

---

UDK 616.314-089.23:81  
81'342.2:616.314  
Izvorni znanstveni rad

---

**Marija Hunski**

Privatne stomatološke ordinacije HHVA, Zagreb,  
Hrvatska

**Damir Horga**

Filozofski fakultet, Zagreb,  
Hrvatska

## UTJECAJ ORTODONTSKE TERAPIJE NA IZGOVOR

### SAŽETAK

*Tijekom ortodontske terapije mijenja se anatomska struktura orofacijalne regije što može utjecati na izgovor. S druge strane, sposobnost motoričkog sustava da proizvede isti artikulacijski i akustički rezultat usprkos velikom varijabilitetu pojedinih motoričkih komponenti može pridonjeti stabilnosti izgovora. Cilj je rada bio objasniti odnose između anatomskih promjena pod utjecajem ortodontske terapije i nekih akustičkih parametara govora koji su rezultat razvoja novih artikulacijskih programa. U istraživanju su sudjelovale tri skupine od po 20 ortodontskih ispitanika (primarna kompresija, otvoreni zagriz i pokrovni zagriz) i jedna skupina od 20 eugnatih ispitanika, pri čemu je prosječna dob ispitanika po skupinama bila 18,5 godina. Izmjerene su neke varijable trajanja glasnika i neke frekvencijske varijable na početku terapije i nakon jedne godine terapijskog postupka te su uspoređene s rezultatima eugnatih ispitanika. Ispitivanje je pokazalo da su se vremenski i frekvencijski parametri promatranih glasnika u ortodontskih pacijenata tijekom jednogodišnjeg ortodontskog tretmana promijenili. Općenito, razlika između ortodontskih pacijenata i skupine eugnatih ispitanika tijekom tretmana se povećala, što upućuje na zaključak da ispitanici u tom razdoblju terapije prolaze kroz razdoblje destabilizacije izgovora.*

*Ključne riječi: ortodontska terapija, artikulacijska nestabilnost, stabiliziranje izgovora, izgovor*

---

## UVOD

Iako se varijabilitet izgovornih pokreta prvenstveno povezuje s govornom motoričkom kontrolom, organizacijom i stabilnošću motoričkog programa promjene oralne konfiguracije mogu prouzročiti poremećaje izgovora glasnika. Međutim, sustav za proizvodnju govora neobično je fleksibilan i prilagodljiv i to obično uspijeva proizvesti prirodan i razumljiv govor usprkos različitim ometanjima koja mijenjaju konfiguraciju izgovornog prolaza. Postoje brojni oblici izgovornog prolaza koji mogu proizvesti jednak akustički učinak ali i određena se artikulacijska konfiguracija može ostvariti na više načina. Te su činjenice pridonjele da se razvije koncept *motoričke ekvivalencije* definiran kao sposobnost motoričkog sustava da proizvede isti artikulacijski i akustički rezultat usprkos velikom varijabilitetu pojedinih motoričkih sastavnica koje su uključene u izgovor određenog govornog segmenta (Abbs 1986; Abbs i sur. 1984; Horga 1992). Taj je koncept potvrđen u istraživanjima ometanog izgovora kada ispitanici različitim kompenzacijskim mehanizmima nastoje neutralizirati ometanje. U takvim se istraživanjima izgovor ometa fiksiranim zagrizom (Baum i sur. 1997; Gay i sur. 1991; Horga, 1996; Lindblom i sur. 1979; Lindblom i sur. 1971), usnom cijevi (Savariaux i sur. 1995), umjetnim nepcem (Hamlet i Stone 1978; McFarland i Baum, 1995) ili pomoću dinamičkog i za ispitanika neočekivanog opterećivanja artikulatora, obično donje usne ili donje čeljusti (Abbs 1986; Abbs i sur. 1984).

Blizak konceptu *motoričke ekvivalencije* jest pogled na izgovorne pokrete kao na složenu strukturu osnovanu na kompenzacijskim i sinergetskim mehanizmima pomoću kojih se ostvaruje relevantan oblik izgovornog prolaza što se naziva *artikulacijskom gestom* ili *koordinativnom strukturom* (Browman i Goldstein 1990; Fowler i Saltzman 1993; Saltzman i Munhall 1992).

Adaptacija na ometanje može se promatrati kao transformacijski sustav koji razvija nove dijelove artikulacijskog programa zbog promjena u funkcioniranju izgovornog prolaza.

