

KVANTITATIVNA PROCJENA NAZALNOSTI U GOVORU DJECE S OŠTEĆENJEM SLUHA I ČUJUĆE DJECE

LUKA BONETTI¹

Primljeno: siječanj 2006.
Prihvaćeno: siječanj 2007.

Izvorni znanstveni rad
UDK: 376.33

U radu je sustavom NasalView izvršena usporedba rezultata kvantitativne procjene nazalne emisije kod djece s oštećenjem sluha (N=11) i čujuće djece (N=12) pri izgovoru rečenica sa i bez nazalnih konsonanata te analiza odnosa nazalne emisije, fonacijskih obilježja govora, brzine artikulacije i stupnja oštećenja sluha. Dvije su se skupine ispitanika statistički značajno razlikovale u prosječnoj količini nazalne emisije pri izgovoru rečenica bez nazalnih konsonanata i u brzini izgovora, no značajne korelacije između nazalnosti i kontrole fonacije, govornog tempa ili stupnja oštećenja sluha nisu pronađene. Rezultati upućuju na ograničenu, ali prisutnu sposobnost kontrole velofaringalnih pokreta ispitanice djece s oštećenjem sluha, koja ne ovisi o stupnju kontrole fonacije ili stupnju kontrole brzine govora, već prije o individualnim faktorima (ostacima sluha i uspješnosti njihovog iskorištavanja) te na određen potencijal te djece da razviju ili poboljšaju kontrolu velofaringalnih pokreta u procesu rehabilitacije slušanja i govora.

Ključne riječi: nazalnost, oštećenje sluha, brzina govora, fonacija

Uvod

Osobine i mehanizmi kontrole nazalne rezonancije kao specifičnog perceptivnog obilježja vokalne kvalitete govornika s oštećenjem sluha (Nickerson, 1975) do sada su bila predmetom više istraživanja. Prema Fletcher i Daly (1976), istraživanja temeljena na perceptivnim procjenama nazalne emisije pružila su oprečne zaključke: u nekima je hipernazalnost kod ispitanih osoba s oštećenjem sluha bila rijetka (Hudgins i Numbers, 1942), u nekima se javila kod polovice ispitanika (Penn, 1955), a u nekima kod gotovo svih ispitanika (Colton i Cooker, 1968).

Oprečnost rezultata istraživanja nije umanjila niti primjena objektivnih metoda procjene nazalnosti. Fluorografskim (McClumpha, 1966, prema Fletcher i Daly, 1976), radiografskim i manometrijskim (Seaver III i dr., 1980) te radiografskim (Lock i Seaver III, 1984) praćenjem izgovora osoba s oštećenjem sluha utvrđeni su različiti stupnjevi velofaringalne aktivnosti u toj populaciji, koja nije bila povezana sa stupnjem oštećenja

sluha niti perceptivnim procjenama hipernazalnosti.

Korist spomenutih metoda objektivne procjene nazalnosti u provjeri perceptivne sumnje o neadekvatnosti velofaringalne aktivnosti je neupitna, no u njihovoj primjeni pojavljuju se praktična ograničenja u vidu invazivnosti pretrage, njezinog velikog troška i/ili nemogućnosti široke primjene među kliničarima čija praksa obuhvaća rad s poremećajima rezonancije izvan medicinskih ustanova (Hardin i dr., 1992).

Kao moguće rješenje za prevladavanje izvedbenih ograničenja u procjeni nazalne rezonancije, u posljednjih tridesetak godina značajnu je pažnju kliničara pridobila nazometrija - indirektna metoda procjene funkcije velofaringalnog mehanizma kojom je moguće kvantificirati subjektivnu kliničku prosudbu poremećaja nazalne rezonancije. Prednosti nazometrije nad ostalim objektivnim metodama procjene velofaringalne funkcije su neinvazivnost i ekonomičnost u primjeni te mogućnost potvrđivanja percipiranog

¹ Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

odstupanja u nazalnoj emisiji uz značajnu sigurnost u najrazličitijim kliničkim uvjetima.

Prototip prvog instrumenta koji je fizičkom separacijom zvučnih tlakova iz nazalne i oralne šupljine te simultanim računanjem i prikazom varijacija akustičke energije u govoru omogućio kvantifikaciju nazalne emisije bio je TONAR (The Oral and Nasal Acoustic Ratio), a konstruirao ga je Fletcher 1970. godine (Tatchell i dr., 1991). TONAR je usavršen i komercijaliziran tijekom sedamdesetih godina prošlog stoljeća kao TONAR II, bioelektronički instrument koji je računao omjer zvučnog tlaka iz nazalne šupljine i ukupnog zvučnog tlaka iz oralne i nazalne šupljine kao postotak nazalnosti te omogućavao korisniku vizualnu povratnu spregu o kvaliteti glasa u realnom vremenu (LaPine i dr., 1992).

Napredovanjem računalne tehnologije, TONAR II razvio se u digitalnu verziju – Nazometar, koji je za komercijalnu uporabu 1986. godine prilagodila tvrtka Kay Elemetrics (www.kayelemetrics.com). Sastoji se od ploče za separaciju zvuka (dva usmjerena mikrofona smještena na suprotnim ploham ploče, od kojih jedan prikuplja podatke o nazalnoj, a drugi o oralnoj emisiji akustičke energije) koja se smješta iznad gornje usne i ispod nosa, zatim držača koji se postavlja na glavu i koji ploču za separaciju zvuka drži u poziciji, hardware-a za filtriranje zvuka te računalnog programa za analizu podataka, njihov grafički prikaz i njihovu pohranu putem osobnog računala. Program računa omjer nazalne energije i ukupne razine zvučnog tlaka kao postotak nazalnosti i grafički ga prikazuje kao funkciju vremena te računa mjere centralne tendencije, mjere raspršenja, minimalne i maksimalne vrijednosti i vrijeme snimanja.

Od kada je Nazometar predstavljen, u nekoliko je navrata testirana njegova efikasnost u dijagnostici i terapiji poremećaja velofaringalne funkcije (Fletcher i dr., 1999). Zaključci istraživanja o korisnosti kliničke primjene nazometrije nisu ujednačeni, pri čemu se u obzir trebaju uzeti i njihove međusobne razlike u metodološkom pristupu. Neki autori smatraju da je nazometriju opravdano provoditi tek u jedinstvu s perceptivnim kliničkim metodama procjene abnormal-

nosti nazalne rezonancije i uz oprez u interpretaciji rezultata (Hardin i dr., 1992; Seaver i dr., 1991), no potvrđeno je da ona može služiti kao pouzdana metoda za kvantifikaciju perceptivnih kliničkih procjena nazalnosti u govoru (Fletcher i dr., 1999).

