

최고도이상의 청력손실을 가진 아동의 모음음형대 분석

An Acoustic Analysis of Vowels for Severe-profound Hearing Impaired Children

허 명 진*

Myung-Jin Huh

ABSTRACTS

The severe-profound hearing impaired children have various disorders in everyday communication due to the lack of hearing feedback. Especially, their speech produced unstable voice, omission and distortion of articulation, pitch break, cul-de-sac voice, and so on so that they were difficult to accurately deliver an intended message. This study attempts to analyze the acoustic characteristics of 4 vowel sounds produced by 35 severe-profound hearing impaired children using CSL(Computerized Speech Lab, Model 4300b). The formant data were obtained from the spectrogram and analyzed data by 12 formant filter and auto-correlation among the formants. Results showed that the hearing impaired children's formant values came out very high. They produced the vowels at the mode of hypertension with unstable voice. In order to improve their speech, they would need some adequate auditory feedback.

Keywords : severe-profound hearing impaired, auditory feedback, formant

1. 서 론

일반적으로 사람들은 음성언어로 의사소통을 한다. 음성언어에는 분절적인 요소와 초분절적인 요소로 나누어 우리가 모르는 사이에 인식하고 받아들여지게 된다. 음성언어는 성대에서 나오는 매우 작은 소리가 공명강을 통해 조음기관이 갖는 고유의 공명주파수와 결합되어 말소리를 산출하게 된다. 이 공명주파수는 닫힌 공간에서 공기의 반응인데 소리의 어떤 구성성분은 증폭되고 다른 구성성분은 감소되어 음향적인 에너지의 재분배가 이루어지는 것이다. 성문을 통해 나오는 작은 소리는 구강내 조음기관들의 좁힘점이나 좁힘 정도에 따라 포먼트를 형성하게 된다. 포먼트는 입술의 열고 닫힘, 혀의 높낮이, 혀의 전후방의 수축의 영향을 받게 된다(김기호 외, 2000). 입술의 모양과 혀의 높낮이, 전후방의 움푹입, 경직 등은 조음기관의 상호작용 및 기능과 연결되고, 장기간 반복적으로 산출되면서 습관적인 발성으로 고착될 것이다. 따라서 조음적인 습관은 유아기에 청각적인 피드백을 통해 자기수정이나 교정하며 고착된다. 이것은 건청 아동이 성장과정 중에서 부모와의 대화 속에서 사용하는 언어, 음소, 음률, 억양 등을 모방하고 가능한 유사하게 산출하도록 스스로 수정하여 발성하

* 경북대학교 병원 언어난청 클리닉 근무

는 것으로도 추측할 수 있다. 그러면서 유아들은 사회어를 정확하게 산출할 수 있게 되는 것이다 (Owens, 2001). 다시 말해 인간은 청각적 자극과 유사하게 자발적으로 모방, 수정해가며 음성언어를 산출해 가는 것이다.

일반적으로 사람이 산출하는 음성언어는 매우 폭넓은 주파수를 갖고 있다. 사람이 들을 수 있는 소리는 20에서 20000 Hz의 폭넓은 소리이지만 실제로 언어와 연관된 주파수 영역은 500-2000 Hz이다(허승덕, 2004). 사람이 듣는 소리에 비해 언어와 직접적으로 연결된 소리는 매우 제한된 범위를 알 수 있다. 그러나 제한된 주파수영역의 소리만으로는 말소리의 음운이 갖는 음향적인 자질을 구별할 수 없다. 즉 말소리의 모음의 경우 저주파수 영역에 해당되는데 반해, 자음의 경우 특히 마찰음은 4000 Hz 정도의 고주파수 음소인데 이러한 소리인지 판단하기가 어렵게 된다. 따라서 말소리를 인지하기 위해서는 폭넓은 주파수의 소리를 듣는 것이 매우 중요하다.

