

노인성 난청인의 음성특성에 관한 연구

이상민, 송철규, 우효창*, 이영복, 김원기

삼성생명과학연구소 입상의공학센터, *삼성서울병원 이비인후·두경부외과

A study on speech analysis of person with presbycusis

S.M. Lee, C.G. Song, H.C. Woo*, Y.M. Lee and W.K. Kim

Biomedical Engineering Center, SAMSUNG Biomedical Institute.

* ORL-HNS, SAMSUNG Seoul Medical Center.

ABSTRACT

In this paper, we evaluated the character of speech of hearing impaired person (HIP) who acquire his hearing loss after the youth. It is usually observed that severe HIP decreased not only speech perception but also vocalization. so there is a need for sensitive and quantitative measures for the assesment of the speech of the HIP to serve both diagnostic and prognosic purposes. 7 HIP and 12 normal hearing person(NHP) were studied with pure tone test and speaking test using word/sentence table which consists of vowel(a:), mono and two syllables and a sentence. we analyzed formant frequency, pitch, sound intensity, speech duration of HIP and NHP speech. According to the results, in the HIP's speech we find that formant frequency was shifted, first-formant prominence was reduced, the dynamic range of sound intensity was decreased, speech duration was prolonged. In the next, we expect the correlation between hearing and speech character of HIP is cleared through analysis of more acoustic parameters and precise selection of HIP group.

청인의 다(多) 음절 말에서 초기 자음(consonant)의 voicing perception 단서에 대한 연구를 하였다[2]. 즉 난청인과 건청인의 다(多) 음절 발성 중에서 유성 자음과 무성 자음 뒤에 발생되는 모음에 대한 기본 주파수 (fundamental frequency), 기식음(氣息音, aspiration) 간격, VOT(voice onset time) 차이를 음향학적으로 분석하였다[3]. Angelocci(1991)은 난청 어린이와 건청 어린이의 말 중에서 모음(vowel)의 스펙트럼 분석, 기본주파수의 크기, 제1~3 포먼트 주파수(formant frequency) 분석에 대한 연구를 하였고 Ryalls(1992)와 Metz(1985)는 난청인 어린이와 건청 어린이의 말소리의 음절길이(syllable duration), 초기 자음의 VOT, 기본주파수(FF), 포먼트 주파수에 대한 연구를 하였다[4]. 이와 같은 연구들은 주로 난청. 어린이를 대상으로하고 있으며 음성교정 같은 재활 목적으로 연구되어왔다. 산업화, 고령화 사회로 감에 따라 각종 소음과 병의 후유증으로 후천적으로 난청 현상을 보이는 후천성 난청인이 꾸준히 늘어나고 있는데[5] 이 후천성 난청인의 난청에 대한 진단적인 판단과 예후(豫後)를 알기 위해서는 아직도 정량적이고 세밀한 분석을 필요로하고 있다. 본 연구에서는 후천성 난청현상이 있는 성인과 정상 청력을 가진 건청인의 말소리에 대한 특성을 분석 하고자 하였다. 후천성 난청인이 가지는 음성의 변화를 객관적인 측정이 가능한 음향 변수들을 통해 조사함으로써 난청으로 인한 음성변화와 난청 특성에 대한 의 평가지표로 활용하는데 최종 목적이 있다.

1. 서론 (Introduction)

청력의 손실이 심하여 소리를 잘 듣지 못하는 현상을 난청이라 하는데 태어날 때부터 혹은 5살 미만일 때부터 심한 난청이 발생한다면 자신의 발성음이나 다른 사람의 말을 알아듣기가 매우 힘들다고 하는데 Monsen(1983)의 연구에 의하면 자기나라의 언어가 무엇이든지 어린아이가 정확한 말을 하기 위해서는 먼저 그말을 정확히 들을수 있어야한다고 하였다[1]. 그러므로 난청 어린이의 말소리를 평가는 종종 단순히 발성법을 교정시키는 것 뿐 아니라 난청을 극복시키는 재활목적으로 활용한다. 즉 난청 어린이 개개인의 auditory perception(AP)분석을 위한 목적으로 평가되기도 하는데 몇몇 연구들이 AP의 객관적인 측정에 대해 행해졌다. Revoile(1981)는 난청인과 건

2. 연구대상 및 방법(Subjects and Method)

2.1 연구대상

연구대상인 피검자들은 후천적으로 난청 증상을 보이는 남성 난청인 7명과 난청 증상이 없는 건청인 13명 (남자8명, 여자5명)을 대상으로 하였다. 노화에 따른 음성변화의 가능성을 줄이기 위하여 난청인 연령범위를 44~55세로 제한하였으며 건청인 연령은 25~ 35세 이다.