U procjeni nazalnosti u populaciji osoba s oštećenjem sluha nazometriju su koristili Fletcher i Daly (1976) koji su pomoću TONAR II sustava usporedili nazalnost u govoru 50 osoba s oštećenjem sluha (prosječno oštećenje sluha na boljem uhu 83 dB) i 64 čujuće osobe. Ispitanici s oštećenjem sluha imali su značajno veći prosječni postotak nazalne emisije u govoru, koji je značajno više varirao nego u skupini čujućih ispitanika. Skupina ispitanika s oštećenjem sluha ostvarila je prosječnu nazalnost od 30%, iako su izgovarali ispitni materijal koji je bio potpuno oslobođen nazalnih zvukova ("Zoo Passage"), a čak je 54% njih imalo postotak nazalnosti za više od dvije standardne devijacije veći od prosjeka čujućih ispitanika. Ispitivani su i odnosi između nazalnosti, dobi, spola, stupnja oštećenja sluha i artikulacijskih pogrešaka, no značajnom se pokazala samo interakcija između postotka nazalnosti u govoru i stupnja oštećenja sluha. Autori su zaključili da je visok prosječni postotak nazalnosti u govoru ispitanika s oštećenjem sluha posljedica slabog nadzora govorne produkcije koji dozvoljava nagle provale zvuka kroz nosnu šupljinu, što smanjuje razumljivost njihovog govora stvarajući "...perceptivnu konfuziju uzrokovanu prisutnošću akustičkih tragova koji sličje nazalnim konsonantima u kontekstu u kojem takvih konsonanata zapravo nema." (Fletcher i Daly, 1976; str. 72).

Tatchell i dr. (1991) nazometrom su procjenjivali postotak nazalnosti u govoru 18 ispitanika s različitim stupnjevima oštećenja sluha u odnosu na stupanj oštećenja sluha, dob i različite uvjete slušanja (sa i bez slušnog pomagala i uz korištenje osobnog FM sustava). Među ispitanicima nisu postojale značajne razlike u postotku nazalnosti obzirom na stupanj oštećenja sluha, uvjete slušanja niti dob, ali su velike individualne razlike postojale između ispitanika u istoj kategoriji oštećenja sluha. Autori su zaključili da neuromuskularna kontrola velofaringalnog mehanizma ne ovisi o kratkotrajnim promjenama auditivne

povratne sprege, već vjerojatnije o širem spektru individualnih faktora, kao što su rana stručna intervencija i redovita uporaba slušnog aparata.

Fletcher i dr. (1999) nazometrom su usporedili postotak nazalnosti u govoru 30 gluhe djece u dobi između 8 i 11 godina i njihovih čujućih parova. U odnosu na kontrolnu grupu, grupa gluhe djece imala je značajno veći postotak nazalnosti pri izgovoru teksta koji nije sadržavao nazalne glasove i značajno manji postotak nazalnosti pri izgovoru teksta koji je bio zasićen nazalnim glasovima. Uočene razlike autori su objasnili ograničenjima u kontroli nazalne emisije u ispitane gluhe djece.

Može se, stoga, zaključiti da istraživanja čiji je cilj bio utvrditi fiziološke uzroke hipernazalnosti kao često isticanog obilježja govora osoba s oštećenjem sluha, sugeriraju da je taj perceptivni fenomen posljedica reorganizacije govorne produkcije u odnosu na mogućnost zamjećivanja bitnih akustičkih obilježja govornog signala i stupanj kontrole govorne produkcije. No, još nije jasno o čemu ovise odstupanja nazalne emisije od standarda u toj populaciji. Dosadašnja istraživanja ne upućuju na izravnu povezanost oštećenja sluha i kontrole aktivnosti velofaringalnog mehanizma, već na složenu interakciju između doživljaja govora osoba s oštećenjem sluha kao hipernazalnog i zajedničkog utjecaja više odstupajućih obilježja njihovog govora, od kojih je u tom kontekstu nekoliko autora izdvojilo slabu kontrolu fonacije (Stein, 1980; prema Lock i Seaver III, 1984; Fletcher i Higgins, 1980; Stevens i dr., 1976; Nickerson, 1975) i slabu motoričku kontrolu govorne produkcije predstavljenu sporijim govornim tempom i različitim segmentalnim pogreškama (Fletcher i dr., 1999; Fletcher i Daly, 1976). Slaba kontrola fonacije u osoba s oštećenjem sluha, na koju ukazuju nestandardno visoka osnovna frekvencija (Giusti i dr., 2001; Szkielkowska i dr., 1999; Higgins i dr., 1994; Subtelny i dr., 1980), njezine nepravovremene varijacije (Giusti i dr., 2001; Abberton, 2000; Monsen, 1979; McGarr i Osberger, 1978) i hiperfunktionalan tip fonacije (Szkielkowska i dr., 1999; Arends i dr., 1990), rezultiraju odstupanjima u kvaliteti glasa (Higgins i dr., 1994; Writz i dr., 1981) koja se smatraju sastavnim dijelom mnogih zbunjujućih percep-

tivnih učinaka, pa tako i doživljaja govora osoba s oštećenjem sluha kao hiprenazalnog (Fletcher i dr., 1999; Nickerson, 1975). Kao faktor koji još više pridonosi perceptivnim zabunama spominju se slabo razvijene motoričke govorne vještine u govornika s oštećenjem sluha i tome posljedična loša koordinacija govornih pokreta i sporiji govorni tempo (Fletcher i Higgins, 1980; Fletcher i Daly, 1976). Od dvije iznesene pretpostavke koje se spominju kao objašnjenje česte percepcije govora osoba s oštećenjem sluha kao hipernazalnog, u konzultiranoj literaturi utvrđeno je ispitivanje samo jedne i to samo u jednom slučaju: Fletcher i Daly (1976) ispitali su povezanost između prosječne nazalnosti, brzine govora i broja i vrste artikulacijskih pogrešaka u skupini od 50 djece s oštećenjem sluha, ali se ta povezanost nije pokazala statistički značajnom. Stoga je u ovom radu, uz objektivnu procjenu kontrole nazalnosti u govoru osoba s oštećenjem sluha, ispitana i njezina povezanost s kontrolom fonacije i brzinom govora.

Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je kvantitativno procijeniti nazalnost u govoru ispitanika s oštećenjem sluha i čujućih ispitanika. Realizacija zadanog cilja obuhvatila je: a) kvantitativnu procjenu nazalne emisije u govoru ispitanika s oštećenjem sluha i čujućih ispitanika pri čitanju rečenica s različitom proporcijom nazalnih glasova, b) usporedbu izmjerene prosječne nazalne emisije dvije skupine ispitanika, c) ispitivanje povezanosti između prosječnog postotka nazalnosti i kontrole fonacije u skupini ispitanika s oštećenjem sluha, d) ispitivanje povezanosti između prosječnog postotka nazalnosti i visine osnovnog tona u skupini ispitanika s oštećenjem sluha, e) ispitivanje povezanosti između prosječnog postotka nazalnosti i govornog tempa u skupini ispitanika s oštećenjem sluha i f) ispitivanje povezanosti između prosječnog postotka nazalnosti i stupnja oštećenja sluha.

Svrha realizacije cilja istraživanja bila je stjecanje uvida u način kojim osobe s oštećenjem sluha kontroliraju rad velofaringalnog mehanizma i u njegov odnos s kontrolom drugih elemenata govorne produkcije.

Hipoteze

Realizacija postavljenog cilja istraživanja obuhvatila je provjeru sljedećih hipoteza:

H1. Prosječna količina nazalne emisije u govoru djece s oštećenjem sluha i čujuće djece se razlikuje bez obzira na odsutnost ili prisutnost nazalnih glasova u ispitnom materijalu;

H2. Postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i kontrole fonacije u govoru djece s oštećenjem sluha;

H3. Postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i brzine govora u djece s oštećenjem sluha;

H4. Postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i stupnja oštećenja sluha.

Metode

Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika s oštećenjem sluha činilo je jedanaestero djece u dobi od 8 do 11 godina (prosječna dob 9,2), čiji se prosječni prag čujnosti u području govornih frekvencija na boljem uhu (tablica 1) kretao između 42 dB i 105 dB (prosječni stupanj oštećenja sluha skupine iznosio je 82 dB).

Tablica 1. Prosječni prag čujnosti ispitanika s oštećenjem sluha u području govornih frekvencija na boljem uhu.

Ispitanik	Prosječni prag čujnosti u području govornih frekvencija na boljem uhu
1	90
2	86
3	88
4	105
5	75
6	66
7	42
8	95
9	93
10	72
11	92

Svi su ispitanici bili uključeni u oralni rehabilitacijski program od predškolske dobi, od kada koriste i slušno pomagalo. Intelektualni status svih ispitanika, provjeren uvidom u medicinsku dokumentaciju rehabilitacijske ustanove koju ispitanici pohađaju, bio je u granicama prosjeka ili iznad. Prije snimanja, za svakog ispitanika rehabilitator je potvrdio odsustvo organskih oštećenja vokalnog trakta i bolesti gornjih dišnih putova.

Uzorak čujućih ispitanika činilo je dvanaestero djece u dobi od 7 do 9 godina (prosječna dob 8,4 godine), polaznika dvaju zagrebačkih osnovnih škola.

Mjerni instrumenti i varijable

Za usporedbu kontrole velofaringalne funkcije formiranih skupina djece odabrana su dva maksimalno kontrastna uzorka govora obzirom na ispitivano obilježje govora (nazalnost). Prvi uzorak govora činile su dvije jednostavne proširene rečenice zasićene nazalnim konsonantima, a glasile su: “Ana i Ivan imaju mamu. “ i “Konj poljem nosi Anu.”. Drugi uzorak činile su dvije jednostavne proširene rečenice koje uopće nisu sadržavale nazalne konsonante, a glasile su: “Iva ide u školu. “ i “Luka se igra u sobi. “.

U “zasićenim” rečenicama nazalni konsonanti bili su zastupljeni s 29%, odnosno 26% od ukupnog broja glasova u rečenicama i smješteni u različitim pozicijama u riječima (inicijalno, medijalno i finalno). Pojam “zasićene” odnosi se na oko tri puta veću učestalost nazalnih glasova u ispitnom materijalu u odnosu na razmjernu učestalost nazalnih glasova u hrvatskom standardnom jeziku koja iznosi oko 9,5% (Škarić, 1991).

Na temelju opisanih rečenica formirane su četiri varijable:

1. Prosječni postotak nazalne emisije pri izgovoru prve rečenice zasićene nazalnim glasovima (N1), u %;

2. *Prosječni postotak nazalne emisije pri izgovoru druge rečenice zasićene nazalnim glasovima* (N2), u %;
3. *Prosječni postotak nazalne emisije pri izgovoru prve rečenice koja ne sadrži nazalne glasove* (BN1), u %;
4. *Prosječni postotak nazalne emisije pri izgovoru druge rečenice koja ne sadrži nazalne glasove* (BN2), u %.

Pomoću istih rečenica ispitana je brzina govora, na temelju čega su formirane četiri varijable:

1. *Brzina govora pri izgovoru prve rečenice zasićene nazalnim glasovima* (VRI N1);
2. *Brzina govora pri izgovoru druge rečenice zasićene nazalnim glasovima* (VRI N2);
3. *Brzina govora pri izgovoru prve rečenice koja ne sadrži nazalne glasove* (VRI BN1);
4. *Brzina govora pri izgovoru druge rečenice koja ne sadrži nazalne glasove* (VRI BN2).

Za opis kontrole fonacije odabrane su sljedeće varijable:

1. *Maksimalno trajanje zadržane fonacije* (FON), u sek.;
2. *Prosječni osnovni laringalni ton* (MF0), u Hz.

Za ispitivanje odnosa oštećenja sluha i prosječne nazalnosti pri izgovoru ispitnog materijala odabrana je varijabla:

1. Stupanj oštećenja sluha (SOS), u dB.

Mjerenje količine nazalne emisije izvršeno je pomoću sustava Tiger NasalView, DRS Inc. Sustav se sastoji od držača za glavu, separacijske ploče s mikrofona, prijenosnog dvokanalnog predpojačala i pratećeg računalnog programa za komunikaciju eksternog dijela sustava s osobnim računalom. Pojačalo izvršava kalibraciju mikrofona i pojačanje ulaznih signala. Procesirani signali iz pojačala stižu u računalo ulaznim desnim (oralnim) i lijevim (nazalnim) kanalom. Obrada pristiglih signala uključuje mogućnosti računanja

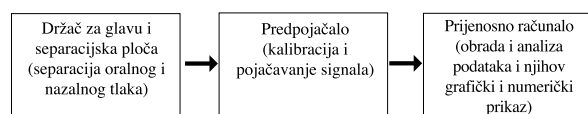
postotka ili indeksa nazalnosti, spektrografske analize, LPC analize, analize osnovne laringalne frekvencije i intenziteta signala te grafički prikaz rezultata. Pomoću NasalView sustava neposredno su dobiveni podaci o prosječnoj nazalnoj emisiji svakog ispitanika, prosječnoj osnovnoj laringalnoj frekvenciji u govoru i trajanju produžene fonacije, a posredno podaci o brzini govora pojedinog ispitanika. Potrebno je spomenuti da, za razliku od Nazometra, sustav NasalView posjeduje širok opseg opcija analize govornih signala, koji je omogućen visokom frekvencijom uzorkovanja i rješavanjem pojasnih spektralnih ograničenja kako bi analiza uključila i visoke frekvencije u signalu (Huang i Awan, 1998).

