

AKUSTIČKE KARAKTERISTIKE GLASA DJECE S DOWNOVIM SINDROMOM

NATALIJA BOLFAN - STOŠIĆ • MLADEN HEĐEVER

primljeno: studeni '98.
prihvaćeno: svibanj '99.

Poznato je da djeca s Downovim sindromom imaju drugačije karakteristike glasa od djece normalne populacije. Najčešće se njihov glas opisuje kao promukao, hrapav, dubok i sl. U ovom smo istraživanju proveli akustičku analizu glasa 8 ispitanika s Downovim sindromom prosječne dobi 11 god. i 4 mj., te 10 ispitanika kontrolne skupine prosječne dobi 10 god. i 6 mj. Svi su ispitanici imali zadatak da što duže foniraju glas A. Napravljena je spektralna analiza na analizatoru frekvencija u realnom vremenu (Brüel & Kjaer, Type 2123), a mjereno je maksimalno vrijeme fonacije, frekvencija i intenzitet osnovnog laringealnog tona, intenziteti prvih sedam harmonika, razina šuma između harmonika, i na kraju jitter vrijednosti (kolebanje frekvencije osnovnog laringealnog tona). Akustička analiza i statistička obrada podataka pokazali su da djeca s Downovim sindromom imaju značajno nižu frekvenciju osnovnog laringealnog tona, pojačanu razinu šuma između harmonika (prvog i drugog, trećeg i četvrtog, te četvrtog i petog harmonika), te povećane varijacije osnovnog tona.

UVOD

Za ovu populaciju djece postoji ozbiljan nedostatak istraživanja sa područja glasa. Prvo što nam "zapne za uho" slušajući glas osobe s Downovim sindromom jest nizak i hrapav glas, ali i on se međusobno razlikuje unutar same skupine djece s Downovim sindromom. Odgovor na pitanje koje su to razlike ne nalazimo u literaturi, stoga je cilj ovog rada usmjeren na taj problem. Moran (1986) navodi da su na osnovu produženih samoglasnika skupine s Downovim sindromom, slušači (normalna populacija) uspjeli otkriti osobe s Downovim sindromom po rezonantnim karakteristikama njihovih glasova. Isti autor navodi hipernazalnost kao značajnu karakteristiku glasa kod ovih osoba. Kirk (1962) smatra da postoje različite forme govornih oštećenja kod hendikepirane djece koje se mogu kretati od potpune nesposobnosti za govor do jedva primjetnih artikulacijskih poremećaja. Uzroci su mnogobrojni po istom autoru, i vrlo često povezani s drugim defecitima kao što su mentalna retardacija, gluhoća, ili cerebralna paraliza. Biondi i suradnici (1990) zaključuju da što je veći stupanj mentalne retardacije, Fo vrijednosti su više.

CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Svrha ovog istraživanja je usmjerena na otkrivanje i utvrđivanje akustičkih karakteristika glasa dječaka s Downovim sindromom u odnosu na skupinu dječaka bez oštećenja. Očekuju se razlike između skupina u sljedećim osobinama glasa:

- oscilacijama titranja glasnica (jitter vrijednosti)
- frekvenciji i intenzitetu osnovnog laringealnog tona
- intenzitetima prvih sedam harmonika i razini šuma između harmonika
- maksimalnom vremenu fonacije u sec.

Cooper (1974) zaključuje da prenizak glas je otprilike u 90% slučajeva od 2000 funkcionalnih i organskih oštećenja. Poremećene rezonantne karakteristike najbolje se uočavaju u području viših harmonika koji ukazuju na osobine rezonatora: kakav je oblik i napestost rezonantskih šupljina, položaj i oblik artikulacijskih organa i sl.

Mjerenje vremena fonacije je najjednostavniji klinički test koji daje uvid u laringealno-respiratorno funkcioniranje.

Dr.sc. N. Bolfan-Stošić je asistent, a dr.sc M. Heđever docent na Odsjeku za logopediju ERF-a

O sve većoj upotrebi mjerenja promjena periodiciteta ili inteziteta vibriranja glasnica za vrijeme fonacije, a isto tako i mjerenja razine šuma da bi se otkrila laringealna patologija, pišu različiti autori i opisuju ove parametre kao korisne pokazatelje varijacija karakteristika glasa (Horii, Y., 1979., Crystal, T.H., 1970., Emanuel, F.W., 1973., Wendahl, R.W., 1963.).