그러나 태어나면서부터 최고도 이상의 청력 손실을 가진 아동의 경우에는 폭넓은 주파수 영역의 소리를 듣지 못하게 되고 자연스럽게 제한되거나 왜곡된 음성언어를 모방하게 된다. 이것은 언어모방의 한계와 조음산출이나 조음기관의 상호작용을 저해할 수 있게 되는 것이다. 따라서 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동은 스스로 수정하거나 교정하는 것이 어렵고, 이것은 자발적 언어산출의 한계를 초래하게 된다. 선행연구에서 보고되었듯이 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동이 산출하는 발성은 과긴장성, 중모음화, 목원소리, 과대비음, 공명장애 등 많은 음향적 및 음성적인 문제를 동반하고 있다(Estabrooks & Oliver, 2002; Fant, 1967). 이러한 발성장애를 가진 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동은 적절한 지속적인 청각적 보상이나 청각훈련 및 언어교육을 받는다면 말소리 인지능력이 향상되고(김수진, 1998; 박미혜, 2003) 더불어 음성언어 산출을 증진시킬 수 있을 것이다. 따라서 청각장애아동의 음성언어 산출을 증진시키고 안정된 발성을 하기 위해서는 적절한 청각적 보상과 지속적인 청각적 자극이 필요함을 알 수 있다.

일반적으로 청각장애아동은 보청기를 착용하여 청각적 보상을 받지만, 제한된 소리 증폭과 누가 현상으로 인해 청각장애아동이 가진 잔존청력을 최대한 활용하기란 어렵다. 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동은 왜곡되거나 제한된 음을 듣게 되면서 음성언어 산출시 조음적 오류를 초래하게 된다(이상훈 등, 2006). 그러나 단모음은 자음에 비해 생후 12개월 이전에 나타난다고 하며 모음 사각도에 해당되는 모음들은 15개월 이상이 되면 대부분 완성이 된다(Kent & Read, 1992). 따라서 청각장애아동의 음성언어 지도할 때 최고도 이상의 청력손실을 가지더라도 시각적인 단서로 쉽게 모방할 수 있고 자발적인 산출이 가능하여 발성 훈련시 가장 먼저 지도한다.

따라서 본 연구에서는 보청기를 착용하는 청각장애아동이 산출하는 단순모음을 음향적으로 분석하여 습관적으로 산출하는 음향 특성을 알아보고자 하였다. 그러기 위해서 한국어의 6 가지 단모음들 중에서 모음사각도의 극단부에 위치한 /a, i, u, e/ 음을 중심으로 청각장애아동들의 음향적인 특성을 분석하였고 조음적인 습관패턴과 습관적인 오류를 찾아 개선방안을 찾아보았다

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

청각장애아동이 산출하는 모음특성을 살펴보기 위해 35 명의 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동이 참여하였다. 연구에 참여한 청각장애아동의 평균연령은 7 세 3 개월(SD: 3 세7 개월)이었으며, 경북지역의 제 3 차 병원에서 최고도 이상의 청력손실을 진단 받았다. 실험대상은 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동으로 보청기를 착용하여 청각적 보상 효과를 보지 못하는 아동으로 하였고, 건청아동의 음향적 특성과 비교하지 않았다. 그 이유는 건청 아동의 후두병변에 이상이 없는 아동을 찾기가 어려웠고 정확한 후두병변을 확인하기 위해서는 병원을 방문하여 진단을 받아야 하는 등 시간과 경제적인 문제 때문에 본 연구에서 청각장애아동이 산출하는 모음의 음운적 특성을 최고도 이상의 청력이 손실된 아동만을 대상으로 심도 있게 조사하였다.

본 연구에 참여한 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동들은 다음과 같은 선정기준을 근거로 선별하였다.

- 첫째, 생후 3 개월 이내에 제 3 차 병원에서 진단을 받은 아동이며,
- 둘째, ABR 검사상에서 무반응인 아동,
- 셋째, 순음청력 검사결과 100 dBHL 이상에서 반응을 보인 아동
- 넷째, 보청기를 착용한 아동
- 다섯째, 보청기를 착용하여 어음인지력이 30% 미만인 아동
- 여섯째, CAP(Category of auditory performance)단계가 3 수준에 미치는 못하는 아동
- 일곱째, 다른 수반장애가 없는 아동으로 하였다.

2.2 연구 절차

본 연구를 위해 고심도 청각장애 아동들은 K병원의 음성언어 클리닉을 방문하여 다음과 같은 과정으로 음성샘플을 잡았다.

- 첫째, 검사자가 피험자에게 실험의 전 과정을 설명하였다.
- 둘째, 피험자는 실험이라는 과정으로 긴장할 수 있으므로 이를 감소시키기 위해 실험에 앞서 검사자와 충분한 라포르를 형성하였다.
- 셋째, 피험자의 자발적인 모음 산출을 위해 3-4 번의 연습하였다.
- 넷째, 모음샘플을 녹음하였다.
- 다섯째, 음성샘플을 음성분석기로 분석하였다.