Način prikupljanja i obrade podataka

Snimanja uzoraka govora izvršena su pojedinačno. Snimanja čujućih ispitanika odvijala su se u kabinetima dvije zagrebačke osnovne škole, a ispitanika s oštećenjem sluha u prostorijama za individualnu audiorehabilitaciju rehabilitacijske ustanove koju pohađaju. Prije početka snimanja svakom je ispitaniku objašnjen postupak snimanja te mu je pruženo određeno vrijeme da se upozna s ispitnim materijalom. Rečenice su ispitanicima prezentirane čitanjem, a oni su ih ponavljali. Za vrijeme ispitne situacije svi ispitanici s oštećenjem sluha koristili su osobna slušna pomagala. Svaki ispitanik ispitni je materijal izgovarao uspravno sjedeći za radnim stolom. Najprije su izvršena snimanja izgovora rečenica zasićenih nazalnim konsonantima, zatim rečenica koje nisu sadržavale nazalne konsonante, a zatim snimanja tri pokušaja zadržane fonacije vokala /a/. Snimanje izgovora pojedinih rečenica je prema potrebi ponovljeno, a u analizu snimljenog materijala uključene su najbolje izvedbe ispitnih zadataka pojedinog ispitanika. Također, pri izvođenju zadatka zadržane fonacije vokala /a/ kao vrijeme maksimalne zadržane fonacije uzeto je najduže vrijeme izmjereno u tri pokušaja.

Snimanja govornih uzoraka izvršena su sustavom Tiger NasalView, DRS Inc. direktno na prijenosno računalo Acer TravelMate, 260 (slika 1). Prije svakog snimanja pojedine komponente sustava bile su prilagođene potrebi ispitanika (držač za glavu i položaj separacijske ploče) te je izvršena kalibracija signala.

Slika 1. Shematski prikaz sustava NasalView i njegove interakcije s računalom.



Prosječni postotak nazalne emisije u govoru ispitanika izračunat je pomoću NasalView sustava pripadajućim programom za akustičku analizu kao omjer nazalnog (n) i ukupnog ($n + o$) zvučnog tlaka izraženog u postotku prema formuli:

$$\frac{n}{n + o} \times 100$$

Osim prosječnog postotka nazalnosti, istim je programom za svakog ispitanika izračunata standardna devijacija prosječnog postotka nazalnosti u govoru, minimalni i maksimalni postotak nazalnosti u govoru i prosječna vrijednost osnovne frekvencije pri izgovoru rečenica. Maksimalno vrijeme fonacije vokala /a/ dobiveno je istim programom izolacijom početka i kraja zadržane fonacije na oscilogramskom prikazu u svakom od tri pokušaja izvedbe tog zadatka i očitavanjem najdužeg trajanja na X-osi iz oscilogramskog prikaza. Trajanje izgovora četiri rečenice izmjereno je na isti način, dok je brzina govora svakog ispitanika izračunata kao prosječan broj izgovorenih slogova u sekundi, uključujući stanke (Škarić, 1991).

Statistička obrada izvedena je korištenjem programa Statistica for Windows, 4.5, a uključila je deskriptivnu analizu, analizu korelacija i testiranje razlika u prosječnim rezultatima skupina t-testom.

Rezultati i diskusija

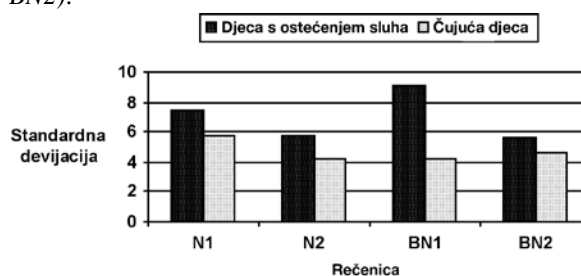
U tablici 2 prikazani su prosječni rezultati, standardne devijacije i minimalni i maksimalni rezultati dvije skupine ispitanika na svim promatranim varijablama, kao i rezultati njihove usporedbe t-testom.

U obje skupine djece prisutnost nazalnih konsonanata u ispitnom materijalu odrazila se u porastu postotka nazalnosti i obrnuto. Čini se da su promjene ispitnog materijala uzrokovale sustavne promjene u količini emitirane nazalnosti u obje skupine ispitanika.

Prosječna nazalnost bila je podjednaka u obje skupine djece pri izgovoru rečenica s nazalnim konsonantima. Razilaženje prosječnih rezultata pojavilo se pri izgovoru rečenica koje nisu sadržavale nazalne konsonante: djeca s oštećenjem sluha pri izgovoru rečenica bez nazala u prosjeku su imala 12.23% (N1), odnosno 11.55% (N2) veću nazalnu emisiju. Petoro od jedanaest ispitanika s oštećenjem sluha (45%) imalo je prosječan postotak nazalnosti pri izgovoru prve rečenice bez nazala preko dvije standardne devijacije viši od prosjeka ispitane čujuće djece. Pri izgovoru druge rečenice bez nazala, čak sedmero od jedanaestero ispitane djece s oštećenjem sluha (64%) imalo je prosječan postotak nazalnosti preko dvije standardne devijacije viši od prosjeka ispitane čujuće djece.

Čujuća su djeca pokazala veću varijabilnost postotka nazalne emisije pri izgovoru nazalnih rečenica, a djeca s oštećenjem sluha pri izgovoru rečenica bez nazala. No, djeca s oštećenjem sluha u svakom su slučaju pokazala veće varijacije postotka nazalnosti u izgovoru nego čujuća djeca (grafikon 1).

