



인공와우 이식 아동과 정상 청력 아동의 정서적 운율 특성 비교

A comparison between affective prosodic characteristics observed in children with cochlear implant and normal hearing

오영건 · 성철재*

Oh, Yeong Geon · Seong, Cheoljae

Abstract

This study examined the affective prosodic characteristics observed from the children with cochlear implant (CI, hereafter) and normal hearing (NH, hereafter) along with listener's perception on them. Speech samples were acquired from 15 normal and 15 CI children. 8 SLPs(Speech Language Pathologists) perceptually evaluated affective types using Praat's ExperimentMFC. When it comes to the acoustic results, there were statistically meaningful differences between 2 groups in affective types [joy (discriminated by intensity deviation), anger (by intensity-related variables dominantly and duration-related variables partly), and sadness (by all aspects of prosodic variables)]. CI's data are much more louder when expressing joy, louder and slower when expressing anger, and higher, louder, and slower when it comes to sadness than those of NH. The listeners showed much higher correlation when evaluating normal children than CI group($p<.001$). Chi-square results revealed that listeners did not show coherence at CI's utterance, but did at those of NH's (CI($p<.01$), normal($p=.48$)). When CI utterances were discriminated into 3 emotional types by DA(Discriminant Analysis) using 8 acoustic variables, speed related variables such as articulation rate took primary role.

Keywords: Children with cochlear implants, Affective prosody, Listener, Perception, discriminant analysis

1. 서론

선천적, 후천적으로 청력 손실을 보이는 청각장애를 가진 아동은 감각, 지각 능력의 발달, 의사소통 양상과 관련 있는 화용적 언어발달, 말 산출 능력의 발달, 사회적·정서적 성장 등과 관련이 있다(Carney & Moeller, 1998).

고심도 청각장애인의 경우, 인공와우 이식(Cochlear Implant, 이하 CI)을 통하여 제한된 청각적 피드백을 보완함으로써 말 산출 능력이 향상된다(Geers, 2004). 인공와우란 보청기로 청각적 보상을 받지 못하는 양측 청력이 70~90dB 이상의 청력 손실을

가진 이들의 내이에 전극장치를 삽입하여 내이의 주역할인 음향적 신호를 전기적 신호로 변형하여 제한된 유모세포로 소리를 전달해주는 장치다(허명진 외, 2009). 인공와우 이식을 통해 말을 지각할 수 있게 되고 유창한 대화가 가능하게 되었다(Skinner *et al.*, 1994; Svirsky *et al.*, 2000).

인공와우 이식이 증가함에 따라 인공와우 이식 아동의 말, 언어 능력에 대한 연구가 많아졌다. 많은 연구에서 인공와우 이식 수술 후, 말 지각 능력이 좋아지므로 말 산출 능력이 향상됨을 보고하고 있다(Allen *et al.*, 1998; Tye-Murray *et al.*, 1995; Waltzman & Cohen, 1998).

*충남대학교, cjseong49@gmail.com, 교신저자

Received 29 July 2016; Revised 22 August 2016; Accepted 20 September 2016

그럼에도 불구하고, 인공와우 이식 아동은 정서표현, 분위기, 의도 등 운율에 기반한 정보의 인식과 초분절적(suprasegmental) 요소인 운율 표현에 어려움을 보인다(오순영, 2011; 윤미선 외, 2013; 최은아 외, 2010; Nakata *et al.*, 2012). 높은 기본주파수(최은아 외, 2010) 및 제한된 음도범위(Allen & Ardorfer, 2000; 유현수, 2003) 비정상적으로 작거나 커서 적절하지 않은 강도(허명진, 1997; 조소영, 2003), 느린 발화속도 및 기울기의 차이(오순영, 2011), 긴 지속시간(유현수, 2003)을 보인다고 하였다.

다양한 운율 정보 중 기본주파수(F0), 지속시간(duration)이 정서를 구분하는데 중요한 것으로 나타났다(Scherer, 1986; Pittam & Scherer, 1993; Paeschke & Sendlmeier, 2000). 운율은 말을 역동적으로 변화시키기도 하고 화자의 이야기에 비언어적 정보를 포함해 청자의 언어적 이해를 돕고, 기쁨, 화남 등 화자의 정서, 감정을 이해하는데 도움을 준다. 상대방의 정서 상태를 이해하는 데 있어서 직접적인 정보는 말을 통해 제공되지만, 말을 이해하지 못하는 경우에도 운율을 통해 어느 정도 파악할 수 있다(강은주 외, 2014).

화자의 의도, 분위기를 정확하게 식별하는 능력은 사회적, 언어적 발달에 있어 중요하며(Chatterjee *et al.*, 2015), 운율을 인식하고 이해하는 능력은 자연스럽게 습득한다. 정상 발달 아동의 경우 5세 정도에 정서를 지각하는 능력이 형성되며, 시간이 경과할수록 다양한 단서를 통해 정서적 운율을 표현하는 능력이 더욱 발달된다(최영은, 2009; Choi & Mazuka, 2003; Sauter *et al.*, 2013; Tonks *et al.*, 2007).

청각장애인의 정서적 운율과 관련해 많은 지각 연구들이 이루어졌다(양유정, 2013; Hopyan-Misakyan *et al.*, 2009; Luo *et al.*, 2007; Nakata *et al.*, 2012). 사회적 의사소통에서 말로 자신의 정서를 표현하는 능력은 상호작용에서 기본적으로 필요한 부분이지만, 인공와우 이식 아동은 운율요소 중 높낮이에 관한 정보가 잘 전달되지 않아 정서와 관련 있는 정보의 전달에 어려움을 보인다. 인공와우 이식 아동의 정서 운율 이해에 관한 기존 연구들을 통해 운율 단서를 인식하는데 어려움을 보인다는 것을 알 수 있지만, 운율 정보의 산출과 청자의 지각에 관한 연구는 부족하다. 화자가 표현한 정서를 파악하기 위해서는 정서 전달에 사용된 운율 특성을 세밀하게 살펴봐야 하며, 이와 연관된 지각 유형에 대한 세밀한 연구가 필요하다(Pittam & Scherer, 1993). 음향적으로 운율을 구성하는 삼대 요소인 높낮이, 강약, 장단의 특성은 물리적 측정 후 정규화(normalization)가 되어야 통계를 신뢰할 수 있다. 본 연구에 활용한 운율변수들은 이에 근거하여 최대한 정규화를 시도하였다. 운율변수에 관련된 부분은 본문에서 자세하게 다루기로 한다.

인공와우 이식 후 말 산출 능력에 영향을 줄 수 있는 요인은 이식시의 연령, 사용한 기간, 이식 전의 잔존청력 등이다(Allen

et al., 1998; Tye-Murray *et al.*, 1995). 인공와우 이식 수술 연령이 3세 이하인 경우(Adi-Bensaid & Most, 2009; 오순영, 2011) 건청 아동과 비슷한 발달 수준을 기대할 수 있으며, 5세 전 인공와우 이식한 아동은 5세 이후 수술 받은 아동에 비해 현저한 말산출 능력으로 건청아동과 유사한 수준을 보였다고 보고했다(Tye-Murray *et al.*, 1995). 인공와우 사용 기간과 관련하여 청각 경험이 5년 이상의 아동과 건청아동은 통계적으로 유의하게 낮은 수행도를 보였다고 한다.

이와 관련하여 본 연구는 인공와우 이식 후 4년 이상 경과한 아동을 대상으로 말에 담긴 정서적 운율 정보를 음향학적, 청지각적으로 분석하고자 한다. 이를 통해 인공와우 이식 아동의 의사소통을 위한 치료 방향을 결정하고, 정서 표현 능력을 향상시키기 위한 중재의 근거 및 유용한 정보를 제공하고자 한다.

