

Akustička analiza govornog statusa ispitanika s ortodontskim anomalijama

Acoustic Analysis of Speech Status for Subjects with Orthodontic Anomalies

Marija Hunski

Dom zdravlja Novi Zagreb
Siget, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Budući da postoji stanovita međuovisnost između ortodontskih anomalija i poremećaja artikulacije, svrha ovog istraživanja bila je ustanoviti u kojoj mjeri ortodontska terapija utječe na korekciju artikulacijskih poremećaja.

Izbor ispitanika obuhvaća dizgnate i eugmate ispitanike adolescentne i postadolescentne dobi različitog spola. Ukupni broj ispitanika bio je 120. Zastupljenost spolova: 31 muški i 89 ženskih.

Mjerenja ortodontskih dijagnostičkih gnatoloških varijabla vršena su na sadrenim odljevima čeljusti standardnim instrumentarijem.

Ocjena govornog uzorka određena je na osnovi magnetofonske snimke na magnetofonu NAGRA s brzinom trake od 9,5 cm/sek. Analiza akustičkih svojstava glasova provedena je s pomoću kompjutorskog laboratorijskog sustava za analizu govornog signala AGOS.

Na temelju provedenih ispitivanja dobiveni rezultati pokazuju da su ispitanici s ortodontskim anomalijama ocijenjeni kao izgovorno lošiji od eugnatih ispitanika. Terapijski postupak imao je različite učinke na ispitivane skupine s ortodontskim anomalijama.

Kompjutorska analiza artikulacije s obzirom na varijable trajanja i spektra pokazuje da su trajanja eksplozije izgovorenih glasnika prosječno dulja kod ispitanika s ortodontskim anomalijama, dok su vrijednosti spektra sibilanata kod istih ispitanika niže nego kod eugnatih.

Dobiveni učinci vlastitih istraživanja malo će osvjetliti samo jedan dio kompleksnog problema poremećaja artikulacije.

Ključne riječi: akustička analiza, govor, dizgnati ispitanici

Acta Stomatol. Croat.
1994; 28: 261—270

IZVORNI
ZNAKSTVENI RAD

Primljeno: 27. prosinca 1994.
Received: December, 27 1994

Uvod

Fiziološki proces govora počinje na kortikalnoj razini, odakle se prenosi u subkortikalne regije CNS-a. Sam proces sastoji se od odašiljanja i primanja govornih signala. Eferentnim putem provode se signali do organa izvršitelja (efektora). Produženi sustav osjetila aferentnim neuronima odašilje obavijesti u CNS. To je cjelovit komunikacijski krug koji je pod kontrolom CNS-a (1, 2).

Izvršni organi efektori stvaraju govorne zvukove. Oni ustitravaju zrak koji dišemo tako da se to titranje može čuti. Tri su anatomsko-funkcijske skupine organa međusobno usklađene pri stvaranju govornog zvuka:

- 1) dišni organi — respiratori, aktivatori;
- 2) organi za glasanje — fonatori, generatori;
- 3) izgovorni organi — artikulatori (3).

U govornom procesu važnu ulogu ima artikulacija. Nužno je naglasiti da na njezine poremećaje utječu mnogi čimbenici različita opsega i težine. Poremećaji najčešće nastaju zbog anatomskih malformacija fonatorno-artikulacijskog sustava i popratnih pojava nekoga izražajnijeg neurološkog oštećenja (4 — 8).

Premda ortodontske anomalije nemaju dominantnu ulogu u nastajanju artikulacijskih poremećaja, njihov utjecaj na pravilnu artikulaciju nije zanemariv. Poznato je da neke ortodontske anomalije, zajedno s drugim čimbenicima, mogu pridonijeti nastanku poremećaja artikulacije zato što usna šupljina, sa svojim anatomskim strukturama, ima važnu funkciju u fiziologiji artikulacije (9 — 11).

Osnovne ortodontske anomalije, koje mogu uzročiti poremećaje artikulacije, jesu:

- urođeni rascjepi usnice i nepca,
- kompresijske anomalije,
- otvoreni zagriz,
- pokrovni zagriz,
- progenijski kompleks,
- križni zagriz,
- dijastema medijana,
- gubitak sjekutića, posebno gornjih, zbog traume ili drugih uzroka.

Ako se uzme u obzir činjenica da anatomske strukture kod ortodontskih slučajeva više ili manje odstupaju od normalnih oblika, postoji mogućnost da govorni status bude bitno izmijenjen.

Isto je tako moguće pretpostaviti da bi promjene, do kojih dolazi tijekom ortodontskog liječenja, mogle utjecati i na govorni status, tj.

mogle bi dovesti do uklanjanja govornih nepravilnosti, jer su ortodontskim tretmanom uklonjeni uzroci neadekvatne artikulacije (2).

U kojoj su mjeri ortodontske anomalije odgovorne za poremećaje artikulacije, iz dosadašnjih istraživanja ne može se točno razabrati. To je još predmet istraživanja koji upućuje na činjenicu da istraživanja ove vrste ne gube na aktualnosti. Na našem nacionalnom području sustavnih ispitivanja gotovo i nema.

Reichenbach i sur. (12) istraživali su sigmatizam u svezi s postavom zubi i ortodontskim anomalijama. Našli su slučajeve sigmatizma kod progenijskog kompleksa, protruzije sjekutića i frontalnog otvorenog zagriža, koji može biti organskog ili funkcijskog podrijetla. Upozorili su na mogućnost kompenzacijskih mehanizama jezika i utjecaja na artikulaciju glasnika "s".

