



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박 정 미 교수 지도  
석사학위 청구논문

다감각적 방법을 활용한  
피아노 훈련이 인공와우 이식  
성인의 음고 변별 및 산출에 미치는  
영향

2019

성신여자대학교 대학원  
음악치료학과  
김진영

다감각적 방법을 활용한  
피아노 훈련이 인공와우 이식  
성인의 음고 변별 및 산출에 미치는  
영향

박 정 미 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2019년 5월

성신여자대학교 대학원

음악치료학과

김 진 영

# 인 준 서

김진영의 석사학위 논문으로 인준함

2019년 5월

심사위원장 \_\_\_\_\_ (인)

심 사 위 원 \_\_\_\_\_ (인)

심 사 위 원 \_\_\_\_\_ (인)

성신여자대학교 대학원

## 논문 개요

본 연구의 목적은 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

연구 대상은 S시에 소재하고 있는 S귀 전문 병원에서 인공와우 이식술을 받은 성인 3명으로 선정하였다. 음악치료는 2019년 2월 14일부터 4월 8일까지 회기 당 40분씩 주1-2회, 총 12회기로 진행되었다.

프로그램의 구성으로 청각적 자극, 시각, 운동 및 신체감각과의 통합적 훈련을 위해 피아노 연주와 계명창법을 통한 음고 산출 훈련을 하였고, 음고의 차이를 공간화하기 위해서는 피아노의 일정한 음정간격과 악보가 사용되었으며, 음고에 대한 피드백을 위하여서는 Praat 프로그램을 사용하여 치료사의 음고와 본인 스스로의 음고의 변화를 모니터에서 시각적으로 확인하도록 하였다.

대상자의 음고 변별력의 변화를 알아보기 위하여 사전, 사후 음고 변별 검사를 실시하였으며 음고 산출 정확도의 변화를 알아보기 위하여 사전, 사후에 대상자가 산출한 음성을 녹음하여, Praat 프로그램을 통해 산출 음고 주파수와 피아노의 음이 가지는 기본 음고 주파수를 측정된 수치에 대한 사전, 사후 변화를 비교하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식 성인의 음고 변별력을 향상시켰다. 대상자 3명의 음고 변별 수행력은 사전 평균 66%에서 사후 87%로 20% 이상의 향상을 보였다.

둘째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식 성인의 음고 산출 정확도를 향상시켰다. 대상자 A에게서는 파(F4), 솔(G4), 라(A4), 시

(B4), 도(C5)음에서 산출 음고와 기준 음고의 주파수의 오차 비율이 감소하였으며, 대상자 B, C에게서는 8음계 음에서 기준 음고 주파수와의 오차 비율이 감소하였다. 따라서 대상자 A, B, C의 음고 산출 주파수 값이 사전, 사후의 차이를 보였고, 사후의 주파수 값이 기준 음고 주파수 값에 동일한 주파수 범위대로 변화되어 산출 정확도가 향상되었음을 알 수 있다.

이상의 결과로 본 연구에서 시행된 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 음고 산출 정확도의 변화를 향상시키는 데 긍정적인 영향을 미친 것을 확인할 수 있었으며, 이들의 소리 지각 능력의 향상을 위한 의미 있는 훈련으로 활용될 것으로 기대할 수 있다.

# 목 차

## 논문개요

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 필요성과 목적 .....	1
2. 연구문제 .....	7
3. 용어 정의 .....	7
<b>II. 이론적 배경</b> .....	<b>9</b>
1. 인공와우 이식 .....	9
1) 인공와우 이식 및 소리인식의 특성 .....	9
2) 인공와우 이식 성인의 특성 .....	10
3) 음고 지각 및 산출의 한계 .....	11
2. 인공와우 이식인에 대한 선행연구 .....	15
1) 국내 선행연구 동향 .....	15
2) 인공와우 이식인의 음고 지각 및 산출을 위한 음악 훈련 .....	15
3. 다감각적 피드백 .....	19
1) 청각 .....	19
2) 시각 .....	22
3) 운동 감각 .....	23
<b>III. 연구방법</b> .....	<b>25</b>
1. 연구대상 .....	25

2. 측정도구 .....	27
1) 음고 변별 테스트 .....	27
2) 데이터 레코딩 .....	27
3) Praat 음성 분석 프로그램 .....	28
3. 연구 설계 및 절차 .....	28
4. 자료 분석 .....	29
5. 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램 .....	29
1) 다감각적 방법을 활용한 훈련 프로그램 구성 .....	29
2) 프로그램에서의 사용 노래와 치료적 근거 .....	31
3) 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램 내용 .....	32
<b>IV. 연구결과 .....</b>	<b>36</b>
1. 음고 변별 .....	36
1) 음고 변별 점수의 변화 .....	36
2. 음고 산출 .....	40
1) 음고 산출 정확도의 변화 .....	40
<b>V. 결론 .....</b>	<b>46</b>
1. 결론 및 논의 .....	46
2. 제언 .....	50

참고문헌

ABSTRACT

부록

## 표 목 차

<표 III-1>	프로그램의 사용 노래와 치료적 논거 .....	31
<표 III-2>	프로그램 활동 내용 .....	32
<표 IV-1>	사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (A) .....	37
<표 IV-2>	사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (B) .....	38
<표 IV-3>	사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (C) .....	39
<표 IV-4>	사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (A) .....	41
<표 IV-5>	사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (B) .....	43
<표 IV-6>	사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (C) .....	44

## 그림 목 차

<그림 III-1> 피아노 음과 대상자가 산출한 음의 피치파형과 스펙트럼에 대한 시각적 피드백 예시 .....	30
<그림 IV-1> 사전, 사후 음고 변별 점수 변화 (A) .....	37
<그림 IV-2> 사전, 사후 음고 변별 점수 변화 (B) .....	38
<그림 IV-3> 사전, 사후 음고 변별 점수 변화 (C) .....	39
<그림 IV-4> 사전, 사후 음고 산출 정확도 변화 (A) .....	42
<그림 IV-5> 사전, 사후 음고 산출 정확도 변화 (B) .....	43
<그림 IV-6> 사전, 사후 음고 산출 정확도 변화 (C) .....	44

# I. 서 론

## 1. 연구의 필요성과 목적

인공와우(Cochlear implant)는 청각 신경의 감각 세포가 손상되어 소리를 듣는 것에 어려움을 느끼는 고도 이상의 감각신경성 난청인들에게, 잔류하는 청각 신경을 전기 신호로 직접 자극함으로써 소리를 지각할 수 있게 하는 청각 보조 기기이다(Bruns, Murbe, & Hahne, 2016). 의료 기술의 발전과 인공와우의 개발에 따라 인공와우 이식 수술이 보편화되면서 인공와우 이식인이 빠르게 증가하고 있다.

2005년부터 국내에서 인공와우에 관한 건강보험제도가 도입된 이래로 대상자 수가 지속적으로 증가함에 따라, 소아에게만 기울어져 있던 관심이 성인에게도 돌아가게 되었다(김진희, 2009). 국민건강보험공단(2011)에 따르면, 2005년부터 2010년까지의 인공와우 수술 환자의 수는 총 3,351명으로 집계되었으며, 9세 이하 아동이 1,321명으로 가장 많았고, 20-60대의 연령층에서는 약 300여 명이 수술을 받은 것으로 나타났다.

인공와우 이식인은 수술 후 지속적인 청각재활 훈련을 통해 음성 언어를 인지하게 되고, 조용한 청취 환경에서 시각적 신호 없이 한 문장에서 약 80% 이상의 단어 지각 수행력을 보였다(Gfeller, Oleson, Knutson, Breheny, Driscoll, & Olszewski, 2008). 또한 인공와우 이식 성인은 수술 후 언어 인식 능력이 향상되어 사회생활에 긍정적인 변화를 나타냈으나(Kos, Deriaz, Guyot, & Pelizzone, 2009), 청각 수행 능력에서는 다양한 조건에서 개인차가 있었으며(Dowell, Dettman, Hill, Winton, Barker, & Clark, 2002), 청인에 비해 언어 지각에 필요한 기술이 제한적이었다(Chatterjee, Zion, Deroche,

Burianek, Limb, Goren, Kulkami, & Christensen, 2015).

인공와우 기기는 주파수를 전송하기 위해 6-22개의 제한된 채널 전극을 사용하기 때문에 낮은 소리의 해상도를 갖고 있어, 미세한 소리 구조가 필요한 음고 변별 및 인식 능력에 대해 기술적 한계가 있다(Gfeller, Turner, Woodworth, Mehr, Fearn, Witt, & Stordahl, 2002; Kraus, Skoe, Parbery-Clark, & Ashley, 2009; Luo, Masterson, & Wu, 2014). 그로 인해 인공와우 이식인은 음고, 강도, 박자와 같은 여러 기호의 통합이 필요한 음악 인식과(See, Driscoll, Gfeller, Kliethermes, & Oleson, 2013; Kong, Cruz, Jones, & Zeng, 2004) 언어에서 화자가 전하고자 하는 감정을 이해하는 정서 인식에 대한 어려움을 겪게 된다(Peng, Tomblin, & Turner, 2008).

또한 인공와우 이식 성인은 음고 산출 능력에서도 어려움을 나타내며 청력 손실 수준이 높을수록 소리와 강도의 균형을 조정하는 것이 쉽지 않다. 문혜란(2003)의 연구에 따르면 난청을 경험하게 되면 음 산출에 대한 자신의 청각 피드백을 받기 힘들어 부적절한 음고, 울림, 강도 등에서 난점을 보인다고 하였다. 경우에 따라 높은 음높이를 지속하거나 부분적으로 낮은 음높이를 나타내며, 산출 과정에서 갑자기 발생한 음성의 음고 이탈을 조정하는 것에 대한 불이행을 보이는 경우도 있다고 하였다.

이는 자신의 청각적인 피드백에 의지하여 음고 및 세기를 조율하려는 힘이 충분하지 않기 때문이다. 이러한 문제는 인공와우 이식 성인의 음향 정보에 대한 청각 처리가 인공와우 이식 수술만으로는 부족하다는 것을 반증하는 것이다. 인공와우 이식인의 듣기 능력은 저절로 소유되는 것이 아니며 재활 훈련을 통해 규칙적으로 기기를 사용하여 청각적 자극을 반복적으로 제공해 주어야 한다(홍한나, 2013).

Blamey와 Alcantara(1994)는 성인 재활 훈련에서 인공와우 및 보청기를 포함한 보조 기기의 가장 적절한 증폭 상태는 정확한 소리의 청각적 판단을

학습하는 과정이며, 변화된 음향 환경에 적응하는 과정이라고 했다. 인공와우 이식 성인의 재활 훈련은 전극 변별 훈련, 목표 음소 대조 훈련, 선율 확인 훈련 등으로 구분할 수 있다(송성미, 2008). 전극 변별 훈련이란 인공와우 기기의 전극에 속하는 주파수 변별력에 대한 훈련이다. 모든 음향은 특유의 주파수 범위가 있으며 다른 소리의 강도를 가지고 있다. 이에 이러한 특성을 해석하고 이해할 수 있도록 돕는 청각 재활 훈련이라고 할 수 있다. 목표 음소 대조 훈련은 특정 음성에 대한 훈련으로 왜곡된 언어 확인에 있어서 효과적이다(Li & Fu, 2007). 다음으로 선율 확인 훈련은 인공와우 이식 수술 후 조용한 환경에서의 향상된 언어 지각 수행력에 비해 음악소리의 지각과 감상이 어려운 도전으로 남아있는 인공와우 이식인에게 한정된 스펙트럼의 대한 선율 지각 수행력을 향상시키기 위한 훈련이다(송성미, 2008).

인공와우 이식인의 선율 패턴 확인 훈련이 친숙한 선율 확인에 미치는 영향에 대한 연구(Galvin, Fu, & Nogaki, 2007)에서는 훈련 후 선율 지각 수행력이 향상되었으며, 선율 확인 훈련이 인공와우 이식인의 음고 지각과 변별에도 효과적임을 보고하였다. 이러한 효과를 통해 언어 인식 및 듣기 능력 위주의 구조화된 재활 훈련이 아닌 인공와우 이식 성인의 요구와 동기에 근거한 새로운 청각 재활 훈련 방법에 대한 필요가 증가함에 따라 다양한 영역의 청각 재활 훈련 접근법에 대한 연구가 이루어지고 있다(최위주, 오수희, 방정화, 2017). 그 가운데 음악 훈련은 복합적이고 다양한 소리 신호를 이해하고 식별하는 훈련법을 기본으로 하며, 여러 음악 활동에 직접 참여할 수 있다는 점에서 소리 식별, 언어 인지, 사회성 등 복합적인 기능에서 긍정적인 결과를 가져올 수 있는 방법으로 평가된다(Gfeller, 2016).