METODE RADA I NAČIN PROVOĐENJA ISPITIVANJA

Uzorak

U ovom smo istraživanju proveli akustičku analizu glasova na dva uzorka školske djece iste kronološke dobi : 8 ispitanika s Down sindromom, umjerene retardacije, prosječne dobi 11 god. i 4 mj., te 10 ispitanika kontrolne skupine prosječne dobi 10 god. i 6 mj. u posebnim i redovnim osmogodišnjim školama u Zagrebu. Ispitanici su izabrani po vrsti oštećenja koje je od nadležnih struč-

njaka dijagnosticirano kao takvo (izabrani su ispitanici s Downovim sindromom umjerene retardacije s IQ od 35 do 49; Sparks (1981), navodi podatak o pojavnosti djece s Downovim sindromom - 1:600). Naglasak je bio na istoj kronološkoj dobi djece, i to u životnom razdoblju kada još nisu prisutni padovi osnovnog laringalnog tona. Uzorak su sačinjavala školska djeca kod koje su već prisutne razlike glasa po spolu, stoga su izdvojeni samo dječaci, a i njih je bilo u većem broju. Svi ispitanici imali su zadatak da što duže foniraju glas A, nakon udaha, tri puta s prekidima za odmor.

U svrhu objektivne procjene osobitosti glasa, odabrane su sljedeće varijable (Tablica 1)

Mjerni instrumenti

U svrhu objektivne procjene glasa primijenili smo akustičku analizu glasova pomoću Real-time Frequency Analyzer, 2123. Dječji glasovi snimljeni su na magnetofonsku vrpcu sa koje se i vršila akustička analiza.

Tablica 1 Opis i način kodiranja varijabli

AMAX	MAKSIMALNO VRIJEME FONACIJE "A" (s)
AHZ	FREKVENCIJA OSN. LARING. TONA (Hz)
ADB	INTENZITET OSN. LARING. TONA (dB)
ABRSTU	BROJ STUPACA OKO FO > 40dB
ŠUM1DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU FO i H1 (dB)
H1DB	INTENZITET 1. HARMONIKA (dB)
ŠUM2DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H1 i H2 (dB)
H2DB	INTENZITET 2. HARMONIKA (dB)
ŠUM3DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H2 i H3 (dB)
H3DB	INTENZITET 3. HARMONIKA (dB)
ŠUM4DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H3 i H4 (dB)
H4DB	INTENZITET 4. HARMONIKA (dB)
ŠUM5DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H4 i H5 (dB)
H5DB	INTENZITET 5. HARMONIKA (dB)
ŠUM6DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H5 i H6 (dB)
H6DB	INTENZITET 6. HARMONIKA (dB)
ŠUM7DB	PROSJEČNA RAZINA ŠUMA IZMEĐU H6 i H7 (dB)
H7DB	INTENZITET 7. HARMONIKA (dB)
FRIKS	MAKSIMALNO VRIJEME FRIKCIJE "S"
FRIKZ	MAKSIMALNO VRIJEME FRIKCIJE "Z"
ZHDB	INTENZITET HARMONIČNOG DIJELA SPEKTRA "Z" (dB)
ZŠDB	INTENZITET ŠUMNOG DIJELA SPEKTRA "Z" (dB)

Tablica 2

VARIJABLE	ARIT. SREDINA KONTROLNA	ARIT. SREDINA DOWN	T-VRIJED.	DF	P	N KON.	N. DOWN	SD KON.	SD DOWN	F-OMJER VARIJANC	P VARIJANC
AMAX	12.05	1.87	9.47	16	.0000	10	8	2.731	1.457	3.510	.1119
AHZ	252.20	200.50	2.86	16	.0111	10	8	21.128	52.216	6.107	.0150
ADB	70.56	66.21	1.63	16	.1224	10	8	5.498	5.773	1.102	.8706
ABRSTU	1.60	8.62	-13.15	16	.0000	10	8	.699	1.505	4.638	.0368
ŠUM1'DB	34.71	40.70	-1.76	16	.0974	10	8	6.967	7.427	1.136	.8381
H1DB	64.63	61.95	1.20	16	.2448	10	8	5.862	2.423	5.854	.0295
ŠUM2'DB	31.49	40.97	-2.51	16	.0228	10	8	8.318	7.424	1.255	.7814
H2DB	66.72	62.62	1.20	16	.2450	10	8	8.175	5.569	2.155	.3238
ŠUM3'DB	37.41	45.90	-1.95	16	.0682	10	8	7.410	10.996	2.202	.2680
H3DB	63.93	60.92	.61	16	.5500	10	8	9.919	10.931	1.124	.7678
ŠUM4'DB	37.78	51.97	-4.48	16	.0003	10	8	7.845	4.746	2.732	.1986
H4DB	58.58	62.28	-.79	16	.4390	10	8	10.215	9.356	1.191	.8355
ŠUM5'DB	38.64	44.62	-2.30	16	.0352	10	8	5.154	5.882	1.302	.6960
H5DB	56.97	50.71	1.16	16	.2604	10	8	12.976	8.706	2.221	.3052
ŠUM6'DB	37.22	48.55	-1.53	16	.1440	10	8	6.806	22.204	10.642	.0020
H6DB	48.27	48.35	-.01	16	.9862	10	8	8.718	10.693	1.504	.5563
ŠUM7'DB	33.78	34.23	-.09	16	.9272	10	8	5.233	14.560	7.739	.0066
H7DB	44.33	46.72	-.50	16	.6202	10	8	8.601	11.572	1.809	.4002
FRIKS	8.53	1.38	5.85	16	.0000	10	8	3.418	.355	92.618	.0000
FRIKZ	10.97	1.62	6.63	16	.0000	10	8	3.876	.916	17.901	.0009
ZHDB	77.29	73.53	1.34	16	.1982	10	8	5.779	6.037	1.091	.8812
ZŠDB	62.68	56.28	1.57	16	.1349	10	8	8.586	8.522	1.015	1.0077