U ispitivanjima o ovisnosti položaja jezika i klase II/1 Khun i Rakosi (13) dokazali su da većina ispitanika klase II/1 može kompenzirati sagitalni pomak funkcijski, ali 50% tih ispitanika nije u mogućnosti taj sagitalni pomak i fonetski kompenzirati.

Jeziku pripisuju važnu ulogu Kent i Schaaf (14) u svojim istraživanjima o artikulacijskim poremećajima kod klase II/1, smatrajući ga jedinim i najvažnijim artikulatorom govora zbog njegovih velikih kompenzacijskih sposobnosti.

Laine (15) je proveo istraživanje na 451 studentu, prosječne starosti oko 23 godine, s različitim ortodontskim anomalijama i njihovim učincima na artikulaciju. Rezultati su pokazali da je rizik za pojavljivanje nepravilnosti suglasnika, proizvedenih u anteriornom području, veći 4,5 puta u onih s mezijalnom okluzijom, 3,7 u onih s mandibularnim prijeklopom (overjet), 3,4 puta za ispitanike s incizalno otvorenim zagrizom i 1,7 puta kod ispitanika s lateralno križnim zagrizom u odnosu na eugmate ispitanike.

Ovo je istraživanje provedeno sa svrhom da se kompjutorskom analizom artikulacije ocijeni:

— govor ispitanika prije početka ortodontske terapije, u njezinu tijeku i nakon dvanaestomjesečnog liječenja;

— utjecaj ortodontskog liječenja na govorni status.

Ispitanici i postupci istraživanja

Istraživanje je provedeno u Ortodontskom odjelu Stomatološke službe Doma zdravlja "Novi Zagreb" i Odsjeku za fonetiku Filozofskog

fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Ispitana skupina sastavljena je od 120 ispitanika. Uzorak je stratificiran tako da se sastoji od jednakog broja, ukupno pet, ortodontskih anomalija: primarne i sekundarne kompresije, otvorenog i pokrovnog zagriža, progenijskog kompleksa i kontrolne skupine eugnatih ispitanika. Od ukupnog broja bilo je 89 ispitanika ženskog i 31 muškog spola u dobnoj rasponu od 14 do 23 godine.

U posebno pripremljene obrasce za svakog ispitanika uneseni su osnovni anamnestički podaci i osnovne mjere ortodontske dijagnostičke gnatološke varijable. Mjerenja su izvršena na sadrenim odljevima čeljusti standardnim instrumentarijem.

1. Analiza zubnog luka

— Transverzalno: utvrđen je zbroj gornjih i donjih sjekutića, izmjerena je prednja i stražnja širina gornje i donje čeljusti.

— Sagitalno: prednja gornja dužina čeljusti i segment C — P2 u usporednim vrijednostima prema Moyersu.

— Vertikalno: izmjerena visina nepca.

2. Analiza okluzije

Podaci o međučeljusnim odnosima registrirani su, također, u tri ravnine: transverzalno, sagitalno određena klasa po Angleu i vertikalno izražen prijeklop sjekutića u milimetrima.

3. Analiza artikulacije

Ova analiza obavljena je kliničkim pregledom ispitanika s posebnim osvrtom na dinamiku orofacijalne regije. Snimljen je govorni uzorak.

Govorni status ispitanika određen je na osnovi magnetofonske snimke svakog ispitanika prije početka terapije; kod svih ispitanika nakon dvanaestomjesečnog, a kod 30 ispitanika i nakon šestomjesečnog tijeka ortodontske terapije. Magnetofonsko je snimanje učinjeno magnetofonom NAGRA s brzinom trake od 9,5 cm/sek. i mikrofonom koji je bio postavljen u visini brade ispitanika, odmaknut od nje 1 cm.

Svaki je ispitanik izgovorio sljedeći govorni uzorak:

— prirodnim tempom sve glasnice hrvatskog standardnog jezika tri puta zaredom,

— prirodnim tempom dvije brzalice pet puta zaredom,

— listu od deset logatoma s otežanim konsonantnim skupinama jedanput.

Govorni status je ocijenjen na dva načina:

1. subjektivnom ocjenom

Kvaliteta govora ispitanika ocijenjena je subjektivnom procjenom s magnetofonske vrpce snimljenog uzorka. Ocijenilo ju je troje kvalificiranih sudaca, apsolutna studija fonetike na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Suci su ocijenili sljedeće parametre:

— kvalitetu izgovora svakog pojedinog glasnika,

— kvalitetu izgovora svake od dviju brzalice,

— kvalitetu izgovora svakog od deset logatoma;

2. objektivnom ocjenom akustičkih osobina glasnika

Akustička analiza najvažniji je oblik ocjenjivanja kvalitete izgovora glasnika. Provedena je s pomoću kompjutorskog laboratorijskog sustava AGOS za analizu govornog signala.

Programski sustav AGOS namijenjen je prvenstveno analizi akustičkog oblika govornog signala pomoću osobnog računala. Sustav podržava sljedeće funkcije:

— snimanje (analogno) – digitalna konverzija,

— obrada signala (spektralna analiza, frekvencija osnovnog tona, kratkovremenska energija, filtriranje, broj prolaza kroz nulu),

— grafički prikaz i editiranje valnog oblika.