Govorni poremećaji imaju različitu etiologiju (Ivičević-Desnica 1993). Poznato je da postoji povezanost između anatomske oblika u orofacijalnom području i artikulacijskih poremećaja. Budući da se anatomske strukture kod osoba s ortodontskim anomalijama razlikuju od struktura u normalnih osoba, to može utjecati na izgovor (Hunski 1994a; Hunski 1994b). Podaci o postotku ortodontskih anomalija variraju od 21% do 81% u predškolske djece i između 50% i 80% u školske djece. Artikulacijski poremećaji čine 60% govornih poremećaja općenito. Izgovorni su poremećaji zabilježeni u 30% predškolske i 12% školske djece. Odnos između izgovornog i ortodontskog statusa promatran je na 282 srednjoškolaca (Škarić i sur. 1998) te je ustanovljeno da 70,6% ispitanika ima artikulacijske, uglavnom lakše poremećaje, a za 80% ispitanika da ima uglavnom značajne, ortodontske anomalije. Za 59,2% ispitanika nađeno je da imaju i ortodontske i izgovorne poremećaje. Samo je 8,5% ispitanika bilo normalnog ortodontskog i izgovornog statusa.

## PROBLEM

Ortodontska se terapija može smatrati ometanjem stabilnih i automatiziranih artikulacijskih pokreta jer se njome mijenja konfiguracija izgovornog prolaza. Pacijent u tom slučaju može kompenzirati anatomske promjene, razvijajući nove artikulacijske programe ili može zadržati stare. Ako je artikulacijski status prije ortodontske terapije bio normalan poželjno je razviti nove artikulacijske programe da bi se kompenzirale anatomske promjene nastale terapijom. Ali, moguće je da pacijent ne razvije kompenzacijske mehanizme te da njegov izgovor bude promijenjen u odnosu na stanje prije terapije ili čak da postane poremećen. Ako je izgovor prije terapije bio poremećen, poboljšana anatomska konfiguracija omogućuju pacijentu da poboljša i artikulaciju. Ali, moguće je da su artikulacijski programi toliko učvršćeni da se artikulacija uopće ne poboljša.

Cilj je rada bio objasniti odnose između anatomskih promjena pod utjecajem ortodontske terapije i nekih akustičkih parametara govora koji su rezultat razvoja novih artikulacijskih programa u ortodontskih ispitanika različitih vrsta anomalija.

## METODA

### Ispitanici

U ispitivanju su sudjelovale tri skupine ispitanika s ortodontskim anomalijama i jedna skupina ispitanika normalnog ortodontskog statusa. U svakoj je skupini bilo po 20 ispitanika, ukupno 56 ženskih i 24 muških, koji su bili ravnomjerno raspoređeni po skupinama. Prosječna kronološka dob ispitanika po skupinama bila je 18,5 godina.

### Ortodontski status uzorka

Prva skupina ortodontskih ipitanika s *primarnom kompresijom (klasa III/1)* imala je sljedeće karakteristike: prema naprijed izbočene gornje sjekutiće koje gornja usna samo djelomice pokriva; donja usna smještena iza gornjih sjekutića, uključujući distalnu poziciju donje čeljusti i jezika.

Druga skupina, *otvoreni zagriz*, imala je sljedeće karakteristike: infrapozicija nekih skupina zubi, najčešće prednjih, donja trećina lica je povećana i usne nemaju kontakta zbog hipotonije mišića *orbicularis oris*, često se nalazi visoko nepce i makroglosija tako da je jezik povećan, hipotoničan i ulazi u intradentalni prostor.

Za treću skupinu s *pokrovnim zagrizom (klasa II/2)* karakterističan je: položaj zubi fronte koji mogu biti strmo postavljeni ili čak retrovertirani, zatim duboki zagriz, a česte su i promijene u čeljusnom zglobo.

Četvrta je skupina *eugnatih* ispitanika.

## Ortodontska terapija

Ortodontski su ispitanici bili uključeni u terapiju ili s mobilnim ili s fiksnim aparatom, a promatrani su tijekom prve godine terapijskog postupka.

## Ortodontski parametri

*Analiza zubnog luka.* Mjerenje je provedeno na gipsanim modelima čeljusti ispitanika pomoću standardnih instrumenata. Dobivene su: transversalno i lateralno – suma gornjih i donjih sjekutića, prednja i stražnja širina gornje čeljusti; sagitalno – prednja gornja dužina čeljusti i segment C-P2 u usporednim vrijednostima prema Mogersu te vertikalno – visina nepca.

*Analiza okluzije.* Podaci o međučeljusnim odnosima registrirani su također u tri dimenzije: transversalno, sagitalno – klasa po Anglenu i vertikalno – prijeklop sjekutića.

*Analiza artkulacije.* Analiza artkulacije učinjena je kliničkim pregledom ispitanika s posebnom pozornošću na orofacijalnu regiju.

## Govorni materijal

Ispitanici su snimani u tihoj prostoriji pomoću aparature koja je osiguravala visoku kvalitetu akustičkog signala. Tri puta za redom izgovorani su VCV slogovi s vokalom /a/ a suglasnici su bili /p/, /t/, /k/, /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/. Ispitanici su snimljeni na početku terapije i nakon godinu dana terapijskog postupka, osim eugnatih ispitanika koji su snimljeni samo jedanput.

