensation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 69 802-810.
- Hamlet, S., M. Stone (1978). Compensatory alveolar consonant production induced by wearing dental prothesis. *Journal of Phonetics*, 6, 227-248.
- Horga, D. (1992). Varijabilitet govornih odsječaka. *Suvremena lingvistika*, 34, 81-92.
- Horga, D. (1996). Utjecaj fiksiranog zagrizu na trajanje izgovora glasnika. *Suvremena lingvistika*, 41/42, 213-219.
- Hughes, O., J.H. Abbs (1976). Labial-mandibular coordination in the production of speech: Implications for the operation of motor equivalence. *Phonetica*, 44, 199-221.
- 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.
- Lindblom, B.E.F., J.E.F. Sundberg (1971). Acoustical consequence of lip, tongue, jaw, and larynx movement. *Journal of the Acoustical Society of America*, 50, 1166-1179.
- McFarland, D.H., S.R. Baum (1995). Incomplete compensation to articulatory perturbation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 3, 1865-1973.
-

-
- Saltzman, E., K.G. Munhall** (1992). Skill Acquisition and Development: The Roles of State-, Parameter-, and Graph-Dynamics. *Journal of Motor Behavior*, 24, 1, 49-57.
- Saltzman, E.** (1991). The task dynamic model in speech production. U Peters, H.F.M., W. Hulstijn, C.W. Starkweather (Eds.) *Speech Motor Control and Stuttering*, Excerptamedica, Amsterdam, Oxford, New York, 37-52.
- Smith, B.L.** (1987). Effects of Bite Block Speech on Intrinsic Segment Duration. *Phonetica*, 44, 65-75.
- Sussman, H., T. Marquardt, J. Hutchinson, P. MacNeilage** (1986). Compensatory articulation in Broca's aphasia. *Brain and Language*, 27, 56-74.
-

Damir Horga

Faculty of Philosophy, Zagreb, Croatia

BITE-BLOCK INDUCED ARTICULATORY REORGANIZATION

SUMMARY

Investigations of the normal articulatory movements perturbation are the source of interesting and valuable information about the nature of articulatory programs and their reorganization. The data about compensatory abilities of the articulatory organs are interpreted as the evidence of the acoustical representations of the speech production goals and of the speakers ability to reorganize the articulatory programs by means of the "on-line" controle. If so, the immediate sensory feedback between the speech effectors and the cerebral levels in current articulation control is not necessary. On the other hand some recent investigations raised the questions about directness, completeness and the possibilities of training of those compensatory mechanisms. Nevertheless, the articulatory mechanisms are undoubtedly very adaptable.

In this paper the problem of reorganization of articulatory motor program was investigated by means of the bite-block pronunciation. Four female Croatian speakers with normal speech and hearing pronounced randomised vowels (/a/, /i/, and /u/), two intervocalic fricatives (/ese/ and /eše/) and two intervocalic plosives (/ete/ and /oko/): a) without perturbations, b) with high bite-block (25 mm) and c) with small bite-block (3 mm) and in two conditions of the articulatory motor program reorganization: a) articulation immediately after the perturbation without possibility of training and b) articulation after five minute speech training with each bite-block. Subjects' pronunciation was recorded in the laboratoy conditions.

Acoustical signals were manipulated by computerised speech research program (CSI). The sound waveform and spectrogram representations of the sound were used to measure F1 and F2 values for vowels, spectral pick for fricatives, duration of vowels, fricatives and plosives and duration od the closure and noise burst of plosives. The basic statistics was calculated and ANOVA was used to calculate the differences between between investigated variables.

The following questions were raised: first, are there articulatory differences depending on the perturbation of articulatory movements by different bite-blocks and natural speech, second, is there a difference in sound articulation with perturbation depending on training, and finally, are the different sounds perturbed in different manners.

It is possible to condense the results of the investigation answering on three basic questions. It was shown that the sounds differ in duration and spectral parameters depending on the way their articulation was disturbed, i.e. with small bite-block, high-bite-block or without perturbations. If we accept the idea that the speaker is aware of the vocal tract conditions even before he/she begins to articulate and that he/she is attempting to realise natural articulation despite perturbation, the speaker must develop different compensatory strategies of articulatory movements starting the articulation with small bite-block than if the bite-block is high. Results of this investigation show that the subjects only partially succeeded in that.

It was also shown that there is a significant difference in perturbed articulation depending on the training of articulation with fixed bite-block. Those differences are more evident for sound duration than for spectral parameters. In the domain of durational parameters after the training the complete duration of sounds is relatively shorter for vowels but not for the consonants, and longer with perturbation than in natural pronunciation. After the training the strongest compensation was evident for the duration of the /t/-closure and spectral peaks of /s/ and /ʃ/.

Finally, it was shown that there are differences between different sound categories when their articulation is perturbed by bite-block. The sounds were divided in two categories: vowels and consonants. Vowels as the sounds of the open vocal tract configuration are more disturbed by small bite-block, and the consonants as the sounds of the closed vocal tract configuration are more disturbed by high bite-block. It was also shown that back sounds (/u/ and /k/) are more resistant to the bite-block perturbation than the others.

Key words: articulation, motor control, bite block