음악의 기본 구조는 크게 음고, 음색, 리듬으로 구성된다(정미라, 2010). 음악 훈련은 음고, 음색, 리듬 등과 같은 다양한 청각적 단서를 인공와우 이식인이 구별하고 이해하는 데 도움이 된다. 나아가 이는 언어의 운율, 음색

등의 초분절적 요소인 음고를 사용하는 것에도 긍정적인 영향을 준다. 뿐만 아니라 작업 기억 영역에서 음악, 언어, 청각 및 시각 등과 같은 여러 기능의 인지와 기억 능력이 향상되어 인공와우 이식인의 음 지각 및 산출에 긍정적인 영향을 줄 수 있으며 음악 경험의 즐거움을 통해 동기 부여가 지속되어 훈련 효과의 향상에 기여할 수 있다(최위주 등, 2017).

인공와우 이식인의 음악 훈련 및 경험은 음고 변별 능력의 향상을 가져올 수 있다(Galvin, Fu, & Shannon, 2009; Witt, Murray, & Tyler, 2000; Gfeller, Guthe, Driscoll, & Brown, 2015). 음악 훈련은 인공와우 이식인의 음향 성과 인공와우 기기의 기능을 향상시킬 뿐 아니라 소음이 있는 환경에서 언어, 감정적 운율, 화자 구별 및 언어 인식 능력에서 말 성능의 작업 성능을 향상시키는 것으로 보고되었다(Chen, Chuang, McMahan, Hsieh, Tung, & Li, 2010; Galvin et al., 2009; Gfeller et al., 2015; Looi, Gfeller, & Driscoll, 2012).

특히 인공와우 이식인은 인공와우 기기의 불분명한 소리를 해결하기 위해 음성 인식을 개선하고 실제 형식과 다른 출력 기능을 향상시키는 보조 수단이 필요하기 때문에 청각 기관 뿐만 아니라 다양한 감각 기관을 사용한다. 피드백을 필요로 한다. 다감각의 사용 목적은 청각 및 운동 감각과 같은 감각 기관을 사용하여 음성 및 언어 발달을 자극하고자 하는 것이다(Murphy, 1997). 음악 훈련에서 악기, 음표 및 계이름이 표기된 악보와 같은 다감각 피드백을 인공와우 이식인에게 제공함으로써 인공와우 이식인의 음고 지각 능력을 개선할 수 있다(오현정, 2012; Gfeller et al., 2002). 인공와우 이식인은 악기 및 노래를 사용한 음악 훈련을 통해 음고 인식 능력 및 산출 정확도가 향상되었음을 나타내었다(Chen et al., 2010; Nakata, Terhub, Mitani, & Kanda, 2006; Patel, 2014; Xu, Zhou, Chen, Li, Schultz, Zhao, & Han, 2009). Patel(2014)은 한 달 동안 총 10시간을 들여 피아노로 단순한 음표

패턴을 연주하게 한 후에 인공와우 이식인의 음고 인식 능력을 측정한 결과, 음고 및 운율 인식 능력이 향상되었다고 했다.

피아노는 특정 음정 간격과 코드에 대한 시각적 단서와 청, 시각 점검에 유용한 운동 감각 신호를 제공한다(Witt et al., 2000; Yücel, Sennaroğlu, & Begin, 2009). 또한 약 30-4100 Hz의 주파수 범위를 가지며 건반의 크고 작은 음의 주파수를 통해 인공와우 이식인 및 난청인의 잔존 청력을 자극할 수 있다(Besson, Schön, Moreno, Santos, & Magne, 2007). 인공와우 이식인의 음고 변별 및 인식 능력에 대한 이전 연구(Hsiao, & Gfeller, 2012; Yücel et al., 2009)에서는 피아노를 사용한 음악 훈련을 통해 인공와우 이식인의 음고 인식 능력이 향상되었음을 밝히고 있다. 또한 음정의 간격을 참고한다면 인공와우 이식인이 성공적으로 음악 훈련에 참여할 때 도움이 될 것이라고 언급하였다.

피아노 연주하여 음고 변별 능력을 향상 시키려면 연주에 사용될 노래의 음악 기호를 해석하는 데 도움이 되는 시각적 단서가 필요하다(오현정, 2012). 인공와우 이식인은 사전 지식이 있는 경우 쉽게 음악을 인식 할 수 있으며(Witt et al., 2000) 음표와 계이름이 표기된 악보는 음고의 위치를 설명하는 시각적 단서가 될 수 있다(오현정, 2012). 또한 개별 음에 대해 계이름으로 노래를 부르는 것은 계이름에 따른 음의 높낮이 변화를 인식하는 데 도움이 된다(조순이, 2013). 더불어 Praat 음성 분석 프로그램을 사용하여 시각적 피드백을 제공하면 소리의 높낮이를 시각적으로 확인하게 되어 음고 산출에 긍정적인 영향을 미치게 된다(신혜경, 2013).

인공와우 이식 성인의 음악 훈련에 사용할 노래를 고를 때는 대상자가 인식할 수 있는 음정 간격을 고려하여 난이도를 설정한 후에 노래를 제공해야 한다. 인공와우 이식인은 음정 간격이 넓게 제시되었을 때 음 높이의 차이를 쉽게 구분하기 때문이다(Chen et al., 2010; Sucher & McDermott, 2007).

따라서 단조로운 리듬과 선율(오현정, 2012) 및 반복적인 형태의 노래(Witt et al., 2000), 대상자의 기호나 친숙한 노래(Gfeller et al., 2002)를 참고하여 선정하는 것이 중요하다. 이처럼 인공와우 이식인이 다양한 감각 기관을 사용하는 것은 부적절하게 습득된 소리의 하위 부분인 음 높이를 변별하고 산출하는 데 유용하다는 것을 알 수 있다(신혜경, 2013).

인공와우 이식 성인은 아동과 달리 자발적으로 재활 과정의 주체가 되어야 하며 재활에 대한 동기 부여를 필요로 한다(김진희, 2009). 음악적 경험은 긍정적인 감정과 관련되어 있어 집중력을 향상시키고 적극적인 참여를 유도할 수 있다. 따라서 음악 활동은 인공와우 이식 성인의 재활 훈련에 적합한 치료 요소가 될 수 있다. 이러한 이점에도 불구하고 국내에서 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출을 위해 음악을 사용하는 연구의 수는 적으며, 음악과 함께 다감각 방법을 사용하는 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구는 다감각 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 변별과 산출에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구문제

본 연구는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출에 미치는 영향을 살펴보기 위해 대상자의 사전·사후의 음고 변별력의 변화와 음고 산출 정확도를 비교할 것이며 아래와 같은 연구문제를 구성하였다.

(1) 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 변별력에 어떠한 영향을 미치는가?

(2) 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 산출 정확도에 어떠한 영향을 미치는가?

## 3. 용어 정의

### 1) 인공와우 이식 성인

인공와우 이식수술을 통해 고도이상의 감각신경성 난청인은 와우관 속에 삽입된 전극을 통해 전기적 에너지를 제공받음으로써 소리를 지각할 수 있다(대학청각학회, 2008). 인공와우 이식 성인의 대부분은 언어 습득 전 난청인이 성인이 되어 인공와우를 이식받은 경우이고, 구어보다는 수어를 사용하는 성인이 인공와우 이식 후 구어 습득을 새로 시작하는 경우가 대부분이었다(홍하나, 2013). 난청이 언어 습득 전, 중, 후에 발생함에 따라 재활 훈련에서는 다른 수행도를 보일 수 있다. 인공와우 이식 성인은 이식 아동과

달리 오랫동안 지속된 청력 손실로 인한 청각적 피드백의 결함과 이식 후에도 친숙하지 않은 전기적 자극을 경험한다. 이로 인해 언어 및 음성 변별력이 저하되는 것으로 보고되었다(김진희, 2009; 배인호, 박희준, 권순복, 이일우, 고의경, 2014; Dillon & So, 2000). 본 연구에서는 인공와우 이식 성인을 고도이상의 감각성난청으로 인공와우 이식수술을 받은 성인으로 정의한다.

## 2) 음고

음고는 소리의 주파수(frequency)에 의해 정해지며 소리의 높낮이를 결정하는 요소이다(이석원, 2013). 주파수는 소리 파동이 일초 동안에 진동하는 횟수를 의미하는데, 소리의 진동 횟수에 따라 음의 높낮이가 결정된다(이미옥, 이드보라, 2011).

## 3) 다감각적 방법

다감각적 방법이란 청각, 시각, 신체 운동 감각 등의 다양한 감각 기관의 통합적 사용을 통해 음성의 발달을 촉진시키고자 하는 방법을 말한다(Murphy, 1997).

## II. 이론적 배경

### 1. 인공와우 이식

#### 1) 인공와우 이식 및 소리인식의 특성

인공와우는 청각 신경의 감각 세포가 손상되어 소리를 듣는 것에 어려움을 느끼는 고도 이상의 감각신경성 난청인을 위해 고안된 보조 기기이다 (Bruns et al., 2016). 인공와우는 외부 기기와 내부 기기로 나눌 수 있다. 외부 기기는 마이크, 어음처리기, 헤드셋, 전달코드, 배터리를 포함하고, 내부 기기는 이식 수술을 통해 피부 내에 삽입하며, 달팽이관 내에 배치된 전극과 내부수신기를 포함한다(김리석, 1997; 이상희, 2005).

인공와우 이식인의 소리전달 과정은 마이크로폰에 외부의 소리가 인식되어 어음처리기로 보내지는 것에서 시작된다. 어음처리기를 통해 소리가 전기 신호로 변환되면 전파코일로 보내지는데, 이는 피부를 통해 신호를 받아들이거나 자극기로 전달된다. 이 신호는 달팽이관 내에 삽입된 전극으로 전달되어 청신경을 자극하고 대뇌에서 소리의 내용이 처리된다(정미라, 2010).

인공와우 이식 수술 이후 인공와우 기기를 통해 다양한 소리가 왜곡되지 않고 안정적으로 전달될 수 있도록 조율(mapping)이 시행되는데, 각 전극은 균등한 범위의 주파수 소리를 습득하게 된다. 이는 매핑을 통해 각 전극에서 책임지고 있는 주파수의 범위에서 소리를 인식하는 정도의 역치 레벨(T-level)을 찾고, 불편하지 않은 소리로 인식하는 정도의 쾌적 레벨(C-level)을 알아내고 조정하는 과정이다. 조율의 실현 방향은 인공와우 기기로 전달되는 소리의 세기와 음의 높낮이를 맞추며, 소리에 적응하도록 돕

는 것이다(허승덕, 최아현, 강명구, 2006).

또한 인공와우 이식인이 음고를 인식하는 것은 주파수 영역과 관련되는 것으로 인공와우 전극의 주파수 분배는 와우의 내측일수록 주파수 영역이 낮으며, 외측일수록 주파수 영역은 높게 분배된다. 청인의 가청음역은 20-20,000 Hz 범위이며 인공와우 이식인의 가청음역은 약 100-10,000 Hz 정도이다(정미라, 2010).

## 2) 인공와우 이식 성인의 특성

인공와우 이식 성인은 이식 전 청력의 손실로 인해 청각적 피드백이 결여되고 이식 후에도 친숙하지 않은 전기적 자극의 경험으로 인해 내적 표상의 재인과 일상 및 사회생활의 어려움을 겪어왔다(최아현, 허승덕, 2014; Gfeller et al., 2007; Lejska & Moimir, 2004). 또한 이들은 청력의 손실로 인해 청각적 경험의 기회를 잃게 되어 언어 및 소리 변별과 이해 능력이 낮아지게 된다(최아현, 허승덕, 2014; 배인호, 김근효, 이연우, 박희준, 김진동, 이일우, 권순복, 2015).

인공와우 기술의 발달 및 꾸준한 재활 훈련으로 인해 인공와우 이식인의 언어 수행력이 청인과 가까워짐에 따라 지난 십여 년간 고도 이상의 감각신경성 난청인의 말 지각 능력에 이로운 점을 제공하였으며, 인공와우 이식 대상자의 청각적 수행력 및 말 지각 수행력이 향상됨이 보고되었다(Gfeller et al., 2002). 인공와우 이식인의 수술 후 지속적인 재활 훈련은 청각적 수행력 및 말 지각 수행력을 향상시키고 말 지각 구현을 가능하게 한다(서영란, 임덕환, 2007). 인공와우 이식 성인의 청능 재활 훈련은 탐지(Detection), 변별(Discrimination), 확인(Identification), 이해(Comperhension)의 4가지 단계로 이루어진다. 탐지는 소리의 유, 무를 느끼는 능력이고, 변별은 두 개

이상의 소리 자극의 차이를 구별할 수 있는 능력을 의미한다. 다음으로 확인은 새로 입력된 소리를 앞서 기억하고 있는 정보와 분류하고 판단하여 맞추는 능력이고, 이해는 자신이 듣고 해석한 소리를 반복하고 타자가 알 수 있도록 밝혀 말할 수 있는 능력을 의미한다(박미혜, 이달희, 이상훈, 허명진, 2006).

