

모음의 포먼트 변형에 따른 인공와우 이식 아동의 청각적 인지변화

허명진(경북대병원)

<차 례>

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1. 서론 | 2.4 자료처리 |
| 1.1 연구의 필요성 | 3. 연구 결과 |
| 1.2 연구문제 | 3.1 제 1포먼트 변형 |
| 2. 연구 방법 | 3.2 제 2포먼트 변형 |
| 2.1 연구대상 | 3.3 포먼트 변형에 따른 모음인지 |
| 2.2 검사도구 | 양상 |
| 2.3 연구절차 | 4. 논의 |

<Abstract>

Perception Ability of Synthetic Vowels in Cochlear Implanted Children

Myung Jin Huh

The purpose of this study was to examine the acoustic perception different by formants change for profoundly hearing impaired children with cochlear implants. The subjects were 10 children after 15 months of experience with the implant and mean of their chronological age was 8.4 years and Standard deviation was 2.9 years. The ability of auditory perception was assessed using acoustic-synthetic vowels. The acoustic-synthetic vowel was combined with F1, F2, and F3 into a vowel and produced 42 synthetic sound, using Speech GUI(Graphic User Interface) program. The data was deal with clustering analysis and on-line analytical processing for perception ability of acoustic synthetic vowel. The results showed that auditory perception scores of acoustic-synthetic vowels for cochlear implanted children were increased in F2 synthetic vowels compaire to those of F1. And it was found that they perceived the differences of vowels in terms of distance rates between F1 and F2 in specific vowel.

* Keywords : Perception, Formant, Cochlear implanted children, Synthetic vowels

1. 서 론

1.1. 연구의 필요성

정상 아동들은 총체적인 감각기관을 통해 언어습득의 기초가 되는 인지 발달이 이루어진다. 특히 청지각 능력의 발달은 언어습득과 직결된다. 정상 아동이 정상적인 청력을 통해 태어나면서 다양한 환경음과 말소리를 반복적으로 듣게 되고 이 음향신호의 특징을 뇌에서부터 기억하게 되고, 이로 인해 다양한 음향신호를 변별하고 이해하게 된다. 그러나 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동의 경우에는 음향신호를 대뇌까지 전달하고 이해하기란 쉬운 일이 아니다. 현재 국내의 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동은 1000명당 약 4명 정도 출산되는 것으로 보고 되었고[1], 이들의 언어습득을 위해서는 음향신호에 대한 청각적 보상을 받기 위해 오늘날 인공와우가 시행되고 있다.

인공와우는 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동에게 충분한 청각적 보상을 제공해 줄 수 있는 보장구이다. 즉 최고도 이상의 청력손실을 가진 청각장애아동은 감음신경성 청력손실로 내이의 기능이 떨어져 음향신호를 받아들이지 못하게 되는데, 인공와우는 이러한 청각장애아동의 내이에 직접 음향신호를 전기적인 신호로 전환시켜 소리를 전달하는 장치이므로 고심도 청각장애아동에게 충분한 청각적 보상을 제공해 줄 수 있게 된다.

음향신호에 대한 건청 아동의 청각적 인지는 생후 7-9개월 사이에 발달한다. 즉 건청 아동은 정상적인 청각적 인지과정을 통해 음향신호를 조절하고 이야기나 동화를 통해 새로운 정보를 균형 있게 받아들이거나 이미 학습된 정보를 수정하기도 한다. 이와 같은 현상은 말소리의 조직과 확장으로 설명되며, 말소리의 음운적인 표현패턴, 말소리를 처리하는 속도, 그리고 말소리를 기억하는 단기기억력 등과 같은 인식과제의 실현으로 설명된다[2]-[4]. 인공와우 이식 아동 역시 이러한 인식과제를 바탕으로 말소리를 인지할 수 있는 능력을 전제로 한다. 그러나 인공와우 이식 아동은 말소리의 음운 패턴이나 음률적 특성을 쉽게 습득하는 반면 보기가 제시되지 않은 단음절 낱말이나 문자의 인식에는 제한적이다[5]. Tyler와 Moore [6]는 인공와우 이식 아동의 심리음향적 및 음운적 처리 과정이 건청인에 비해 떨어지며, 소음에 노출될 경우에는 자음의 산출 방법, 혀의 위치, 유무성음의 특성에 따른 말소리 인지능력에도 차이가 난다고 하였다. 즉 문맥 속에서 나타나는 낱말의 음운 및 음성적 특성은 목표음소의 위치와 목표음소 주위의 음소들에 따라 음향음성적 특성이 변하게 되는데 인공와우 이식 아동도 이와 같은 특성을 장기간 청각훈련을 통해 인지할 수 있게 된다면 효과적인 말소리의 학습과 기억을 가능하게 할 것이다[7].