구체적으로, 집단(인공와우 이식 아동, 건청 아동)과 정서유형(기쁨, 화남, 슬픔)에 따라 화자가 어떠한 운율변수로 각 정서를 표현하는지 음향 분석을 할 것이다. 특정 정서를 집단 별로 다르게 표현하는 운율변수가 있는지, 한 집단 내에서 세 가지 정서가 어떻게 운율적으로 서로 다르게 표현되는지가 관건이 될 것이다. 또한 집단에 따라서 청자의 지각(정서유형)에 차이가 있는지, 그리고 정서를 표현하는 운율 음향 변수의 특성과 청자의 지각 간에 어떠한 상관관계를 보이는지 살펴보아 정서유형 지각을 예측하는 변인들을 검정할 것이다. 예측 검정으로는, 특정 정서를 집단별로 구분하는 운율변수를 찾는 로지스틱 회귀 분석과, 한 집단 내에서 산출되는 세 가지 정서를 8가지 운율 변수로 구성된 판별방정식(D)으로 구분해보는 작업을 진행할 것이다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

2.1.1. 발화자

본 연구에 참여한 발화자는 인공와우 이식아동 15명(M=9;2)과 그 기준에 맞는 성별과 연령의 건청 아동 15명(M=9;3)을 선정하였다. 서울, 경기 및 대전 지역에 거주하며 읽기가 가능하고, 변성기가 아니며, 청각 장애 이외의 다른 장애가 없는 아동을 대상으로 하였다. REVT² 수용 어휘력 검사(REVT-R) 결과, 정상 언어발달 범주로 연구 자료를 이해하고 실험자의 지시를 이해할 수 있는 수준이었다. 또한 APAC³ 단어 검사 결과, 인공와우 이식 아동들의 평균 자음정확도(percentage of consonant correct, PCC)는 90% 이상이었다. 11번 아동의 경우 자음정확도 88%이지만 일상생활 의사소통이 가능한 수준으로, 연구 대상은 연구 자료를 발음하는데 있어서 어려움이 없는 아동들로 구성하였다. 두 집단의 생활연령, 수용어휘 등가연령의 통계가 잘 이루어

1 이 논문은 제1저자의 2016년도 석사학위 논문을 바탕으로 내용 중 일부를 수정, 보완하여 작성한 것임.

2 수용·표현 어휘력검사(Receptive & Expressive Vocabulary Test : REVT, 김영태, 홍경훈, 김경희, 장혜성, 이주연, 2009)

3 아동용 발음평가(Assessment of Phonology and Articulation for Children : APAC, 김민정, 배소영, 박창일, 2007)

졌는지 확인하기 위하여 집단 간 동질성 검정을 실시하였다. 인공와우 이식 아동의 평균 생활연령은 110.47개월(SD=17.41), 건청 아동은 110.60개월(SD=18.93)이었다. 인공와우 이식 아동의 수용어휘 등가연령은 136.20개월(SD=35.54), 건청 아동은 139.53개월(SD=25.51)이었다. 두 집단의 생활 연령과 수용 어휘 등가연령을 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 실시한 결과, 두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다(생활연령, $p=.866$; 수용 어휘등가연령, $p=.770$).

실험에 참가한 인공와우 이식아동(Cochlear Implant, 이하 CI)은 수술 전 청력이 90dB 이상이고, 인공와우 이식 나이가 3세 이하이며 이식 후 4년 이상 경과하였다. 인공와우 이식 아동에 대한 구체적 정보는 <표 1>에 제시하였다. 건청 아동(Normal Hearing, NH)은 부모의 보고를 통해 신생아청력선별검사를 통과하였고, 정상 발달 하고 있음을 확인하였다. 건청 아동에 대한 자세한 정보는 <표 2>에 제시하였다. 본 연구에 참여한 아동은 모두 부모의 동의를 받은 후 실험에 참여하였다.

2.1.2. 청지각 평가자

청지각 평가자는 전체 8명으로, 언어재활사 2급 이상의 자격증을 소지하고 있는 언어재활사들로 구성하였다. 청각장애인에 대한 말 명료도는 청자의 듣기 경험에 영향을 받으므로(McGarr, 1983), 장애 음성에 대한 경험이 없는 일반인과 비슷한 조건으로 하기 위해 청각장애 아동 평가 및 치료 경험이 1년 미만인 언어재활사로 통제하였다.

표 1. 인공와우 이식 아동 정보

Table 1. Subjects' information on CI children

ID	성별	생활연령	인공와우 이식연령 (m)		인공와우 사용기간 (m)		술전청력 (dB)	REVT-R 등가연령	APAC PCC (%)
			1st	2nd	일측	양측			
1	f	7;2	22		64		90	8;0-5	100
2	f	7;3	18	42	69	45	100	8;0-5	100
3	m	7;4	13	84	75	4	100	7;6-11	97.14
4	m	7;4	30		58		110	7;6-11	97.14
5	f	8;6	16	84	86	18	100	9;0-5	100
6	m	9	12		96		90	11	100
7	m	9;1	20		89		100	10	100
8	f	9;2	14		96		90	10	94.28
9	m	9;9	20	104	97	13	95	15	100
10	m	9;10	21	113	97	5	90	11	92.85
11	m	10	18	18	102	102	100	10	88.57
12	m	10;5	33		92		100	11	100
13	f	10;6	20		106		100	14	100
14	f	11;3	19		116		100	16	100
15	f	11;6	16	114	122	24	100	16	100

표 2. 건청 아동 정보

Table 2. Information of normal hearing subjects

ID	성별	생활연령	REVT-R 등가연령	APAC-PCC (%)
16	f	7	7;6-11	100
17	f	7;8	10	100
18	m	7;4	10	100
19	m	7;4	10	100
20	f	8;3	9;0-5	100
21	m	9	12	100
22	m	9;2	11	100
23	f	9;4	14	100
24	m	9;3	11	100
25	m	9;11	11	100
26	m	10	11	100
27	m	10;8	10	100
28	f	10;10	14	100
29	f	11;9	13	100
30	f	11;11	15	100

2.2. 연구 절차

2.2.1. 말자료 수집

녹음은 소음이 적은 조용한 공간에서 Tascam사의 DR-100MK II를 사용하였다(44,100Hz sampling rate, 16bit quantization). 발화 대상자의 입과 마이크의 거리를 약 15~20cm 유지하여 녹음하였다. 문장은 운율에 영향을 주는 정서적 내용을 포함하지 않았으며 모음, 비음, 유음으로 구성되어 음향학적으로 문두, 문미의 경계를 명확하게 알 수 있도록 하였다. 말자료 문장은 발화자가 문항을 이해하기에 적절인지, 정서(‘기쁨’, ‘화남’, ‘슬픔’)를 잘 나타낼 수 있는지 정도에 따라 언어병리학과 재학 중인 대학원생 30명을 대상으로 5점척도(매우 부적합, 부적합, 보통, 적합, 매우 적합)를 체크하도록 하여 내용 타당도 검사를 실시하였다. 자극 문장의 내용이 적합한지 타당도를 알아보기 위하여 각 문장별 평균 점수와 총 점수에 대한 급간내 상관계수(Intraclass Correlation Coefficients : ICC, 이하 ICC)를 구하였다. ICC 결과, 평균측도(AMI)가 .844로 평가자 간 높은 신뢰도를 보였다(AMI(29, 261) = .844, $p<.001$). 최종적으로 가장 높은 타당도를 보인 상위 5문장 ‘누나 얼른 문 열어’, ‘우리 나무에 눈 내려’, ‘내일 막내이모 만나’, ‘멍멍이는 멍멍 울어’, ‘언니 위로 올라와’를 사용하였다. 5개의 문장을 정서유형(기쁨, 화남, 슬픔) 별로 3회 반복하도록 하였으며, 오류가 적은 1 문장을 선택하여 분석하였다.

2.2.2. 청지각 실험 설계

말자료는 Praat 프로그램을 이용하여 평균 강도(intensity) 70dB로 조정하였다. 자극의 제시는 Praat에서 제공하는 옵션 중 ‘Pemute_Balanced_NoDoublets’를 이용하여 무선적(randomize)으로 제시되게 하였으며 강제선택과제(forced-choice task)로 진행

되었다.

연습 과제는 본 실험(1차, 2차)과 동일한 문장 10문항으로 구성되어 평가자가 실험 방법에 익숙해지고 듣기에 편안한 음량을 조절하도록 하였다. 본 실험의 과제는 단순한 작업의 반복이기 때문에 평가자의 집중도를 높이기 위하여 1차, 2차로 나눠 진행하였다. 1차 실험은 자료의 선별을 위해 평가자 3명에게 인공 와우 이식 아동, 건청 아동이 발화한 450문장(5문장×3감정×30명)을 듣고 정서유형을 선택하도록 하였다. 이후 2차 실험은 5명의 평가자에게 실시하였으며 1차 실험을 통해 불일치된 정서유형 선택과제(189문장)로 청취자료를 재구성하였다. 통계 처리를 위하여 청지각 평가자가 아동이 발화한 문장을 듣고 의도된 정서를 알맞게 고르면 1점, 그렇지 않은 경우 0점으로 처리하였다.