Grafikon 1. Vrijednosti standardne devijacije prosječnog postotka nazalnosti za dvije skupine ispitanika pri izgovoru rečenica s nazalnim konsonantima (N1 i N2) i rečenica bez nazalnih konsonanata (BN1 i BN2).



Obzirom na stupanj oštećenja sluha, u rezultatima mjerenja prosječne nazalnosti među ispitanicima su uočljive znatne razlike. Protivno očekivanom, rezultati su se porastom stupnja oštećenja sluha grupirali bliže prosjeku čujućih

Tablica 2. Prosječni rezultati (*M*), standardne devijacije (*SD*) te minimalni i maksimalni rezultati (*Min* i *Max*) mjerenja količine nazalne emisije pri izgovaranju rečenica s nazalima (*N1* i *N2*) i bez nazala (*BN1* i *BN2*), trajanja zadržane fonacije (*FON*), visine osnovnog laringalnog tona (*MF0*) i brzine govora pri izgovaranju rečenica s nazalnim konsonantima (*VRI N1* i *VRI N2*) i rečenica bez nazalnih konsonanata (*VRI BN1* i *VRI BN2*) za skupinu ispitanika s oštećenjem sluha i skupinu čujućih ispitanika. Varijable na kojima je *t*-testom utvrđena statistički značajna razlika među skupinama na razini značajnosti od $p < .000$ označene su *.

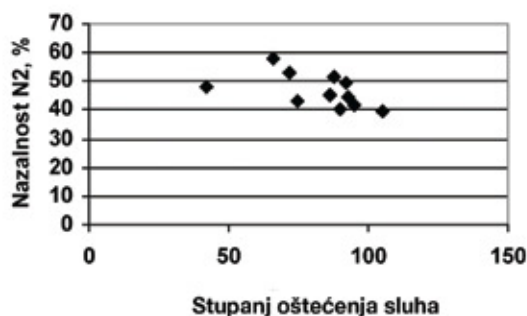
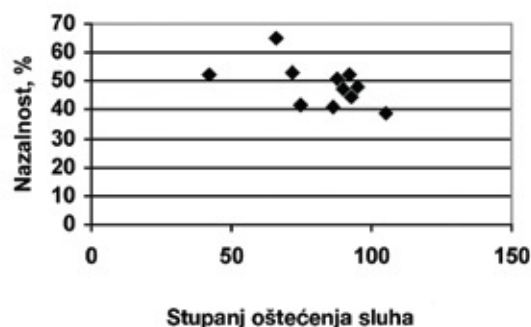
	Djeca s oštećenjem sluha				Čjuća djeca				t	p
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max		
N1 (%)	48.64	7.46	38.57	65.28	47.05	5.75	41.75	61.96	.577	.569857
N2 (%)	46.80	5.77	39.92	57.92	43.27	4.27	38.49	52.89	1.678	.108105
BN1 (%)	37.14	9.06	29.97	59.43	24.91	4.22	17.72	35.95	4.214	.000390*
BN2 (%)	37.19	5.65	29.89	47.92	25.64	4.60	19.67	36.76	5.400	.000023*
FON (sek)	8.03	5.99	3.25	22.8	11.83	2.07	7.78	15.42	1.610	.122401
MF0 (Hz)	273.79	35.17	220.71	351	253.55	24.65	215.92	294.27	-2.066	.051340
VRI N1	3.06	.657	1.66	4.17	5.06	.718	3.70	5.88	-6.948	.000001*
VRI N2	2.28	.620	1.37	3.33	3.69	.552	2.92	5.00	-5.763	.000010*
VRI BN1	3.08	.706	1.35	3.89	6.17	1.00	4.12	7.00	-8.468	.000000*
VRI BN2	2.86	.770	1.48	4.44	6.11	.931	4.21	7.27	-9.058	.000000*

ispitanika pri izgovoru sve četiri rečenice. Djeca s višim stupnjevima oštećenja sluha pri izgovoru rečenica s nazalnim glasovima ostvarila su postotak nazalne emisije koji je bio bliži prosjeku čujuće djece. Za razliku, dijete s najmanjim stupnjem oštećenja sluha ostvarilo je nazalnu emisiju koja je najviše odudarala od prosjeka čujuće skupine (grafikoni 2-5). Slično se primjećuje i pri izgovoru rečenica bez nazalnih glasova, ali tu su razlike među djecom s različitim stupnjevima oštećenja sluha jasnije, odnosno grupiranje rezultata obzirom

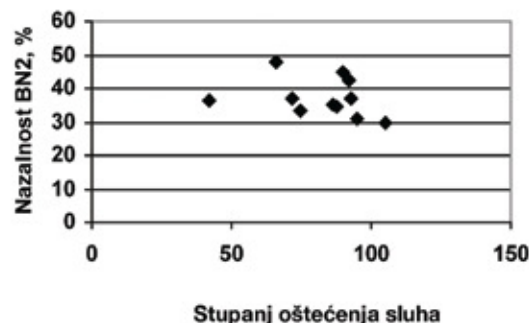
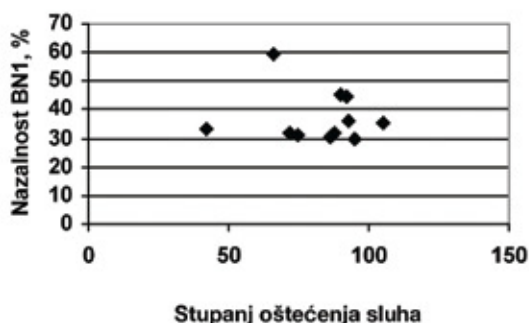
na stupanj oštećenja sluha manje je izraženo.

Djeca s oštećenjem sluha imala su kraće trajanje zadržane fonacije, uz veću varijabilnost rezultata. Može se primijetiti da je najduže trajanje maksimalne fonacije zabilježeno u skupini djece s oštećenjem sluha, te da je iznosilo 22 sekunde, što je 7 sekundi više od maksimalnog rezultata u skupini čujuće djece. Osnovni laringalni ton u govoru čujuće djece bio je u prosjeku oko 20 Hz niži nego u skupini djece s oštećenjem sluha. Također, djeca s oštećenjem sluha imala su

Grafikoni 2 i 3. Prosječna nazalnost pri izgovoru rečenica s nazalima (*N1* i *N2*) u odnosu na stupanj oštećenja sluha.