그러나 근본적으로 말소리를 인지하는데 있어 인공와우 이식 아동과 건청 아

동은 차이가 있다. 건청 아동은 와우의 기저부에서 첩부까지 길게 분포된 약 18,000개의 유모세포를 이용해서 음향신호를 인지하지만, 인공와우 이식 아동은 삽입된 전극의 수와 전극에 배열된 주파수대에 따라 음향자질을 변별할 수 있다. 인공와우의 전극은 와우의 첩부 끝까지 삽입되지 못하고 와우의 기저부에서 25mm정도까지 삽입되어 음향신호를 전달한다. 따라서 인공와우 이식 아동은 제한된 전극으로 말소리의 음향신호를 받아들이는데 건청인과 달리, 음향자질을 부분적으로 받아들이며 음향신호의 적정 인지 수준이 한계가 있을 수밖에 없다. 이에 대해 Skinner 등 [8]은 인공와우 이식 아동이 제 1포먼트 주파수대에 해당되는 전극의 수를 많이 들을수록 말소리 인지능력이 높다고 하였으며, Välimaa 등 [9]은 두 개의 말소리 음향스펙트럼이 비슷할 경우 변별하기 어렵다고 하였다.

건청인은 모음이 갖는 여러 개의 공명주파수에 근거하여 모음을 인지한다[10]. 공명주파수의 산출은 개개인마다 다르며, 산출되는 말소리의 음향적 자질을 특징짓는다. 즉 말소리에 내포된 임의의 한 음운을 인지하기 위해서는 다양한 음운의 음향자질을 인지하고 있어야 한다. 따라서 인공와우 이식 아동은 다양한 음향자질과 적정수준의 음향신호 범위를 제시하는 다양한 절차와 접근이 요구된다.

그러므로 본 연구에서는 건청인이 인지하는 모음의 포먼트를 변형시켰을 때 인공와우 이식 아동이 모음을 어떻게 인지하는지를 살펴봄으로써, 인공와우 이식 아동이 말소리의 음향적 특성을 인지하는데 인공와우 전극요소와 어음처리방식에 효율적인 변수를 찾을 수 있을 것으로 사료되며, 더 나아가 말소리를 인지하는 청각적 인지변화와 음운에 따른 음향자질을 지도하는데 효율적인 정보를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

1.2. 연구 문제

모음의 포먼트 변형에 따른 인공와우 이식 아동의 모음 인지 변화를 살펴보고자 다음의 몇 가지 문제점을 제시하였다.

첫째, 모음의 제 1 포먼트를 변형시킨 변형모음에 대한 인공와우 이식 아동의 청각적 인지력의 정확도는 어떠한가?

둘째, 모음의 제 2 포먼트를 변형시킨 변형모음에 대한 인공와우 이식 아동의 청각적 인지력의 정확도는 어떠한가?

셋째, 모음의 포먼트를 변형하였을 때 인공와우 이식 아동의 인지모음 패턴은 어떠한가?

2. 연구 방법

2.1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 인공와우를 착용한 지 15개월 된 듣기연령이 동일한 아동이며, 평균 생활연령은 8.4세(표준편차: 2.9세)이고 다른 수반장애는 없었다. 연구대상에 대한 구체적인 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1> 대상자 분포

이름	성별	나이 (만)	듣기연령 (개월)	수술전청력 (ABR)*	수술후 청력**	수용어휘등가 연령***	모음인지능력 (%)
A	여	10	15	무반응	30	8:6-8:11	88.9
B	남	6	15	90	28	3:6-3:11	95.6
C	여	9	15	무반응	31	4:0-4:5	97.7
D	남	6	15	90	27	9세이상	100
E	남	7	15	90	30	5:0-5:5	100
F	여	9	15	무반응	32	6:0-6:5	97.7
G	남	6	15	무반응	30	3:6-3:11	91.1
H	여	7	15	무반응	28	3:0-3:5	71.1
I	남	10	15	무반응	30	3:0-3:5	95.6
J	여	14	15	무반응	30	9세이상	82.2