Maksimalno vrijeme fonacije

Istraživanja pokazuju da maksimalno vrijeme fonacije najizraženije pokazuje interakciju između laringealne i respiratorne funkcije. Općenito se zna da djeca s laringealnom patologijom imaju kraće maksimalno vrijeme fonacije.

Metode obrade podata

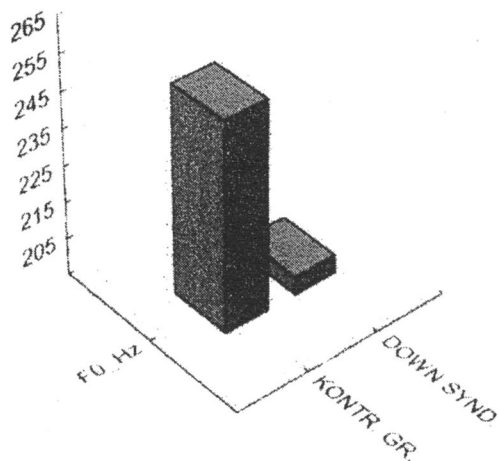
Frekvencijskim analizatorom (Real-time Frequency Analyzer, 2123) dobivene su srednje vrijednosti pojedinih varijabli. Izračunati su osnovni statistici za svaku primijenjenu varijablu, a razlike između skupina utvrđene su t - testom.

REZULTATI I DISKUSIJA

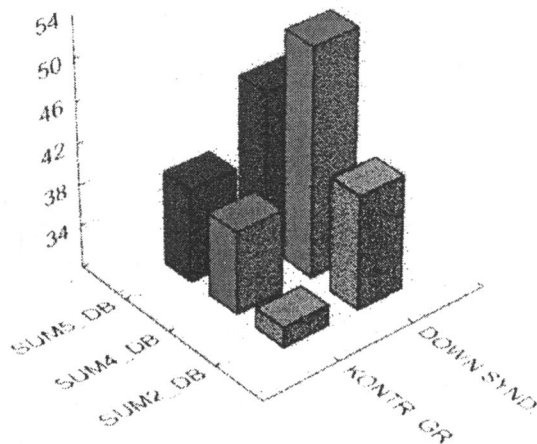
Akustička analiza glasova i statistička obrada podataka (Tablica 2) dobivenih na uzorku djece s Downovim sindromom u odnosu na kontrolnu skupinu djece iz redovne školske sredine istog spola i kronološke dobi pokazuju da djeca s Downovim sindromom imaju značajno nižu frekvenciju osnovnog laringealnog tona - AHZ varijabla (Slika 1), pojačanu razinu šuma između harmonika (prvog i drugog, trećeg i četvrtog, te četvrtog i petog harmonika) - ŠUM2, ŠUM4, ŠUM5 varijable (Slika 2), povećana kolebanja frekvencija osnovnog laringealnog tona (jitter vrijednost) - ABRSTU varijabla (broj stupaca oko osnovnog tona iznad 40 dB), kratko maksimalno vrijeme fonacije - AMAX varijabla i kratko maksimalno vrijeme frikcije - FRIKS i FRIKZ varijable (Slika 3), te povećane intenzitete šumnog dijela spektra u odnosu na harmonični dio spektra glasa /z/. Iako fenomen *dvije osnovne frekvencije* (diplofonija) koji se pojavljuje kod ove djece, nije obrađen u radu kao zasebna varijabla, lako je uočljiv na spektrogramima ove djece (područja označena strelicama na spektrogramima 1 i 2*). Na osnovu dobivenih rezultata prihvaća se postavljena hipoteza.