2.3 자료 분석

음성샘플은 Kay Elemetrics Company사의 Computerized Speech Lab의 Model 4300 B를 이용하여 녹음하였다. 샘플 수집시 마이크는 주위의 소음을 배제하고 마이크 바로 앞의 소리만을 잡아내는 단일지향성 마이크를 사용하였다. 음성샘플의 표본비와 포먼트 분석필터차수는 약 20 kHz에 16으로 하였고, 분석방법은 Auto-Correlation방식을 하였다.

이러한 포먼트 분석방법을 통해, 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동의 습관적인 모음 산출을 분석하였고, 이를 통해 청각장애아동의 음운산출 양상을 살펴보았다.

2.4 연구 제한점

본 연구는 모음 샘플을 포먼트로 분석하기 위해 동일한 포먼트 분석방법을 사용하였으므로 포먼트 분석방법을 달리 하였을 경우에는 결과에 다소 차이가 있을 것으로 생각된다.

3. 연구 결과 및 논의

최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동의 포먼트를 통한 음향적 분석하였다. 그 결과는 <표 1>에 제시해 두었다.

표 1 청각장애 아동이 산출한 모음의 주요 포먼트

		평균	표준편차		평균	표준편차	
a	F1	2435.14	1405.16	u	F1	1747.17	1709.43
	F2	6227.96	1340.38		F2	6459.35	1228.10
	F3	8242.16	1249.81		F3	8475.97	1095.75
i	F1	2866.12	1931.81	e	F1	3675.62	2031.91
	F2	6207.50	1386.90		F2	6825.32	1537.74
	F3	8238.98	1246.55		F3	8927.37	910.38

최고도 이상의 청력손실을 가진 아동은 제한된 청각적 보상으로 인해 매우 높은 포먼트 주파수를 가지는 것으로 나타났다. F1은 약 1747 Hz에서 3675 Hz 범위 내에서 넓은 분포되어 있는데 반해 F2는 약 6000에서 7000 Hz 범위를 넘지 않는 것으로 나타났다.

일반적으로 모음을 인지하는데 영향을 미치는 포먼트는 F1과 F2이다. 박종철(1984)은 한국어와 일본어의 단순모음을 갖고 포먼트 분석을 통해 음향적 특성을 제시하였다. 이 연구에서 제시한 /a, i, u, e/ 모음의 포먼트 주파수를 살펴보면, F1이 300 Hz에서 800 Hz 미만 내에서, F2는 1000 Hz에서 약 2500 Hz내에서 나타났다. 이 연구에 참여한 대상은 건청 성인으로 건청 아동들에 비해 기본 주파수가 낮은 것을 고려해야 할 것이다. 따라서 건청 아동이라면 이 주파수에 크게 벗어나지 않은 범위 안에서 평균 포먼트 주파수가 건청 성인보다 높을 것으로 추정할 수 있다(Kent & Read, 2002). 그러나 <표 1>에서 제시된 바와 같이, 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동의 모음 포먼트 주파수는 박종철(1984)의 결과에 비해 지나치게 높았고 각 포먼트 주파수 범주가 다소 다른 것을 알 수 있었다. 일반적으로 선행연구들을 근거로 모음의 각 포먼트 주파수 범주를 살펴볼 때, 각 모음들의 F1 주파수의 차가 1000 Hz를 넘지 않으며, F2는 2000 Hz 정도의 넓은 범주를 볼 수 있었다. 건청인들은 모음을 인지하는데 F2에 대한 F1의 비율로 인지하게 된다(Boers, 1980; Ross et al., 1991). 따라서 F1

의 주파수가 F2에 대한 상대적인 비율에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있다. 그러나 본 연구에서 청각장애아동의 포먼트 분석에서는 다른 양상이 드러났다. 청각장애아동은 모음 /a, i, e/의 F1과 F2 주파수가 매우 높으며 F2에 대한 F1 주파수 비율이 유사하게 나타났다. 이것으로 청각장애아동이 산출하는 모음은 비슷한 공명주파수로 매우 왜곡되고 높은 것을 알 수 있었다.