Rezultati statističke analize podataka dani su u skladu s definiranim uzorcima i varijablama.

Rezultati

U analizi podataka kod subjektivne procjene artikulacije primijenjen je t-test i faktorska analiza. U ocjeni artikulacije na osnovi kompjutorske akustičke analize, podaci su obrađeni t-testom, faktorskom i diskriminacijskom analizom.

U subjektivnoj procjeni artikulacije provedena je faktorizacija rezultata u prvom i drugom mjerenju, uzetih zajedno, kako bi se vidjelo grupiraju li se, prije svega, glasnici u neke smislene faktore. Faktorska analiza glasnika pokazala je da se svi glasnici grupiraju u četiri skupine pa su tako ekstrahirana četiri faktora. Identična faktorska struktura dobivena je i u faktorskoj matrici i u matrici sklopa, a tu je strukturu sa stajališta karakteristika glasnika moguće logično interpretirati.

Rezultati faktorske analize prikazani su u tablici 1.

Prvi faktor konstituira glasnici (h, m, n, nj, l, lj, v), pa bi se on mogao nazvati faktorom zvonkosti ili sonantnosti.

Tablica 1. Faktorska analiza glasnika u prvom i drugom mjerenju zajedno

Table 1. Factor analysis of speech sounds in the first and second measurement taken together

	A				B			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
<i>p</i>	-0.03	0.00	(-0.81)	0.20	0.46	-0.46	-0.87	0.50
<i>b</i>	-0.03	0.05	(-0.83)	0.17	0.43	-0.42	-0.86	0.45
<i>t</i>	0.03	-0.13	(-0.85)	-0.05	0.47	-0.53	-0.90	0.35
<i>d</i>	0.08	-0.07	(-0.82)	-0.02	0.49	-0.49	-0.88	0.37
<i>k</i>	0.31	-0.05	(-0.58)	-0.14	0.68	-0.55	-0.80	0.55
<i>g</i>	0.29	-0.10	(-0.56)	0.13	0.67	-0.58	-0.79	0.54
<i>c</i>	0.07	(-0.52)	-0.39	-0.03	0.50	-0.72	-0.66	0.41
<i>č</i>	-0.09	(-0.95)	0.05	0.04	0.39	-0.89	-0.37	0.44
<i>dž</i>	-0.19	(-0.91)	0.08	0.08	0.28	-0.82	-0.30	0.40
<i>ć</i>	0.09	(-0.82)	0.06	-0.04	0.46	-0.82	-0.36	0.39
<i>đ</i>	0.05	(-0.74)	-0.01	0.05	0.46	-0.79	-0.41	0.44
<i>f</i>	0.03	(-0.58)	-0.10	0.05	0.64	-0.79	-0.53	0.51
<i>s</i>	0.06	(-0.69)	-0.22	-0.05	0.49	-0.80	-0.56	0.40
<i>z</i>	0.10	(-0.66)	-0.22	-0.07	0.50	-0.78	-0.56	0.39
<i>š</i>	0.09	(-0.78)	-0.00	0.07	0.53	-0.87	-0.45	0.51
<i>ž</i>	0.10	(-0.79)	0.00	0.06	0.54	-0.87	-0.44	0.50
<i>h</i>	(0.47)	-0.29	0.19	0.10	0.76	-0.67	-0.59	0.56
<i>m</i>	(0.77)	-0.00	-0.27	-0.06	0.87	-0.50	-0.62	0.44
<i>n</i>	(0.80)	-0.03	-0.20	-0.04	0.89	-0.51	-0.58	0.46
<i>nj</i>	(0.81)	-0.09	-0.08	-0.02	0.89	-0.53	-0.50	0.47
<i>e</i>	(0.70)	-0.03	0.06	0.18	0.79	-0.45	-0.36	0.54
<i>lj</i>	(0.73)	-0.17	0.12	0.16	0.84	-0.56	-0.37	0.56
<i>r</i>	0.38	0.00	0.17	(0.52)	0.56	-0.36	-0.21	0.65
<i>v</i>	(0.40)	-0.10	-0.10	0.39	0.70	-0.55	-0.50	0.69
<i>j</i>	0.35	-0.10	0.16	(0.42)	0.70	-0.57	-0.54	0.71
<i>i</i>	0.15	-0.05	-0.04	(0.71)	0.56	-0.50	-0.41	0.83
<i>e</i>	0.04	-0.03	-0.08	(0.83)	0.52	-0.50	-0.44	0.90
<i>a</i>	-0.06	-0.06	-0.07	(0.85)	0.45	-0.49	-0.40	0.88
<i>o</i>	-0.08	0.02	-0.10	(0.89)	0.41	-0.42	-0.39	0.88
<i>u</i>	-0.06	-0.13	-0.06	(0.85)	0.48	-0.55	-0.42	0.91

	V		C			
	Post. var.	Kom. post.	F1	F2	F3	F4
F1	54.6	54.6	1.00	-	-	-
F2	7.7	62.3	-0.51	1.00	-	-
F3	7.0	69.3	-0.48	0.48	1.00	-
F4	4.9	74.2	0.51	-0.49	-0.38	1.00

Drugi faktor čine glasnici (c, č, dž, ć, đ, s, z, š, ž), dakle, svi pregradno-tjesnačni i tjesnačni glasnici, pa bi se taj faktor mogao nazvati faktorom frikativnosti ili šumnosti.