* 청력이 좋은 귀의 검사결과 : dBHL

** 음장검사를 통한 인공와우를 착용한 귀의 검사결과 : dBHL

*** 그림어휘력검사[11] 결과에 근거한 어휘등가연령

본 연구는 인공와우 이식 아동이 모음의 포먼트 변형에 따른 청각적 인지변화를 실험한 것이다. 이 실험에 앞서 인공와우 이식 아동의 모음인지능력을 살펴보기 위해 말소리 인지검사를 실시하였다. 현재 국내 청각장애아동의 말소리 인지능력을 검사하기 위한 표준화된 검사도구는 없으며, 대부분 자체적으로 제작하여 검사가 이루어지는 상황이었다. 따라서 본 연구자는 청각장애아동의 말소리 인지능력을 검사하기 위해 검사 도구를 제작하였는데, 이 때 청각장애아동의 낮은 어휘 이해력으로 인해 말소리 인지능력을 파악하는 제한점을 없애기 위해 MCDI-K (MacArthur Communicative Development Inventory - Korean)[12] 검사에서 3세 이하의 어휘와 현 국어교과서에서 사용하는 어휘[13], 한국 표준 수용어휘력 검사[14] 도구에서 중복으로 사용하는 어휘 30개를 선택하여 제작하였다. 검사결과처리를 위해 음소별 1점으로 배정하여 정답률을 백분율로 환산처리 하였다. 그 결과, 평균 82.57%(표준편차: 16.23%)이었다. 모음의 인지능력은 말소리 인지검사에서의 모음을

인지하는 정답률을 백분율로 환산 처리한 것이다. 대상아동의 모음인지능력의 결과는 <표 1>에 자세히 제시하였다.

2.2. 검사도구

인공와우 이식 아동의 포먼트 변화에 따른 모음 인지 변화의 차이를 분석하기 위해 먼저 모음 사각도상 뚜렷한 특성이 드러나는 모음 /아/, /우/, /이/, /에/의 F1, F2, F3 주파수를 합성하였고 각 모음의 F1 주파수나 F2 주파수를 변형하였다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

2.2.1. 단순모음

본 연구의 변형모음의 인지실험을 위해 단모음은 건청인이 인지하는 모음의 원음에 가까운 포먼트 주파수와 주파수대역[15]을 기초로 하였고, 그에 따른 구체적인 포먼트 주파수와 주파수대역은 <표 2>와 같다.

<표 2> 원음에 가까운 포먼트 주파수 및 주파수대역

	F1		F2		F3	
	주파수	주파수대역	주파수	주파수대역	주파수	주파수대역
아	800	110	1345	120	2710	120
이	330	150	2520	70	3230	80
우	370	80	730	90	2600	60
에	550	60	2100	90	2900	150

2.2.2. 변형모음

변형모음은 단순모음의 포먼트 주파수를 기초로 하여 변형한 것이다. 즉 F1과 F2 주파수대역을 고려해서 포먼트의 평균 주파수를 조정하였다. 이 때, 소리의 왜곡을 최소화하기 위해 변형하고자 하는 포먼트 주파수가 주위의 포먼트 주파수와 겹치지 않도록 하였다. 변형모음은 Matlab의 ‘Speech GUI(Graphic User Interface)’ 프로그램[16]을 사용하여 각 포먼트가 갖는 주파수대역을 일정하게 두고 주위 포먼트 주파수대역에 미치지 않는 범위 내에서 포먼트의 평균 주파수를 100Hz 간격으로 상하 조정하여 합성하였다. 그러나 모음 /아/의 경우에는 F1과 F2의 간격이 다른 모음들에 비해 근접해 있어 50Hz 간격으로 변형한 주파수를 합성하였다. 자세한 변형모음은 <표 3>에 제시해 두었다.

<표 3> 변형 모음

합성형태	모음			
F1 변형	아	이	우	에
100Hz 하향	+	+	+	+
150Hz 하향	+	-	-	-
200Hz 하향	+	+	+	+
100Hz 상향	+	+	+	+
150Hz 상향	+	-	-	-
200Hz 상향	-	+	+	+
300Hz 상향	-	+	-	+
F2 변형				
100Hz 하향	+	+	+	+
150Hz 하향	+	-	-	-
200Hz 하향	+	+	+	+
300Hz 하향	-	-	-	+
100Hz 상향	+	+	+	+
150Hz 상향	+	-	-	-
200Hz 상향	+	+	+	+
300Hz 상향	+	+	+	+

+ : 변형음

- : 변형안함

변형모음은 600msec 연속음으로 산출하였고, 42개의 변형모음을 CD에 저장하였다. 모음샘플을 컴퓨터와 연결된 스피커로 산출될 때 모음의 포먼트가 유지되는 것을 살펴보기 위해 스피커를 통해 나오는 모음을 음형분석기인 CSL(Computerized Speech Lab, Model 4150)로 재분석하여 확인하였다. 모음샘플은 무작위로 연구대상 아동에게 들려주어 청각적 인지변화를 알아보았다.

2.3. 연구절차

인공와우 이식 아동의 청각적 인지를 측정하기 전에 먼저 연구 대상아동이 느낄 수 있는 검사에 대한 불안감과 긴장감을 없애기 위해 전반적인 실험과정을 설명하였고, 2-3 차례 사전연습을 실시하였다.