## Mjerenje akustičkih parametara

Akustičke snimke su digitalizirane i analizirane pomoću PCquirer programa. Trajanje šuma eksplozije okluziva (/p/, /t/, /k/) i frikativnog dijela afrikata (/ts/, /tʃ/) mjereno je na spektrografskom prikazu. Frekvencijski vrhovi u sredini trajanja frikcije za glasnike /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/ mjereni su na FFT (Fast Fourier Transformation) prikazima.

## Obrada podataka

Za varijable trajanja i frekvencije izračunate su aritmetičke sredine i standardne devijacije za svaku skupinu u dva mjerenja (na početku terapije i nakon jednogodišnjeg tretmana) te t-test. Diskriminativna analiza je upotrebljena da bi se ustanovile razlike između skupina na početku i na kraju tretmana i između skupine eugnatih ispitanika te između svih ortodontskih ispitanika

tretiranih kao jedinstvena skupina i eugnatih ispitanika opet u dvije vremenske točke, na početku i nakon jednogodišnje terapije.

## REZULTATI

### Ortodontska terapija

Karakteristike su ispitanika skupine s primarnom kompresijom: protruzija gornjih sjekutića, obično samo djelomično prekrivenih gornjom usnom, položaj donje usne iza gornjih sjekutića i distalna pozicija donje čeljusti i jezika. Poslije jednogodišnje terapije promijenjeni su transverzalni i sagitalni parametri kao i aktivnost mišića *orbicularis oris*. U ustima je napravljeno dovoljno prostora za slobodno kretanje jezika. Reichenbach i Meinhold (1963) napominju da kompenzacijski pokreti donje čeljusti i jezika pridonose poboljšanju izgovora. S druge strane Kühn i Rakoshi (1975) su pokazali da izgovorna kompenzacija nije uvijek moguća usprkos sagitalnim promjenama koje su rezultat ortodontske terapije.

U kliničkoj slici ispitanika s otvorenim zagrizom dominira infra-pozicija određene skupine, najčešće frontalnih zubi. Povećana je donja trećina lica, usnice se u stanju fiziološkog mirovanja ne dotiču, izražena je hipotonija mišića *orbicularis oris*. Često nalazimo visoko nepce i malokluziju. Hipotonični *orbicularis oris* ometa potrebne pokrete usana pri izgovoru labijalnih glasnika. Povećan jezik i njegova hipotonija također negativno utječu na izgovor.

Kod ispitanika s pokrovnim zagrizom uslijed promjene položaja gornjih sjekutića došlo je do mezijalnog pomaka donje čeljusti a time i jezika. Tonus mišića *orbicularis oris* donje usne pojačao se nakon korekcije položaja donjih sjekutića.

Stoga se može zaključiti da je s ortodontskog stajališta u sve tri ortodontske skupine bilo značajnih promjena u orofacijalnom području.

### Varijable trajanja

Aritmetičke sredine i standardne devijacije za sve četiri skupine ispitanika prikazane su u tablici 1 i na slici 1.

**Tablica 1.** Prosječno trajajnje (M) i standardne devijacije (s) u milisekundama za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje za frikativni dio glasnika /p/, /t/, /k/, /ts/ i /tʃ/.

**Table 1.** Average durations (M) and standard deviations (s) in milliseconds for the first (m1) and second (m2) measurement for the burst and fricative parts of the sounds /p/, /t/, /k/, /ts/, /tʃ/.

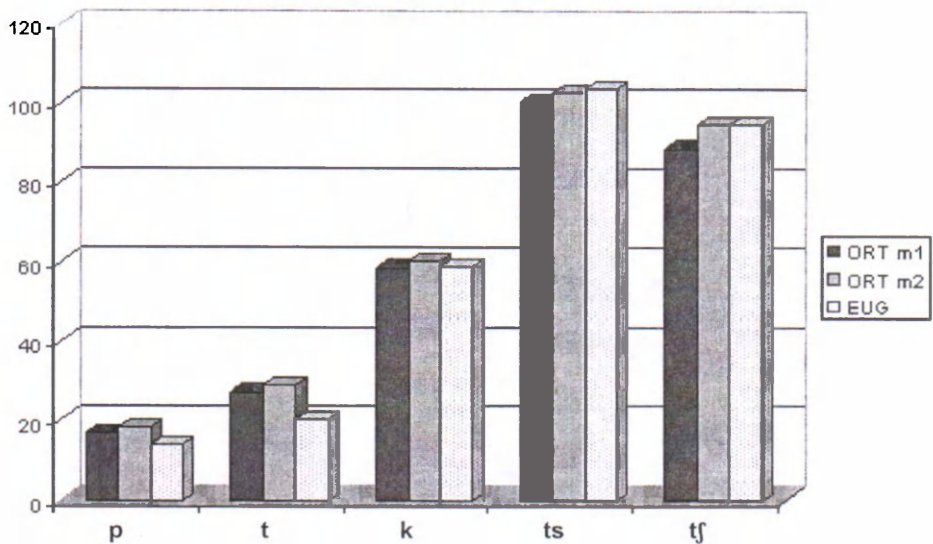
p	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	16,5	7,2	17,6	9,1
Otvoreni zagriz Open bite	17,3	8,8	17,5	4,8
Pokrovni zagriz Class II/2	16,1	7,1	19,0	6,1
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	16,6	7,7	18,0	6,7
Eugnati Norm. subjects			13,9	9,2