Treći faktor konstituira šest okluziva (p, b, t, d, k, g), pa ga je moguće interpretirati kao faktor pregradnosti ili okluzivnosti.

Četvrti faktor sastavljen je od samoglasnika (i, e, a, o, u) i zvonkih suglasnika (r, j), pa bi se mogao nazvati faktorom vokalnosti.

Artikulacijske razlike između dva mjerenja, tj. prije i nakon ortodontske terapije, testirane su t-testom u pojedinim skupinama i za sve skupine

zajedno. Vrijednosti za pojedine ekstrahirane faktore za glasnike i logatome izražene su srednjim vrijednostima, dok su za rečenice to prosječne ocjene. U tablici 2 prikazani su rezultati za ispitanike s primarnom kompresijom, dok su u tablici 3 navedeni rezultati za sve ispitane skupine uzete zajedno.

Odnos pojedinih skupina može se interpretirati tako da se promotre odnosi za ukupne glasnike, logatome i rečenice. Ako se tako interpretiraju rezultati, onda pojedine skupine stoje u sljedećim odnosima, što je grafički prikazano na grafikoni-
ma (slika 1 — 3).

Tablica 2. Srednje vrijednosti (MEAN) i statistička značajnost razlika (p), u prvom (1) i drugom (2) mjerenju glasnika, logatoma i rečenica — za primarnu kompresiju

Table 2. Mean values and statistical significance of their differences (p), in the first (1) and second (2) measurement of speech sounds, logatomes and sentences — for primary crowding

	MEAN		
	1	2	p
Sonantnost (F1)	0.56	-0.08	0.23
Frikativnost (F2)	0.14	0.23	0.86
Okluzivnost (F3)	0.34	-0.55	0.02
Vokalnost (F4)	0.48	0.23	0.58
Logatomi (L)	0.38	0.23	0.63
Rečenica 1 (R1)	9.20	9.70	0.65
Rečenica 2 (R2)	11.00	10.00	0.38

Tablica 3. Srednje vrijednosti (MEAN) i statistička značajnost njihovih razlika (p), u prvom (1) i drugom (2) mjerenju glasnika, logatoma i rečenica — za sve skupine ukupno

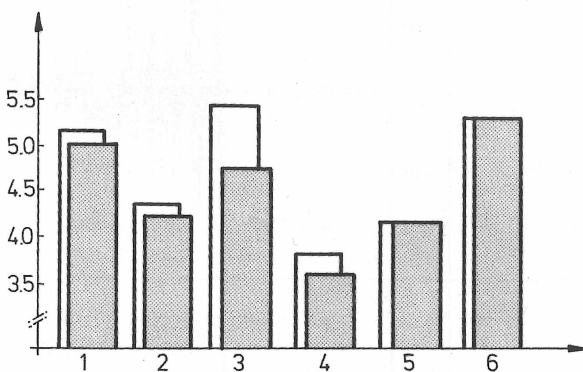
Table 3. Mean values and statistical significance of their differences (p), in the first (1) and second (2) measurement of speech sounds, logatomes and sentences — for all groups in total

	MEAN		
	1	2	p
Sonantnost (F1)	0.22	-0.34	0.00
Frikativnost (F2)	0.07	-0.11	0.34
Okluzivnost (F3)	0.25	-0.18	0.02
Vokalnost (F4)	0.11	-0.11	0.23
Logatomi (L)	0.04	-0.11	0.33
Rečenica 1 (R1)	8.46	8.05	0.40
Rečenica 2 (R2)	9.74	9.32	0.40



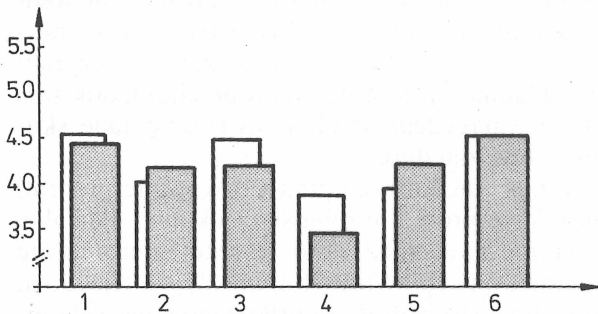
Slika 1. Srednje vrijednosti ukupne ocjene glasnika za pojedine skupine (rezultati prvoga mjerenja — bijelo, rezultati drugoga mjerenja — sivo)

Figure 1. Mean values of total speech sound evaluation for each individual group (results of the first measurement — white, results of the second measurement — grey)



Slika 2. Srednje vrijednosti ukupne ocjene rečenica za pojedine skupine (rezultati prvoga mjerenja — bijelo, rezultati drugoga mjerenja — sivo)

Figure 2. Mean values of total sentence evaluation for each individual group (results of the first measurement — white, results of the second measurement — grey)



Slika 3. Srednje vrijednosti ukupne ocjene logatoma za pojedine skupine (rezultati prvoga mjerenja — bijelo, rezultati drugoga mjerenja — sivo)

Figure 3. Mean values of total logatome evaluation for each individual group (results of the first measurement — white, results of the second measurement — grey)