2.2 연구방법

기본 검사

피검자들은 인터뷰와 순음 청력 검사를 통하여 음성, 언어 인지력과 난청정도에 대한 평가를 받았다. 각 대상인들의 순음 청력 검사 결과의 평균치를 표 1에

나타내었다.

구분	주파수 [Hz]					
	250	500	1000	2000	4000	8000
난청인(남자,오른귀)	24	27	34	37	45	48
난청인(남자,왼귀)	24	26	32	31	41	50
건청인(남자,오른귀)	6	8	6	7	10	8
건청인(남자,왼귀)	6	5	5	9	13	16
건청인(여자,오른귀)	4	4	6	6	7	3
건청인(여자,왼귀)	5	5	6	8	5	5

표 1. 피검자들의 순음검사에 대한 평균 청력손실
Table 1. Average hearing loss for pure tone test of subjects [dB SPL]

음성수집

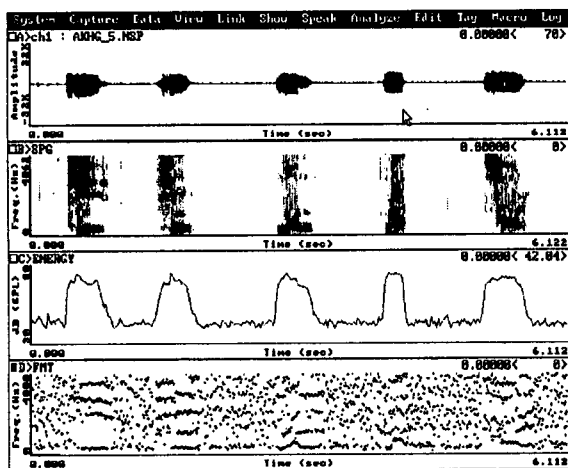
피검자들은 마이크에서 10cm 떨어진 거리에서 편안한 상태로 2초간 모음 /아/ 의 발성을 하였다. 처음에는 자신이 스스로 작다고 느끼는 크기로 발성시키고 다음에 자신 스스로 크다고 여겨지는 크기로 각각 발성시켰다. 또한 1음절 단어표와 2음절 단어표, 시험용 짧은 문장을 정상속도의 보통크기로 읽도록 하였다. 시험에 사용한 단어/문장 표를 표2에 나타내었다.

모음	아 [a:]
1음절	귀, 힘, 논, 맛, 술
2음절	수도, 마포, 학교, 돼지, 접시
문장	우리 나라의 가을은 참으로 아름답다

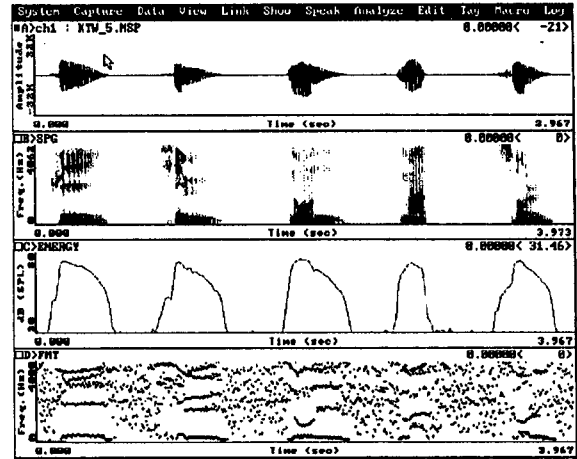
표 2. 음성 시험용 단어/문장
Table 2. Speech test words/sentence

음성분석 방법

음성분석에 이용한 장비는 Kay electric사의 4300B의 CSL program과 MDVP(multidimensional voice program)이다. 수집한 음성샘플에서 포먼트 주파수, 피치(pitch), 음성장도(sound intensity)를 분석하였으며 1음절과 2음절, 문장읽기 시험을 통하여 말의 길이(speech duration)를 검사하여 비교하였다. 그림 1에 난청인과 건청인의 1음절 발성에 대한 분석결과 샘플을 나타내었고 그림 2에 2음절에 대한 분석결과 샘플을 나타내었다.