t	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	25,7	8,7	29,6	6,4
Otvoreni zagriz Open bite	26,2	11,0	27,3	8,6
Pokrovni zagriz Class II/2	29,4	9,4	29,3	6,2
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	27,1	9,7	28,7	7,1
Eugnati Norm. subjects			20,3	8,8

k	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	52,8	15,2	60,2	15,6
Otvoreni zagriz Open bite	60,7	28,1	61,5	12,0
Pokrovni zagriz Class II/2	62,2	18,3	58,6	11,6
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	58,6	20,5	60,1	13,1
Eugnati Norm. subjects			58,6	19,0

ts	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	93,8	21,3	103,5	19,9
Otvoreni zagriz Open bite	91,8	31,5	97,0	25,6
Pokrovni zagriz Class II/2	114,8	28,0	107,6	23,6
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	100,1	26,9	102,7	23,0
Eugnati Norm. subjects			103,7	30,5

tj	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	91,2	21,1	101,9	28,1
Otvoreni zagriz Open bite	78,2	25,9	87,9	23,0
Pokrovni zagriz Class II/2	95,9	27,4	93,7	26,5
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	88,4	24,8	94,5	25,9
Eugnati Norm. subjects			94,3	31,6



**Slika 1.** Prosječno trajanje (M) u milisekundama za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje za frikativni dio glasnika /p/, /t/, /k/, /ts/ i /tʃ/.

**Figure 1.** Average durations (M) in milliseconds for the first (m1) and second (m2) measurement for the burst and fricative parts of the sounds /p/, /t/, /k/, /ts/, /tʃ/.

Šum eksplozije okluziva (VUG – vrijeme uključivanja glasa) traje duže u sve tri ortodontske skupine (ORT) nego za ispitanike normalnog ortodontskog statusa (EUG). Te su razlike veće za glasnike /p/ i /t/ ali su znatno manje za glasnik /k/. To se može objasniti prednjom artikulacijom glasnika /p/ i /t/ gdje su koncentrirani i ortodontski problemi s jedne strane, i posteriornom artikulacijom glasnika /k/, tj.u ortodontski normalnom dijelu usne šupljine. U usporedbi s eugnatim ispitanicima trajanje VUG-a je na samom početku terapije za ortodontske skupine duže za /p/ 2,7 ms (19,8% -  $t=2,40$ ,  $p<0,02$ ) a nakon jednogodišnje terapije za 4,1 ms (29,5% -  $t=2,91$ ,  $p<0,00$ ); za /t/ za 6,8 ms (33,5% -  $t=7,45$ ,  $p<0,00$ ) odnosno 7,4 (36,5% -  $t=7,23$ ,  $p<0,00$ ) i za /k/ na početku terapije nije bilo razlike a nakon godine dana ona je iznosila samo 1,9 ms (3,2% -  $t=0,00$ ,  $p<1,00$ ). Rezultati impliciraju stanovitu tromost artikulacije ortodontskih ispitanika.

Tajanje frikativnog segmenta u afrikata za ortodontske je ispitanike nešto kraće nego za normalne ispitanike. Ono je kraće za /ts/ u prvom mjerenju za 3,6 ms (3,4% -  $t=1,12$ ,  $p<0,27$ ) i za 1 ms (1% -  $t=0,22$ ,  $p<0,83$ ) u drugom mjerenju a za i /tʃ/ za 3,6 ms (3,4% -  $t=0,99$ ,  $p<0,33$ ) u prvom mjerenju i 0,1 ms (0,01% -  $t=1,29$ ,  $p<0,20$ ) u drugom. Kraća frikcija u ovih glasnika, iako



statistički neznačajna, ukazuje na nedovoljnu artikulacijsku napetost da bi se stvorio zadovoljavajući tjesnac i frikcija. Poslije jednogodišnje terapije te su razlike nestale.

Općenito, rezultati pokazuju da je za ortodontske ispitanike trajanje VUG-a okluziva duže u usporedbi s normalnim ispitanicima te da je nakon terapijskog tretmana ta razlika čak povećana. Ta je razlika statistički značajna za glasnik /t/. Frikativni je dio afrikata u ortodontskih pacijenata na početku terapije u usporedbi s normalnim ispitanicima kraći, ali se ta razlika gubi nakon jednogodišnje terapije. Navedeni utjecaji terapeutske postupka osobito su vidljivi za glasnike koji se izgovaraju usnama i vrhom jezika u području zubi i alveola: /p/, /t/ i /tʃ/.