2.3. 분석

2.3.1. 음향학적 분석

말자료는 Praat(ver.5.3.32)과 kPhonetica(ver.2.07)를 이용하여 레이블링하였다. 레이블링을 마친 후 문장의 정서적 운율 특성을 보기 위하여 음도, 강도, 말속도 변수를 기본 개념으로 하는 몇 가지 변수들을 설정하였다. 사용된 음향 변수들은 최대한 정규화(normalization)의 개념이 포함되도록 하였다. 데이터가 정규화되면 집단 내 한 개인의 특이성이 전체 집단의 공통적 특성에 미치는 영향을 최대한 줄이게 되는 이점이 있다. 음도 중앙값(PitchMedian), 정규화된 음도 최대값(NorPitchMax), 음도 범위(PitchRange), 음도 표준편차(PitchDev), 음도 절대값차 평균 기울기(meanPitchAbs_slope), 강도 중앙값(IntMedian), 정규화된 강도 최대값(NorIntMax), 강도 범위(IntRange), 강도 표준편차(IntDev), 강도 절대값차 평균기울기(meanIntAbs_slope), 발화속도(speech rate), 조음속도(articulation rate)를 구하였다. 기본주파수는 자동상관을 이용하여 구하였으며 아동의 발성이므로 피치 추출 하한(floor), 상한(ceiling) 세팅을 120~600Hz범위로 설정하였다. 분석에 사용된 각 파라미터의 정의는 다음과 같다.

음도중앙값(PitchMedian)은 시료 내에서의 음도범위, 평균, 표준편차 측정시 주변에 퍼져있는 분포에서 중앙에 위치하는 값이다. 정규화된 음도 최대값(NorPitchMax)은 음도 최대값을 중앙값으로 나눈 후 100을 곱한 값이다(식 1).

$$NorPitchMax = 100 \times \left(\frac{PitchMax}{PitchMedian} \right) \quad (1)$$

음도 범위(PitchRange)는 시료에서 음도 최대값과 최소값의 차로 구한다(식 2).

$$PitchRange = \Delta |Pitchmax - Pitchmin| \quad (2)$$

음도 표준편차(PitchDev)는 음도의 표준편차로, 값이 클수록 편차가 크다. 음도 절대값차 평균 기울기(meanPitchAbs_slope)는 시료 전체를 대상으로 각 프레임 간 기본주파수 차 절대값의 총

합을 지속시간(시료의 처음과 끝점까지의 시간 변화량(Δ))으로 나눈 값이다. 프레임 사이의 기본주파수 변화량이 클 경우 기울기가 커지게 된다. 이렇게 계산한 값에 오일러 상수(exponential, $e = 2.718$)를 밑수로 하는 자연로그를 취한 결과를 측정변수로 삼았다(식 3, $\omega = \text{pitch}$).

$$\log_e \frac{\sum_{i=1}^n (\omega_{frame_{i+1}} - \omega_{frame_i})}{\Delta dur_{entire}} \quad (3)$$

강도의 중앙값(IntMedian)은 시료 내에서의 강도범위, 평균, 표준편차 측정 시 주변에 퍼져있는 분포에서 중앙에 위치하는 값이다. 정규화된 강도 최대값(NorIntMax)은 강도 최대값을 중앙값으로 나눈 후 100을 곱한 값이다(식 4).

$$NorIntMax = 100 \times \left(\frac{IntMax}{IntMedian} \right) \quad (4)$$

강도 범위(IntRange)는 시료에서 강도 최대값과 최소값의 차로 구한다(식 5).

$$IntRange = \Delta |Intmax - Intmin|(dB) \quad (5)$$

강도 표준편차(IntDev)는 강도의 표준편차로, 값이 클수록 편차가 크다. 강도 절대값차 평균 기울기(meanIntAbs_slope)는 시료 전체를 대상으로 각 프레임 간 강도 차 절대값의 총합을 지속시간(시료의 처음과 끝점까지의 시간 변화량(Δ))으로 나눈 값이다. 프레임 사이의 강도 변화량이 많을 경우 이 값이 커지게 된다. 이렇게 계산한 값에 오일러 상수를 밑수로 하는 자연로그를 취한 결과를 측정변수로 삼았다.

발화속도(speech rate, 이하 s_rate)는 전체 문장을 발화하는데 걸리는 발화시간을 분모로, 문장의 음절수를 분자로 하여 측정한다. 단위는 number of syllables/sec(초당 음절수)다. 조음속도(articulation rate, 이하 a_rate)는 발화시간에서 쉼(pause)시간을 제외한 조음시간을 분모로, 문장의 음절수를 분자로 하여 측정한다. 단위는 number of syllables/sec(초당 음절수)다.

2.3.2. 청지각 평가

청지각 평가를 위해 Praat(ver.5.3.32)이 제공하는 청지각 실험용 스크립트인 ExperimentMFC를 이용하여 실험용 플랫폼을 구성하였다. 조용한 환경에서 노트북 컴퓨터(ASUS ZENBOOK UX31E)를 통해 헤드폰(Sony, MDR-ZX110AP)을 착용하고 청취자료를 듣도록 하였다. 정서유형 선택 과제로 평가자가 지각한 소리에 상응하는 버튼(‘기쁨’, ‘화남’, ‘슬픔’)을 선택하도록 하였다.

2.3.3. 신뢰도

청지각들의 정서유형 판단에 대한 신뢰도를 검정하기 위해 평가

자 간 신뢰도는 급간내 상관계수(Intraclass correlation coefficient : ICC)를 이용하였다. 분석 결과, 평균 측도 ICC가 1차, 2차 실험 모두 통계적으로 유의하여서 평가자간 차이가 없는 것으로 나타났다[1차, AMI(449, 898)=.753; 2차, AMI(188, 752)=.749, $p<.001$]. 평가자 내 신뢰도를 측정하기 위하여 전체 평가자에게 말자로 20%를 일주일 이후에 동일하게 듣고 평가하도록 하였다. 평가자 내 신뢰도는 스피어만 상관계수(Spearman's ρ)로 구하였고 정적 상관이 있는 것으로 나타났다($r=.638, p<.001$)⁴.

2.3.4. 통계

통계는 SPSS 22.0을 사용하였으며, 집단을 개체 간 변인, 정서유형을 개체 내 변인으로 2(집단 : CI, NH) \times 3(정서유형 : 기쁨, 화남, 슬픔) 요인설계에 의한 반복측정 이원분산분석을 실시하였다. 사후검정은 다중비교(multiple comparison)로 인해 나타나는 1종 오류의 증가를 통제하기 위하여 Bonferroni 조정을 적용한 짝 비교를 실시하였다. 대개의 경우 95% 신뢰수준에서 유의도를 설정하였으나 필요한 경우 90% 유사 신뢰도($p<.1$)를 사용한다. 또한 두 집단의 구분에 어떤 음향학적 변수가 결정적으로 관여하는지 알아보기 위하여, backward 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다.

청지각 과제는 정서적 운율을 산출한 말 자료에서 청자가 지각한 인공와우 이식 아동, 건청 아동의 정서유형을 검증하기 위하여 $p<.001$ 수준에서 카이자승 검정을 실시하였다.

인공와우 이식 아동과 건청 아동 집단에서 산출한 정서적 운율을 분석한 음향학적 측정치와 청자의 정서 지각(정서유형)과의 상관관계를 알아보기 위하여 Spearman's ρ 상관분석을 실시하였다. 또한 음향학적 측정치 변인들로 판별분석(DA: discriminant analysis)을 실시하여 어떤 음향 변수가 정서유형의 판별에 가장 높은 기여를 하는지, 판별함수를 사용하여 얼마나 정확하게 구별될 수 있는지 살펴보았다.

3. 결과

3.1. 집단 간 정서유형에 따른 음향학적 특성

집단과 정서유형에 따른 분산분석 결과를 <표 3>에 제시하였다. 운율변수 중 IntMedian에서 집단과 정서유형 사이의 교호작용이 관찰되었다($p<.001$). IntRange와 IntDev, meanIntAbs_slope는 개체간 변수인 집단에서 유의했고($p=.000$), 개체내 변수인 정서유형에서도 유의하였다($p<.01$). 주효과 분석 결과 변수 전체에서 정서유형이 통계학적으로 유의미한 차이가 있었고($p<.05$), 집단에 대하여 PitchDev, s_rate, a_rate는 $p<.05$ 수준에서 유의한 결과가 나타났다. <표 3>의 12가지 변수 중 PitchMedian, meanPitchAbs_slope, IntMedian, 그리고 norIntMax 네 가지는 주효과 둘 중 하나가 유의하지 못하다. 세 가지 정서와 두 집단 간의

본페로니 교정 짝 비교(pairwise comparison)를 이용한 사후검정 내용은 다음과 같다.