인공와우 이식인의 언어적 수준이 향상됨에 따라 이러한 인공와우 이식 성인에 대한 다양한 초분절적인 요소인 음의 높낮이 인식에 대한 필요성이 증가하고 있다(Leal, Shin, Laborde, Calmels, Verges, Lugardon, & Fraysse, 2003). 인공와우 이식인의 소리 지각 및 산출에 대한 연구에서는 소리의 분절적인 측면에 중점을 두고 이루어졌다(Carter, Dillon, & Pisoni, 2002). 분절적인 요소와 동일하게 초분절적 요소에서도 소리를 구별하는 의미 요소가 있다. 초분절적인 요소는 음의 상대적인 높이의 변화인 억양, 악센트, 리듬과 같은 운율의 개념을 의미한다. 뿐만 아니라 음고(pitch), 음량, 음질을 포함한다. 음고는 주파수(frequency)와 연관되어 있는 개념으로 ‘음높이’로 이해되며, 주파수는 일초 동안의 소리 파형 진동수이기 때문에 주파수가 증가하면 음고도 증가했다고 느끼게 된다(이성은, 2010).

인공와우 이식 성인은 청인 및 보청기 착용인에 비해 초분절적인 요소인 음고 변별력에 있어서 낮은 수행력을 보였다. 음고는 음악과 언어의 근원이 되는 청각적 성질이고(Weidema, Roncaglia-Denissen, & Honing, 2016), 말하기는 단어를 사용하고 억양을 통해 뜻을 전달한다(McMullen & Saffran, 2004). 이와 같은 음고 정보 해결을 위한 기제는 음악과 언어 사이에 공동으로 소유되는 특성에 해당된다(Perrachione, Fedorenko, Vinke, Gibson, & Dilley, 2013).

### 3) 음고 지각 및 산출의 한계

인공와우 기기와 의학 기술의 발전으로 난청 성인은 수술 이후 청각에 회복을 보이나 기기가 가지는 제한점으로 인하여 소리를 인식하고 산출하는 것이 제한적이다(Svirsky, Robbins, Kirk, Pisoni, & Miyamoto, 2000). 인공와우는 소리 정보를 한정된 주파수로 전달하기 때문에 소리의 미세한 차이를 구분 짓는 음고 인식에 있어서 기술의 한계를 보인다(Fu & Galvin, 2007).

인공와우 이식인의 언어 지각 능력 향상을 위해서는 운율 해결의 중요성을 나타낸다(박상희, 2003). 언어의 운율을 이해하기 위해서는 말의 억양이 가지는 음의 기본 주파수의 변화인 음고 변별, 타이밍, 소리 너비 등을 인식해야 하기 때문이다(Nakata, Trehub, & Kanda, 2012)). 언어에서 음고를 구분하고 산출하는 것은 어휘의 톤 변화, 운율에 따른 정서 인식, 소음 환경의 노출된 경우 복잡한 소리를 요구하는 환경에서 말 지각 및 산출의 어려움으로 나타난다(Hopyan-Misakyan, Gordon, Dennis, & Papsin, 2009; Snow & Ertmer, 2009). Chatterjee 등(2015)의 연구에서는 인공와우 이식인의 언어 지각 및 산출과 관계된 과제 능력이 낮은 이유에 대해 언어에서 음고 변별 인식의 명료도가 낮기 때문이라고 설명하였다(Looi et al., 2012; Peng et al., 2004).

음고는 언어와 음악의 근원이 되는 청각적 속성이며, 음고를 구분하는 것은 음고, 음색, 타이밍 등의 부호의 도합이 필요한 음악 인식에 있어서 매우 중요하다(See et al., 2013; Driscoll et al., 2013; Weiderna et al., 2016). 일반적인 음악 양식에서 음고는 가장 근본적인 요소이며 음고는 음정을 세밀하게 인식하고 이해하는 본체가 된다(박지은, 2008). 음악의 선율은 두 음표의 음높이 차이인 음정 간격을 인식해야 한다. 익숙한 선율을 재인식하기 위해서는 음을 구별하고 음의 방향을 인식하여 선율 패턴을 구체적인 형태

로 나타낼 수 있어야 한다(Looi et al., 2012; Peng et al., 2008). 이처럼 음고는 언어와 음악을 이루는 매우 기본적인 개체가 된다(See et al., 2013).

인공와우 이식인의 음악 지각에 관한 여러 연구에서는(Sucher & McDermott, 2007; Gfeller et al., 2002; Galvin et al., 2007) 인공와우 주파수의 낮은 해상도를 언급하며 이식인의 음고 인식에 대한 어려움을 보고하였다. 먼저 인공와우 이식인과 청인을 대상으로 음고 지각 능력을 측정하는 연구에서는, 음고 랭킹 테스트(Pitch ranking test)를 시행하였다. 그 결과, 청인은 1반음(semitone) 간격과 6반음 간격으로 이루어진 두 음을 듣고 더 높은 음을 변별하는 과제에서 90% 이상의 수행력을 나타낸 반면, 인공와우 이식인은 1반음 간격에서 50% 이하, 6반음 간격에서 60% 이하의 수행력을 나타냈다(Sucher & McDermott, 2007). 이는 두 음 사이의 간격이 넓게 제시될수록 인공와우 이식인의 음고 지각 능력이 향상된다는 것을 보여준다.

특히 인공와우 이식 성인은 음정을 인식하기 위해서 높이가 다른 두 음 사이의 넓은 간격이 필요하다. 이는 인공와우 이식 성인의 음고 변별에 관한 연구를 통해 살펴볼 수 있는데, 청인의 음고 변별을 위한 두 음의 간격은 평균 1.13 반음간격 수행력을 나타낸 반면, 인공와우 이식 성인은 평균 7.56 반음간격의 수행력을 나타냈다(Witt et al., 2002). 이는 인공와우 이식인의 음고 지각을 위해서는 두 음 사이의 간격이 최소 5반음 이상의 간격으로 제시되어야 함을 나타내고 있다.

이러한 결과는 인공와우 기기의 속성을 통해 살펴볼 수 있다. 5반음 간격으로 이어지는 음정의 기본 주파수는 전극의 다른 경로로 변환되며, 넓은 범위의 주파수로 인해 22개의 전극 중에서 15개의 전극을 통해 선율을 나타낸다. 하지만 1반음 간격의 음정 주파수는 최대 9개의 전극을 통해 선율 패턴을 나타낸다. 이로 인해 인공와우 이식인이 1반음 간격의 음을 지각하기 위해서는 한정된 전극을 사용해야 하는 어려움이 생기게 되고, 전극의 한

경로 안에서 음정을 지각하기 위해 보다 많은 주의를 시간적 정보에 기울일 것이다(Galvin et al., 2007).

선율 윤곽을 인식하는 과제를 제시한 연구(Galvin, Fu, & Shannon, 2009)에서도 인공와우 이식인은 청인보다 낮은 명료도를 나타냈다. 이 연구에서는 지정한 음고의 폭 안에서 근음과 음의 간격을 다르게 하여 상향, 하향, 평행 패턴을 포함한 여러 개의 방향패턴으로 이루어진 130까지 이상의 선율 윤곽 변별 과제를 실시하였다. 그 결과 청인의 경우 95%의 명료도를 나타냈으나, 인공와우 이식인의 경우 53%의 명료도를 나타냈다.

이를 통해 인공와우 이식인은 청인과 다르게 음고를 변별하기 위해서 음정 간격의 차이를 인식하는 것에 대한 한계를 갖는다는 점을 알 수 있다. 청인은 1반음 간격의 차이를 쉽게 인식하고 변별할 수 있으나, 인공와우 이식인은 두 음의 간격의 차이를 변별하기 위해서 5반음 이상의 간격이 주어져야 한다. 개인마다 수행력이 다르게 나타나지만 선행연구에서는 인공와우 이식인의 음악 경험의 폭이 넓고 깊을수록 청인과 비슷한 수행력을 나타냈으며, 그 중 선율 윤곽 변별 훈련을 통해 인공와우 이식인의 향상된 수행력을 보고하였다(Galvin et al., 2009).

Patel(2014)의 연구에서는 인공와우 이식 대상자에게 한 달 동안 총 10시간을 들여 피아노로 단순한 음표 패턴을 연주하는 활동을 진행한 후에 향상된 음고 처리 능력을 언급했으며, 다른 대상자는 운율 인식 능력도 함께 향상되었음을 보고하였다. 또한 Chen 등(2010)의 연구에서는 음악 훈련을 통한 신경망의 변화가 인공와우 이식인의 주파수 스펙트럼의 세밀한 정밀도를 위한 최적의 조건이 되어 음고 처리 능력이 향상되었음을 밝혔다. 이러한 결과는 음악을 체험하고 느끼는 것과 음악을 훈련받는 것이 음의 높낮이를 구분하고 인식하는 능력의 향상에 영향을 미칠 수 있음을 보여주는 것이다.

## 2. 인공와우 이식인에 대한 선행연구

### 1) 국내 선행연구 동향

문헌의 검색은 학술연구정보서비스(RISS), 한국학술정보원(KISS), DBPIA에서 ‘인공와우’로 검색하였다. 검색 결과 음악 관련 연구 학위논문은 21편, 학술지논문 15편이 검색되었다. 그 중 인공 와우 이식인의 어음인지 및 작업 기억력을 위해 음악을 이용한 청능 훈련 관련 연구가 2편이었으며, 연구내용은 소리 및 어음의 지각 변별과 관련된 것이었다. 또한 인공와우 이식 아동의 언어 발달을 위한 음악 관련 연구가 6편이었으며 내용은 어휘습득, 억양 및 음고 변화에 대한 것이었다. 인공와우 이식 아동의 음악 지각 능력 관련 연구가 8편이었는데, 연구내용은 음고 산출, 음정 및 리듬지각, 운율개선과 관련된 것이었다. 이외에도 인공와우 이식 성인 및 아동의 음악선호도에 대한 연구가 2편이었으며 연구내용은 음악장르별 선호도 및 음악관련 삶의 질에 대한연구, 자기표현 향상을 위한 음악 프로그램 관련 연구, 음정연습 시스템 연구가 검색되었다. 이처럼 인공와우 이식인의 소리 지각과 산출 및 언어 능력에 관한 음악 관련 연구는 아동을 대상으로 한 연구가 대부분이다. 그러기에 인공와우 이식 성인의 수가 증가하는 추세임에도 불구하고 충족할만한 정보가 아동에 비해 상대적으로 부족한 실정이다. 이에 인공와우 이식 성인의 소리 변별 및 산출 능력의 범주가 재활 훈련을 통해 어떠한 변화를 보이는가에 대한 연구를 통해 인공와우 성인 대상자와 보호자, 그리고 인공와우 관련 전문가에게 소리 변별 및 산출을 위한 재활의 정보 제공이 필요하다(김진희, 2009).

### 2) 인공와우 이식인의 음고 지각 및 산출 음악 훈련

인공와우 기기는 받아들일 수 있는 주파수의 양이 제한되어 있기 때문에 음성 및 선율 패턴에서 음의 높낮이 신호를 느끼는 것이 쉽지 않다. 음악의 요소인 음고는 인공와우 이식인 뿐만 아니라 청인의 말과 음악에서 공통되는 핵심적 요소이기도 하다(See et al., 2013). 음의 높낮이를 지각하는 능력의 가치에 비해 관련된 음악 프로그램에 대한 연구의 비중은 현저히 낮다. 특히 인공와우 이식 성인에게 음의 높낮이를 구분하는 능력은 이들의 일상 및 사회생활과 연결되는 음악 또는 성조가 있는 언어 인식에 매우 가치 있는 역할을 하므로 인공와우 이식인의 음고 구분 인식 능력향상을 위한 음악 훈련의 필요성이 필요하다(Gfeller et al., 2002).