또한 각 포먼트는 공명강의 좁힘 부위로 인해 조음기관들의 움직임에 파악할 수 있었다. 즉 F1은 인두강의 좁힘유무에 영향을 많이 받고 F2는 혀의 전후에 따른 전강의 공간에 영향을 받게 된다(김기호 등, 2000). 건청 아동은 인두강이 좁혀지면서 혀가 뒤로 당겨지게 되면 F1 주파수가 높아지고 F2 주파수가 내려가게 된다. 이러한 F1과 F2를 가지는 모음은 /a/이고 이와 반대인 모음은 /i/가 된다. 그러나 청각장애아동에게서는 F1이 전반적으로 높지만, 특히 /i/나 /e/의 경우는 /a/보다 더 높고 /u/의 경우에는 입술을 내밀어 공명강이 길어져 F1 주파수가 내려가는 것을 볼 수 있었다. 이것으로 최고도 이상의 청력손실한 아동은 건청아동들에 비해 혀를 인두벽 쪽으로 매우 강하게 당겨 축각적 피드백을 받으며 발성하는 것으로 추정할 수 있다. F2 주파수 역시 전반적으로 매우 높은 포먼트 주파수를 갖고 있으며, 건청인들에 비해 포먼트 주파수폭이 좁다. 이것으로 청각장애아동은 모음을 산출함에 있어 구강내의 전강과 후두강을 적절하게 활용하지 못하는 것을 추정할 수 있다. 결과적으로 청각장애아동은 혀를 뒤쪽으로 당기므로 인해 인두강을 좁혀 발성이 깨끗하지 않으면서 공명강이 울리는 듯한 음성을 산출하고, 조음기관의 과도한 강화로 인해 과대 긴장음화와 과소 비음화로 산출을 초래할 수 있다.

최고도 이상의 청력손실을 가진 아동의 각 모음의 F1과 F2 관계를 분포점으로 도식화하면 <그림 1>과 같다.

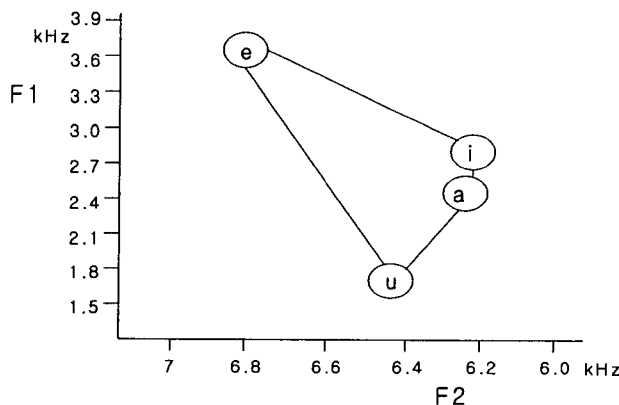


그림 1. 최고도 청각장애아동의 F1과 F2 관계

<그림 1>에서와 같이 건청인들의 F1과 F2 관계와는 다른 그래프를 볼 수 있다. 일반적으로 모음의 F1과 F2는 사각형을 구성하고 있는데, 본 연구의 결과에서는 삼각형에 가까운 것을 볼 수 있었다. 또한 건청인의 모음사각도에서 좌측에는 전설모음이고 우측에는 후설모음으로 나타나지만, 본 연구에서는 전설모음과 후설모음을 구분하기가 어렵다. 또한 F1과 F2의 주파수 범주가 다소 좁고 모여

있었다. 이로 인해 모음의 중모음화를 추정할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 Kent와 Read(1992)의 연구 결과에서도 나타났다. Kent와 Read(1992)는 청각장애아동이 건청 또래들에 비해 매우 좁고 모음 사각도 모양이 가운데로 모여진다고 하였다.

이상의 결과에 근거하여 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동의 안정된 음성언어 산출을 위해서는 몇 가지 치료적 개선방안을 제시해 보았다. 조음적 측면에서 청각장애아동의 제한된 전강활용은 오랜 촉각자극으로 인해 고착되었으므로 혀의 기능을 강화시킬 수 있는 구강운동이 이루어져야 할 것이다. 또한 전강을 활용할 수 있는 음소산출 훈련 및 감각지각 훈련이 필요할 것이다. 음성적 측면에서 불안정한 음성을 조정할 수 있도록 감각지각 훈련 및 총체적인 발성지도가 필요할 것으로 생각된다. 이러한 개선방안은 치료받는 당시에는 효과적으로 이루어지지만 일상생활에서 유지하는 것이 어렵다. 조음 및 음성적 개선 방안을 장기간 유지하기 위해 청각장애아동의 충분한 청각적 보상은 매우 중요하다. 장기간 충분한 청각적 보상을 받는 청각장애아동은 보청기의 착용기간이 경과될수록 안정된 모음을 산출하였다(허명진 등, 2006). 그러나 이것은 청각적 보상이 이루어지는 시점과 보상 정도 및 보상받는 기간에 의해 달라질 수 있을 것이다.