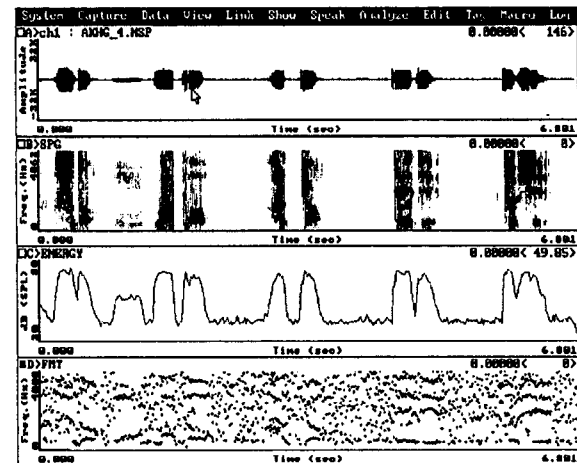
(a) 난청인 경우



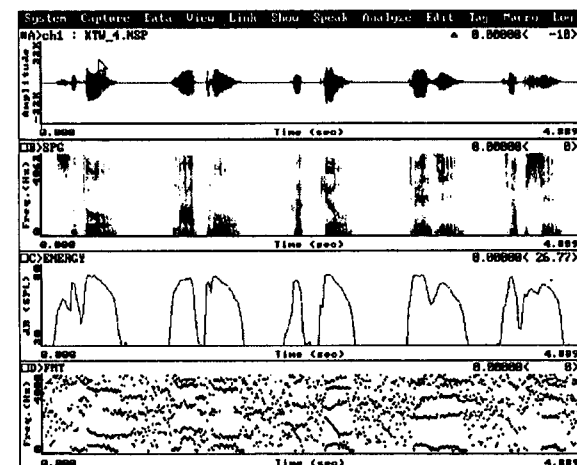
(b) 건청인 경우

그림 1. 1음절 음성 시험 결과 예

Fig. 1. Example of results of 1 syllable test.



(a) 난청인 경우



(b) 건청인 경우

그림 2. 2음절 음성 시험 결과 예

Fig. 2. Example of results of 2 syllable test.

3. 결 과 (Results)

3.1 포먼트 주파수 (formant frequency)

모음/아/에 대한 건청인의 제 1 포먼트 주파수는 676Hz, 제2포먼트 주파수는 1170Hz였는데 난청인의 제 1 포먼트 주파수는 612Hz였고 제2포먼트 주파수는 1361Hz였다. 난청인 경우 제1 포먼트 주파수는 약 64Hz 낮아진데 반해 제2 포먼트 주파수는 191Hz 증가되었다. 또한 제1, 제2 포먼트의 밴드폭이 넓어졌으며 제1, 제2 포먼트 사이에 에너지군이 산재되어 있는 것을 알수 있었다. (표 3 참조)

3.2 피치 (Pitch)

작은 크기 소리의 /아/에 대한 피검자들의 평균 피치는 건청인(남자)이 100Hz, 난청인이 102Hz, 큰소리 /아/에 대한 평균 피치는 건청인(남자)이 106Hz, 난청인이 115Hz 였다. 이 결과만으로는 일반적으로 작은 소리 보다 큰 소리를 발성할 때 피치가 상승하는 현상이 있으므로 피치 변화의 차이가 난청에 의한 영향으로 분석되기는 부족하다. (표 3 참조)

3.3 음성강도(sound intensity)

작은 크기 소리의 /아/에 대한 음성 강도와 큰 소리 /아/에 대한 음성 강도의 차이를 구하였다. 건청인(남자)의 경우 그 차이 평균이 6dB 였는데 난청인의 경우는 평균적 차이가 3.7dB로 건청인보다 작아진 것을 알수 있었다. (표 3 참조)

3.4 말의 길이 (speech duration)

1음절의 경우 피검자들이 5개의 음절을 발성한 시간의 합을 구해보면 건청인(남자)의 경우 2,216ms, 난청인의 경우 2,426ms로서 난청인의 경우 210ms 늘어났으며 가장 많이 늘어난 1음절어는 '맛'으로서 78ms 늘어났다. 2음절의 경우 5개의 단어를 발성한 시간의 합을 구해보면 건청인(남자)의 경우 3,147ms, 난청인의 경우 3,400ms로서 난청인의 경우 253ms 늘어났으며 가장 많이 늘어난 2음절어는 '꽤지'로서 115ms 늘어났다. 문장의 경우 건청인(남자)의 경우 2,403ms 가 소요된 반면 난청인의 경우는 3,146ms 가 소요되어 743ms 늘어난 것을 알수 있었다. (표 4 참조)

표 3에 모음 /아/의 발성에 대한 분석을 정리 하였고 표 4에 1음절, 2음절, 문장에 대한 말의 길이 분석결과에 대하여 정리하였다.

항 목	난청인	건청인(m)	건청인(f)	
포먼트 [Hz]	제 1	612±63	676±54	898±128
	제 2	1361±255	1170±71	1603±178
피치 [Hz]	작은 /아/	102±18	100±11	214±21
	큰 /아/	115±23	106±14	221±21
	차이	13	6	8
음성 강도 [dB]	작은 /아/	68.0±3.12	59.0±3.01	59.9±2.17
	큰 /아/	73.7±2.97	65.0±2.49	65.3±1.16
	차이	3.7	6	5.4