여러 연구에서는 인공와우 이식인의 음악 훈련 및 경험이 음 높이 변별력의 향상을 가져올 수 있음을 보고하였다(Galvin, et al., 2009; Witt et al., 2000; Gfeller et al., 2015). 그 가운데 인공와우 이식인의 음고 지각 능력의 향상을 위한 음악 프로그램에 관한 연구에서는(Chen et al., 2010) 음악 훈련 경험을 통해 인공와우 이식인의 음고 지각력이 향상되었음을 보고하였다. 연구자는 C4-B4의 영역 내에서 두 음을 제시한 후, 음의 높낮이를 변별하는 과제를 시행하였고, 프로그램은 노래 부르기, 악기 연주활동, 듣기 활동 등으로 구성되었다. 그 결과 두 음이 열거되는 방향이 상행인 경우 수행력이 더 높았으며, 5반음 이상 조건의 음정 거리에서 5반음 이하의 조건일 때보다 수행력이 더 높게 나타났다.

명료하게 음 높이를 구분하는 능력은 화자가 원하는 음고 산출 및 언어의 억양을 조절하는 능력, 음의 상대적인 높이 변화인 말의 가락을 이해하는 능력과 연관되는 근본적인 조건이기도 하다(Watts & Hall, 2008). 음 높이를 구분하는 능력은 음악 훈련 및 경험을 통해 향상될 수 있으며, 이는 말 산출 시 감정을 묘사하는 억양이 향상될 뿐만 아니라 소리의 높낮이가 반복되는 음악

과 흡사한 말 지각 및 산출의 일부를 강화시킬 수 있음을 나타낸다(Gfeller et al., 2015; Good, Gordon, Papsin, Nespoli, Hopyan, Peretz, & Russo, 2017).

인공와우 이식인과 청인이 음 높이를 잘 구분할수록 말과 음악에서 더 섬세한 음고 선율 처리를 가능하게 한다. 또한 말 가락의 구별에서 높은 명료도를 나타내며 선율 톤 변별에 영향을 주어 음악 음고에서 실질적인 지각 능력을 나타낸다. 이는 음고 부분 능력의 향상을 통해 음고 숙련도가 말과 음악의 양측 방향으로 전해지기 때문이다(Chang, Hedberg, & Wang, 2016).

이외에도 말과 음악에 전달되는 음고 숙련도가 높아지게 되어 명료한 음고 지각 및 산출이 실현된다는 의견은 많은 연구에 의해 증명되고 있다(Chang et al., 2016; Besson et al., 2007; Peretz, Brattico, & Tervaniemi, 2005). 즉, 음 높이 구분 능력의 향상은 음 높이 지각 능력으로 연결되어 음 높이 지각 및 산출 능력을 나타내는 것이므로, 실질적인 음고 구분 및 지각능력 향상을 위한 훈련을 통해 음 높이를 구분하고 산출하는 것은 인공와우 이식인에게 매우 가치 있는 일이 될 것으로 보인다.

국내 및 국외 인공와우 이식인의 음고 구분 인식 및 산출의 향상을 위한 음악 훈련 프로그램 연구에서는 노래, 악기, 음악 교수법, 자가 음성 모니터링을 활용하였다. 이미옥, 이드보라(2011)의 연구에서는 코다이(Kodaly)의 음악 교수법을 바탕으로 인공와우 이식 아동을 위한 음악 훈련 프로그램을 고안하였다. 이 연구는 코다이(Kodaly)가 제시한 효율적인 음정 습득의 방식으로서, 음의 높낮이의 흐름을 나타내는 노래 지도를 위해 신체 기호와 손 기호를 사용하였다. 또한 음고 이론을 쉽게 응용하기 위해 5음 음계로 이루어진 민요를 활용하였는데 이러한 음악 훈련을 통해 인공와우 이식아동과 건청 아동 두 집단에서 음악 산출 능력이 향상되었다.

또한 이은경(2002)의 연구에서는 악기를 사용하여 음의 높낮이, 길이, 강약을 변별하고 판단하여 알도록 하였다. 이 후 신체 몸짓이나 목소리로 표현하

는 훈련과 단어 및 문장에 음의 높낮이를 표시하여 읽는 훈련을 시행하였는데, 훈련 후에 인공와우 이식인은 억양 평가에서 향상을 보였다. 김효진(2016)의 연구에서는 인공와우 이식 아동의 음고 산출을 위한 음정모방 중심 노래 부르기 프로그램을 고안하였다. 이 연구에서는 음 간격을 지각하고 산출하는 것을 중심으로 하여 8도, 5도, 3도 사이의 음정을 모방하는 음고 모방 활동과 음정모방 중심의 노래 부르기 활동을 시행하였다. 활동 후에 인공와우 이식 아동은 음정 간격 지각 및 음고 산출 능력에서 향상을 보였다.

김성경(2019)의 연구에서는 인공와우 이식 아동의 억양의 개선과 음고 산출 변화를 위한 자가 음성 모니터링을 응용한 가창 활동 프로그램을 시행하였다. 이 연구에서 자가 음성 모니터링을 응용한 가창 활동은 노래를 녹음하여 듣기, 자신의 음성을 음고 진행 방향과 호흡 구간 및 음질을 확인하기, 목소리를 수정하여 재산출하는 세 단계로 구성하였으며 모든 활동에서 이와 같은 단계를 진행하였다. 활동 이후 억양의 기울기 및 패턴에 있어서 의문문은 상행하는 패턴으로, 평서문은 하행하는 패턴으로 나타났으며 산출 음고 주파수 영역이 확대되었다.

인공와우 이식 성인 및 아동의 음고 구분 인식 및 산출을 위한 국외 연구를 살펴보면 음악기반 교육 및 훈련에 대한 여러 연구에서(Gfeller et al., 2015; Good et al., 2017; Hsiao & Gfeller, 2012; Yücel et al., 2009) 피아노를 활용한 음악 훈련을 시행하였다. 이러한 훈련 후 인공와우 이식인은 음고 구분 인식 및 산출 능력에서 향상을 보였다.

음고 패턴의 변별을 필요로 하는 음악과 언어는 모두 하향식 접근 방식의 영향을 받으며 범위에 따라서 변별 및 조절된다(Weidema et al., 2016). Gfeller 등은(2015)은 하향식 처리는 노래와 악기 소리 속에서 음의 높낮이를 구분하는 등의 청각 기능을 활용하도록 권장하는 훈련을 경험하며 향상시킬 수 있다고 설명하였다. 또한 인공와우 이식 성인은 음악 훈련을 통해 음고 변

별, 선율 패턴 인식, 복잡한 선율 인식, 음색 인식, 음질 향상 등과 연관된 음악 지각 측면의 향상뿐만 아니라 소리의 높낮이와 같은 음악 요소가 넓은 스펙트럼으로 이루어진 음향 특성이기 때문에 매우 중요하다고 설명하였다. 이러한 방식으로 인공와우 이식인에게 시각, 청각, 운동 감각과 같은 다감각적 방법을 사용한 음악 훈련은 음고 패턴 처리를 섬세하게 개선한다는 목표로 사용할 수 있다(Schunk, 1999).

반면에, 인공와우 이식인의 음고 변별 및 산출 능력을 위해 음악을 활용한 연구의 수는 근소했다. 특히 인공와우 이식 성인을 위한 음악 프로그램은 국내 및 국외를 포함하여 저조한 수를 보였다. 그러므로 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출을 위한 다감각적 방법을 적용한 음악치료 프로그램이 요구된다.

### 3. 다감각적 피드백

#### 1) 청각

청각(auditory)은 소리를 느끼는 감각이며, 소리 정보는 귀로부터 청각피질 경로를 따라 처리된다. 인공와우 이식인은 수술 전 와우의 기능 상실로 인해 특정 주파수에서 소리의 인지처리 기능 또한 잃게 되어, 수술 후에도 인공와우 기기의 낮은 주파수 분해 능력으로 인해 왜곡된 음성 인식과 말하기 생산을 보인다. 이것은 또한 청각 뉴런의 기능의 퇴화 및 뇌 기능의 저하로 이어질 수 있다. 이러한 점을 고려할 때, 인공와우 인식을 위한 치료에 있어서 가장 중점을 둘 부분은 뇌가소성을 이용한 청능 재활 훈련이다(김은영, 2014).

청각 훈련은 뇌 가소성 이론에 기초하는 것으로, 청신경을 자극하는 주파수의 기능을 재현 시킨다(Lin & Albert, 2014).

이는 청력 신경을 점차적으로 자극하는 주파수의 기능을 재현하는 뇌 가소성 이론에 기초한 청각 훈련에서도 해당되며, 청각 뉴런은 감소된 인지 능력을 향상 시킨다(Lin & Albert, 2014). 특히 시각, 운동 감각, 청각 및 기타 감각을 사용하는 프로그램은 뇌의 가소성을 활성화 시키는 다양한 감각적 환경 자극을 제공한다. 이러한 방법으로 인공와우 이식 성인 및 난청인은 다양한 활동과 경험을 바탕으로 뇌의 가소성을 활성화하고 신경학적인 쇠퇴를 극복할 수 있다. 그러나 청각 훈련의 제한된 효과가 학습된 영역에서만 지배적으로 나타나기 때문에 이러한 문제를 극복하기 위해 다양한 청각 훈련 도구가 개발되고 있다.

음악 교육이 청각 훈련에 영향을 미친다는 몇몇 연구가(Pantev & Herholz, 2011; Zatorre, Chen, & Penhune, 2007) 발표되었다. 음악가는 비 음악가보다 언어를 지배하는 피질 영역에서 더 강한 신경 반응을 나타내는 것으로 나타났다. 중추 청각 처리장애 환자의 치료효과를 입증하였다. 다시 말해, 음악적 경험과 훈련은 음악과 언어의 처리를 용이하게 하기 위해 두뇌를 조정한다는 것이다.

Zatorre 등(2007)의 연구에 따르면, 악기를 배우는 것은 감각 운동 훈련뿐만 아니라 집중적인 음악 훈련을 통해 대뇌 피질에서 서로 다른 감각 기관이 상호 작용을 일으킨다고 하였다. 특히 악기를 연주할 때 서로 다른 감각의 상호 작용이 매우 중요하며 감각은 기능적으로 재구성할 수 있다고 설명하였다. 음악 교육과 관련된 인간 청각 피질의 가소성에 대한 연구(Pantev & Herholz, 2011)에서는 피아노 연주의 맥락에서 감각 청각 훈련이 단순한 청각 훈련보다 청각 피질 영역에서 강력한 기능 변화를 일으키게 된다고 설명하였다. 또한 음악 훈련은 청각 신호의 신속한 처리를 해결할 수 있는데, 이는 청각 및 운동 피질 구조뿐만 아니라 대뇌 피질의 신경 조직 활성화를 향상시키기 때문이다(Lahav, Saltzman, & Schlaug, 2007). 또한 청력 및 기타 기능의 부상은 병

변에 의해 손상된 것으로 음악을 사용한 재활 프로그램을 통해 효과적으로 회복될 수 있다(Lahav et al., 2007).

피아노는 음악의 모든 측면에서 기본적이며 음악 묘사에서 중요하기 때문에 음악 교육의 주요 수단으로 간주되고 있다. 음악치료와 관련하여, 피아노의 기능은 치료 세션에서 악기를 조작하여 곡을 표현하는데 없어서는 안 될 악기이기 때문에 치료 수단으로 매우 유용하다(최유선, 2002). 특히 피아노는 더 많은 울림의 음색을 가진 악기보다 음고 산출의 명확한 이해를 도우며, 소리의 특성은 음고 산출에 영향을 끼친다(Watts, Moor, McCaughran, & Carr, 2005; Krumhansle & Iverson, 1992).

인공와우 이식 성인의 악기 인지에 있어 높은 정확성을 갖는 피아노는 (Gfeller, Knutson, Woodworth, Witt, & Debus, 1988; 김희선, 2003) 많은 이점을 제공한다. 피아노의 구조적인 면을 면밀히 살펴보면 현악기나 관악기와 다르게 음고가 고정되어 있다. 이를 통해 정확한 음정 간격을 경험할 수 있으므로 청력이 손실된 대상에게도 광범위한 음역 내에서 음을 청취하고 형용할 수 있는 가능성을 제공한다. 다양한 음역을 가진 피아노는 현악기, 관악기 및 타악기의 음역 조건을 만족시킨다(이연숙, 2000). 약 30-4100 Hz의 피아노 주파수 범위에서 건반 위의 크고 작은 음의 주파수는 인공와우 이식인 및 난청인의 잔존 청력을 자극하도록 돕는다(Besson, 2007; Witt et al., 2000; 최유선, 2002).