연구자는 인공와우 이식아동의 부정확한 발음으로 인해 채점상 오류를 줄이기 위해 인공와우 아동이 인지한 단어를 제시한 모음카드 /아/, /이/, /우/, /에/, /오/, /어/, '모르겠다'에서 선택하게 하였다. 변형모음 샘플의 크기는 음압측정기(Ono Sokki, model; LA-220S)로 70dB Meter에 맞추어 들려주었다. 만약 연구대상이 모음 샘플을 듣지 못하였거나 다시 들려줄 것을 요청할 경우에는 무작위로 제시되는 합성모음 중에서 마지막 순서로 돌려 다시 검사하였다.

2.4. 자료처리

인공와우 이식 아동이 변형모음을 인지하는 정확도를 백분율로 분석하였고, 변형모음을 인지하는 패턴을 분석하기 위해 다차원분석을 하였다. 끝으로 인지하는 변형모음의 패턴을 범주적으로 도식화하여 알아보았다.

3. 연구 결과

인공와우 이식아동은 모음의 제 1 포먼트와 제 2포먼트를 변형하였을 때 각 변형모음의 청각적 인지 패턴을 살펴보기 위해서 인지 정확도를 알아보았고, 변형모음을 인지해가는 양상을 도식화해 보았다. 자세한 결과는 다음과 같다.

3.1. 제 1포먼트 변형

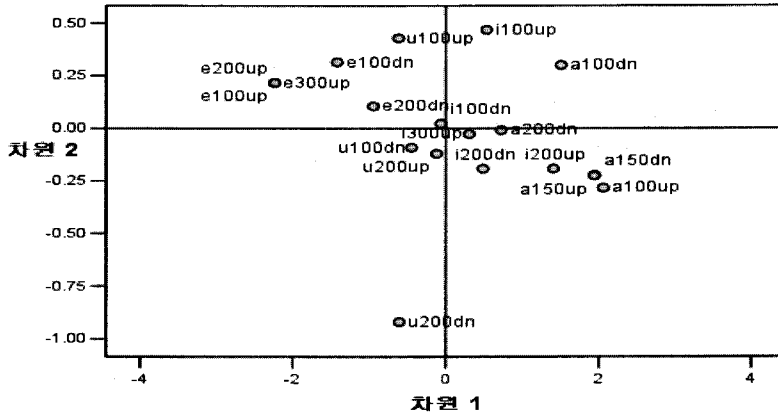
인공와우 이식 아동이 각 모음의 제 1 포먼트를 변형하였을 때 모음을 인지하는 정확도는 <표 4>와 같다.

<표 4> 제 1포먼트 변형된 모음 인지 패턴

		/아/	/우/	/이/	/에/
F1	하향	63.3%	20%	5%	2%
	상향	95%	20%	0%	100%
	전체	76%	20%	2%	68%

인공와우 이식 아동이 모음의 제 1 포먼트를 변형하였을 때 /아/모음의 인지가 가장 높았고, /에/, /우/, /이/ 모음 순으로 나타났다. /아/와 /에/모음의 경우에는 상향한 경우 모음인지가 높았다. /이/모음의 경우 제 1 포먼트를 하향한 경우 모음인지가 높았지만, 그 수치가 매우 미비하므로 /이/모음의 제 1포먼트를 변형하였을 경우 인공와우 이식 아동은 표적모음으로 인지하기 어려워하였다.

인공와우 이식 아동이 변형모음을 인지하는 반응 모음들 간의 근접거리를 측정하여 세부적인 변형에 따른 모음인지 패턴을 분석하기 위해서 다차원 분석하였고, 그 결과는 <그림 1>에 제시되어 있다.



<그림 1> F1변형모음 인지에 따른 유클리디안 거리모형

<그림 1>에서와 같이 다른 모음들에 비해 /아/모음과 /에/모음의 일부 변형모음들이 군집을 형성하는 것을 볼 수 있다. /아/모음의 상·하향과 /에/모음의 상향은 표적모음의 인지가 높았고 <그림 1>에서도 차원 1과 2를 중심으로 뚜렷한 구분을 볼 수 있다. 즉 /아/와 /이/모음은 분명히 다른 모음으로 인지하고 음향학적 특성의 차이를 인식한다고 할 수 있다. /이/모음과 /우/모음은 1차원의 '0'을 중심으로 좌우 분리되어 있지만 뚜렷이 구분은 되지 않는다. <그림 1>을 세부적으로 살펴보면, /아/모음 집단에서 차원 2를 중심으로 다른 변형주파수에 비해 100Hz 하향한 /아/모음이 유독 분리되어 있다. 이것은 인공와우 이식 아동이 /아/ 변형모음들을 인지하는 양상을 살펴보았을 때 대부분의 /아/ 변형모음은 90% 이상 /아/로 인지하였는데, 100Hz 내린 /아/ 변형음은 약 70% 정도 /아/로, 나머지는 /에/ 인지하였다. /우/나 /이/ 변형모음들의 경우에는 차원 1과 2를 중심으로 분포되어 있고 인지하는 모음양상도 다양하였다.