* Zbog ograničenog prostora prikazana su dva od osam karakteristična spektrograma djece s Downovim sindromom

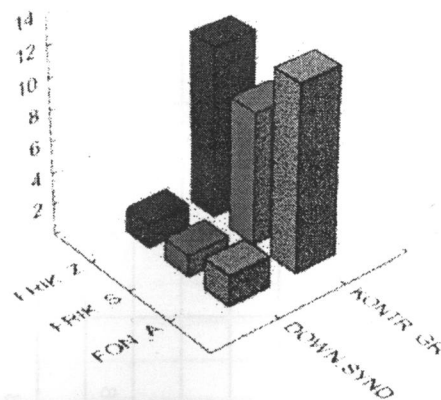
Slika 1. Frekvencija osn. laring. tona - F0 (Hz)



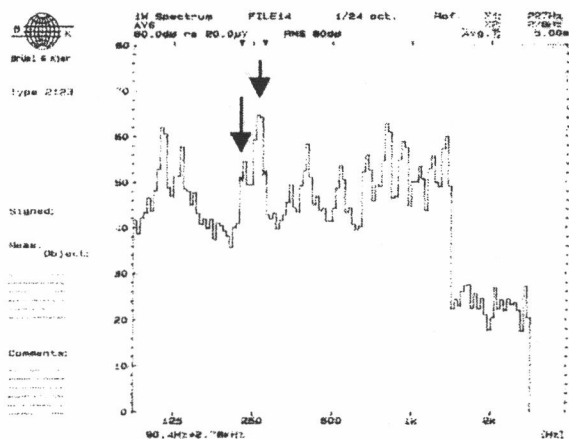
Slika 2. Razina šuma između harmonika (dB)



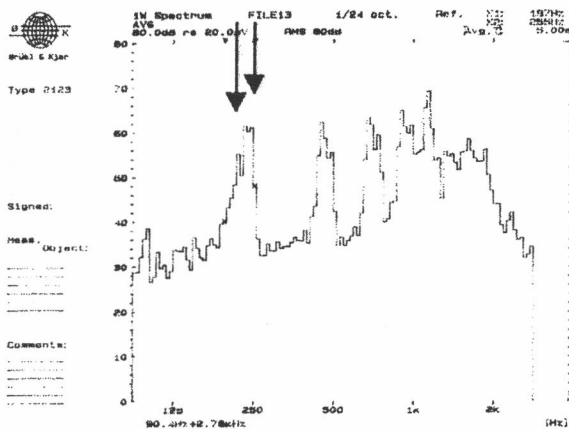
Slika 3. Max. vrijeme fonacije (A) i frikcije (S i Z)



Spektrogram 1. Diplofonija u skup. s Down. sindromom



Spektrogram 2. Diplofonija (Down sindromom)



ZAKLJUČAK

Sparks (1981) navodi karakteristike glasa djece s Downovim sindromom kao slabog, promuklog i niskog glasa. Gibbs (1989) navodi podatak o 242 školske djece s teškoćama učenja koja su u 12% slučajeva imala disfonične glasove. Kirman (1970) konstatira manjak mišićne snage kod djece s Downovim sindromom, što svakako ima utjecaja i na mišićnu napetost fonatornih mehanizama. Prema Biondi i sur. (1990) elektroakustičke karakteristike glasa 200 mentalno retardirane djece su uspoređivane s 200 normalne djece. Dobiveni rezultati pokazuju da mentalno retardirana djeca imaju više vrijednosti Fo-a koje rastu sa manjim IQ; zatim su obje grupe pokazale da Fo pada kako je dijete starije i na kraju su ta djeca pokazala u većem broju alternativne oblike ponašanja glasa poput diplofonije (kao što je i pronađeno u ovom istraživanju), varijacije Fo-a i prisustvo šuma u glasu. Ako po ovom autoru osnovni ton raste s manjim IQ, a pada kako je dijete starije, rezultati ovog istraživanja potvrđuju te navode. Djeca s Downovim sindromom, umjerene retardacije i starije osnovnoškolske dobi, imaju znatno sniženu frekvenciju osnovnog tona u odnosu na svoje vršnjake. Isto tako razlog tome, prema Kirmanu (1970), je smanjena mišićna napetost koja se javlja u ove djece. Prema Yanagihari (1967), te Bolfan (1994) šum u srednjem i višem spektru je česta karakteristika dječjih disfonija. U ovom radu skupine se značajno razlikuju na području oko 800 Hz i 1500 Hz (varijable ŠUM2, ŠUM 4 i ŠUM5). Ovakve rezultate autori objašnjavaju neurofiziološkom nezrelošću mentalno retardirane djece.