인공와우 이식인은 자신이 소리를 어떤 방법으로 산출하는지 듣고 확인하며 정확하게 음고를 변환하는 법을 배우게 된다. 대상자가 이상적인 음고 근처에서 음고 수준을 뚜렷하고 분명하게 사용할 때 말의 가장 적절한 사용이 용이해진다. 인공와우 이식인 및 난청인에게 잔존 청력이 있는 경우 일반적으로 250 Hz 이하의 저주파수 영역에서의 내역일 것이며, 이 영역이 증폭되면 기본 주파수를 청각적으로 조정하는 것이 가능할 것이다(오현정, 2012). 이러한 피

아노와 목소리를 통해 인공와우 이식인은 높고 낮은 음의 차이를 구분하고 산출할 수 있으며 피아노를 훈련할 때 계명창을 사용하여 음절을 읽는 것은 청각적인 지시가 되어 내청을 기르는 것에 도움을 줄 수 있다(조순이, 2013; 이미옥, 이드보라, 2011).

## 2) 시각

시각(visual)은 눈을 통해 사물이나 현상을 인지하는 감각이다. 인공와우 이식인 및 난청인은 청력 상실로 인해 청취 가능한 피드백이 충분하지 않으므로 청각적인 장애를 보완하기 위해 다른 감각 기관을 사용해야 한다. 그 중 시각적 피드백의 사용은 기본 주파수 훈련을 위한 가장 유용한 훈련 방법이라고 할 수 있다(신혜경, 2013). 대상자의 음성 산출의 결과에 대해 즉각적인 시각적 피드백을 제공함으로써 흥미로운 훈련 과정과 동기 부여가 주어지게 되므로 훈련 시간을 단축시킬 수 있다(어수지, 2005).

시각적 피드백 도구 가운데 Praat 음성 분석 프로그램은 음역 대에 관계없이 음성분석이 가능하기 때문에 산출된 음성을 세분화하여 상세한 분석을 할 수 있다(양병곤, 2000). 인공와우 이식인에게 음성 분석 프로그램은 자가 음성 훈련 모델링이 될 수 있다. 자가 음성 훈련 모델링을 사용하는 것을 기준 음고의 주파수와 이식인이 산출한 음고의 주파수의 차이에 대한 시각적 피드백을 제공함으로써 산출 음고의 주파수를 기준 음고 주파수에 근접한 수치로 변화시키는데 도움이 될 수 있다(권순복, 2006).

본 연구에서는 음고 변별 및 산출 훈련 시 건반과 음표와 게이름이 표기된 악보를 활용하여 시각적 피드백을 제공하였으며, Praat 음성 분석 프로그램을 사용하여 노래의 각 음절에 대해 게이름을 사용하여 노래를 부른 후에 8음계를 산출하여 녹음하였다. 이 후에 음에 따른 소리의 높낮이 변화를 인식 할

수 있도록 녹음된 소리를 즉시 확인하고 피치 및 스펙트로그램을 통해 음고의 파형과 스펙트럼에 대한 시각적 피드백을 제공하였다. 인공와우 이식 성인은 시각적 피드백을 통해 음 높이의 차이를 구분하고 자신의 목소리에 대한 음고를 확인하고 수정할 때 도움을 받을 수 있다(김진희, 2009).

피아노는 일정한 음고 간격과 코드에 대한 시각적 단서이며 악보와 유기적인 관계가 있다. 인공와우 이식인은 오선보와 건반을 통해 소리를 시각화하고 쉽게 해석할 수 있으므로 학습하는 것이 매우 용이하다. 또한 인공와우 이식인은 음고에 대한 적절한 청각 신호가 부족하기 때문에 음고에 대한 신호를 이해하려면 피아노 연주에 사용되는 노래의 음악 기호를 해석하는 데 도움이 되는 시각적 신호가 필요하다(오현정, 2012).

인공와우 이식 성인은 악보와 같은 사전 지식이 있는 경우 쉽게 음악을 인식할 수 있으며(Witt et al., 2000), 음표와 게이름이 표시된 악보는 음의 위치를 설명하는 시각적 단서가 될 수 있다(오현정, 2012). 특히 노래의 각 음절에 대해 게이름을 사용하여 노래하는 것은 게이름에 따른 음의 변화를 인식하는 데 도움이 될 수 있다(조순이, 2013).

### 3) 운동 감각

운동 감각(kinesthetic)은 신체의 움직임이나 자세를 느낄 수 있는 감각이다. 피아노 연주는 음악 훈련은 운동, 변별, 지각과 같은 기능의 능동적인 조합이다(Parsons, Sergent, Hodges, & Fox, 2005). 피아노를 사용한 음악 훈련은 음고 및 음계와 같은 음악 구성 요소의 학습이 내재되어 있으며, 소근육의 미세한 운동 능력을 통한 음악 학습의 요소를 내포하고 있다(Schellenberg, 2004). 대상자는 음악의 기본 형식을 이해하고 눈과 손의 협력을 통해 시각 및 청각 피드백을 받는다(Pascual-Leone, Dang, Cohen, Brasil-Neto, Cam-marota, &

Hallett, 1995). 음악적인 관점에서 피아노를 연주하는 것은 특정 손가락을 훈련시키고 특정 기능을 향상시킬 수 있다(Lundin, 1967). 피아노는 화성의 움직임에 따라 손의 균형 잡힌 자세를 촉진하는 특성을 가지고 있으며 건반을 누를 때 즉각적인 피드백을 통해 대상자가 소리의 음정을 이해할 수 있도록 돕는다. 또한 신체 기능이 손상된 환자에게 행동에 대한 즉각적인 보상을 함으로써 음악적 자극을 제공할 수도 있다(문소영, 2009).

음성 치료의 기술은 특정 환자가 자신의 음성을 기본 주파수와 근접한 음고 주파수로 쉽게 생성할 수 있게 해주는 기법이다. 보통의 소리 문제는 불완전한 성대 크기 조정과 직접적인 관련이 있다. 다양한 기술 중에서 신체 운동 피드백은 음성 치료에 사용된다. 청력 손실을 경험한 대상자들은 새로운 음고를 확립하면 성대의 문제로 인해 음고 수준이 바뀌어 부적절한 음질을 유발할 수 있다. 인공와우 이식인은 자신이 소리를 산출하는 방식을 듣고 정확하게 음 높이를 변환하는 법을 배우게 된다. 또한 음고 산출 연습을 통해 새롭게 확립된 음고에 대해 대상자의 느낌을 고려할 필요가 있으며, 시각적으로 확인할 수 있는 장치를 사용하여 음고를 녹음하고 확인하는 것이 효율적이다(오현정, 2012). 이와 같이 대상자에게 청각 피드백을 보완하기 위한 운동 감각 피드백 시스템은 매우 중요하다. 본 연구에서는 음고 산출 훈련 시 피아노연주 및 목소리 사용을 통해 운동 감각 피드백을 제공하였다. 인공와우 이식인은 운동 감각 피드백을 통해 음의 차이를 구분하고 수정하여 산출하는 데 도움을 받을 수 있다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구대상

본 연구는 S시에 소재하고 있는 S 귀 전문 병원에서 인공와우 이식 수술을 받은 만 20세 이상 65세 이하의 성인을 대상으로 진행하였다. 연구 대상자는 본 연구의 목적과 취지를 들은 후 동의한 성인 여성 3명을 최종적으로 선정하였으며, 3명의 대상자에게 각각 피아노 훈련을 실시하였다. 대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 연령이 만 20세 이상 65세 이하인 자
- 2) 편측 또는 양측에 인공와우 이식을 받은 자
- 3) 내이기형이 없는 자
- 4) 구어로 의사소통이 가능한 자
- 5) 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 자

#### 1) 연구 대상자의 특성

##### (1) 대상자 A

대상자 A는 만 20세 여성으로 오른쪽 귀는 보청기를 착용하였으며, 청력은 53dB이다. 왼쪽 귀는 19세에 인공와우 이식 수술을 받았으며, 이식 후의 청력은 33dB이다. 대상자는 인공와우 이식 수술 이전 학교에서 음악치료를 약 2년 동안 받았으며, 수술 이후 청각재활 센터에서 약 2년 동안 꾸준한 음악

재활을 받아왔다. 음악 재활은 악기 음색과 음고를 변별하는 프로그램으로 구성되었다. 대상자는 연구자와 처음 만났을 때 C6-C7(1047-2093 Hz)의 고음 역대에서 음 높이의 차이를 구별하는 것이 어렵다고 하였다. 대상자는 선호하는 노래를 부르는 모습을 보였으나, 음정의 불규칙함이 관찰되었다.

## (2) 대상자 B

대상자 B는 만 46세 여성으로 오른쪽 귀는 42세에 인공와우 이식 수술을 받았으며, 이식 후의 청력은 33dB이다. 왼쪽 귀는 인공와우 이식 수술을 앞두고 있다. 대상자는 인공와우 이식 수술 이전 음악 훈련 경험이 없었으며 수술 이후 약 1년 동안 음악 재활을 받아왔다. 음악 재활은 악기 음색과 음고를 변별하는 프로그램으로 구성되었다. 대상자는 연구자와 처음 만났을 때 C6-C7(1047-2093 Hz)의 고음 역대에서 음 높이의 차이를 구별하고 산출하는 것이 어렵다고 하였다.

## (3) 대상자 C

대상자 C는 만 35세 여성으로 오른쪽 귀는 19세에 인공와우 이식 수술을 받았으며, 이식 후의 청력은 29dB이다. 왼쪽 귀는 26세에 인공와우 이식 수술을 받았으며, 청력은 22dB이다. 대상자는 인공와우 이식 수술 이전 고등학교에서 음악수업을 꾸준히 받아왔으며, 수술 이후 약 3개월 정도의 음악 재활경험이 있었다. 음악 재활은 악기 음색과 음고를 변별하는 프로그램으로 구성되었다. 대상자의 보고에 따르면 C4-C5(262-523 Hz)의 음 역대를 제외한 소리의 범위 내에서 음고 차이를 구별하는 것이 어렵다고 하였다.

## 2. 측정도구

### 1) 음고 변별 테스트

대상자의 음고 변별 점수의 변화를 측정하기 위해 음악지각 임상진단평가 (Clinical Assessment of Music Perception: CAMP)의 pitch direction discrimination test(Kang, Nimmons, Drennan, Longion, Ruffin, Nie, Won, Woman, Yueh, & Rubinstein, 2009)를 응용한 음고 변별 테스트를 사용하였다. 음고 변별 테스트는 클래식 피아노를 가지고 실시하였으며 테스트 환경은 바깥 소음이 차단되는 프로그램실에서 진행하였다. 프로그램실은 100% 바깥 소음이 차단되지 않는 곳이다.

테스트의 목적은 주파수 범위의 음고 변화 방향에 대한 정확성을 검사하기 위한 것이다. 음고 변화는 131-2637 Hz의 표준 주파수에서 테스트 되었으며 음고 변화 간격의 크기는 1-4반음 범위였다. 치료사가 피아노로 두 음을 연주하여 들려주고 어떤 음이 높은지 혹은 낮은지 질문하여 대상자가 구분할 수 있는 음정의 도수를 알아보는 것이다. 평가 시 대상자가 치료사의 손 움직임을 보고 해당 음고를 확인할 수 있다는 점을 고려하여 치료사의 손은 검은색 아크릴판으로 블라인드 처리되었다. 주파수 범위를 5개로 나누어 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz 내에서 음 변별 점수에 대한 평균을 구하여 음고 변별 간격으로 한다.

### 2) 데이터 레코딩

대상자의 음고 주파수를 측정하기 위해 대상자가 목소리 크기에 상관없이

산출은 음고를 기록하였다. 대상자의 사전·사후 산출한 평가 음고는 소음이 없는 조용한 환경에서 개별적으로 이루어졌다. 음성 자료를 파일로 저장하기 위해 대상자와 치료사에게서 약 50cm 떨어진 곳에 iPhone X/A1778을 위치시켜 녹음하였고, 음성분석 프로그램인 Praat ver. 5.4 를 사용하여 음고에 관한 주파수 값들을 추출하였다.

### 3) Praat 음성 분석 프로그램

대상자의 산출 음고와 피아노 음고 정보에 대한 시각적 피드백을 위하여 암스테르담 대학교의 Paul Boersma와 David Weenink가 제작한 Pratt 음성 분석 프로그램을 사용하였다. 프로그램은 음역 대에 관계없이 음성 분석이 가능하여 산출된 음성을 세분화하여 상세한 분석이 가능하다(양병곤, 2000). 대상자의 음성자료를 녹음하여 음고 산출 정확도 변화에 대한 음향적 분석을 시행하였다.