3.2. 제 2 포먼트 변형

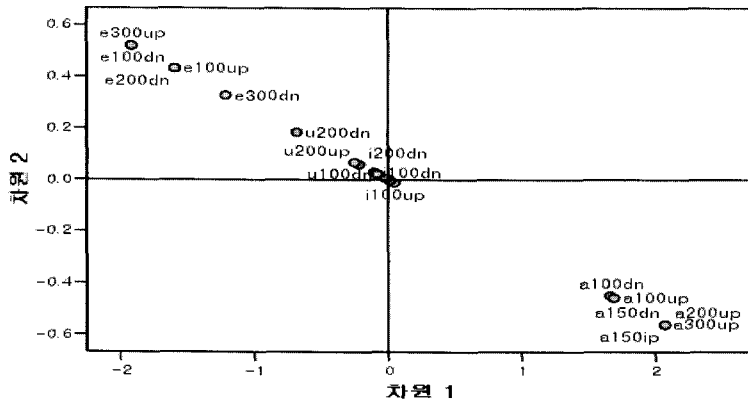
인공와우 이식 아동이 각 모음의 제 2 포먼트를 변형하였을 때 모음을 인지하는 정확도는 <표 5>와 같다.

<표 5> 제 2포먼트 변형된 모음 인지 패턴

	/아/	/우/	/이/	/에/	
F2	하향	85%	55%	5%	76.7%
	상향	92.5%	60%	0%	76.7%
	전체	90%	58%	2%	76.7%

인공와우 이식 아동은 모음의 제 2포먼트를 변형하였을 때 제 1포먼트를 변형하였을 때 보다 전반적으로 높은 인지력을 보였다. 그러나 /이/모음의 경우 인지점수가 동일하였다. 제 2포먼트를 변형하였을 때 전체적으로 모음 /아/가 가장 높은 인지력을 보였고, /에/, /우/, /이/모음순으로 정확도가 나타났다.

각 모음의 변형정도에 따른 모음 인지패턴을 다차원분석한 결과는 <그림 2>에 제시해 두었다.



<그림 2> F2변형모음 인지에 따른 유클리디안 거리모형

모음의 정확도에서 나타난 결과와 같이, 모음의 제 2포먼트를 변형한 <그림 2>가 제 1포먼트 변형한 <그림 1>에 비해 인지하는 모음들간의 구분이 뚜렷하게 나타났다. 이것은 제 2포먼트를 변형시킨 모음을 대부분 표적모음으로 인지하는 것을 알 수 있다. 특히 다른 모음에 비해 변형한 /아/와 /에/ 모음의 음향적 특징을 뚜렷이 구분하였고 /우/와 /이/모음의 경우에는 가운데 섞여 있어 다소 구분이 어렵다. 그래도 /우/모음의 경우 차원 1과 2를 중심으로 /이/모음보다 차원 1의 ‘-’에 위치하며 음향적 특성을 인식하는 것을 볼 수 있다. 그러나 /이/모음의 경우 차원 1과 2의 가운데 ‘0’에 위치하며 다양한 모음으로 인지하였다.

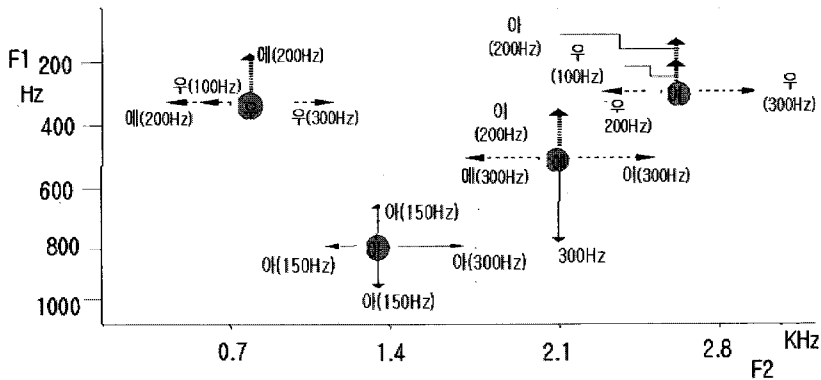
3.3. 포먼트 변형에 따른 모음 인지양상

인공와우 이식 아동이 제 1포먼트와 제 2포먼트를 변형한 모음을 인지하는 모음범주를 살펴보면 <표 6>과 같다.