표 3. 모음 /아/에 대한 분석
Table 3. Analysis of vowel /a/

	난청인	건청인(m)	건청인(f)
귀 힘	0.511 ±0.0223	0.463 ±0.0417	0.383 ±0.0274
논	0.533 ±0.0678	0.524 ±0.0632	0.411 ±0.0347
맛	0.523 ±0.0613	0.483 ±0.0399	0.420 ±0.0301
술	0.350 ±0.0830	0.273 ±0.0420	0.262 ±0.0369
수도	0.509 ±0.0242	0.473 ±0.0623	0.415 ±0.0224
마포	0.614 ±0.1696	0.594 ±0.0709	0.562 ±0.0445
학교	0.671 ±0.1000	0.654 ±0.0605	0.638 ±0.0474
돼지	0.697 ±0.0694	0.675 ±0.0811	0.623 ±0.0255
접시	0.724 ±0.1129	0.609 ±0.0957	0.568 ±0.0497
문장	0.694 ±0.0923	0.615 ±0.0765	0.577 ±0.0468
문장	3.146 ±0.6380	2.403 ±0.2194	2.005 ±0.1809

표 4. 말소리 길이 결과 [단위:초]
Table 4. Results of speech duration [unit:sec]

4. 결론 및 고찰 (conclusion and discussion)

음성의 변화는 난청에 의한 원인뿐 아니라 노화에 의해서도 음성의 변화를 보이는데 연령이 고령화됨에 따라 음성발성 기전을 구성하는 호흡계, 후두 및 후두 상부의 구조물이 생리적, 해부학적인 변화를 겪어 호흡기관의 활동이 저하되고 후두 근육의 위축, 성대변형 등의 변화로 음성의 기본 주파수에 변화가 생긴다고 알려져 있다[6]. 본 연구에서는 이러한 노화에 의한 영향을 줄이기 위하여 연령층을 45~55세로 비교적 높지 않은 연령에서 후천적으로 난청 현상이 있는 사람을 대상으로 하였다.

음성 분석 결과 난청인의 경우 제 1 포먼트 주파수가 정상인에 비하여 낮아지며 밴드폭이 넓어지고 제 1과 제 2 포먼트 주파수 사이에 에너지들이 산재되어 제 1, 2 포먼트의 명확성이 떨어지는 것을 알수 있었다. 피치분석의 경우 난청인과 건청인의 경우가 별다른 특징을 보이지 않으며 작은 소리와 큰 소리에 대한 피치 변화는 난청에 의한 영향보다 발성습관 같은 개인적인 차이가 더욱 큰 요소가 되고 있다고 판단된다. 음성강도 시험 결과로부터 난청인의 음성강도의 다이내믹 레인지가 건청인에 비하여 작아진 것을 알수 있다. 이것은 난청인의 청력특성이 가청범위가 협소해진데 기인된 것이라 판단되는데 자신의 청력과 정확한 상관관계에 대한 설명은 더 상세한 시험을 거쳐야 하겠다. 또한 난청인의 말소리 중 모음의 길이가 길어진 것을 알수 있었다. 자음-모음, 모음-자음 요소 사이의 천이시간이 증가되어 전체적으로 1음절, 2음절의 발성길이가 증가하였는데 자신의 발성에 대한 인식이 잘되지 않음으로 발성시간이 길어진다고 여겨지는데 자신의 청력과 상관관계는 더 세밀한 시험이 요구된다. 난청인의 청력과 말소리에 대한 연구는 음성 장애인의 발성법 교정에서 활용될 뿐아니라 난청인의 보청기 같은 보조기기 채용시 반영이 될수 있는 정량적인 파라메타를 도출할 수 있으며 난청의 발전 예후에 대한 예측을 할 수 있으리라 판단되는데 연령과 난청 유형별로 세분화시킨 시험 대상을 선택하여 분석, 평가 한다면 더 좋은 정량적인 결과가 기대된다.

참 고 문 헌

1. Marliyn Y. Chen, " Acoustic parameters of nasalized vowels in hearing-impaired and normal-hearing speakers", Journal of Acoust. Soc. Am., vol. 98, no. 5, pp.2443-2453, 1995.
2. Revoli S, Picker JM, Holden-Pitt LD, Talkin D, Brandt FD., " Burst and transition cues to voicing perception for spoken initials stops by impaired and normal hearing listeners", Journal of Speech Hearing Res., vol. 30, pp.3-12, 1987.
3. Ryalls J, Larouche A, "Acoustic integrity of speech production in children with moderate and severe hearing impairment", Journal of Speech Hearing Res., vol. 35, pp.88-95, 1992.
4. Metz DE, Samar VJ, Schiovetti N, Sitler RW and Whilehead RL, " Acoustic dimensions of hearing impaired speakers intelligibility", Journal of Speech Hearing Res., vol. 28, pp.345-355, 1985.
5. 정기원 외, 1995년도 장애인실태조사, 한국보건사회연구원, 1996.
6. Hoit JD, Hixon TJ, "Age and speech breathing", Journal of Speech Hearing Res., vol. 30, pp. 351-363, 1987.