## 3. 연구 설계 및 절차

본 연구는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출에 미치는 영향을 알아보기 위하여 2019년 2월 14일부터 4월 8일까지 주 1-2회 40분씩 총 12회기의 피아노 훈련을 실시하였다. 만 20세 이상 65세 이하의 성인 여성 3명을 대상으로 하여 사례연구로 진행되었다. 피아노 훈련을 시행하고 음고 변별 점수와 산출 정확도를 사전·사후에 측정하였다. 본 훈련 프로그램을 실시하기에 앞서 인공와우 청각재활센터 음악치료사로부터 프로그램의 타당도를 검증받음으로서 음역 대의 설

정, 곡 선정, 프로그램 활동내용을 수정, 보완하여 활동의 형식과 방법을 통일하였다.

#### 4. 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 음악 훈련 실시 전과 후 대상자의 음고 변별 점수 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 음고 변별 테스트를 실시하였다.

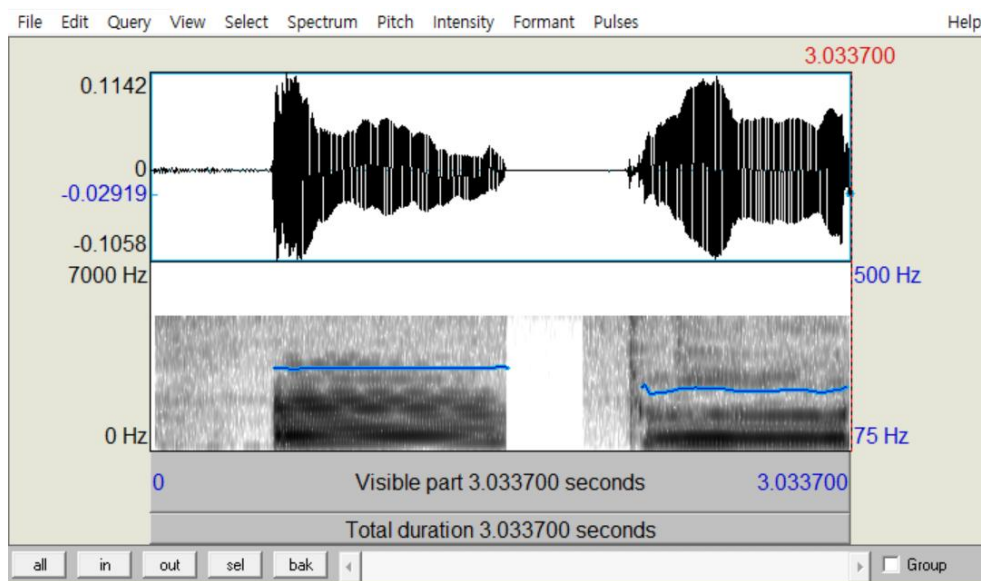
둘째, 음악 훈련 실시 전과 후 대상자의 음고 산출 정확도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Praat 음성 분석 프로그램을 사용하였다. 프로그램 내의 음향적 분석 기능을 사용하여 대상자의 산출 음고 주파수와 피아노 음고 주파수의 변화에 따른 오차 비율을 측정하였다.

#### 5. 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램

##### 1) 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램 구성

다음으로 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 인공와우 이식 성인의 변별력 산출에 미치는 영향을 알아보기 위하여 음악치료 프로그램을 구성하였다. 먼저 피아노 소리를 탐색하고, 노래의 음표 및 계이름이 표기된 악보를 보며 피아노를 연주하였으며, 연주한 노래의 음정 간격을 활용하여 두 음의 간격을 반음씩 좁혀가며 들려주고 질문한 뒤 구별할 수 있도록 하였다. 피

아노로 제시한 음정을 내담자가 게이름을 사용하여 산출하도록 한 후에 Praat 프로그램으로 녹음하였고, 프로그램 내의 피치 및 스펙트로그램 기능을 통해 대상자가 산출한 음성의 음고 파형과 스펙트럼에 대해 시각적 피드백을 받은 후 다시 산출하는 것으로 진행하였다. 본 프로그램을 실시하기에 앞서 대상자에게 시각적으로 제공한 피드백의 예시는 <그림 III-1>과 같다. <그림 III-1>에서 왼쪽 파형과 스펙트로그램은 피아노 음이며, 오른쪽 파형과 스펙트로그램은 대상자가 산출한 음고이다. 스펙트로그램의 파란 선은 음고를 나타내며, 대상자는 피아노 음의 파란 선과 대상자의 파란 선을 시각적으로 비교하며 본인의 음고 산출의 정확도에 관한 시각적 피드백을 받았다.



<그림 III-1> 피아노 음과 대상자가 산출한 음의 피치파형과 스펙트럼에 대한 시각적 피드백 예시

## 2) 프로그램에서의 사용 노래와 치료적 논거

다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련에 사용된 노래는, 한송이(2015)의 연구에서 인공와우 이식 성인의 음악 장르별 복잡성 및 선호도에서 낮은 복잡성과 높은 선호도를 보인 곡의 리스트 중 1곡과 오수진(2015)의 연구에서 인공와우 이식 성인의 선율재인정확도를 보기 위해 선율을 선정하기 위한 과정에서 초등학생을 대상으로 100%의 선율 정확도를 보인 8곡 중에서 곡의 길이가 짧고 쉽의 복잡성이 낮은 1곡으로 선정하였다. 인공와우 이식인은 곡에 사용된 리듬적 특성이 분명하며 동일한 리듬 패턴이 반복될수록 높은 선율 재인 정확도를 나타낸다는 점(오수진, 2015)을 고려하여 이한울(2013)의 연구에서 성인 초보자 특성에 맞추어 선별한 곡 가운데 느린 템포와 반복되는 동일한 리듬 패턴을 가진 2곡으로 선정하였다. 음고 변별 훈련은 연주한 노래의 음정 간격을 활용하여 두 음의 간격을 반음씩 좁혀가며 들려주고 질문한 뒤 구별할 수 있도록 하였다. 음고 산출 훈련을 위해 다감각적 피드백인 Praat음성 분석 프로그램과 피아노를 활용하여 12회기 동안 지속적으로 음 높이의 차이를 구분하여 산출하도록 하였다. Praat을 활용한 음고 산출 훈련에서는 C4, D4, E4, F4, G4, A4, B4, C5 음정과 연구자가 본 목적에 맞게 선정한 노래를 피아노를 사용하여 진행하였다. 프로그램의 사용 노래와 치료적 논거는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 프로그램의 사용노래와 치료적 논거

사용 노래	치료적 논거
‘Love me tender’	· ‘Love me tender’ 노래는 다장조, 4/4박자, 8마디로 편곡되었다. 선율 구조가 반복되고 순차적으로 진행되는 형식은 내담자에게 안정된 분위기에서 적극적인 참여 기회를 제공할 수 있으며, 4도, 2도 음정이 반복되기 때문에 단계적인 음고

	지각 훈련을 돕는다.
‘Amazing Grace’	· ‘Amazing Grace’ 노래는 다장조, 3/4박자, 16마디로 이루어져 있다. 3-4도 음정간격과 상행과 하행이 반복되는 선율구조로 이루어진 노래를 통해 내담자는 목표에 따른 효율적인 훈련을 할 수 있다.
‘아리랑’	· ‘아리랑’ 노래의 장르는 민요이며 다장조, 3/4박자, 16마디, 2도 음정 간격으로 이루어져 있다. 피아노를 사용하여 상행과 하행이 반복되는 선율 구조에 맞추어 연주하는 것은 인공와우 이식인의 음의 높낮이 이해를 도울 수 있다.
‘Nocturne Opus 9 No. 2’	· ‘Nocturne Opus 9 No. 2’ 곡의 장르는 클래식이며 다장조, 3/4박자로 이루어져 있다. 선율 구조는 순차진행과 도약진행이 반복되는 형태로 이루어져 있기 때문에 흥미가 감소될 수 있는 반복의 단점을 개선하여 내담자는 즐거운 분위기 안에서 흥미를 가지고 음고 지각 훈련에 참여할 수 있다.

### 3) 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램 내용

피아노 훈련은 개별 세션으로 이루어졌으며 40분씩 총 12회기가 진행되었다. 프로그램의 활동 내용 및 치료적 근거는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 프로그램 활동 내용

회기	목표	음고	활동 내용	치료적 근거
1-2	음고 변별	C4-C5 (262- 522 Hz)	▶ 피아노와 계명을 사용한 소리탐색 ▶ 목표 음역대에서 피아노를 연주하며	대상자는 피아노 건반의 음정 간격과 계명을 사용한 훈련을 통해 청각적 자극과 시각, 운동 및 신체감각을 통합적으로 사

3-4	<p>C5-C6 (524-1047 Hz)</p>	<p>소리탐색하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 목소리로 계명을 사용하여 음 높이 차이 느끼기</li> <li>- 계이름으로 노래를 부른 후에 피아노의 음을 연주해보며 음의 차이를 경험하고 두 음의 간격에 따른 차이를 인식하도록 노력한다.</li> <li>▶ 피아노 연주</li> <li>▶ 음표 및 계이름이 표기된 악보 보며 피아노 연주하기</li> <li>- 피아노 훈련을 한 후 음 높이에 대한 청각적, 시각, 운동 및 신체감각과의 통합적 자극을 통해 음고의 차이를 변별하는 것을 경험한다.</li> </ul>	<p>융함으로써 두 음의 차이와 이에 따른 음정 간격을 이해하는 것은 물론 광범위한 스펙트럼의 음고를 경험하는 과정을 통해 새로운 음고 확립을 체험하게 된다(Pantev &amp; Herholz, 2011).</p> <p>피아노를 연주 하며 두 음 사이의 일정한 간격에 대한 시각적인 피드백을 제공받을 수 있는 것은 물론, 피아노의 높고 낮은 음을 연주함으로써 두 음의 차이에 대한 이해를 더할 수 있다(최유선, 2002; Witt et al., 2000).</p>
5-6	<p>C6-C7 (1047-2093 Hz)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 계명 창법으로 노래 부르기</li> <li>▶ 음표 및 계이름이 표기된 악보 보며 계명을 사용하여 노래 부르기</li> <li>▶ 음고 변별</li> <li>▶ 음의 같고 다름을 변별하기 (예) 연주한 노래의 음정간격을 활용하여 음의 같고 다름을 변별하기</li> </ul>	<p>음고에 대한 청각신호가 부족한 대상자는 다감각 자극을 활용한 피아노훈련을 통해 오선보와 건반을 사용하여 소리를 시각화함으로써 음 높이의 차이를 인식할 수 있다. 또한 대상자가 신체 및 운동감각을 사용하여 피아노 건반을 누를 때 즉각적인 피드백을 통해 소리의 높낮이를 이해하는 것은 대상자의 음고 변별 능력을 향상시키는 것을 돕는다(Lundin, 1967; 문소영, 2009).</p>

7-8	C7-C8 (2093-4186 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피아노 연주를 통해 상행, 하행 되는 선율을 경험하고 이를 반영하여 피아노 건반의 두 음정 간격을 확인한다.</li> <li>▶ 음고 산출</li> <li>▶ C4, D4, E4, F4, G4, A4, B4, C5</li> </ul>	<p>피아노 연주를 통한 다감각 훈련은 서로 다른 감각의 상호작용을 통해 청각 피질 영역에서 손상된 기능을 재구성 돕고(Pantev &amp; Herholz, 2011), 악기를 활용한 음악 훈련은 대상자의 청각 및 운동 피질 구조와 대뇌 피질의 신경 조직 활성화를 향상시키어 청각 신호의 처리능력에 긍정적인 영향을 미친다(Lahav et al., 2007).</p>
9-10	C3-C4 (131-262 Hz)	<p>피아노 연주 후에 계명을 사용하여 대상자의 음성으로 음고 산출하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 피아노 음과 자신의 산출 음고에 대한 차이를 Praat 음성 분석 프로그램으로 확인한다.</li> <li>- 각 음의 피치 파형과 스펙트럼 차이를 보며 대상자의 산출 음고 주파수를 조율하고 이를 통해 음고를 산출할 기회를 제공한다.</li> </ul>	<p>피아노는 현악기, 관악기와는 다르게 음고가 고정되어 대상자는 피아노 연주를 통해 건반의 정확한 음정 간격을 경험할 수 있다. 피아노의 약 30-4100 Hz의 광범위한 음역 내에서 대상자에게 음을 청취하고 형용할 수 있는 가능성을 제공한다(Gfeller et al., 2000; 최유선, 2002).</p>
11-12	C3-C8 (131-4186 Hz)		<p>계명을 사용하여 음절을 읽는 것은 청각적인 지시가 되어 내 청을 기르는 것을 돕는다(이미옥, 이드보라, 2011). 대상자가 인식하기 힘들었던 음고의 차이를 계명의 사용과 피아노 연</p>

---

주를 통해 느껴봄으로서 음 높이를 인식하고 변별할 수 있는 기회를 제공 한다(조순이, 2013).