### Spektralne varijable

Aritmetičke sredine i standardne devijacije za spektralne varijable za četiri ispitivane skupine ispitanika prikazane su u tablici 2 i na slici 2.

**Tablica 2.** Prosječna vrijednost frekvencijskog vrha (M) i standardna devijacija (s) u Hz za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje za frikativni dio glasnika /ts/, /tʃ/, /f/, /s/ i /ʃ/.

**Table 2** Average peak frequency (M) and standard deviations (s) in Hz for the first (m1) and second (m2) measurement for the friction of the sounds /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/.

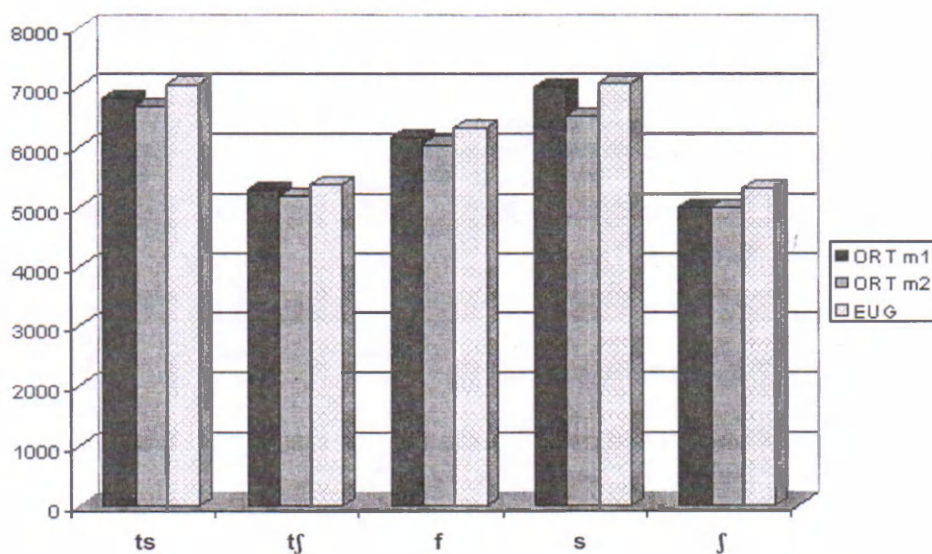
ts	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	6688,6	1534,8	6756,6	1132,9
Otvoreni zagriz Open bite	7279,9	1353,0	6815,0	1125,1
Pokrovni zagriz Class II/2	6475,4	1277,7	6493,0	920,6
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	6814,6	1388,5	6688,2	1059,5
Eugnati Norm. subjects			7055,4	1068,7

tʃ	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	5433,9	1696,8	5380,1	1627,8
Otvoreni zagriz Open bite	5272,7	1867,6	4860,4	1666,7
Pokrovni zagriz Class II/2	5145,6	1666,2	5366,1	1416,4
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	5284,1	1743,5	5202,2	1570,3
Eugnati Norm. subjects			5381,1	1687,9

f	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	6026,7	1665,0	6067,8	1793,9
Otvoreni zagriz Open bite	6193,1	1006,9	6241,1	822,4
Pokrovni zagriz Class II/2	6302,9	1376,4	5839,1	1523,1
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	6174,2	1349,4	6049,3	1379,8
Eugnati Norm. subjects			6327,8	1217,6

s	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	7059,6	1610,8	6806,7	1228,4
Otvoreni zagriz Open bite	7308,5	1175,8	6531,5	981,2
Pokrovni zagriz Class II/2	6694,3	1230,4	6234,5	1144,6
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	7020,8	1339,0	6524,2	1118,1
Eugnati Norm. subjects			7070,4	1051,7

f	m1		m2	
	M	s	M	s
Primarna kompresija Class II/1	4923,1	1152,8	5260,8	1595,3
Otvoreni zagriz Open bite	5222,8	1245,2	5122,6	1117,3
Pokrovni zagriz Class II/2	4892,4	1728,5	4641,6	1396,9
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	5012,8	1375,5	5008,3	1369,8
Eugnati Norm. subjects			5334,8	1718,3



**Slika 2.** Prosječna vrijednost frekvencijskog vrha (M) i standardna devijacija (s) u Hz za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje za frikativni dio glasnika /ts/, /tʃ/, /f/, /s/ i /ʃ/.

**Figure 2.** Average peak frequency (M) in Hz for the first (m1) and second (m2) measurement for the burst and fricative parts of the sounds /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/.