표 3. 집단 간 정서유형에 따른 반복측정 이원분산분석 결과
Table 3. Result of two way repeated measure ANOVA by 2 groups' affective types

	source	df	F
PitchMedian	집단	1	0.520
	정서	1.819	84.219***
	집단 * 정서	2	2.020
PitchDev	집단	1	5.338*
	정서	2	26.724***
	집단 * 정서	2	2.552
PitchRange	집단	1	846.174**
	정서	2	25.178***
	집단 * 정서	2	1.152
norPitchMax	집단	1	5.498*
	정서유형	2	5.695**
	집단*정서	2	1.73
meanPitchAbs_slope	집단	1	1.682
	정서유형	1.811	38.782***
	집단 * 정서	1.811	0.599
IntMedian	집단	1	0.137
	정서	2	148.607***
	집단 * 정서	2	9.490***
norIntMax	집단	1	0.918
	정서	1.792	4.439*
	집단*정서	1.792	0.27
IntRange	집단	1	18.367***
	정서	2	5.195**
	집단*정서	2	0.569
IntDev	집단	1	16.502***
	정서	2	7.421**
	집단*정서	2	2.6
meanIntAbs_slope	집단	1	8.016**
	정서	1.908	20.431***
	집단*정서	1.908	1.914
s_rate	집단	1	7.669**
	정서	2	25.658***
	집단 * 정서	2	1.547
a_rate	집단	1	6.550*
	정서	2	38.761***
	집단 * 정서	2	1.603

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

세 가지 정서유형과 두 집단에 대하여 사후 검정한 결과, 운율 변수 PitchMedian에서는 각 집단 모두 세 정서유형 간 유의한 차이가 관찰되었다($p<.001$). PitchDev에서는 두 집단 간 슬픔에서 유의한 차이가 보였고($p<.01$), CI 집단에서 기쁨과 화남($p<.05$), 화남과 슬픔($p<.01$) 사이에 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었다. 그리고 건청 집단에서 기쁨과 슬픔, 화남과 슬픔 간 유의한 차이가 관찰되었다($p=.000$).

PitchRange에서는 슬픔에서 집단 간 유의한 차이가 보였고

4 피어슨 상관관계의 해석에서 $\pm 0.6\sim 0.8$ 범위의 상관계수는 '상관이 높다(strong)'고 해석한다. 이보다 높으면 상관이 매우 높다(very strong)고 해석한다. (표 4의) $0.4\sim 0.59$ 범위의 상관계수는 '적절(moderate)'로 해석한다. 이보다 낮으면 '약함(weak)'으로 해석한다(Evans, 1996).

($p < .01$), CI 집단의 화남과 슬픔 사이에 유의한 차이($p = .000$), 건청 집단의 기쁨과 슬픔 사이($p < .01$), 화남과 슬픔 사이에 유의한 차이가 관찰되었다($p = .000$). *meanPitchAbs_slope*에서는 두 집단 간 슬픔에서 유의한 차이를 보였고($p < .05$), CI 집단에서 기쁨과 화남($p < .01$), 화남과 슬픔($p = .000$), 건청 집단에서 기쁨과 슬픔, 화남과 슬픔 간 유의한 차이가 관찰되었다($p = .000$).

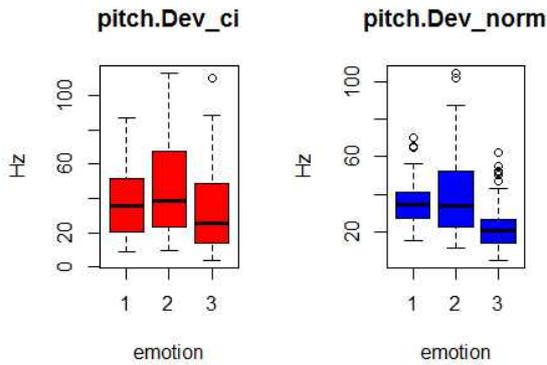


그림 1. 두 집단의 정서유형에 따른 PitchDev 평균(표준편차) (그림 위 표제에 ci로 표시된 것이 인공와우 아동 집단, norm으로 표시된 것이 건청 아동 집단 결과다)

Figure 1. Mean(standard deviation) of PitchDev with reference to the affective types of 2 groups(CI vs. normal hearing)

*IntMedian*에서는 각 집단 모두, 모든 정서유형 간 유의한 차이가 관찰되었다($p < .05$). *norIntMax*는 건청 집단의 기쁨과 슬픔 사이에서만 유의한 차이가 있었다($p < .05$). *IntRange*는 기쁨에서($p < .01$), 화남에서($p < .05$), 그리고 슬픔에서($p = .000$) 두 집단 간 유의한 차이가 있었고, CI 집단의 기쁨과 슬픔 사이에서 유의한 차이가 관찰되었다($p < .05$). *IntDev*는 기쁨과($p = .000$) 화남에서($p < .01$) 집단간 유의한 차이를 보였고, 건청 집단의 기쁨과 슬픔($p = .000$), 화남과 슬픔 사이에 유의한 차이가 관찰되었다($p < .05$). *meanIntAbs_slope*는 화남과($p < .05$), 슬픔에서($p < .01$) 집단 간 차이가 보였고, CI 집단이 기쁨과 슬픔 사이($p = .000$), 화남과 슬픔

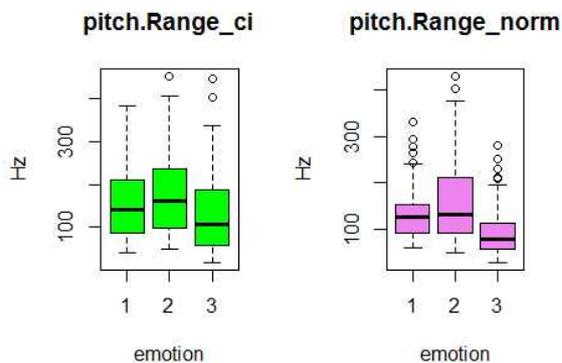


그림 2. 두 집단의 정서유형에 따른 PitchRange 평균(표준편차) (Figure 2. Mean(standard deviation) of PitchRange with reference to the affective types of 2 groups)

사이($p < .01$)와 건청 집단의 기쁨과 슬픔 사이($p < .05$), 화남과 슬픔 사이($p < .01$)에 유의한 차를 보였다.

*s_rate*에서는 두 집단 간 화남($p < .05$), 슬픔($p < .01$)에서 유의한 차이를 보였으며, CI 집단의 기쁨과 슬픔 사이($p = .000$), 화남과 슬픔 사이($p = .000$)에 유의한 차를 보였고, 건청 집단의 기쁨과 화남 사이($p < .05$), 기쁨과 슬픔 사이($p < .05$), 그리고 화남과 슬픔 사이($p = .000$)에 유의한 차를 보여주었다. *a_rate*에서는 집단 간 화남($p < .05$), 슬픔($p < .01$)에서 유의한 차이를 보였다. CI 집단에서 기쁨과 슬픔, 화남과 슬픔에서 유의한 차이를 보였고($p < .001$), 건청 집단에서 기쁨과 화남($p < .01$), 기쁨과 슬픔($p < .05$), 그리고 화남과 슬픔 사이에($p = .000$) 유의한 차이를 보였다.

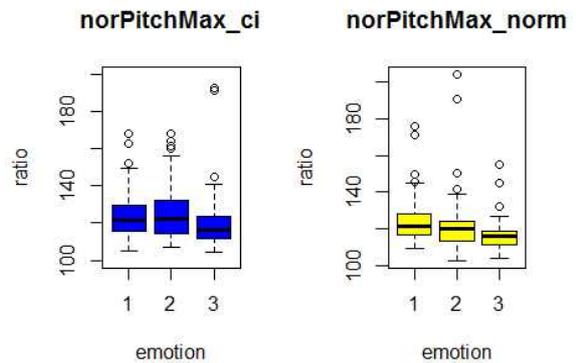


그림 3. 두 집단의 정서유형에 따른 norPitchMax 평균(표준편차) (Figure 3. Mean(standard deviation) of norPitchMax with reference to the affective types of 2 groups)

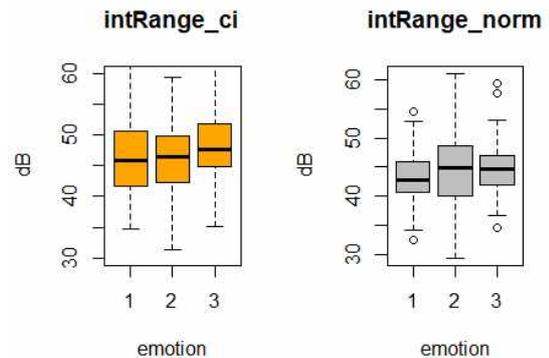


그림 4. 두 집단의 정서유형에 따른 IntRange 평균(표준편차) (Figure 4. Mean(standard deviation) of IntRange with reference to the affective types of 2 groups)

이러한 결과와 함께, 각 정서 별로 CI 와 건청 집단 구분에 어떤 운율 변수가 결정적으로 관여하는지 알아보기 위하여, 두 집단을 종속변인으로하고 두 가지 주효과(집단, 정서 유형) 모두 유의하게 검정된 8개 운율 변수(PitchDev, PitchRange, norPitchMax, IntRange, IntDev, meanIntAbs_slope, s_rate, a_rate)를 독립변인으로 하는 Backward LR 로지스틱 회귀분석을 실시하

었다. 결과, 기쁨의 경우, 분류결과를 최적으로 하는 7 단계(전체 63.3%; CI 61.3%, NH 65.3%) 모형의 변수는 PitchRange(0.996), IntDev(0.576)이었다[$\chi^2(2)=15.89, p=.000$]. 변수 옆 괄호 안의 숫자는 분류 기여도에 관여하는 회귀계수(B)를 의미한다.