---

## IV. 연구결과

### 1. 음고 변별

본 연구는 인공와우 이식 성인을 대상으로 음고 변별 및 산출의 향상을 위한 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련이 얼마나 효과적인지를 알아보기 위하여 대상자를 선정 한 후, 훈련 시행 전, 후에 대해 비교하여 보았다. 대상자별 음고 변별 점수에 대해서는 다음과 같이 정리하였다.

#### (1) 대상자 A의 음고 변별 점수의 변화

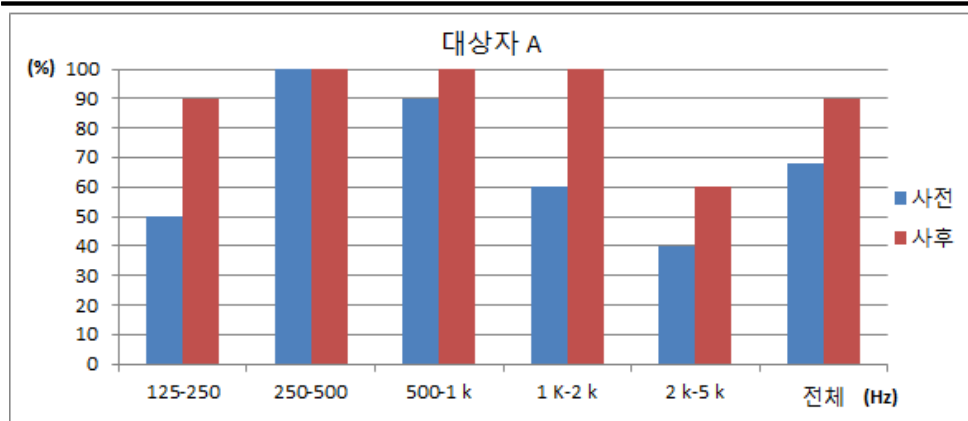
대상자 A는 프로그램을 시작하기 전에 시행된 사전 검사의 평균 수행력이 68%로 나타났다. 250-500 Hz, 500-1 kHz 주파수 범위에서 90% 이상의 음고 변별이 가능한 상태였으나, 125-250 Hz, 1-2 kHz, 2 kHz 이상의 주파수 범위에서 40-60% 이하의 음고 변별만 가능한 상태였다. 이에 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 전체 주파수 범위에서 제공하였으나, 위의 세 가지 주파수 범위를 중심으로 시행하였다.

본 프로그램을 12회기 동안 실시한 후 시행된 사후검사 결과 평균 수행력은 90%로 나타났으며, 125-250 Hz 주파수 범위에서 90% 이상의 수행력, 1-2 kHz 주파수 범위에서 100%의 수행력, 2 kHz 이상의 주파수 범위에서 60% 이상의 수행력을 나타냈다. 특히 125-250 Hz, 1-2 kHz 주파수 범위의 수행력이 40% 이상 향상되었음을 확인할 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 변별 수행력은 다음 <표 IV-1>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화 그래프를 <그림 IV-1>에 제시함으로써 대상자 A는 훈련 주파수

범위에서 평균 음고 변별 수행력이 향상되었음을 알 수 있다.

<표 IV-1> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (A)

음역(Hz)	125-250	250-500	500-1 k	1 k-2 k	2 k-5 k	전체
사전	50	100	90	60	40	68
사후	90	100	100	100	60	90



<그림 IV-1> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (A)

(2) 대상자 B의 음고 변별 점수의 변화

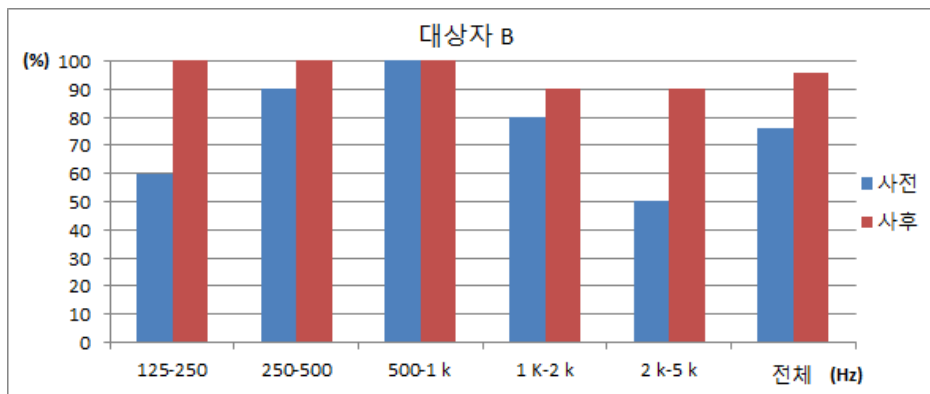
대상자 B는 프로그램을 시작하기 전에 시행된 사전 검사의 평균 수행력이 76%로 나타났다. 250-500 Hz, 500-1 kHz, 1-2 kHz 주파수 범위에서 80% 이상의 음고 변별이 가능한 상태였으나, 125-250 Hz, 2 kHz 이상의 주파수 범위에서 50-60% 이하의 음고 변별만 가능한 상태였다. 이에 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 위의 두 가지 주파수 범위를 중심으로 시행하였다.

본 프로그램을 12회기동안 실시한 후 시행된 사후검사 결과 평균수행력은 96%로 나타났으며, 125-250 Hz 주파수 범위에서 90% 이상의 수행력, 2

kHz 이상의 주파수 범위에서 90%의 수행력을 나타냈다. 특히 125-250 Hz 주파수 범위의 수행력이 90% 이상 향상되었음을 확인할 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 변별 수행력은 다음 <표 IV-2>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화 그래프를 <그림 IV-2>에 제시함으로써 대상자 B는 훈련 주파수 범위에서 평균 음고 변별수행력이 향상되었음을 알 수 있다.

<표 IV-2> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (B)

음역(Hz)	125-250	250-500	500-1 k	1 k-2 k	2 k-5 k	전체
사전	60	90	100	80	50	76
사후	100	100	100	90	90	96



<그림 IV-2> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (B)

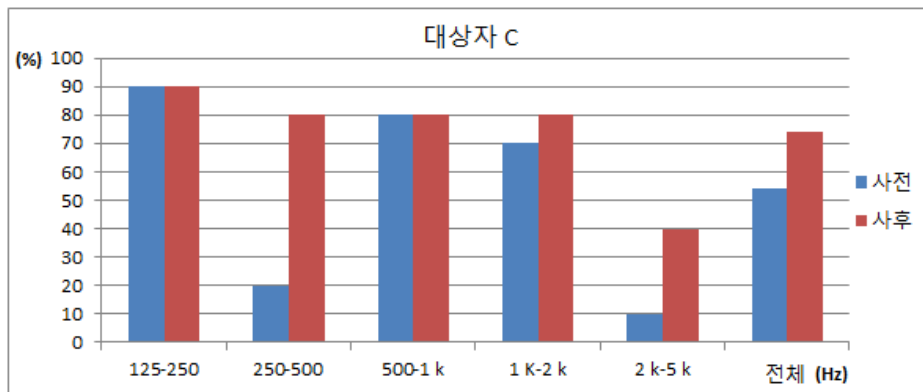
(3) 대상자 C의 음고 변별 점수의 변화

대상자 C는 프로그램을 시작하기 전에 시행된 사전 검사의 평균 수행력이 54%로 나타났다. 125-500 Hz, 500-1 kHz, 1-2 kHz 주파수 범위에서 70%

이상의 음고 변별이 가능한 상태였으나, 250-500 Hz, 2 kHz 이상의 주파수 범위에서 20% 이하의 음고 변별만 가능한 상태였다. 이에 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 위의 두 가지 주파수 범위를 중심으로 시행하였다. 본 프로그램을 12회기 동안 실시한 후 시행된 사후검사 결과 평균 수행력은 74%로 나타났으며, 250-500 Hz 주파수 범위에서 80% 이상의 수행력, 2 kHz 이상의 주파수 범위에서 40% 이상의 수행력을 나타냈다. 특히 250-500 Hz 주파수 범위에서 수행력이 60% 이상 향상되었음을 확인할 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 변별 수행력은 다음 <표 IV-3>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화 그래프를 <그림 IV-3>에 제시함으로써 대상자 C는 훈련 주파수 범위에서 평균 음고 변별 수행력이 향상되었음을 알 수 있다.

<표 IV-3> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (C)

음역(Hz)	125-250	250-500	500-1 k	1 k-2 k	2 k-5 k	전체
사전	90	20	80	70	10	54
사후	90	80	80	80	40	74



<그림 IV-3> 사전, 사후의 음고 변별 점수 변화 (C)

이상에서 보는 바와 같이, 대상자 A, B, C의 사전·사후의 전체 음고 변별 점수는 20%이상 동일하게 증가하였고, 대상자별 평균 수행력은 각각 90%, 96%, 75%로 나타났다. 이는 청각적 자극과 운동 및 신체감각과의 통합적 자극을 사용한 피아노 훈련을 통해 피아노의 일정한 음정 간격을 이해하고, 음고를 구분하는 능력이 향상되었기 때문으로 여겨진다.

한편, 대상자 A, B의 경우 250-500 Hz와 500-1 kHz 주파수 범위에서 사전, 사후의 수행력은 100%로 동일하게 나타내었다. 다음으로 대상자 C는 125-250 Hz와 500-1 kHz 주파수 범위에서 사전, 사후의 각각 90%, 80%의 동일한 수행력을 나타내어 해당 범위에서 변화가 없었다는 것을 알 수 있다. 이는 인공와우 이식 성인의 소리 지각 수행력의 변화는 수술 시 연령, 난청기간, 난청기간 동안 청각의 활용 정도와 같은 개인적 특성에 의한 것으로 사료된다(최아현, 2014).

## 2. 음고 산출

### 1) 음고 산출 정확도의 변화

음고 산출 정확도의 변화를 측정하여 산출된 음고 주파수와 기준 음고 주파수를 사전, 사후로 비교하여 나타냈다. 대상자별 음고 변별 점수에 대해서는 다음과 같이 정리하였다.

#### (1) 대상자 A의 음고 산출 변화

대상자 A는 기준 음고 주파수 값과 사후 음고 산출 주파수 값이 근접함을 알 수 있다. 그러나 대상자의 사전 주파수 값과 기준 음고 주파수 값의 오차 비율을 살펴보면 파(F4)값은 0.13%, 솔(G4)값은 0.09%, 라(A4)값은 0.04%, 시(B4)값은 0.13%, 도(C5)값은 0.08%의 오차를 나타냈다. 대상자는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 총 12회기 동안 제공받은 후 사후검사를 시행한 결과 모든 음에서 오차 비율의 감소를 보였으며, 특히 시(B4) 음에서 가장 큰 감소를 보였다. 따라서 대상자의 음고 산출 주파수 값이 사전, 사후의 차이를 보였고, 사후의 주파수 값이 기준 음고 주파수 값에 동일한 주파수 범위대로 변화되었음을 알 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 산출 정확도의 변화는 다음 <표 IV-4>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화그래프를 <그림 IV-4>에 제시함으로써 대상자 A의 음고 산출 주파수 값과 기준 음고 산출 주파수 값의 오차 비율이 감소되었음을 알 수 있다.