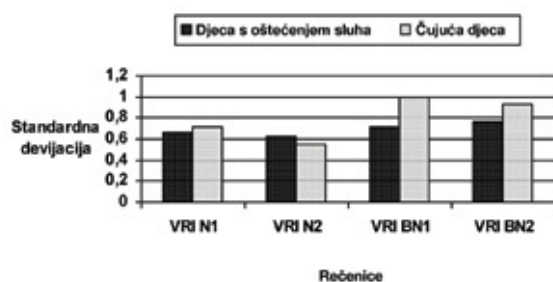
Grafikoni 4 i 5. Prosječna nazalnost pri izgovoru rečenica bez nazala (BN1 i BN2) u odnosu na stupanj oštećenja sluha.



veće raspršenje rezultata na ovoj varijabli i znatno veći prosječan raspon unutar kojeg se kretala vrijednost osnovne laringalne frekvencije – on je u skupini čujuće djece bio za oko 50 Hz manji.

Brzina govora kojom su djeca s oštećenjem sluha izgovarala četiri rečenice bila je između dva i tri sloga u sekundi, za razliku od čujuće djece koja su rečenice s nazalnim konsonantima izgovarala brzinom od tri do pet, a rečenice bez nazalnih konsonanata brzinom od šest slogova u sekundi. Prosječna brzina govora djece s oštećenjem sluha za sve četiri rečenice nalazila se preko dvije standardne devijacije ispod prosječne brzine govora ispitane čujuće djece. Veća dosljednost u govornom tempu u skupini djece s oštećenjem sluha (grafikon 6) može biti objašnjena uvježbanim govornim obrascem koji se razvio i stabilizirao dugogodišnjom rehabilitacijom slušanja i govora.

Grafikon 6. Vrijednosti standardne devijacije brzine govora za dvije skupine ispitanika pri izgovoru rečenica s nazalnim konsonantima (VRI N1 i VRI N2) i rečenica bez nazalnih konsonanata (VRI BN1 i VRI BN2).



Razlike u prosječnim rezultatima između skupina ispitanika pokazale su se statistički značajnima na razini od $p < .000$ na varijablama koje opisuju prosječan postotak nazalnosti pri izgovoru rečenica koje ne sadrže nazalne konsonante te na varijablama koje opisuju brzinu artikulacije (tablica 2). Na ostalim promatranim varijablama dvije se skupine ispitanika nisu statistički značajno razlikovale.

U tablici 3 prikazani su rezultati analize korelacija prosječne nazalne emisije i prosječnog maksimalnog trajanja zadržane fonacije, prosječne visine osnovnog tona i prosječne brzine govora u skupini djece s oštećenjem sluha. Njihova je međusobna povezanost bila niska i statistički neznčajna na razini značajnosti od $p < .05$. Rezultati analize međusobnih relacija stupnja oštećenja sluha i prosječnog maksimalnog trajanja zadržane fonacije, prosječne visine osnovnog tona i prosječne brzine govora (tablica 4) također pokazuju nisku povezanost među promatranim varijablama, koja nije bila statistički značajna.

Dvije su se skupine ispitanika značajno razlikovale pri izgovoru rečenica bez nazala - djeca s oštećenjem sluha ostvarila su značajno veći postotak nazalnosti u situaciji u kojoj bi nazalna emisija trebala biti na niskoj razini. Izražena nazalna rezonancija ispitane djece s oštećenjem sluha izmjerena pri izgovoru rečenica bez nazalnih konsonanata ukazuje na ograničenje njihove sposobnosti da razinu nazalne emisije svedu na onu izmjerenu u ispitane čujuće djece. Iako ne statistički značajna, to potvrđuje i veća prosječna razina nazalnosti u skupini djece s oštećenjem sluha pri izgovoru rečenica s nazalima. Drugim

Tablica 3. Korelacije prosječne nazalne emisije pri izgovoru rečenica s nazalnim konsonantima (N1 i N2) i rečenica bez nazalnih konsonanata (BN1 i BN2), prosječnog osnovnog laringalnog tona (MF0), prosječnog trajanja zadržane fonacije (FON) i prosječne brzine izgovora pojedine rečenice (VRI N1, VRI N2, VRI BN1 i VRI BN2) na razini značajnosti od $p < .05$.

	MF0	FON	VRI N1	VRI N2	VRI BN1	VRI BN2
N1	-.46	-.47	.33	-.07	.04	.40
N2	-.48	-.51	.32	-.16	.27	.43
BN1	-.33	.06	-.22	-.25	-.57	-.17
BN2	-.29	-.21	-.40	-.47	-.53	-.22

Tablica 4. Korelacije stupnja oštećenja sluha (SOS) i prosječne nazalne emisije pri izgovoru rečenica s nazalnim konsonantima (N1 i N2) i rečenica bez nazalnih konsonanata (BN1 i BN2), prosječnog osnovnog laringalnog tona (MF0), prosječnog trajanja zadržane fonacije (FON) i prosječna brzina izgovora pojedine rečenice (VRI N1, VRI N2, VRI BN1 i VRI BN2) na razini značajnosti od $p < .05$.

	MF0	FON	N1	N2	BN1	BN2	VRI N1	VRI N2	VRI BN1	VRI BN2
SOS	-.09	.54	-.53	-.52	-.10	-.28	-.19	-.32	-.28	-.58

riječima, kvantitativnom analizom nazalnosti utvrđen je značajno veći postotak nazalne emisije u govoru među djecom s oštećenjem sluha što ukazuje na razlike u kontroli nazalne rezonancije između ispitanih govornika s oštećenjem sluha i čujućih govornika. Ovi su rezultati u slaganju s rezultatima ranijih istraživanja (Fletcher i dr., 1999; LaPine i dr., 1992; Tatchell i dr., 1991; Fletcher i Daly, 1976), u kojima su ispitanici s oštećenjem sluha ostvarili veći prosječni postotak nazalne emisije u govoru nego čujući ispitanici.