<표 6> 모음의 주파수 변형에 따른 인지하는 모음양상

		/아/	/어/	/오/	/우/	/이/	/에/	
/아/	F1	상향	95	5	-	-	-	
		하향	63.3	23.3	3.3	3.3	-	6.7
	F2	상향	92.5	7.5	-	-	-	-
		하향	85	15	-	-	-	-
/우/	F1	상향	5	20	20	20	5	30
		하향	15	15	-	20	10	40
	F2	상향	6.7	6.7	20	60	-	6.7
		하향	-	10	10	55	-	25
/이/	F1	상향	30	30	20	6.7	6.7	6.7
		하향	30	-	10	45	10	5
	F2	상향	-	16.7	16.7	66.7	-	-
		하향	20	-	15	70	5	-
/에/	F1	상향	-	-	-	-	-	100
		하향	-	-	-	-	80	20
	F2	상향	-	-	-	-	23.3	76.7
		하향	3.3	-	-	3.3	16.7	76.7

인공와우 이식 아동은 각 모음의 포먼트를 상향 및 하향으로 변형하였을 때 인지하는 양상을 <표 6>에 제시하였다. 전반적으로 /아/모음은 /아/와 /어/로, /에/모음은 /이/와 /에/로 인지하는 것을 알 수 있었고 그 외 /우/와 /이/ 모음의 경우에는 다양하게 분포되었다. 이상의 결과를 좀더 세부적으로 각 변형 주파수별로 인지하는 확률을 살펴보기 위해, 인공와우 이식 아동이 변형모음으로 인지하는 확률이 50%이상인 범주를 도식화해 보았다[17]. 그 결과는 <그림 3>에 제시하였다.



<그림 3> 포먼트 변형에 따른 인지하는 모음범주 도식화

<그림 3>은 인공와우 이식 아동은 제 1포먼트와 제 2포먼트를 변형하였을 때 50%이상 인지하는 모음이다. /아/모음의 경우 포먼트를 변형하더라도 그대로 인지

하는 것을 알 수 있지만 다른 모음의 경우에는 포먼트를 변형정도에 따라 다르게 인지하는 것을 알 수 있었다.

4. 논 의

본 연구는 인공와우를 이식한 청각장애아동이 말소리, 특히 모음의 포먼트를 변형시켰을 때 인지하는 변화를 살펴본 연구이다. 일반적으로 청각장애아동은 인공와우를 착용하게 되면서 점차 말소리 인지능력이 향상된다는 국내 선행연구들이 꾸준히 보고 되고 있다[5][18]. 그러나 이러한 선행연구들에서 청각장애아동의 청각적 인지가 어떠한 식으로 지각되어가는 것인지, 무엇에 영향을 받아 지각되는 것인지에 대한 국내연구는 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 인공와우 이식 아동의 모음 포먼트 변형에 따른 인지력을 살펴보기 위한 것이므로, 인공와우를 이식한 청각장애아동을 선정함에 있어 인공와우 이식한 시기와 말소리 인지능력의 정도가 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 요인을 고려하여 선별하였다[19]. 인공와우를 착용한지 15개월 되었으며, 말소리 인지능력에서 모음인지능력이 70%이상인 아동으로 하였다. 모음의 인지력이 70%의 정확률은 단서가 없는 상황에서 어중이나 어미에 위치한 이중모음과 단모음을 인지한 정답률을 의미하는 것이므로 매우 높은 점수로 판단된다. 또한 모음인지능력에 오답처리가 되는 것은 대부분 이중모음을 단모음화 처리한 경우이므로 대부분의 단모음을 모두 인지하고 있다고 판단해도 무리가 없을 것으로 사료된다. 따라서 본 연구의 실험 샘플모음과 인지하는 모음을 단모음속에서 인지하는 것이므로 모음인지양상을 조사하는데 큰 무리가 없을 것이다. 이러한 결과는 선행보고에서도 뒷받침하고 있는데[7][20][21], 인공와우 이식 아동은 인공와우를 착용한 12개월이면 환경음과 모음은 대부분 인지한다고 하였다. 따라서 본 연구에 참여한 인공와우 이식 아동은 나름대로 모음에 대한 인지능력을 갖고 있는 것으로 판단된다.