Spektralne razlike između ortodontskih i eugnatih ispitanika vidljive su u prvom i u drugom mjerenju. Za različite frikative odnosi su različiti ali opća tendencija pokazuje da su vrijednosti frekvencijskih vrhova niže za ortodontske nego za eugnatne ispitanike: za /ts/ 241 Hz ( $t=1,22$ ,  $p<.23$ ) na početku i 367 Hz ( $t=11,74$ ,  $p<.00$ ) nakon jednogodišnje terapije, za /tʃ/ 97 ( $t=0,99$ ,  $p<.33$ ) Hz odnosno 179 Hz ( $t=1,29$ ,  $p<.20$ ), za /f/ 147 Hz ( $t=1,18$ ,  $p<.25$ ) odnosno 278 Hz ( $t=1,92$ ,  $p<.06$ ), za /s/ 50 Hz ( $t=0,87$ ,  $p<.79$ ) odnosno 554 Hz ( $t=6,44$ ,  $p<.00$ ) i za /ʃ/ 324 Hz ( $t=1,40$ ,  $p<.17$ ) odnosno 326 Hz ( $t=1,41$ ,  $p<.17$ ).

Razlike u vrijednostima spektralnih vrhova pokazuju da su one za ortodontske pacijente niže nego za normalne, s jedne strane, ali i da ta razlika postaje veća nakon jednogodišnje ortodontske terapije. Iako razlike nisu statistički značajne one su dosta velike za glasnike /ts/ i /s/ koji se artikuliraju u prednjem dijelu usne šupljine.

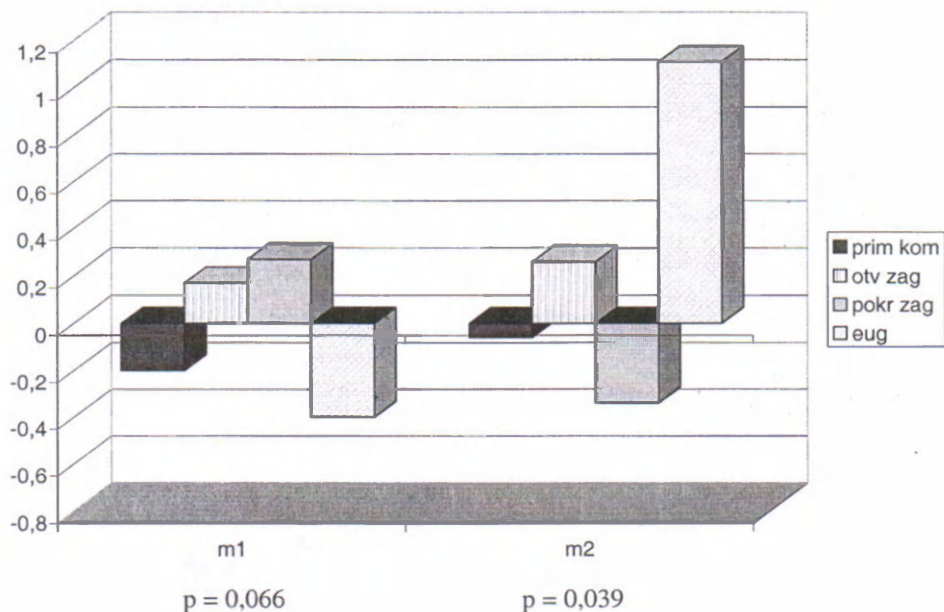
### Diskriminativna analiza

Diskriminativna je analiza primijenjena dva puta: za prvo i za drugo mjerenje. Centroidi skupina prikazani su u tablici 3 i na slici 3.

**Tablica 3.** Centroidi kanoničke diskriminativne funkcije promatranih skupina u prvom (m1) i drugom (m2) mjerenju.

**Table 3.** Centroids of canonical discriminative function of the investigated groups in the first (m1) and separately in the second (m2) measurement.

	m1	m2
Primarna kompresija Class II/1	-0,20	-0,06
Otvoreni zagriz Open bite	0,17	0,26
Pokrovni zagriz Class II/2	0,27	-0,34
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects.	-0,40	1,11



Slika 3.

Grafički prikaz centroida kanoničke diskriminativne funkcije za promatrane skupine u prvom (m1) i drugom (m2) mjerenju.

Figure 3.

Graphic representation of the centroids of the canonical discriminative function for the investigated groups in the first (m1) and in the second (m2) measurement