Rezultati ispitivanja kontrole fonacije upućuju na slabu kontrolu motorike larinksa u ispitane djece s oštećenjem sluha koja se očituje u smanjenoj kontroli zračne struje izdisaja i prisutnosti napetosti pri glasanju koja povisuje osnovnu laringalnu frekvenciju u govoru, što u skladu s ranijim navodima u literaturi (Giusti i dr., 2001; Clement i dr., 1996; Higgins i dr., 1994; Arends i dr., 1990; Subtelny i dr., 1980). Povišenje osnovne frekvencije djelomično je povezano s povećanjem subglotskog tlaka koji istovreme-

no, ukoliko je prolaz zračnoj struji kroz nosnu šupljinu zatvoren, utječe na povećanje intraoralnog tlaka (Higgins i dr., 1994). Međutim, iako su u prosjeku imala višu osnovnu frekvenciju nego čujuća djeca, pri izgovoru rečenica bez nazala ispitana su djeca s oštećenjem sluha istovremeno ostvarila manji intraoralni tlak jer su imala veći postotak nazalnosti. Dakle, napetost grkljana koegzistirala je s manjim intraoralnim tlakom, što nije uobičajeno jer otvoren prolaz zračnoj struji kroz nos opušta grkljan i čini glasnice mlohavijima (Škarić, 1991). Moguće je da napetije glasnice djeci s oštećenjem sluha olakšavaju kontrolu glasanja te da se ta napetost zadržava i u situaciji kada je nosna impedancija treba umanjiti. Uobičajena recipročna međuovisnost aktivnosti grkljana i velofaringalnog mehanizma ovdje je izostala jer fonacijska obilježja djece s oštećenjem sluha nisu bila u značajnoj korelaciji s dobivenim prosječnim postocima nazalnosti.

Neobični fonacijsko-rezonancijski odnosi u govoru djece s oštećenjem sluha imaju barem

tri implikacije: a) ispitana djeca s oštećenjem sluha fonaciju su kontrolirala slabije, ali ipak približno dobro kao ispitana čujuća djeca, vjerojatno zahvaljujući jačoj proprioceptivskoj povratnoj sprezi nastaloj uslijed povećanja napetosti miškulature grkljana; b) obzirom na visoke postotke nazalnosti pri izgovoru rečenica bez nazala, djeca s oštećenjem sluha nisu primijenila sličan način podrške kontroli velofaringalnih pokreta; c) obilježja fonacije ispitane djece s oštećenjem sluha sugeriraju da su ona mogu ostvariti ispravnu biomehaničku reakciju na ispitne zadatke na fonacijskoj razini, ali da ona ne pridonosi adekvatnosti velofaringalne aktivnosti.

Fletcher i Higgins (1980) navode mogućnost da sporiji govorni tempo reducira velofaringalnu aktivnost, no ovdje dobiveni rezultati upućuju na suprotno. Broj slogova u sekundi pri izgovaranju zadanih rečenica u skupini djece s oštećenjem sluha bio je statistički značajno manji u odnosu na čujuću skupinu. Ipak, to se nije odrazilo na količinu nazalne emisije u govoru, budući da je analiza korelacija pokazala njihovu nisku povezanost. Prema tome, slabija opća motorika govora ispitane djece s oštećenjem sluha predstavljena značajno manjom brzinom govora u odnosu na ispitanu čujuću djecu nije bila odgovorna za pronađene postotke nazalnosti jer ta dva obilježja njihove govorne produkcije nisu bila pod međusobnom utjecajem.

Budući da su ekstremna odstupanja nazalnosti od prosjeka čujuće skupine ostvarili ispitanici s najnižim stupnjevima oštećenja sluha, ne može se smatrati da je stupanj oštećenja sluha direktno odgovoran za količinu emitirane nazalne rezonancije. Na to ukazuje i umjerena, ali statistički neznajna povezanost nazalnosti i stupnja oštećenja sluha. Isti podatak ranije su iznijeli Tatchell i sur. (1991), koji su smatrali da su postotak nazalnosti i njegova izražena varijabilnost među ispitanicima s oštećenjem sluha pod jačim utjecajem individualnih faktora kao vremena u kojem je nastupila stručna intervencija i redovite uporabe slušnog aparata, nego samog stupnja oštećenja sluha.

Verifikacija hipoteza

U ovom su istraživanju postavljene četiri hipoteze. Na temelju analize prikupljenih podataka, prva se hipoteza (H1) kojom je pretpostavljeno da se prosječna količina nazalne emisije u govoru djece s oštećenjem sluha i čujuće djece razlikuje bez obzira na odsutnost ili prisutnost nazalnih glasova u ispitnom materijalu može djelomično prihvatiti jer su u prosječnoj količini nazalne emisije između skupina djece na zadanoj razini značajnosti od $p=.000$ utvrđene razlike samo pri izgovoru rečenica koje nisu sadržavale nazalne glasove. Budući da analizom prikupljenih podataka u skupini djece s oštećenjem sluha na zadanoj razini značajnosti od $p=.05$ nije utvrđena povezanost između prosječne količine nazalne emisije i kontrole fonacije, govornog tempa i stupnja oštećenja sluha, ostale se postavljene hipoteze – druga hipoteza (H2) kojom je pretpostavljeno da postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i kontrole fonacije u govoru djece s oštećenjem sluha, treća hipoteza (H3) kojom je pretpostavljeno da postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i brzine govora u djece s oštećenjem sluha te četvrta hipoteza (H4) kojom je pretpostavljeno da postoji povezanost između kontrole nazalne rezonancije i stupnja oštećenja sluha - ne mogu prihvatiti.

Zaključak

Djeca s oštećenjem sluha su kao skupina pokazala značajno veću nazalnu emisiju nego čujuća pa se općenito može zaključiti da redukcija auditivne kontrole govorne produkcije može imati limitirajući učinak na kontrolu velofaringalne aktivnosti. S druge strane, činjenica da su ispitana djeca s oštećenjem sluha kao skupina bila uspješna u praćenju fonetski određenih promjena u ispitnom materijalu ukazuje na njihov potencijal da rehabilitacijom slušanja i govora steknu određenu razinu kontrole velofaringalne aktivnosti putem: a) utilizacije preostalog sluha u frekventijskom području gdje se akustički, a dijelom i auditivno, koncentrira najvažnija komponenta obilježja nazalnosti (200 Hz - 300 Hz; Škarić, 1991; Vuletić, 1987) ili b) razvoja kompenzacijskih mehanizama

koji će im to omogućiti. Obzirom na znatne individualne razlike među ispitanicima s oštećenjem sluha, čini se da ta razina velofaringalne kontrole koju osoba s oštećenjem sluha rehabilitacijom može doseći izravno ne ovisi o stupnju oštećenja sluha (štoviše, nazalna emisija u neke ispitane djece s višim stupnjevima oštećenja sluha odgovarala je prosjeku rezultata skupine čujuće djece), niti o kontroli pojedinih drugih dimenzija govorne produkcije koje su ovdje ispitane (fonacije ili brzine govora), već prije o ukupnoj preciznosti koordinacije govorne produkcije

određene individualnim osobinama govornika s oštećenjem sluha. Budući da su svi ispitanici s oštećenjem sluha od rane dobi uključeni u isti edukacijski i rehabilitacijski program, među tim su individualnim faktorima vjerojatno najvažniji konfiguracija preostalog sluha i uspješnost njegova iskorištavanja (učinak slušnog pomagala, redovitost njegovog korištenja i vid interpersonalne komunikacije), ali to je tek potrebno utvrditi budućim istraživanjima tvorbe i kontrole obilježja nazalnosti u populaciji osoba s oštećenjem sluha.