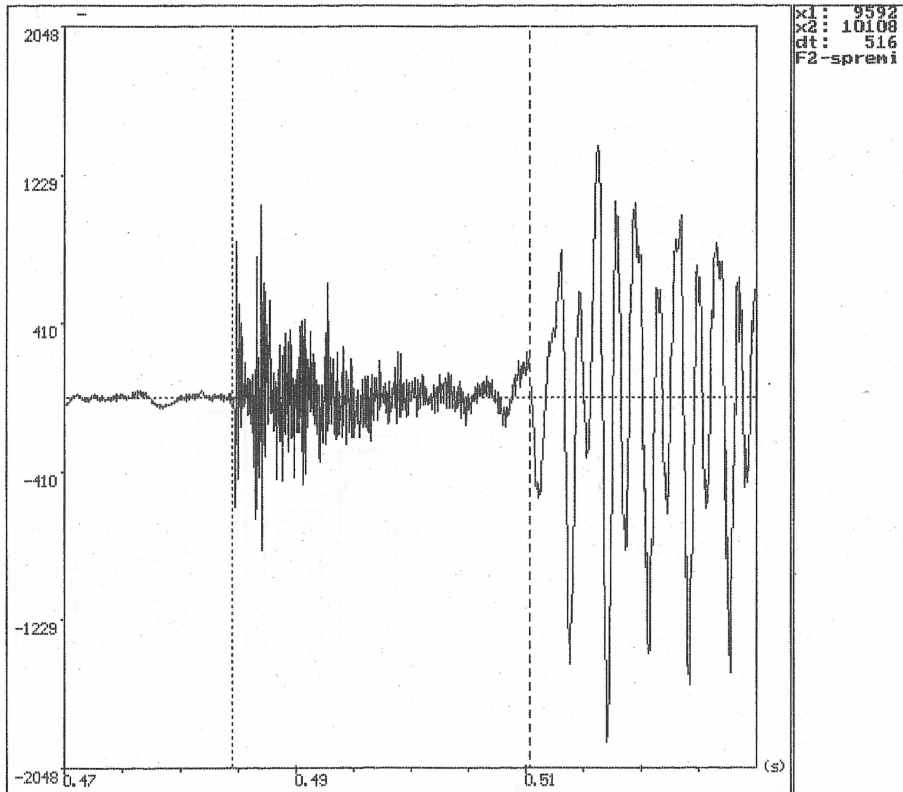
U objektivnoj procjeni artikulacijske razlike ispitivanih skupina utvrđene su na osnovi kompjutorske akustičke analize. Promatrana su dva

akustička parametra na osnovi kojih je ustanovljena razlika među skupinama prije početka terapije te nakon dvanaestomjesečnog ortodontskog liječenja.

Prvi promatrani parametar bio je trajanje akustičkih segmenata, za koje se pretpostavilo da bi mogli biti pod utjecajem ortodontskog statusa ispitanika. Odabrano je trajanje eksplozije kod bezvučnih okluziva (p, t, k) i bezvučnih afrikata (c, č). Tako je dobiveno pet varijabli trajanja u svakom mjerenju koje su nazvane PT1, TT1, KT1, CT1 i ČT1 — za prvo mjerenje te PT2, TT2, KT2, CT2 i ČT2 — za drugo mjerenje.

Mjerenje trajanja prikazano je na slici 4.

Drugi promatrani parametar bile su spektralne razlike, promatrane također na pet glasnika za koje se pretpostavilo da su pod znatnijim utjecajem ortodontskog statusa govornika. Tako je dobiveno pet varijabli spektra za svako mjerenje, tj. za mjerenje prije i za mjerenje poslije ortodontskog liječenja. Varijable spektra su određene kao najintenzivnija frekvencija za pojedini glasnik. Promatrani glasnici bili su: (c,



Slika 4. Mjerenje trajanja glasnika (t)

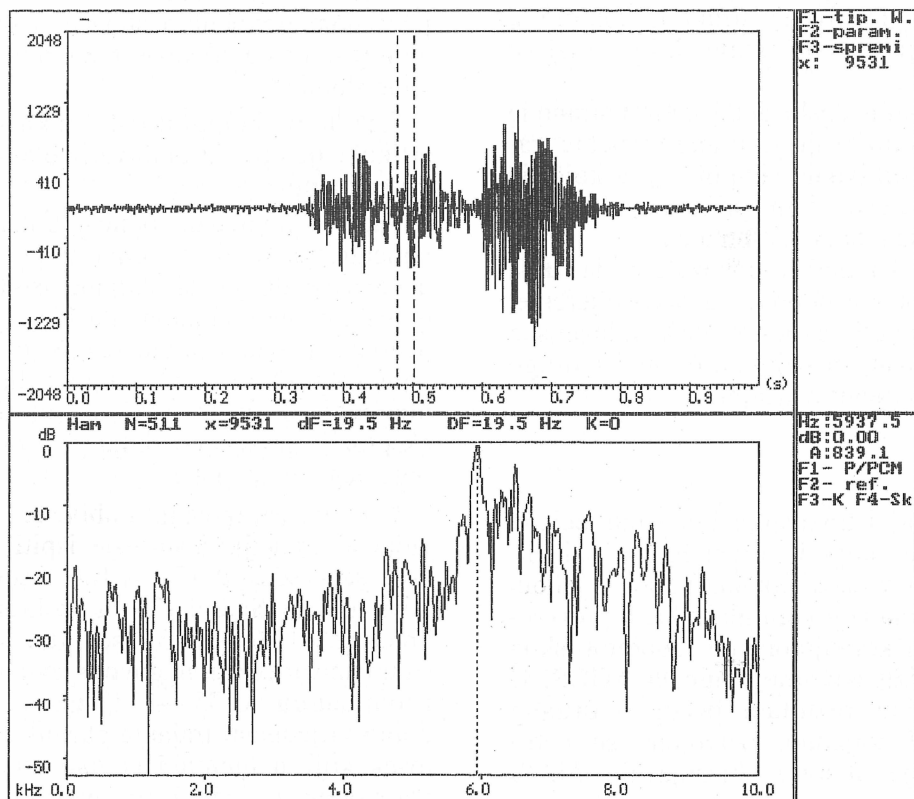
Figure 4. Measurement of sound duration (t)