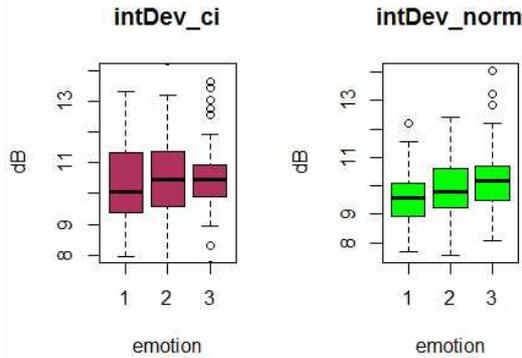


그림 5. 두 집단의 정서유형에 따른 IntDev 평균(표준편차)
Figure 5. Mean(standard deviation) of IntDev with reference to the affective types of 2 groups

화남의 경우, 분류결과를 최적으로 하는 5단계 모형(전체 61.3%; CI 57.3%, NH 65.3%)에 들어가는 변수로 IntRange(1.021), meanIntAbs_slope(0.99), norPitchMax(0.985), IntDev(0.652)이 결정되었다[$\chi^2(4)=15.791, p<.01$]. 슬픔의 경우, 최적의 분류는 총 6 단계 중 4단계 모형(전체 71.3%; CI 69.3%, NH 73.3%)이 채택되었다[$\chi^2(5)=33.636, p=.000$]. 로짓 방정식 참여 변수는 IntDev(2.055), a_rate(1.294), norPitchMax(0.996), PitchDev(0.974), IntRange(0.797)로 결정되었다.

두 집단의 운율책략을 비교하기 위하여 운율변수 별로 평균과 표준편차를 그림으로 제시한다(그림 1~8). 그림 x 축의 '1'은 '기쁨', '2'는 '화남', '3'은 '슬픔'을 의미하고, 표제의 ci는 인공와우 집단, norm은 건청 집단을 의미한다.

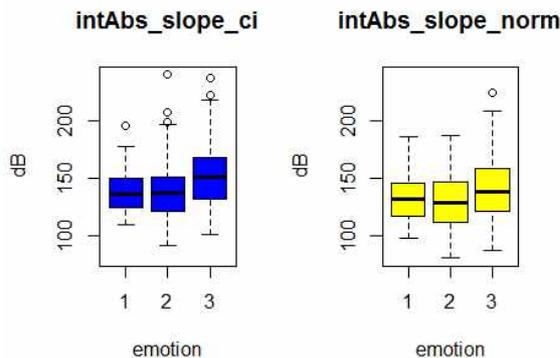


그림 6. 두 집단의 정서유형에 따른 IntAbs_slope 평균(표준편차)
Figure 6. Mean(standard deviation) of IntAbs_slope with reference to the affective types of 2 groups

사후검정을 간략하게 정리하면, CI 집단의 경우 PitchMedian, PitchDev, PitchRange, meanPitchAbs_slope, IntMedian, IntRange, meanIntAbs_slope, s_rate, a_rate가 특정 정서 사이에 유의한 차를 보이는 변수였고, 건청아동의 경우는 PitchMedian, PitchDev, PitchRange, norIntMax, IntDev, meanIntAbs_slope, s_rate, a_rate가 특정 정서 사이에 유의한 차를 보이는 변수였다.

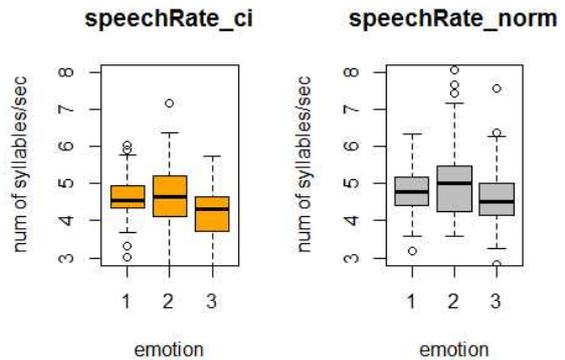


그림 7. 두 집단의 정서유형에 따른 SpeechRate 평균(표준편차)
Figure 7. Mean(standard deviation) of SpeechRate with reference to the affective types of 2 groups

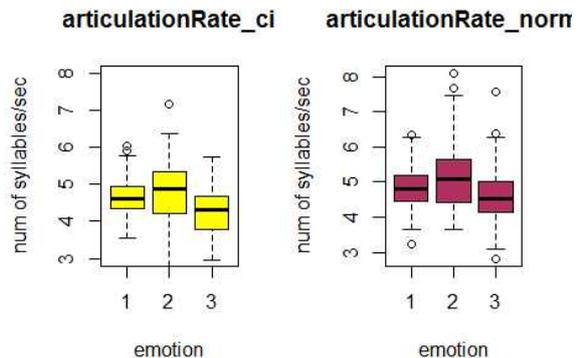


그림 8. 두 집단의 정서유형에 따른 ArticulationRate 평균(표준편차)

Figure 8. Mean(standard deviation) of ArticulationRate with reference to the affective types of 2 groups

3.2. 집단의 정서유형에 따른 청자의 정서유형 지각

인공와우 이식 아동과 건청 아동이 산출한 정서유형과 청자가 지각한 정서유형 간 관련성을 구하기 위하여 Spearman's rho 상관분석을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였다($p<.001$, <표 4>). 건청 아동의 정서유형과 청자가 지각한 정서유형이 인공와우 이식 아동의 정서유형과 청자가 지각한 정서유형보다 비교적 높은 상관관계를 보였다. 즉 건청 아동의 발화를 청자가 더 일관되게 지각하였다는 것이다. 이러한 결과는 인공와우 이식 아동, 건청 아동이 산출한 정서유형을 평가자 개개인은 어떻게 지각했는지 살펴본 다음의 교차분석 카이자

승 통계 결과와 연관 지어 생각해볼 수 있다.

표 4. 두 집단 산출 정서유형과 청자의 정서유형 지각과의 상관관계
Table 4. Correlation between production & perception regarding affective types

집단	청자	r
인공와우 이식 아동	전체	.395***
건청 아동	전체	.429***

*** $p < .001$

인공와우 이식 아동이 산출한 정서유형을 8명 청자가 지각한 결과 분포는 통계적으로 유의하였다($\chi^2(14)=32.144, p < .01$). 즉 관찰빈도와 기대빈도 사이의 차가 커진 결과이므로 청자 개개인이 지각한 결과에 유의한 차이가 있다는 것을 말해준다. 이 말은 청자 개개인 지각의 관점에서 일관된 패턴이 없다는 것을 암시한다. 즉 각 청자들의 정서 판단에 유의한 차이가 있다는 것이다. 이에 반해 건청 아동이 산출한 정서유형을 청자가 특정 정서로 지각한 결과의 분포는 통계적으로 유의하지 않았다($p=.480$). 청자 개개인의 판단에 유의한 차이가 없고 8명 청자 전 반을 아우르는 어떤 보편적인 패턴이 있음을 말해준다.

3.3. 운율 변수와 청자의 정서유형 지각과의 상관관계

반복측정 분산분석을 통해 선정된 8개의 음향 변수와 청자가 지각한 세 가지 정서유형 사이의 관계를 살펴보기 위해 Spearman's *rho* 상관분석을 실시하였다. 화자가 발화한 특정 정서유형을 청자가 정확하게 지각한 비율 점수와 음향변수 값 크기 사이의 상관관계를 살펴보는 것이다. 이는 청자가 특정 정서유형의 지각에 활용한 운율변수 중 어떤 변수가 두드러진 역할을 하느냐 하는 점을 알아보기 위해서다.

표 5. 음향학적 변수와 청자의 정서유형 지각과의 상관관계

Table 5. Correlation between acoustic results and listener's judgement on affective types

acoustic parameter	인공와우 이식 아동		건청 아동	
	r	p	r	p
NorPitchMax	.180**	.007	-.030	.658
PitchRange	.201**	.002	.020	.770
PitchDev	.218**	.001	.012	.860
IntRange	.069	.302	-.002	.971
IntDev	-.025	.709	.013	.842
meanIntAbs_slope	.031	.639	.065	.335

5 비율점수는 1차 청지각 평가에서 3인 평가자 결과를 정답율((정답개수/3)*100)로 환산하며 3인 결과가 일치할 경우 2차 평가는 진행되지 않는다. 만약 3인이 일치하지 않았다면 나머지 5인 평가자를 대상으로 2차 평가가 진행된다. 이때 정답율은 다음과 같이 계산된다. (((1차정답개수/3)*100) + ((2차정답개수/5)*100)/2)

s_rate	-.014	.840	-.065	.331
a_rate	.001	.985	-.055	.415

* $p < .05$, ** $p < .01$

인공와우 이식 아동의 NorPitchMax, PitchRange, PitchDev와 청자의 정서유형 지각의 상관관계가 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였다(표 5). 건청 아동의 음향학적 변수와 청자의 정서유형 지각 간 유의한 상관관계는 보이지 않았다. 인공와우 이식 아동의 경우 여러 운율변수 중 피치계열 변수가 평가자에게 들린 반면, 건청 아동의 경우는 특정 운율변수가 두드러지지 않았다고 볼 수 있다.