인공와우 이식 아동의 모음 인지변화를 살펴보기 위해, 본 연구에서는 모음의 포먼트 주파수를 변형하여 음을 합성하였다. 이때 모음의 포먼트 주파수의 변화량을 100Hz로 하였고 주위 포먼트 주파수와 겹쳐지지 않는 범위 안에서 수정하였다. 이는 모음의 포먼트 주파수를 변형할 경우 포먼트가 서로 겹쳐질 경우 음이 왜곡되어 발생하여 정확한 소리를 판단하기 어렵게 만들기 때문이다[15]. 그러나 모음 /아/의 경우에는 제 1 포먼트와 제 2 포먼트가 너무나 근접해 있어 100Hz의 변화량을 그대로 하였을 경우 실험 샘플이 한 개만 제시되기 때문에 포먼트 주파수 변화량에 따른 분석이 어려워 50Hz로 다른 모음들에 비해 세분화시켰다. 다른 모음의 경우에도 세부적으로 나누어 분리한다면 좀더 의미있는 자료를 제시할 수 있

었을 것으로 판단되지만[22] 실제 세부적으로 나누었을 경우 100개 이상의 샘플이 제시되므로 본 연구 대상이 대부분 청각장애아동임을 고려하였을 때 사실상 어려울 것이다. 또한 모음에 따라 변화량이 달라 실험샘플의 모음수가 달라지는 것은 주파수 변화량을 동일하게 배치하더라도 모음의 포먼트에 의해 소리와곡으로 계속 달라질 것이다. 모음을 인지하는 양상을 파악하는 본 연구에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다[22]. 그러나 차후에는 좀더 모음의 포먼트 주파수 변화량을 세부적으로 나누어 조사해 본다면 인공와우 이식자의 소리 인지 양상을 파악하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

연구결과에서 알 수 있듯이, 인공와우 이식 아동은 제 1포먼트를 변형하였을 때 표적 모음을 인지하는 것이 어려웠고 제 2 포먼트를 변형하였을 때는 제 1포먼트보다 다소 높은 인지력을 보였다. 즉 인공와우 이식 아동은 모음의 제 1포먼트에 근거하여 인지하는 것을 알 수 있다. Skinner 등 [8]의 연구에서도 이러한 결과를 뒷받침하고 있다. Skinner 등 [8]은 인공와우 이식 아동들이 말소리를 인지하는데 있어 제 1포먼트에 해당되는 전극의 수가 많을 경우 말소리 인지력이 매우 향상된다고 보고하였다. 그러나 이 연구에서도 제 1 포먼트에 해당되는 전극의 적정 수에 대해서는 언급하고 있지 않고 있다.

본 연구에서는 인공와우 이식 아동이 모음의 포먼트 변형정도에 따라 인지하는 모음의 양상이 달라졌다. 포먼트 변형에 다른 인지하는 모음 양상은 제 1포먼트와 제 2포먼트의 거리비에 기초하는 것을 알 수 있다. 이 결과는 [22]의 주장에서도 나타난다. 즉 인공와우 이식 아동은 모음의 제 1포먼트와 제 2포먼트의 거리비에 의존해서 인지하는 것을 알 수 있으며, 이러한 모음의 포먼트 간격비에 따른 인지는 인공와우를 통해 모음을 인지하는 포먼트 간격이 모음의 음향적 간격과 매우 유사하기 때문일 것이다[24]. 그렇지만 인공와우 이식 아동이 건청인처럼 모든 소리를 듣는 것은 아니다. 인공와우 전극에 배정된 주파수에서 실제 제 1 포먼트의 일부 주파수대 소리를 듣지 못하고 제 2포먼트 역시 제한된 음향신호만 받아들인다[25]. 이러한 제한된 음향신호를 인공와우로 인식하게 되므로 음향신호를 유사한 스펙트럼이 제시할 경우 혼동을 할 수 있게 되는 것이다[9]. 따라서 차후에는 인공와우 기기가 갖는 제한된 음향신호가 모음 인지 양상에 미치는 영향을 조사하기 위해서 건청인 집단과 비교 연구되어야 할 것이다.

이상으로 인공와우 이식 아동들은 건청인과 유사하게 모음을 인지하는 청각적 인지과정을 갖춰가는 것을 알 수 있었다. 즉 인공와우 이식 아동 역시 건청인과 유사하게 제 1포먼트 변형에 민감하게 반응하며 제 1포먼트 해당되는 전극의 수가 많을수록 모음 인지가 용이하였다. 모음의 각 포먼트 간격이 인공와우 이식 아동의 모음인지에 중요한 단서가 됨을 알 수 있었다. 따라서 본 연구는 청각장애아동이 인공와우를 착용한 후 말소리를 인지해 가는 과정을 이해하는데 중요한 기초 자료로 제공될 수 있을 것으로 사료되며, 향후에는 음향 스펙트럼 대비 및 인