č, f, s i š), a dobivene varijable CS1, ČS1, FS1, SS1 i ŠS1 za prvo mjerenje, odnosno CS2, ČS2, FS2, SS2 i ŠS2 za drugo mjerenje.

Mjerenje spektra prikazano je na slici 5.

Program AGOS omogućuje da se u PCM-prikazu izdvoji segment od 1000 uzoraka za koje je moguće izračunati i grafički prikazati spektar,

tj. napraviti FFT (Fast Fourier Transformations). Odabrana analiza zahvatila je frekvencijski raspon od 20 do 10.000 Hz, što je dovoljno da se odrede bitne spektralne karakteristike promatranog glasnika. Razlike među varijablama trajanja i spektra u prvom i drugom mjerenju dobivene su višesmjernom analizom varijance (MANOVA).



Slika 5. Mjerenje trajanja glasnika (s)

Figure 5. Measurement of sound duration (s)

Tablica 4. Aritmetičke sredine varijabli za skupine dizgnatih (AN) i skupinu eugnatih (EU) ispitanika, i statistička značajnost razlika (p) u prvom (M1) i drugom (M2) mjerenju

Table 4. Arithmetical means of variables for the groups of dysgnathic (AN) and eugnathic (EU) subjects, and statistical significance of their differences (p), in the first (M1) and second (M2) measurement

	Skupina	TRAJANJE					SPEKTAR				
		P	T	K	C	Č	C	Č	F	S	Š
M1	AN.	34.5	53.4	11.01	197.3	178.2	6826.0	5298.4	6120.2	7013.3	5090.1
	EU.	27.9	40.6	117.2	207.4	189.1	7055.4	5381.1	6327.8	7070.4	5334.8
	P.	0.13	0.00	0.50	0.51	0.45	0.53	0.84	0.58	0.86	0.54
M2	AU.	35.7	57.1	114.3	204.2	192.4	6579.9	5039.7	5885.2	6618.1	5122.6
	EU.	27.9	40.6	117.2	207.4	189.1	7055.4	5381.1	6327.8	7070.4	5334.8
	p.	0.04	0.00	0.70	0.78	0.78	0.08	0.39	0.23	0.11	0.58

Razlike između mjerenja promatrane su istovremeno uzimajući i razlike u varijablama i razlike među skupinama. Odnos je promatran tako da su sve skupine ispitanika s anomalijama uključene u jednu skupinu, a ona je uspoređena sa skupinom eugnatih ispitanika, što je prikazano u tablici 4.

Provedena je faktorska analiza svih varijabla trajanja i spektra, posebno za prvo i posebno za drugo mjerenje. Dobivena struktura faktora u varimax-poziciji ne pokazuje bitne razlike između mjerenja.

U četiri diskriminacijske analize promatrano je da li se i koliko razlikuju izabrane varijable trajanja i spektra ispitivanih skupina, tj. u kojoj je mjeri moguće, na osnovi tih varijabla, predvidjeti distribuciju ispitanika po skupinama.

Diskriminacijska analiza pokazala je da su za obje analize, koje se odnose na prvo mjerenje, dobiveni koeficijenti kakoničke diskriminacijske funkcije, koji nisu značajni, dok su za drugo mjerenje ti koeficijenti značajni.

Rasprava

Rezultati ovog istraživanja pokazuju ocjenu kvalitete govora, koja je procijenjena subjektivnom ocjenom sudaca i objektivnom ocjenom akustičkih osobina izgovora glasnika, a proizvedena je pomoću kompjutorskog laboratorijskog sustava za analizu govornog signala AGOS. U faktorskoj analizi rezultata prvog i drugog mjerenja, uzetih zajedno, izdvojene su četiri komponente koje ukupno objašnjavaju 74,2% varijance ovako ocijenjenog sustava glasnika. Korelacije među faktorima su pozitivne, što bi moglo upućivati na neki opći mehanizam vještine artikulacije.