3.4. 음향 변수를 이용한 정서유형 판별분석

인공와우 이식 아동, 건청 아동이 산출한 정서유형의 구분에 어떤 운율변수가 결정적으로 관여하는지 알아보고 그 변인들이 기여했을 때의 분류정확도를 살펴보고자 한다. 각 집단이 산출한 정서유형을 종속변인으로, 반복측정 분산분석에서 유의미한 변수로 밝혀진 8개의 운율 변수를 독립변수로 [Enter independents together] 방법을 이용하여 판별분석을 실시하였다. 각 집단별로 정서유형에 따른 운율 변수의 구조행렬 계수, 표준화 정준 판별함수 계수, 비표준화 정준 판별함수 계수, 그리고 Wilks의 람다는 <표6>, <표 7>에 제시되어 있다.

표 6. 운율변수를 이용한, 청자의 CI 정서유형 지각 판별분석

Table 6. Discriminant analysis for the listeners judgment on CI children's 3 affective types using prosodic parameters

유의미 변수	구조 계수	표준화 정준판 별함수 계수	비표준화 정준 판별함수 계수	Wilks의 람다	p
NorPitchMax	.196	-.070	-.004	.991	.379
PitchRange	.433	.822	.009	.958	.009
PitchDev	.406	-.395	-.017	.962	.014
IntRange	-.195	-.187	-.030	.979	.093
IntDev	.042	.427	.327	.990	.318
meanIntAbs_slope	-.406	-.068	-.003	.944	.002
s_rate	.494	-1.098	-1.465	.939	.001
a_rate	.696	1.838	2.708	.897	.000
상수 (비표준)			-7.736		

CI 아동의 정서유형 지각 판별력과 관련된 기여도는 $a_rate > PitchRange > PitchDev > NorPitchMax...$ 순으로 나타났다. 정준 판별 함수 계수에 의해 구해진 판별분석 D는 다음과 같다.

$$D = (-0.004 \times NorPitchMax) + (0.009 \times PitchRange) + (-0.017 \times PitchDev) + (-0.030 \times IntRange) + (0.327 \times IntDev) + (-0.003 \times meanIntAbs_slope) + (-1.465 \times s_rate) + (2.708 \times a_rate) - 7.736$$

도출된 판별함수에 의해 기쁨은 44%(33/75), 화남은 46.7%(35/75), 슬픔은 56%(42/75)로 가장 높게 분류되었으며, 전체적으로는 48.9%의 정확도를 보이고 있다.

건청아동의 정서유형 지각 판별력과 관련된 기여도는 $PitchDev > PitchRange > a_rate > meanIntAbs_slope > ...$ 순으로 나타났다. 정준 판별 함수 계수에 의해 구해진 판별분석 D는 다음과 같다.

표 7. 운율변수를 이용한, 청자의 NH 정서유형 지각 판별분석
Table 7. Discriminant analysis for the listeners judgment on NH children's 3 affective types using prosodic parameters

유의미 변수	구조 계수	표준화 정준판 별함수 계수	비표준 화정준 판별함수 계수	Wilks의 람다	p
NorPitchMax	.410	.087	.007	.922	.000
PitchRange	.657	-.385	-.005	.867	.000
PitchDev	.761	1.008	.061	.832	.000
IntRange	-.076	.454	.089	.988	.251
IntDev	-.341	-.665	-.631	.941	.001
meanIntAbs_slope	-.358	-.383	-.016	.957	.007
s_rate	.350	-2.454	-2.896	.955	.006
a_rate	.394	2.491	3.007	.941	.001
상수 (비표준)			1.647		

$$D = (0.007 \times NorPitchMax) + (-0.005 \times PitchRange) + (0.061 \times PitchDev) + (0.089 \times IntRange) + (-0.631 \times IntDev) + (-0.016 \times meanIntAbs_slope) + (-2.896 \times s_rate) + (3.007 \times a_rate) + 1.647$$

이 판별식을 이용하여 기쁨은 57.3%(43/75), 화남은 46.7%(35/75), 슬픔은 70.7%(53/75)로 가장 높게 분류되었으며, 전체적으로는 58.2%의 정확도를 보이고 있다.

4. 논의 및 결론

7-12세 인공와우 이식(CI) 아동과 건청 아동을 대상으로 기쁨, 화남, 그리고 슬픔의 세 가지 정서에 따른 운율 특성을 8가지 운

율 변수들이 어떻게 구현하는지 살펴보았다. 그리고 각 집단에 따라 평가자의 정서유형 청지각 판단에 차이가 있는지, 그리고 정서를 표현하는 운율변수의 특성과 청자의 지각 사이에 어떠한 상관관계가 있는지 살펴보았다. 최초, 연구를 위해 선정된 12 가지 운율변수들은 3대 음향변수인 기본주파수, 에너지, 그리고 지속시간에 기초하였으며 정규화 개념이 최대한 고려되었다. 반복측정 분산분석을 통해 주효과(집단, 정서) 모두에서 유의하게 검정된 8가지 변수는 다음과 같다: PitchDev(음도표준편차), PitchRange(음도범위), norPitchMax(정규화된 음도최대값), IntRange(강도범위), IntDev(강도편차), meanIntAbs_slope(강도 절대값차 평균 기울기), s_rate(발화속도), a_rate(조음속도). 변수를 보면 직접적인 음도값이나 강도값이 선정되지 못하고 음도나 강도 범위, 편차 등과 같은 중립적 변수가 선정된 것을 알 수 있다. 이후 이러한 변수들은 ‘음도편차’, ‘강도편차’ 변수로 부르겠다.

Pittam & Scherer(1993), Jo et al.(1997), Yuan et al.(2002)에서도 정서유형간 음향적 차이를 보고하고 있다. 주효과를 좀 더 정밀하게 살펴보기 위하여 본페로니 교정 짝 대응 비교(집단*정서유형)를 실시한 결과 PitchDev, PitchRange, meanPitchAbs_slope, IntRange, IntDev, meanInt Abs_slope, s_rate, a_rate는 집단 간 특정 정서에서 유의한 차를 보였다.

두 집단 간 기쁨 정서에서 유의한 차를 보인 변수는 IntRange, IntDev 두 가지였고, 화남에서 유의한 차를 보인 변수는 IntDev, meanIntAbs_slope, s_rate, a_rate였다. 집단 사이에서 슬픔에 유의한 차를 보인 운율변수는 PitchDev, PitchRange, meanPitch Abs_slope, IntRange, meanIntAbs_slope, s_rate, a_rate였다. 로지스틱 회귀분석을 이용하여 각 정서 별로 두 집단을 구분하는데 관여하는 운율변수를 살펴본 결과, 기쁨은 PitchRange, IntDev가 로짓 방정식의 예측 변수였고, 화남은 IntRange, meanIntAbs_slope, norPitchMax, IntDev가 변수였고, 슬픔은 IntDev, a_rate, norPitch Max, PitchDev, IntRange가 관여하였다. 분산분석과 로지스틱 회귀분석을 종합하여 결론을 내려 보면, 두 집단 간 ‘기쁨’ 정서는 강도 편차에 관련된 변수가 지배적인 역할을 하는 것 같으며(CI의 강도편차가 전반적으로 크다), ‘화남’ 정서는 주로 강도변수와 부분적으로 발화속도 변수가 두 집단을 구분하는 역할을 수행했고(CI의 강도편차가 더 크고 발화속도는 더 느리다), ‘슬픔’은 음도편차, 강도편차, 발화속도 등 모든 운율변수가 골고루 참여하는 것으로 판단된다(CI의 음도편차, 강도편차가 더 크고, 조음 속도가 더 느리다).