LITERATURA

Biondi, S., Zappala, M, Amato, G., Consoli, F., Ferri, R. (1990): Voice fundamental frequency in mentally retarded children, *Brain Dysfunction*, 3, 1-2, 84-92.
 Bolfan-Stošić, N.: (1994): Otkrivanje, prepoznavanje i određivanje poremećaja glasa djece predškolske dobi, Magistarski rad, Fakultet za defektologiju, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
 Cooper, M. (1974): Spectrographic analysis of fundamental frequency and hoarseness before and after vocal rehabilitation, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 39, 286-297.
 Crystal, T. H. (1970): Methodology and results on laryngeal disorder detection through speech analysis, Final Report, June 5, Signatron, Inc., Lexington, Massachusetts.
 Emanuel, F.W. (1973): Spectral noise levels and roughness ratings for vowels produced by males and females, *Folia Phoniat.*, 25, 110 -120.

- Gibbs, D. P. (1989): Prevalence of communication disorders in students with learning disabilities, *Journal of Learning Disabilities*, 22, 1, 66-63.
- Horii, Y. (1979): Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation, *Journal of Speech and Hearing Research*, 22, 5-19.
- Kirk, S. A. (1962): *Educating exceptional children*, Houghton Mifflin Company, Boston.
- Kirman, B. H. (1970): Down's syndrome (u) Wortis, J. (ur) *Mental Retardation*, 57-75, *An Annual Review*, Grune & Stratton, N.Y.
- Moran, M. J. (1986): Identification of down's syndrome adults from prolonged vowel samples, *Journal of Communication Disorders*, 19, 5, 387-394.
- Sparks, S. N. (1981): Speech and language characteristics of genetic syndromes, *Journal of Communication Disorders*, 14, 411-419.
- Wendahl, R. W. (1963): Laryngeal analog synthesis of harsh voice quality, *Folia Phoniat.*, 15, 241-250.
- Yanagihara, N. (1967): Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness, *Journal of Speech and Hearing Research*, 10, 531-541.

ACOUSTICAL VOICE CHARACTERISTICS OF CHILDREN WITH DOWN SYNDROME

ABSTRACT

Children with Down syndrome show different voice characteristics than normal children. Their speech is often characterized by a deep voice with a harsh and hoarse quality. In this research we applied acoustical analyses made by a Real Time Frequency Analyzer, Type 2123 (Bruel and Kjaer). The phonation of the vowel /a/ and the friction of the consonants /s/ and /z/ of 8 boys with Down syndrome and 10 boys without voice pathology was recorded by the Real Time Frequency Analyzer. The boys were aged 11,4 to 10, and they were from ordinary and special institutions in Zagreb. Clinical tests of phonation and friction enable reliable inspection of respiratory-laryngeal interaction. The variables measured in this study were: maximal duration of the vowel /a/ (as a laryngeal measure), maximal duration of the consonants /s/ and /z/ (as a respiratory measure), frequency of fundamental tone, intensity of fundamental tone, as well as variables which describe voice oscillations - number of columns around the fundamental frequency above 40 dB, or jitter, (as an indicator of laryngeal pathology), intensity noise levels in dB between seven harmonics (seven variables), intensity levels of the first seven harmonics in Hz, and finally, variables that measure the highest intensity level of harmonics and noise in the consonant /z/. Generally knowledge in this field of research indicates that people with laryngeal pathology have a shorter time of phonation.

The results of these acoustic analyses and a t-test, obtained using the computer program Statistica for Windows, showed significant differences between the group with Down syndrome and voice disorders and the control group of children in terms of the following: fundamental tone frequency (AHZ), number of columns around the fundamental tone (ABRSTU), noise2, noise4 and noise5 (NOISE2: intensity level between the 2nd and 3rd harmonic; NOISE4: intensity level between the 4th and 5th harmonic; NOISE5: intensity level between the 5th and 6th harmonic) and maximal phonation of the vowel /a/ and friction of consonants /s/ and /z/ (FRIKS, FRIKZ). The differences in acoustical characteristics between the groups are attributed to structural anomalies in the children with Down syndrome and an insufficient obstacle between the nasal and oral cavities. Voice pictures of children with Down syndrome showed "diplophonia", or phenomenon of having two fundamental frequencies.