Prema rezultatima t-testa, javlja se statistička značajnost razlika kod okluziva za ispitanike s primarnom kompresijom u drugom mjerenju. Dakle, ti ispitanici su značajno bolji u izgovoru okluziva nakon terapijskog postupka. Uzevši sve skupine zajedno, rezultati upućuju na statistički značajne razlike u dvije promatrane osobine: izgovor okluziva poboljšan je u drugom mjerenju, dok je izgovor zvonkih glasnika u istom mjerenju pogoršan. Odnos pojedinih skupina može se interpretirati tako da se promotre odnosi za ukupne glasnike, logatome i rečenice. Ako se tako interpretiraju rezultati, onda pojedine skupine stoje u sljedećim odnosima: ispitanici s pokrovnim zagrizom izrazito su poboljšali izgo-

vor u odnosu na druge skupine. Relativno poboljšanje izgovora vidi se kod ispitanika s primarnom kompresijom, a relativno pogoršanje kod ispitanika s otvorenim zagrizom, dok su ispitanici sa sekundarnom kompresijom i progenijskim kompleksom ostali bez većih promjena u izgovoru i nakon dvanaestomjesečne ortodontske terapije.

Analizirajući rezultate izgovora ispitanika subjektivnom procjenom sudaca, vidljivo je da je terapijski postupak imao različit učinak na ispitivane skupine.

Rezultati kompjutorske akustičke analize artikulacije promatranih varijabla trajanja i spektra pokazuju sljedeće:

Ako se pogledaju odnosi trajanja eksplozije između pojedinih skupina u prvom mjerenju, uočava se da su za skupine ispitanika s ortodontskim anomalijama glasnici (p) i (t) dulji nego za eugenate ispitanike, dok je za (k), (c) i (č) odnos obrnut. Ti se odnosi ponavljaju i u drugom mjerenju, osim za glasnik (č), kod kojeg je eksplozija prosječno dulja za ortodontske skupine nego za eugenate.

U ovom istraživanju dobivene su srednje vrijednosti trajanja eksplozije ispitivanih glasnika koje se kreću od 17 — 100 msek. Vrijednosti koje navodi Škarić (3) za izolirane suglasnike kreću se od 76 — 113 msek, dok su te vrijednosti trajanja u vezanom govoru javnih glasila prema istom autoru od 35 — 113 msek. Horga (16) je dobio vrijednosti trajanja glasnika od 65 — 127 msek, koji su mjereni i u ovom istraživanju, ali su izgovoreni u jednoj rečenici i u tri različita tempa. Bakran (17) navodi vrijednosti trajanja za suglasnike hrvatskoga standardnog jezika od 30 — 110 msek. Za američki engleski najpoznatiji su rezultati Umede i Klatta (18) prema Carlsonu i Granstromu (19) s prosječnim trajanjem konsonanata oko 80 msek (frikativi oko 120 msek) i standardnim devijacijama oko 20 msek. Bondarko (20) je za čitani ruski ustanovila da je prosječno trajanje glasa između 65 i 75 msek. Ove vrijednosti trajanja ispitivanih glasnika upućuju na to da su se, tijekom ortodontskog postupka, u ustima na mjestu nastanka eksplozije stvorili anatomske uvjeti slični za sve skupine.

Analizirajući rezultate razlika među skupinama u promatranim varijablama spektra uočavamo tendenciju da u prvom mjerenju skupina sa sekundarnom kompresijom i otvorenim zagrizom za varijablu (c) ima više vrijednosti, dok ostale

ortodontske skupine imaju niže spektralne vrhove. U drugom mjerenju, općenito, sve skupine su za tu varijablu niže i ujednačenije. Ta tendencija snižavanja spektralnih vrijednosti u drugom mjerenju vjerojatno se može objasniti, ipak, stanovitim anatomskim razlikama ispitanika uvjetovanim rastom i razvojem, a time i povećanjem rezonatorskih prostora u usnoj šupljini. Baum (21) i sur. u svojim su ispitivanjima našli niže frekvencijske vrijednosti kod djece s artikulacijskim poremećajima.

Rezultati diskriminacijske analize upućuju na činjenicu da su značajne razlike među skupinama vidljive u drugom mjerenju. Ako se analiziraju srednje vrijednosti, koje oblikuju diskriminacijsku funkciju, uočava se da varijable trajanja imaju veće vrijednosti kod dizgnatih nego kod eugnatih ispitanika, što bi moglo upućivati na dvije karakteristike artikulacije: prvo, kod ispitanika s anomalijama karakteristična je stanovita tromost artikulatora, i drugo, naročito za glasnik (t) konfiguracija položaja zubi utječe na čvrstoću okluzije i način njezinog kidanja, koji kao da je neujednačeniji nego kod eugnatih ispitanika. Što se tiče spektralnih osobina, kod dizgnatih ispitanika vrijednosti spektra su niže nego kod eugnatih. Dakle, oni ne ostvaruju tako uzak i fin tjesnac, prijeko potreban za stvaranje frekvencijski visokog šuma, kao eugnati ispitanici

Dvanaestomjesečno ortodontsko liječenje destabiliziralo je artikulaciju ispitanika s anomalijama i u promatranoj fazi ona se donekle ot-

klonila od artikulacije eugnatih ispitanika. Treba pretpostaviti da će se nakon potpuno završene ortodontske terapije ispitanicima definitivno poboljšati i stabilizirati artikulacija.

Zaključci

1. Ocjena kvalitete izgovora, procijenjena subjektivnom metodom, pokazuje da je terapijski postupak imao različite učinke na ispitivane skupine s ortodontskim anomalijama.

2. Rezultati kompjutorske analize artikulacije, s obzirom na ispitivane varijable trajanja i spektra, pokazuju kako je trajanje eksplozije izgovorenih glasnika prosječno dulje kod ispitanika s ortodontskim anomalijama. Vrijednosti spektra sibilanata niže su kod istih ispitanika u odnosu na eugnate ispitanike.