공와우가 갖는 기기장치의 구체적인 요인에 따른 인공와우 이식자의 모음 인지 양상과 모음과 다른 자음의 음향학적 특징을 인지하는데 있어서 인공와우 변인들에 대해 살펴볼 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국보건사회연구원, 2000년도 장애인 실태조사요약. 보건복지부 자료, <http://www.mohw.go.kr/index.jsp>, 2001.
- [2] R. Campbell, "Speech in the head? Rhyme skill, reading and immediate memory in the deaf", In Reisberg, D. (Ed.), *Auditory Imagery*, pp. 73-93, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991.
- [3] J. Leybart, B. Charlier, "Visual speech in the head: The effect of cued speech on rhyming, remembering and spelling", *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, Vol. 1, pp. 234-248, 1996.
- [4] J. Ronnberg, "On the distinction between perception and cognition". *Scandinavian Journal of Psychology*, Vol. 31, No. 2, pp. 154-156, 1990.
- [5] 김수진, "인공와우 이식 아동의 전기자극역치 및 역동범위의 변화와 말인지 및 어휘 발달", 대구대학교 박사학위논문, 1998.
- [6] R. S. Tyler, B. C. Moore, "Consonant recognition by some of the better cochlear-implant patients", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 92, No. 6, pp. 3068-3077, 1992.
- [7] 허명진, 최성규, 이상훈, "인공와우 착용기간에 따른 청각장애아동의 말 인지 능력", *언어치료연구*, 16권, 2호, pp. 77-87, 2007.
- [8] M. W. Skinner, L. K. Holden, T. A. Holden, "Effect of frequency boundary assignment on speech recognition with the SPEAK speech-coding strategy", *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, Vol. 10 (Suppl. 166), pp. 307-311, 1995.
- [9] T. T. Välimaa, T. K. Määttä et al., "Phoneme recognition and confusions with multichannel cochlear implants: Vowels", *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, Vol. 45, pp. 1039-1054, 2002.
- [10] 최성규, *한국표준어음변별력검사*, pp. 13-23, 도서출판 특수교육, 1996.
- [11] 김영태 외, *그림어휘력 검사*, 서울장애인종합복지관, 1995.
- [12] 배소영, *영유아기 언어 및 의사소통 진단평가와 치료교육의 최근 동향 : MCDI와 CSBS의 한국 적용*, 한국언어청각 임상협회, 제 14회 전문요원 교육. 한학문화, 2003.
- [13] 김광해, "국어교육용 어휘와 한국어교육용 어휘". *국어교육*, 111권, 한국국어교육연구회, pp. 255-291, 2003.
- [14] 최성규, *한국표준수용어휘력검사*, 한국언어치료학회, 2002.
- [15] 양병곤, "합성한 한국어 단모음의 지각실험연구", *언어*, 20권, 3호, pp. 127-146, 1995.
- [16] D. G. Childers, *Speech Processing and Synthesis Toolboxes*, pp. 12-30. New York: John Wiley & Son, Inc., 2000.
- [17] P. C. Loizou, O. Poroy, "Minimum spectral needed for vowel identification by normal

- hearing and cochlear implant listeners". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 110, No. 3, pp. 1619-1627, 2001.
- [18] 박미혜, "보청기와 인공와우 사용 청각장애 유아의 초기 청능 및 어휘 발달에 관한 연구". 대구대학교 박사학위논문, 2003.
- [19] S. J. Staller, R. C. Dowell et al., "Perceptual abilities of children with the Nucleus 22-channel Cochlear implant". *Ear and Hearing*, Vol. 12, No. 4, pp. 34-47, 1991.
- [20] T. Lenarz, A. Lesinski-Schiedat et al., "Cochlear implantation in children under the age of two: the MHH experience with the clarion cochlear implant", *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, Vol. 108, No. 177, pp. 44-49, 1999.
- [21] A. M. Robbins, D. B. Koch, M. J. Osberger, "Effect of age at cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers", *Arch Otolaryngol Head Neck Surgery*, 130, 570-574, 2004.
- [22] J. D. Hansberger, M. A. Svirsky et al., "Perceptual "vowel spaces" of cochlear implant users: implications for the study of auditory adaptation to spectral shift", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 109, No. 5, pp. 2135-2145, 2000.
- [23] M. A. Svirsky, A. Sukveira et al., "Long-term auditory adaptation to a modified peripheral frequency map", *Acta Otolaryngology*, Vol. 124, pp. 381-386, 2004.
- [24] C. Liu, Q. Fu, "Relating the acoustic space of vowels to the perceptual space in cochlear implant simulations", *Proceeding of the IEEE-ICASSP*, pp. 33-36, 2005.
- [25] D. Kewley-Port, C. S. Watson, "Formant-frequency discrimination for isolated English vowels", *The Journal of Acoustical Society of America*, Vol. 95, pp. 485-496, 1994.

접수일자: 2007년 11월 10일

게재결정: 2007년 12월 17일

▶ 허명진(Myung Jin Huh)

주소: 700-721 대구 중구 삼덕 2가 50번지

소속: 경북대학교병원 언어난청 클리닉

전화: 053) 420-5780

E-mail: magare@hanmail.net