분산분석과 기술통계를 정리하면, 음도편차는 CI의 경우, 화남 > 기쁨 > 슬픔 순으로 평균값이 배열되는 경향을 관찰할 수 있으며 건청 집단은 슬픔이 가장 낮다는 공통분모를 유지한 상태에서 기쁨과 화남은 순위가 바뀌는 경우도 있었다. 강도편차는, CI는 슬픔 > 화남 > 기쁨으로 관찰되고 건청은 슬픔의 강도 편차가 큰 기초를 유지하면서 기쁨과 화남은 변수에 따라 순위가 달라지는 경우도 있었다. 발화속도는 두 집단 모두 화남 > 기쁨 > 슬픔 순으로 값이 배열되었다. 관찰을 정리하면 CI 집단은 ‘화남’의 정서를 표현할 때 가장 큰 음도편차와 발화속도로, ‘슬

픔'을 표현할 때 가장 작은 음도편차와 가장 높은 강도편차, 가장 느린 발화속도로 표현한다고 말할 수 있다. 건청 집단은 슬픔을 가장 낮은 음도편차와 강도편차, 그리고 발화속도로 표현하였으며 화남과 기쁨은 발화속도에서 화남이 더 빠르다고 정리할 수 있다. 두 집단이 대체로 비슷하지만 슬픔의 표현에서 CI가 건청 집단과 다르게 가장 높은 강도편차로 나타난다는 부분이 특징적이다. 강도를 적절하게 표현하는데 조금 미숙하다는 점을 시사한다.

이러한 결과를 보면, CI 아동은 정서적 운율 표현에 있어 건청 아동이 보여주는 명징한 표현력에는 미치지 못하지만 어느 정도 근접하는 운율 표현력을 보였다고 할 수 있다. 본 연구 대상자의 인공와우 이식 나이가 4세 이전이었기 때문에 일반 아동의 경우 5세 정도에 정서적 운율이 성인과 비슷한 능력 정도로 발달하는 특성을 보인다는 연구결과(최영은, 2009; Choi & Mazuka, 2003)와 어느 정도 일치한다. 본 연구의 7-12세 CI 집단은 비록 어느 정도 제한적이긴 하지만 조기 인공와우 이식술이 화용적 언어 발달에 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다(윤미선, 2002; Allen et al., 1998).

둘째, 각 집단이 산출한 정서유형을 골라내는 청지각 실험에서, 청자는 CI 아동이 산출한 정서유형보다 건청 아동이 산출한 정서유형을 지각할 때, 산출한 정서와 지각한 정서 사이에 높은 상관관계를 보였다. 청자들은 건청 아동이 산출한 정서유형보다 CI 아동이 산출한 정서유형을 판단하고 지각 하는 것에 더 어려움을 느끼는 결과다. 이는 각 집단의 산출 정서와 개별 청자의 지각 특성을 교차시켜 살펴본 카이자승 검정 결과와도 일치한다. 청자는 CI 집단이 산출한 정서유형을 개개인마다 다르게 지각한 반면 건청 아동이 산출한 정서유형에 따른 청자의 지각은 통계적으로 유의하지 않았다. 즉 건청 아동 발화를 평가할 때는 청자 개인이라는 변수가 작용하지 않고 서로 구분되지 않는 일관된 어떤 패턴으로 들었는 것이다.

결과적으로 청자들은 건청 아동의 경우 기쁨, 화남, 슬픔을 의도에 맞게 운율을 사용하여 표현한다고 지각하지만, CI 아동은 의도대로 정서적 운율을 표현하는 것이 건청 아동만큼 자연스럽게는 않다고 지각하는 것을 알 수 있다.

셋째, 화자가 발화한 특정 정서유형을 청자가 정확하게 지각한 비율 점수와 음향변수 값 크기 사이의 상관관계를 살펴봤을 때, CI 아동은 NorPitchMax, PitchRange, PitchDev와 청자의 정서유형 지각 간 유의한 상관관계를 보였다. 이는 청자가 CI 아동의 정서유형을 지각할 때 음도변수를 이용한다는 Nakata et al.(2012), Wang et al.(2013)의 연구와 일치하는 결과다. 반면, 건청 아동은 음향학적 변수와 청자의 정서유형 지각 간 유의한 상관관을 보이지 않았다. 이는 청자가 건청 아동의 정서유형을 지각할 때, 특징의 운율 변수에만 의지하지 않고 음도, 강도, 발화속도 등 모든 운율 변수를 종합적으로 이용하는 것으로 해석할 수 있다.

판별분석을 이용하여 집단별로 정서유형을 구분하는데 기여도가 큰 운율변수가 무엇인지 살펴본 결과, CI 아동의 경우 $a_rate > PitchRange > PitchDev > NorPitchMax...$ 순으로 판별에 높

은 기여를 하였다. 건청 아동의 경우는 $PitchDev > PitchRange > a_rate > meanInt Abs_slope > ..$ 순으로 판별에 높은 기여를 하였다. CI 아동은 지속시간 배분에 관련된 발화 속도의 변수가, 건청 아동은 음도와 관련된 변수가 다른 변수들에 비해 판별 기여도가 큼을 알 수 있다. 이러한 결과는 CI 아동이 의도한 정서가 청자에 의해 잘 인지가 되지 않는다는 결과와 연계하여 해석될 수 있는 부분이다.

이 결과는 CI 아동과 건청 아동의 행복과 슬픔 정서를 모방 발화로 연구한 Wang et al.(2013)의 연구결과와 좀 다른 내용을 제시한다. Wang et al.(2013)에서는 두 집단 모두 음도 관련된 변수가 정서적 차이를 표현하는 주된 단서였기 때문이다. Wang et al.(2013)의 연구는 5-7세 미국 어린이를 대상으로 모방 산출한 정서유형 특성을 분석하였고, 본 연구는 7-12세 한국어 어린이를 대상으로 자발 산출한 정서유형 특성을 분석하였기 때문에 나타난 차이로 볼 수 있을 것 같다. Wang et al.(2013)의 결과와 차이가 나타난 것이 대상자의 국적 변수도 이유의 하나로 언급은 할 수 있겠으나 모방산출과 자발산출의 차이에 기인한 것이 더 큰 이유라고 판단된다.

CI 아동은 그들이 특정 정서를 운율에 실어 '발화'할 때 우선적으로 발화 속도에 관련된 변수를 잠재적으로 고려한 후 음도를 2차적으로 고려한다는 것이니 주목할 만한 통계 결과다. 그러나 그들이 정서표현 산출에 있어 발화 속도 변수를 우선적으로 고려한다고 해도, 그들의 특정 정서 산출 '의도'는 운율변수와 청지각 간의 상관관계수(3.3 장)에서 살펴보았듯이 음도 변수와 결합이 되었을 때 청지각적으로 더 잘 파악이 되었다. 이는 청자가 CI 아동의 정서유형을 지각할 때 음도변수를 주로 이용한다는 Nakata et al.(2012), Wang et al.(2013)의 연구와 어느 정도 일치하는 결과다.

도출된 판별함수를 이용하여 두 집단의 정서유형이 얼마나 정확하게 분류될 수 있는지 살펴본 결과, CI 아동의 정서유형 중 기쁨 44%(33/75), 화남 46.7%(35/75), 슬픔 56%(42/75) 순으로 높게 분류되었으며, 건청 아동의 정서유형은 기쁨 57.3%(43/75), 화남 46.7% (35/75), 슬픔은 70.7%(53/75) 순으로 분류되었다. 8가지 운율변수는 두 집단 모두 슬픔을 구분하는데 최적화된 선택임을 알 수 있다.

결론적으로, CI 아동의 정서 표현 운율 산출특성이 건청 아동에 비해서는 모자람이 있으며, 그들의 산출 의도는 우선적으로 발화속도 변수와 결합되어 세 가지 정서 유형으로 표현되지만, 혹은 슬픔의 경우 강도 편차가 유독 두드러지게 산출되지만, 청자의 입장에서는 음도가 적절하게 잘 표현된 정서유형에 더 정확하게 반응한다고 정리해볼 수 있다. 이 연구의 CI 집단은 여전히 음도의 적절한 표현에는 건청 집단에 비해 미숙하지만 그래도 연구를 시작할 당시의 선입견에 비해서는 훌륭한 성취를 보여주었다고 할 만하다.

이러한 연구 결과는, 건청 아동은 의도에 맞게 정서적 운율을 사용하지만, CI 아동은 정서를 표현하는 의도는 있지만 표현에 관한 세부적인 기술에 약간의 결함이 있음을 말해준다.

본 연구에서는 성별을 변수로 포함하여 통계처리 하지 않았

다. 후속연구에서는 성별에 대한 차이를 연구하는 시도도 필요하다고 생각된다. 아동이라 하더라도 운율의 구현에 남녀의 차이가 있을 것이라 생각되기 때문이다. 대상자 숫자는 항상 후회가 남는 부분이다. 각 집단 별로 충분한 대상자를 확보한다면 현재의 결과가 좀 더 일반화될 수 있을 것이다. 또한 CI 아동의 술후 청력도 운율에 중요한 역할을 하는 변수이므로 추후 술후 교정 청력이 포함된 연구가 이루어진다면 CI 아동의 운율을 연구하는데 도움이 될 것으로 보인다.