3. Klinička primjena rezultata ovog istraživanja upućuje na mogućnost uzajamnih dijagnostičkih probitaka, kako za ortodontski, tako i za govorni status bolesnika s poremećajima artikulacije.

4. S fonetičkog i logopedskog gledišta, bilo bi korisno snimati i analizirati izgovor bolesnika u tijeku ortodontske terapije te na taj način pratiti procjenu akustičkih osobina izgovora glasnika.

5. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je interdisciplinarni pristup prijeko potreban u liječenju artiklacijskih poremećaja.

ACOUSTIC ANALYSIS OF SPEECH STATUS IN SUBJECTS WITH ORTHODONTIC ANOMALIES

Summary

Because of a certain relationship between orthodontic anomalies and articulatory speech disorders, the aim of this study was to determine the effects of orthodontic therapy on the correction of articulatory speech disorders.

The selection of subjects included dysgnathic and eugathic individuals of both sexes, adolescents and postadolescents. The total number of study subjects was 120, 31 males and 89 females.

Orthodontic diagnostic gnathologic variables were measured on plaster jaw models using standard instruments.

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Dr. stom. dr. sc. Marija Hunski
Stomatološka poliklinika
Perkovčeva 3
41000 Zagreb
Hrvatska

Speech pattern was evaluated on the basis of records on a "NAGRA" tape recorder at a tape speed of 9.5 cm/sec. An acoustic analysis of sound characteristics was carried out by the AGOS computer laboratory system for speech signal analysis.

Results of the study showed the subjects with orthodontic anomalies to be poorer pronounciators than eugnathic subjects. Therapeutic procedure had different effects on the groups of subjects with orthodontic anomalies.

Computer analysis of speech articulation according to the duration and spectrum, showed that the duration of pronounced sound-burst was on an average longer in the subjects with orthodontic anomalies. On the other hand, sibilant spectral values were lower in these than in eugnathic subjects.

This study appeared to shed some light only on one part of the complex problem of articulatory speech disorders.

Key words: acoustic analysis, speech, dysgnathic subjects

Literatura

1. MYSAK D. Pathologies of speech systems. Baltimore, 1976.
2. HUNSKI M. Kompjutorska akustička analiza učinaka ortodontske terapije na funkciju govora. Zagreb, 1994. Disertacija.
3. ŠKARIĆ I. Fonetika hrvatskog književnog jezika. U: Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskog književnog jezika. Zagreb, HAZU — Globus, 1991.
4. COSTELLO J. Speech disorders in children, San Diego, 1984.
5. IVIČEVIĆ-DESNICA J. Neurogenost izgovornih poremećaja. Zbornik: Multidisciplinarni pristup logopediji. Portorož, 1993; 60—64.
6. VRANIĆ Đ, HUNSKI M. Prilog izučavanju artikulacijskih poremećaja kod djece rane školske dobi. Zbornik: Multidisciplinarni pristup logopediji. Portorož, 1993; 105—110.
7. ŠIKIĆ N, IVIČEVIĆ-DESNICA J. Govorni razvoj djeteta i njegovi poremećaji. Arhiv za zaštitu majke i djeteta, 1990; 34: 12—45.
8. BERNTHAL J, BANKSON N. Articulation and phonological disorders. New Jersey, 1988.
9. HUNSKI M. Govorni poremećaji — dislalije i ortodontske anomalije. Acta Stomatol Croat 1988; 4: 251—260.
10. ŠKARIĆ I. Govorne poteškoće i njihovo uklanjanje. Zagreb, Mladost, 1988.
11. KOUFMAN J, ISSACSON G. Voice disorders. Otolaryngol Clin N Am 1991; 24: 1059—1073.
12. REICHENBACH E, MEINHOLD G. Neuere Beobachtungen und Untersuchungen über orale organische Sigmatismen in Zusammenhang mit Zahnstellungs- und Kieferanomalien. Fortsch Kieferorthop 1963; 24: 1—12.
13. KUHN U, RAKOSI TH. Palatographische Untersuchungen der Beziehungen zwischen Zungenlage und Dysgnathien an 30 Patienten der Klasse II/1. Forsch Kieferorthop 1975; 36: 474—485.
14. KENT K, SCHAAF G. The effects of dental abnormalities on speech production. Quintessence Int 1982; 12: 1353—61.
15. LAINE T. Malocclusion traits and articulatory components of speech. Eur J Orthod 1992; 14: 133—137.
16. HORGA D. Trajanje kao element interferencije mjerenom pomoću kompjutora. Informatička tehnologija u primijenjenoj lingvistici 1990; 2: 1—7.
17. BAKRAN J. Model vremenske organizacije hrvatskog standardnog govora. Zagreb, 1984. Disertacija.
18. UMEDA N. Consonant duration in American English. JASA, 1977; 61: 846—858.
19. CARLSON R, GRANSTROM B A. Search for durational rules in a real-speech data base. Phonetics. 1986; 43: 140—154.
20. BONDARKO L V. Fonetičeskoje opisanije jazyka i fonologičeskoje opisanije reči. Leningrad. Izdatel'stvo Leningradskog universiteta, 1984.
21. BAUM S R, McNUTT J C. An acoustic analysis of frontal misarticulation of (s) in children. Phonetics 1990; 18:63.