4. 결론 및 제언

최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동이 습관적으로 모음 산출하는 방식을 연구한 결과, 다음과 같은 결론을 제시하였다.

첫째, 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동은 모음의 전반적인 포먼트가 지나치게 높은 것으로 나타났다. 즉 청각장애아동들은 공명강을 강하게 자극하고 자기자극을 받으며 조음을 산출하는 것을 알 수 있었다.

둘째, 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동이 산출한 모음의 포먼트 중에서 F1이 지나치게 높아졌다. 청각장애아동은 인두강을 강하게 좁히면서 발생하는 것을 유추할 수 있으며 이것은 과긴장성 발생과 공명장애를 초래할 수 있을 것으로 생각된다.

셋째, 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동의 모음 사각도 극단에 배치된 모음들은 건청인의 모음사각도와 달리 F1과 F2 주파수대역이 모여 있으며 이것은 중모음화로 산출됨을 알 수 있다. 본 연구는 보청기를 착용한 청각장애아동의 모음 음형대를 통한 음향적 특성을 살펴본 것이다. 본 연구의 문제점을 중심으로 후속연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동을 대상으로 음향분석한 것이다. 경도성 혹은 중도성 청력손실을 가진 청각장애아동들은 보청기를 착용하였을 경우 청각적 보상을 충분히 받게 된다. 이들의 음향적 특성을 포먼트로 분석해 보므로 음운적인 변화에 영향을 미칠 수 있는 청력손실 수준을 파악할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 본 연구는 최고도 이상의 청력손실을 가진 아동들의 모음만을 가지고 분석하였다. 그러나 음성언어는 자음과 모음으로 구성되어 산출되므로 차후에는 청각장애아동이 갖는 자음의 음향 특성이 분석되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김기호, 양병곤, 고도홍, 구희산. 2000. 음성생성II: 말소리의 완성/조음과 음향학. 음성과학. 서울: 한국문화사.
- [2] 김수진. 1998. 인공와우 이식 아동의 전기자극역치 및 역동범위의 변화와 말인지 및 어휘 발달. 대구대학교 박사학위논문.
- [3] 박미혜. 2003. 보청기와 인공와우 사용 청각장애 유아의 초기 청능 및 어휘 발달에 관한 연구. 대구대학교 박사학위 논문.
- [4] 박종철. 1984. 한국어와 일본어의 모음 포먼트 비교 분석. 서울대학교 박사학위논문
- [5] 이상훈, 박미혜, 이달희, 허명진. 2006. 아동청능재활. 경기: 양서원.
- [6] 허명진, 최성규, 이상훈. 2006. "인공와우 착용기간에 따른 청각장애아동의 모음 산출 특성분석," 특수교육학연구 41(4), 21-35.
- [7] 허승덕, 2004. 청각학 제 3판. 부산 : 동아대학교 출판부.
- [8] Boers, P. M. 1980. "Formant enhancement of speech for listeners with sensorinural hearing loss." In *IPO Annual Progressing Report*, No 15 (pp. 21-28), The Netherlands: Institut voor Perceptie Onderzoek.
- [9] Estabrooks, W. & Oliver. J., 2002. *Auditory-verbal Therapy seminar*. Australia: Cochlear Ltd.
- [10] Fant, G. (1967). "Auditory patterns of speech." In W. Wathen-Dun(Ed.) *Models for perception of speech and visual form*, pp. 111-125. Cambridge: MIT Press.
- [11] Kent, R. D. & Read, C. 1992. *The Acoustic analysis of speech*. San Diego: Singular Publishing Group.
- [12] Kent, R. D. & Read, C. 2002. *The Acoustic analysis of speech*. Delmar : Thomson Learning.
- [13] Owens, R. E. 2001. 이승복 역, 2003. 언어발달: 제 5판, 서울; 시그마프레스.
- [14] Ross, M., Brackett, D. & Maxon, A. 1991. "Auditory management principles." *Assessment and management of mainstreamed hearing impaired children; principles and practices*. Austin: Pro-ed.

접수일자: 2007. 5. 2

게재결정: 2007. 5. 30

▲ 허명진

대구 중구 삼덕 2가 50번지 (우: 700-721)

경북대학교병원 언어난청클리닉

Tel: +82-53-420-5780

E-mail: magare@hanmail.net