감사의 글

논문 심사에 참여해주신 세분 심사위원께 고마움을 전합니다. 꼼꼼하게 살펴주시고 발전적인 제언을 해주셨습니다.

참고문헌

- [1] Adi-Bensaid, L. & Most, T. (2009). The acquisition of the prosodic word by children with hearing loss using a cochlear implant. *The Volta Review*, 109(1), 5-31.
- [2] Allen, G. D. & Arndorfer, P. M. (2000). Production of sentence-final intonation contours by hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 43, 441-455.
- [3] Allen, M. C., Nikolopoulos, T. P., & O'Donoghue, G. M. (1998). Speech intelligibility in children after cochlear implantation. *Otology & Neurotology*, 19(6), 742-746.
- [4] Carney, A. E. & Moeller, M. P. (1998). Treatment efficacy hearing loss in children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41(1), S61-S84.
- [5] Chatterjee, M., Zion, D. J., Deroche, M. L., Burianek, B. A., Limb, C. J., Goren, A. P., Kulkarni, A. M., & Christensen, J. A. (2015). Voice emotion recognition by cochlear-implanted children and their normally-hearing peers. *Hearing research*, 322, 151-162.
- [6] Cho, S. Y. (2003). *Characteristics of intonation in declarative and interrogative sentences by hearing-impaired children*. M.A. Thesis, Dankook University. (조소영 (2003). *청각장애 아동의 평서문, 의문문에서의 억양특성*. 단국대학교 석사학위 논문)
- [7] Choi, Y. & Mazuka, R. (2003). Young children's use of prosody in sentence parsing. *Journal of psycholinguistic research*, 32(2), 197-217.
- [8] Choi, Y. (2009). Use of prosody in sentence parsing by preschool-aged children. *Korean Journal of Communication Disorders*, 14(4), 442-455. (최영은 (2009). 문장 의미 처리에서 학령전기 아동의 운율 정보 이용. *언어청각장애연구*, 14(4), 442-455.)
- [9] Choi, E. A., Park, H. S., & Seong, C. J. (2010). The phonatory characteristics of voice in profoundly hearing-impaired children: with reference to F0, intensity and their perturbation. *Phonetics and Speech Science*, 2(1), 135-145. (최은아·박한상·성철재 (2010). 심도 청각장애 아동의 발성특성. *말소리와 음성과학*, 2(1), 135-145.)
- [10] Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Pacific Grove: Brooks/Cole Pub. Co..
- [11] Geers, A. E. (2004). Speech, language, and reading skills after early cochlear implantation. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 130(5), 634-638.
- [12] Hopyan-Misakyan, T. M., Gordon, K. A., Dennis, M., & Papsin, B. C. (2009). Recognition of affective speech prosody and facial affect in deaf children with unilateral right cochlear implants. *Child Neuropsychology*, 15(2), 136-146.
- [13] Huh, M. J. (1997). *Acoustic characteristics of voice of normal and hearing impaired individuals*. M.A. Thesis, Taegu University. (허명진 (1997). *정상인과 청각장애인 음성의 음향학적 특성*. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위 논문.)
- [14] Huh, M. J. & Lee, D. (2009). A review of transitions to cochlear implants in Korea. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 18(2), 123-144. (허명진·이드보라 (2009). 국내 인공와우 이식 변천에 대한 소고. *언어치료연구*, 18(2), 123-144.)
- [15] Jo, C. W., Jo, E. K., & Min, K. H. (1997). Analysis of speech signals according to the various emotional contents. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 16(3), 33-37.
- [16] Kang, E. J., Hwang, M. A., & Jeong, M. R. (2014). Emotional recognizing ability from the prosodies of children with high-functioning autism. *Journal of emotional & behavioral disabilities*, 30(3), 79-94. (강은주·황민아·정미란 (2014). 고기능 자폐아동의 운율정보를 통한 정서 인식 능력. *정서·행동장애연구*, 30(3), 79-94.)
- [17] Luo, X., Fu, Q. J., & Galvin, J. J. (2007). Vocal emotion recognition by normal-hearing listeners and cochlear implant users. *Trends in amplification*, 11(4), 301-315.
- [18] Nakata, T., Trehub, S. E., & Kanda, Y. (2012). Effect of cochlear implants on children's perception and production of speech prosody. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(2), 1307-1314.
- [19] McGarr, N. S. (1983). The intelligibility of deaf speech to experienced and inexperienced listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 26(3), 451-458.
- [20] Oh, S. Y. (2011). *The prosodic characteristics of children with cochlear implants with respect to speech rate and intonation slope*. M.A. Thesis, Chungnam National University. (오순영 (2011). *인공와우 이식(Cochlear Implant) 아동의 운율 특성 - 발화속도와 억양기울기를 중심으로*. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.)
- [21] Paeschke, A. & Sendlmeier, W. F. (2000). Prosodic characteristics of emotional speech: Measurements of fundamental frequency movements. In *SpeechEmotion-2000*, 75-80.

- [22] Pittam, J. & Scherer, K. R. (1993). *Vocal expression and communication of emotion*. Handbook of emotions, 185-197.
- [23] Sauter, D. A., Panattoni, C., & Happé, F. (2013). Children's recognition of emotions from vocal cues. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(1), 97-113.
- [24] Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: a review and a model for future research. *Psychological bulletin*, 99(2), 143.
- [25] Skinner, M. W., Clark, G. M., Whitford, L. A., Seligman, P. M., Staller, S. J., Shipp, D. B., Shallop, J. K., Everingham, C., Menapace, C. M., Arndt, P. L., Antogenelli, T., Brimacombe, J. A., Pijl, S., Daniels, P., George, C. R., McDermott, H., & Beiter, A. L. (1994). Evaluation of a new spectral peak coding strategy for the nucleus 22 channel cochlear implant system. *Otology & Neurotology*, 15, 15-27.
- [26] Svirsky, M. A., Robbins, A. M., Kirk, K. I., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological science*, 11(2), 153-158.
- [27] Tonks, J., Williams, W. H., Frampton, I., Yates, P., & Slater, A. (2007). Assessing emotion recognition in 9-15-years olds: preliminary analysis of abilities in reading emotion from faces, voices and eyes. *Brain Injury*, 21(6), 623-629.
- [28] Tye-Murray, N., Spencer, L., & Woodworth, G. G. (1995). Acquisition of speech by children who have prolonged cochlear implant experience. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38(2), 327-337.
- [29] Waltzman, S. B. & Cohen, N. L. (1998). Cochlear implantation in children younger than 2 years old. *Otology & Neurotology*, 19(2), 158-162.
- [30] Wang, D. J., Trehub, S. E., Volkova, A., & van Lieshout, P. (2013). Child implant users' imitation of happy-and sad-sounding speech. *Frontiers in psychology*, 4.
- [31] Yang, Y. J. (2013). *Prosodic perception characteristics in children with cochlear implants*. M.A. Thesis, Dankook University. (양유정 (2013). *인공와우 이식 아동의 운율 정보 지각 특성*. 단국대학교 대학원 석사학위 논문.)
- [32] Yuan, J., Shen, L., & Chen, F. (2002). The acoustic realization of anger, fear, joy and sadness in Chinese. In *INTERSPEECH*.
- [33] Yoo, H. S. (2003). *Comparison of pitch production between children with cochlear implant and normal hearing children*. M.A. Thesis, Hallym University. (유현수 (2003). *건청 아동과 인공와우 수술을 한 아동의 pitch 산출비교*. 한림대학교 대학원 석사학위 논문.)
- [34] Yoon, M. S. (2002). *The predicting variables of speech production abilities and speech characteristics in prelingually deafened children with cochlear implantation*. Ph.D. Dissertation, Ewha Womans University. (윤미선 (2002). *선천성 심도 청각장애 아동의 와우 이식 후 말 산출 예측 변인*. 이화여자대학교 대학원 박사학위 논문.)
- [35] Yoon, M. S., Choi, E. A., & Sung, Y. J. (2013). A comparison of voice analysis of children with cochlear implant and with normal hearing. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(4), 71-18. (윤미선·최은아·성영주 (2013). *인공와우이식 아동과 건청아동의 음성 분석 비교*. *말소리와 음성과학*, 5(4), 71-78.)

• 오영건 (Oh, Yeong Geon)

분당서울대학교병원 재활의학과
경기도 성남시 분당구 구미로 173번길 82
Tel: 010-4097-4203
Email: haha4202@hanmail.net
관심분야: 말장애, 운율분석

• 성철재 (Seong, Cheoljae) 교신저자

충남대학교 언어학과
대전광역시 유성구 대학로 99번지
Tel: 042-821-6395
Email: cjseong49@gmail.com
관심분야: 분절음 및 운율 분석