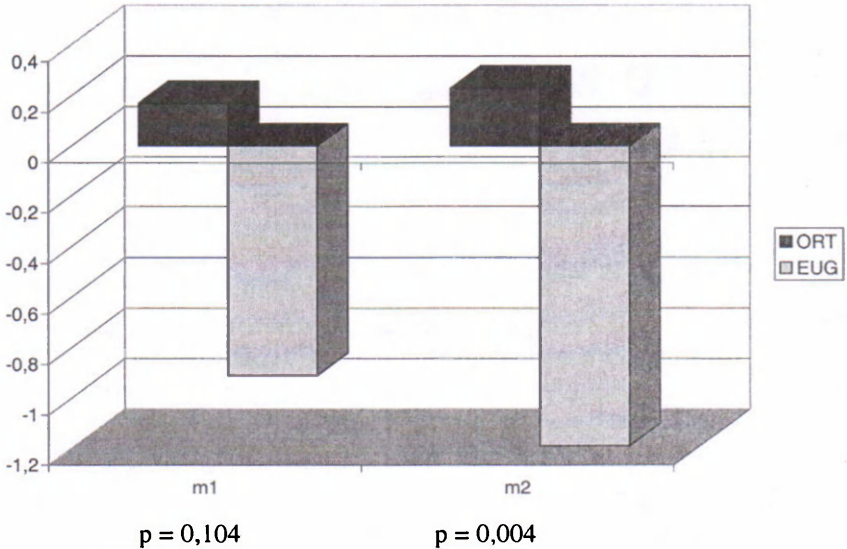
Rezultati u tablici 3. pokazuju da su se pacijenti s otvorenim zagrizom nakon jednogodišnje ortodontske terapije približili skupini eugnatih ispitanika, poboljšavši svoj izgovor dok druge dvije skupine (primarna kompresija i pokrovni zagriz) pokazuju veću razliku na kraju nego na početku tretmana (za m1  $p=0,06$  a za m2  $p=0,39$ ).

Općenito isti su rezultati dobiveni i kada se svi ortodontski pacijenti tretiraju kao jedinstvena skupina (tablica 4 i slika 4).

**Tablica 4.** Centroidi kanoničke diskriminativne funkcije ortodontskih skupina (uzetih zajedno) i skupine zdravih ispitanika za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje.

**Table 4.** Centroids of canonical discriminative function of the orthodontically impaired groups treated together and normal group for the first (m1) and for the second (m2) measurement.

	m1	m2
Ukupno orto. ispitanika Orth. subjects	0,17	0,23
Eugnati Norm. subjects	-0,91	-1,19



**Slika 4.** Grafički prikaz centroida kanoničke diskriminativne funkcije za ortodontske skupine (uzete zajedno) i skupine zdravih ispitanika za prvo (m1) i drugo (m2) mjerenje.

**Figure 4.** Graphic representation of the centroids of the canonical discriminative function for the orthodontically impaired groups treated together and normal group for the first (m1) and for the second (m2) measurement.

Kada se ortodontski ispitanici promatrani kao jedinstvena skupina usporede sa skupinom eugnatih ispitanika diskriminativna je analiza pokazala da je razlika među njima povećana na kraju jednogodišnjeg tretmana u odnosu na početno stanje (za m1  $p=0,104$  a za m2  $p=0,004$ ).

### ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da su se vremenski i frekvencijski parametri promatranih glasnika u ortodontskih pacijenata tijekom jednogodišnje ortodontske terapije promijenili. Općenito, razlika između ortodontskih pacijenata i skupine eugnatih ispitanika povećala se tijekom terapije. Povećane razlike mogu se pripisati promjenama koje su nastupile u artikulaciji glasnika koji se izgovaraju u prednjem dijelu usne šupljine /t/, /ts/ i /s/. Objašnjenje takvog rezultata nalazimo u pretpostavci da ortodontski pacijenti nakon jedne godine terapije prolaze kroz razdoblje artikulacijske nestabilnosti. Budući da to nije kraj ortodontskog tretmana, moguće je pretpostaviti da bi se u sljedećim fazama ortodontske rehabilitacije stabilizirao izgovor te da bi se približio izgovoru eugnatih ispitanika. Ali, također je moguće pretpostaviti da bi ortodontsku terapiju trebala pratiti i govorna terapija kako bi se poboljšala, stabilizirala i normalizirala artikulacija.

### REFERENCIJE

- Abbs, J. H. (1986). Invariance and variability in speech production: A distinction between linguistic intent and its neuromotor implementation. In J. S. Parkell & D. H. Klatt (Eds.) *Invariance and Variability in Speech Processes*. Hillsdale, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Abbs, J. H., Gracco, V. L., Cole, K. J. (1984). Control of multimovement coordination: Sensorimotor mechanisms in speech motor programming. *Journal of Motor Behavior* 16, 2, 195-231.
- Baum, S. R., Kim J. A., Katz, W. F. (1997). Compensation for jaw fixation by aphasic patients. *Brain and Language* 56, 354-376.
- Browman, C. P., Goldstein L. (1990). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. *Journal of Phonetics* 18, 299-320.
- Fowler, C. A., Saltzman, E. (1993). Coordination and coarticulation in speech production. *Language and Speech* 36 (2,3), 171-195.
- Gay, T., Lindblom, B., Lubker, J. (1981). Production of bite-block vowels: Acoustic equivalence by selective compensation. *Journal of the Acoustical Society of America* 69, 802-810.
- Hamlet, S., Stone, M. (1978). Compensatory alveolar consonant production induced by wearing dental prosthesis. *Journal of Phonetics* 6, 227-248.