Literatura

- Abberton, E (2000). Voice Quality of Deaf Speakers (u) Kent, R. D. i Ball, M. J. Voice quality measurement. Singular Publishing Group, San Diego, California, USA.
- Arends, N., Povel, D. J., Van Os, E., Speth L. (1990). Predicting voice quality of deaf speakers on the basis of glottal characteristics. *Journal of Speech and Hearing Research* 33 (1), 116-22.
- Clement, C. J., Koopmans-van Beinum, F. J., Pols, L. C. W. (1996). Acoustical characteristics of sound production of deaf and normally hearing infants. *Proceedings ICSLP96, Fourth International Conference on Spoken Language Processing, Philadelphia. Institute of Phonetic Sciences, Amsterdam, Online Publications. Retrieved 15 December 2005 from <http://www.fon.hum.uva.nl/IFA-publications/ICSLP96/ICSLP96.html>.*
- Fletcher S. G., Mahfuzh, F., Hendarmin, H. (1999). Nasalance in the Speech of Children with Normal Hearing and Children With Hearing Loss. *Journal of Speech-Language Pathology* 8, 241-248.
- Fletcher, S. G., Higgins, J. M. (1980). Performance of children with severe to profound auditory impairment in instrumentally guided reduction of nasal resonance. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 45, 181-194.
- Fletcher, S. G., Daly D. A. (1976). Nasalance in utterances of hearing-impaired speakers. *Journal of Communication Disorders* 9(1), 63-73.
- Giusti, M. C., Padovani, M. M. P., Behlan, M., Granato, L. (2001). The Hearing-Impaired Children Voice, E.N.T. Brazilian Society Official Publication 67 (1), 29-35.
- Hardin, M. A., Van Demark, D. R., Morris, H. R., Payne, M. M. (1992). Correspondence between Nasalance Scores and Listener Judgments of Hypernasality and Hyponasality. *Cleft Palate-Craniofacial Journal* 29 (4), 346-351.
- Higgins, M. B., Carney, A. E., Schulte, L. (1994). Physiological Assessment of Speech and Voice Production of Adults With Hearing Loss. *Journal of Speech and Hearing Research* 37, 510-521.
- Huang, D. Z., Awan N. S. (1998). *Dr. Speech User's Guide, Ver. 4. Tiger DRS, Inc.*
- LaPine P. R., Stewart, M. G., Settle, S. V., Brandow, M.(1992). Examining teh Effects of Amplification on the Nasalance Ratios of Hearing Impaired Children. *Folia Phoniatica* 44, 19-85-193.
- Lock, R. B., Seaver III, E. J. (1984). Nasality and velopharyngeal function in five hearing impaired adults. *Journal of Communication Disorders* 17 (1), 47-64.
- McGarr, N., Osberger, M. J. (1978). Pitch deviancy and intelligibility of deaf speech. *Journal of Communication Disorders*, 11, 237-247.
- Monsen, R. B. (1979). Acoustic qualities of phonation in young hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, June; 22 (2): 270-88. Nasometer II, 6400. Retrived 02 December 2005 form <http://www.kayelemetrics.com/Product%20Info/6400/6400.htm>
- Nickerson, R. S. (1975). Characteristics of the Speech of Deaf Persons. *The Volta Review*, 77, 6, 342-363.
- Seaver E. J., Dalston, R. M., Leeper, H. A., Adams, L. E. (1991). A Study of Nasometric Values for Normal Nasal Resonance. *Journal of Speech and Hearing Research* 34, 715-721.
- Seaver III, E. J., Andrews, J. R., Granata J. J. (1980). A radiographic investigation of velar positioning in hearing-impaired young adults. *Journal of Communication Disorders* 13 (3), 239-247.
- Stevens, K. N., Nickerson, R. S., Boothroyd, A., Rollins, A. M. (1976). Assessment of nasalization in the speech of deaf children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19, 393 – 416.
- Subtelny, J. D., Whitehead, R. L., Orlando, N. S. (1980). Description and evaluation of an instructional program to improve speech and voice diagnosis of hearing impaired. *Volta Review*, 82, 85-95.
- Szkielkowska, A., Maniecka-Aleksandrowicz, B., Dolecki, J. (1999). Voice rehabilitation in children fitted with hearing aids. *Central and East European Journal of Oto-Rhino-Laryngology and Head and Neck Surgery*, Vol. 4, no 1 (13).

- Škarić, I. (1991): Govorna signalizacija, II dio. U: Babić, S., Brozović, D., Moguš, M., Pavešić, S., Škarić, I., Težak, S. Povijesni pregled, glasovi i oblici hrvatskoga književnog jezika. Globus, Nakladni zavod, HAZU, Zagreb.
- Tatchell, J. A., Stewart, M., Lapine, P. R. (1991). Nasalance measurements in hearing-impaired children. *Journal of Communication Disorders* 24 (4), 275-285.
- Writz, S. L., Subtelny, J. D., Whitehead R. L. (1981). Perceptual and spectrographic study of Tense Voice in normal hearing and deaf subjects, *Folia Phoniatica*, 33 (1): 23-36.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF NASAL EMISSION DURING PRONUNCIATION FOR THE HEARING IMPAIRED CHILDREN AND NORMALLY HEARING CHILDREN

Abstract

In this paper, comparison of the results of quantitative assessment of nasal emission produced during pronunciation of sentences with and without nasal consonants was carried out for the group of hearing impaired children (N=11) and the group of normally hearing children (N=12) by using NasalView system. The relationship between nasal emission, phonation characteristics, speech tempo and pure tone average was also observed. Average nasalance percent during pronunciation of sentences without nasal consonants differed significantly between the two groups of children, as well as the average speech rate, but no general relationship was found between nasalance scores, vocal pitch control, speech tempo and pure tone average. The results suggest that the ability of observed children with hearing loss to control velopharyngeal activity is limited, but present, and that it does not depend on the level of phonation control or the control of the speech rate, but rather on individual factors (quality of residual hearing and the successfulness in its use). It is also evident that observed children with hearing loss have certain potential to develop or improve the control of velopharyngeal activity in the process of speech and hearing rehabilitation.

Key words: *nasalance, hearing loss, speech tempo, phonation*