- Horga, D. (1992). Varijabilitet govornih odsječaka. *Suvremena lingvistika* 34, 81-92.
- Horga, D. (1996). Utjecaj fiksiranog zagriža na trajanje izgovora glasnika. *Suvremena lingvistika* 41/42, 213-219.
- Hunski, M. (1994a). Kompjutorska akustička analiza učinaka ortodontske terapije na funkciju govora. *Zbornik: I svjetski kongres hrvatskih stomatologa*. Zagreb, 118.
- Hunski, M. (1994b). Akustička analiza govornog statusa ispitanika s ortodontskim anomalijama. *Acta Stomatolog. Croat.* 4, 261-270.
- Ivičević-Desnica, J. (1993). Neurogenost izgovornih poremećaja. *Zbornik: Multidisciplinarni pristup logopediji*. Portorož, 60-64.
- Kiihn, U., Rakoshi T. (1975) Palatografische Untersuchungen der Beziehungen zwischen Zungelange und Dysgnathien an 30 Patienten der Klasse II/1. *Fortsch. Kieferorthop* 36, 474-485.
- Lindblom, B., Lubker, J., Gay, T. (1979). Formant frequencies of some fixed-mandible vowels and a model of speech motor programming by predictive simulation. *Jornal of Phonetics* 7, 147-161.
- Lindblom, B., Sundberg, J. E. F. (1971). Acoustical consequences of lip, tongue, jaw, and larynx movement. *Journal of the Acoustical Society of America* 50, 1166-1179.
- McFarland, D. H., Baum, S. R. (1995). Incomplete compensation to articulatory perturbation. *Journal of the Acoustical Society of America* 97, 3, 1865-1973.
- Reichenbach E., Meinhold, G. (1963). Neuere Beobachtungen und Untersuchungen über orale organische Sigmatisme in Zusammenhang mit Zahnstellungs- und Kieferanomalien. *Fortsch. Kieferorthop.* 24, 1-12.
- Savariaux, C. P., Perrier, J. P., Orliaguet (1995). Compensation strategies for the perturbation of the rounded vowel /u/ using a lip tube. *Journal of the Acoustical Society of America* 98, 2428-2442.
- Saltzman, E., Munhall, K. G. (1992). Skill acquisition and development: The roles of state-, parameter-, and graph-dynamics. *Journal of Motor Behavior* 24, 1, 49-57.
- Škarić, I., Hunski, M., Ivičević-Desnica, J. (1998) Izgovorni poremećaji i ortodontske anomalije u adolescenata. 3. *Znanstveni skup Istraživanja govora*. Abstracts. Zagreb, 43-44.
-



**Marija Hunski**  
HHVA, private dental and orthodontic practice

**Damir Horga**  
Faculty of Philosophy, Zagreb,  
Croatia

## INFLUENCE OF ORTHODONTIC THERAPY ON ARTICULATION

### SUMMARY

*Although the variability of articulatory speech movements is primarily associated with the speech motor control and the organization and stability of motor programs, the changes of the oral configuration can result in speech sounds aberrations. However, the speech production system is extremely flexible and adaptive and it usually produces normal and intelligible speech.*

*These facts contributed to the creation of the concept of motor equivalence defined as the ability of the motor system to produce the same articulatory and acoustic result in spite of great variability of separate motor components involved in the articulation of the particular speech segment.*

*The aim of this study was to explain the relations between the anatomic changes produced by the orthodontic therapy and articulation measured by some acoustical parameters.*

*Three groups of subjects with the orthodontic impairments (Class II/1, open bite, and Class II/2) and one group of normal subjects participated in the investigation. Each group consisted of 20 subjects, altogether 80 subjects, 56 females and 24 males, evenly distributed across the groups. Mean group age was 18,5 years.*

*The subjects pronounced VCV syllables with the vowel /a/ three times in a row. The consonants were /p/, /t/, /k/, /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/. The subjects were recorded at the very beginning of the therapy and after the one-year treatment except the group of orthodontically normal subjects who were measured only once at the time of the second measurement of the orthodontic subjects. The duration of the burst and the fricative part of the sounds /p/, /t/, /k/, /ts/, /tʃ/ were measured on the spectrographic representations. The frequency peaks at the middle of friction duration of the sounds /ts/, /tʃ/, /f/, /s/, /ʃ/ were measured on the FFT representations.*

*The study showed that the temporal and frequency parameters of the investigated sounds changed during the one-year orthodontic treatment. Generally, they have changed so that the difference between the orthodontic patients and the normal subjects during the therapy increased. The increased difference is due to the changes in the pronunciation of the sounds articulated in the anterior region of the mouth: /t/, /ts/, and /s/.*

*It can be concluded that the patients after one-year orthodontic treatment go through a period of articulatory instability.*

*It can be supposed that during further period of orthodontic therapy the articulatory movements could be stabilized and that they could approach normal pronunciation. But it is also possible to suppose that the orthodontic therapy should be accompanied by speech therapy in order to improve, stabilize and normalize the articulation.*

*Key words: orthodontic therapy, articulation stability, stabilization of articulation, articulation*

---