<표 IV-4> 사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (A)

음정	평균음	사전		사후	
		측정값	오차비율	측정값	오차비율
C4	262	244	0.07	264	0.02
D4	297	282	0.05	287	0.03
E4	330	320	0.03	333	0.01
F4	352	307	0.13	356	0.01
G4	396	433	0.09	379	0.04
A4	440	458	0.04	426	0.03
B4	495	560	0.13	450	0.09
C5	528	571	0.08	518	0.02
평균			0.08		0.03



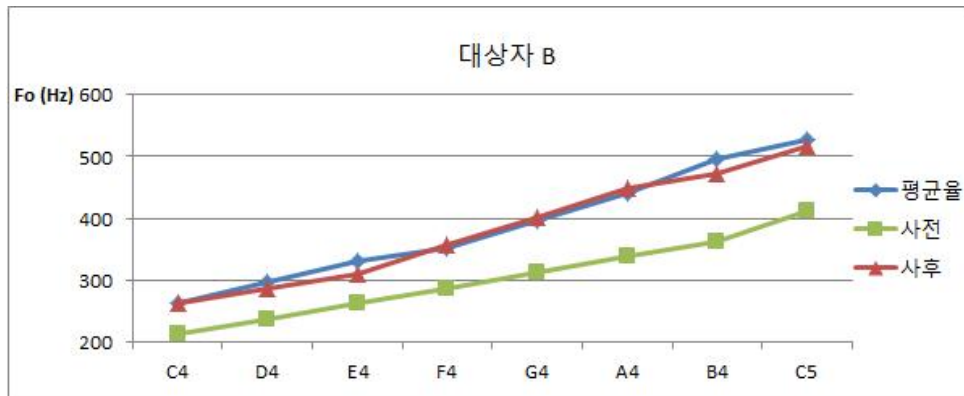
<그림 IV-4> 사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (A)

(2) 대상자 B의 음고 산출 변화

대상자 B는 기준 음고 주파수 값과 사후 음고 산출 주파수 값이 근접함을 알 수 있다. 대상자의 사전 주파수 값과 기준 음고 주파수 값의 오차 비율을 살펴보면 도(C4)값은 0.19%, 레(D4)값은 0.20%, 미(E4)값은 0.21%, 파(F4)값은 0.18%, 솔(G4)값은 0.21%, 라(A4)값은 0.23%, 시(B4)값은 0.27%, 도(C5)값은 0.20%의 오차를 나타냈다. 대상자는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 총 12회기 동안 제공받은 후 사후검사를 시행한 결과 모든 음에서 오차 비율의 감소를 보였으며, 특히 도(C4) 음에서 가장 큰 감소를 보였다. 따라서 대상자의 음고 산출 주파수 값이 사전, 사후의 차이를 보였고, 사후의 주파수 값이 기준 음고 주파수 값에 동일한 주파수 범위대로 변화되었음을 알 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 산출 정확도의 변화는 다음 <표 IV-5>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화그래프를 <그림 IV-5>에 제시함으로써 대상자 B의 음고 산출 주파수 값과 기준 음고 산출 주파수 값의 오차 비율이 감소되었음을 알 수 있다.

<표 IV-5> 사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (B)

음정	평균음	사전		사후	
		측정값	오차비율	측정값	오차비율
C4	262	244	0.19	264	0.01
D4	297	282	0.20	287	0.03
E4	330	320	0.21	333	0.06
F4	352	307	0.18	356	0.01
G4	396	433	0.21	379	0.02
A4	440	458	0.23	426	0.02
B4	495	560	0.27	450	0.05
C5	528	571	0.20	518	0.02
평균			0.21		0.03



<그림 IV-5> 사전, 사후의 음고 산출 정확도의 변화 (B)

(3) 대상자 C의 음고 산출 변화

대상자 C는 기준 음고 주파수 값과 사후 음고 산출 주파수 값이 근접함을 알 수 있다. 대상자의 사전 주파수 값과 기준 음고 주파수 값의 오차 비율

을 살펴보면 도(C4)값은 0.16%, 레(D4)값은 0.18%, 미(E4)값은 0.22%, 파(F4)값은 0.34%, 솔(G4)값은 0.22%, 라(A4)값은 0.25%, 시(B4)값은 0.18%, 도(C5)값은 0.22%의 오차를 나타냈다. 대상자는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 총 12회기 동안 제공받은 후 사후검사를 시행한 결과 모든 음에서 오차 비율의 감소를 보였으며, 특히 도(C5) 음에서 가장 큰 감소를 보였다. 따라서 대상자의 음고 산출 주파수 값이 사전, 사후의 차이를 보였고, 사후의 주파수 값이 기준 음고 주파수 값에 동일한 주파수 범위대로 변화되었음을 알 수 있다. 사전, 사후 훈련 주파수 범위에서 음고 산출 정확도의 변화는 다음 <표 IV-6>에서 제시하였다. 또한 사전, 사후 변화그래프를 <그림 IV-6>에 제시함으로써 대상자 C의 음고 산출 주파수 값과 기준 음고 산출 주파수 값의 오차 비율이 감소되었음을 알 수 있다.

<표 IV-6> 사전, 사후의 음고 산출 정확도 변화 (C)

음정	평균음	사전		사후	
		측정값	오차비율	측정값	오차비율
C4	262	244	0.16	264	0.08
D4	297	282	0.18	287	0.11
E4	330	320	0.22	333	0.08
F4	352	307	0.34	356	0.05
G4	396	433	0.22	379	0.04
A4	440	458	0.25	426	0.08
B4	495	560	0.18	450	0.09
C5	528	571	0.22	518	0.02
평균			0.22		0.07



<그림 IV-6> 사전, 사후의 음고 산출 정확도의 변화 (C)

이상에서 살펴본 바와 같이 음고 산출 주파수 값과 기준 음고 산출 주파수 값의 평균 오차 비율이 감소하여, 사후의 주파수 값이 기준 음고 주파수 값에 동일한 주파수 범위대로 변화되었음을 알 수 있다.

## V. 결론

### 1. 결론 및 논의

본 연구는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련 프로그램이 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출에 미치는 영향을 알아보기 위한 목적으로 이루어졌다. 그 시사점은 다음과 같다.

첫째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식 성인의 음고 변별력을 향상시킨다. 대상자의 A, B, C의 음고 변별 성공률의 평균 수행력은 사전의 약 66%에서 사후의 약 87%로 나타나 훈련 후의 음고 변별 성공률이 더 높다는 것을 보여준다. 이는 다감각적 피드백을 활용한 음악치료가 인공와우 이식인의 음고적 측면의 개선에 도움을 주었음을 증명한 조찬양(2017)의 연구를 지지한다. 나아가, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 음고의 차이를 공간화하기 위해 피아노의 일정한 음정 간격과 악보의 사용을 전제로 하기 때문에 적절한 청각 피드백이 부족한 인공와우 이식 성인을 위한 기존의 일반적인 음악 훈련에 비해 청각적 자극과 시각, 운동 및 신체 감각과의 통합적 자극을 통한 음고의 변화 인식에 효과적이며, 음고의 차이를 이해하고 경험하는 기회로 활용된다(Yücel et al., 2009)는 선행연구의 주장과 일치한다.

둘째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 음고에 대해 피아노의 일정한 음정 간격과 악보를 사용하여 음고와 시각 자극과의 연관 자극을 제공한다. 본 훈련에 참여한 대상자 A, B, C의 사전, 사후 음고 변별 점수가 훈련 참여 후 증가하는 것으로 나타났으며, 사전의 평균 66%에서 사후의 87%로 증가하였다. 인공와우 이식 소리 지각에 있어서 호소하는 주요 문제의 대부

분은 초분절적인 요소인 음고의 낮은 지각력에 기인한 경우가 대부분이다 (이성은, 2010). 특히 인공와우 이식 성인이 겪는 대표적인 문제로 음고의 낮은 지각력은 이들의 사회생활 및 바깥 소음 환경에서의 화자와 대화 시 언어 운율에 따른 정서인식, 음악 지각의 어려움을 경험하기 쉽다(최아현, 허승덕, 2014). 즉, 본 연구에서 시행된 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식 성인이 겪은 문제의 원인으로 작용하는 음 높이를 구분하는 능력을 개선시키는데 긍정적인 의미를 지님으로써 이들이 음고의 차이에 대한 올바른 개념을 이해하고, 이를 기초로 하여 문제를 지니고 있던 낮은 음소 지각력(최아현, 2014) 및 소음상황에서의 낮은 말 지각력(송성미, 2008) 향상의 실마리를 찾기 위한 도움을 제공할 것으로 예측할 수 있다.

셋째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 인공와우 이식인의 전반적인 음고 산출 정확도를 향상시킨다. 이러한 결론을 뒷받침하는 근거로 본 훈련 프로그램에 참여한 인공와우 이식 성인의 음고 산출에 대한 정확도가 훈련 참여 후 향상되었으며, 구체적으로 사전 · 사후 음고 산출 주파수는 대상자 A에게서는 파(F4), 솔(G4), 라(A4), 시(B4), 도(C5)의 음고 산출의 정확도가 향상되었고, 대상자 B, C에게서는 8음계의 음 모두 산출의 정확도가 향상되었다. 세 명의 대상자는 공통적으로 기본 음고 주파수와 근접한 영역에서 변화가 일어났다. 이는 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련에서 사용하는 Praat 음성 분석 프로그램을 통한 시각적 피드백으로 피아노 음의 기준 주파수와 대상자가 산출한 음성의 주파수에 대한 피치 및 스펙트럼의 과형을 비교함으로써 기존의 일반적인 음악 훈련 프로그램에 비해 음고 변별 및 산출 향상에 효과적이며, 시각적 피드백을 통해 대상자의 산출 변화를 확인하는 것은 기준 음고를 이해하는 기회를 제공할 수 있다(김성경, 2019; 조찬양, 2017)는 선행연구의 주장과 일치한다.

이상의 결과로 본 연구에서 다감각적 피드백을 응용하여 인공와우 이식

성인의 음고 변별 및 산출의 향상을 위한 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련은 대상자의 음고 변별 및 산출 능력을 향상시키는데 효과를 지님을 확인할 수 있었다. 이는 향후 인공와우 이식 성인 뿐 아니라 인공와우 이식 아동이 호소하는 언어에서 음고적 측면의 문제(김성경, 2019; 조찬양, 2017)를 해결하기 위한 중재 체계를 마련하는데 있어 치료적 도구로 사용하는데 의미있는 가치를 지닐 것으로 예측할 수 있다. 즉, 인공와우 이식인이 청인에 비해 미세한 소리구조인 음고의 낮은 지각력으로 인해 겪게 되는 소리 지각의 어려움과 말 지각 문제에 대한 치료적 도구로서 본 훈련 프로그램은 긍정적인 활용 가치를 가지며, 특히 피아노의 일정한 음정간격과 악보가 지니는 ‘청각적 및 시각, 신체 및 운동 감각적 피드백’이라는 특징은 초분절적 요소인 음소 지각 능력, 소음상황에서의 말 지각 능력에서 취약성(송성미, 2008; 최아현, 허승덕, 2014)을 보이는 인공와우 이식인에 대한 중재 방법으로 이들이 겪는 문제를 효율적으로 감소시킬 수 있는 효과적인 중재 도구가 될 것임을 예측할 수 있다.

본 연구의 논의 사항은 다음과 같다. 연구 결과에 따르면, 대상자 A, B, C는 음고 변별 수행력과 음고 산출 정확도가 향상되었다. 이에 대한 논의로 첫째, 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련에서 사용한 피아노 중심의 음고 제시 전략이 음정 간격의 차이를 인식하고 변별하는 것을 유도하는데에 효과적으로 작용했다. 본 연구에서는 음고 변별 및 산출 훈련을 시행하고 그에 따른 결과를 보고한 선행연구(이미옥, 이드보라, 2010; 정미라, 2010)와는 차별적으로 음고에 대해 피아노의 일정한 음정간격과 악보 및 계명이 가지는 청각적 및 시각, 신체 및 운동 감각적 피드백을 제공함으로써 음고 인식의 정확한 입력을 도왔다. 또한 대상자 특성을 고려한 노래 악보의 사용은 다감각적 방법을 활용한 피아노 훈련을 위한 시각적 피드백이 될 뿐만 아니

라, 음고, 리듬, 박자 등 다양한 음악 요소의 체계적 구성이되어 대상자의 음고 변별 및 산출 경험을 도울 수 있었다.

본 연구에서는 인공와우 이식 성인은 두 음의 간격이 넓을수록 변화를 쉽게 지각하였음을 보고한 선행연구에 따라(Shucher & McDermott, 2007) 음정 간격이 클수록 음고 변별 점수 변화의 향상이 크게 나타날 것으로 예측하였다. 연구 결과, 대상자 A, B, C는 음의 간격에 관계없이 개인차가 있었으므로 음정 간격의 차이 인식과의 연관성에 관해서는 확인하지 못하였다. 본 훈련 프로그램 구성 시, 인공와우 이식인의 음고 지각과 연관된 위의 선행 연구결과에 따라 피아노 음정을 제공할 때 음고의 범위를 8도부터 제시하였지만 대상자에 따라 음 간격을 조절하여 시도해 볼 수 있을 것이다.

둘째, 훈련의 단계별 목표 음고에 따라 치료적 전략을 기초로 연구자가 선정한 노래는 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출 향상을 위한 의미 있는 도구가 되었다. 노래를 사용함으로써 대상자가 스스로에게 동기를 부여하고 흥미를 느끼며 쉽게 참여할 수 있는 인공와우 이식 성인의 선호 곡 가운데 복잡성이 낮고 단조로운 리듬의 곡을 사용하였으며, 일반 성인 초보자의 피아노 교재에서 인공와우 이식 성인의 선율 재인 정확도가 높은 장르인 클래식 장르의 곡을 사용하였다. 대상자가 연주를 하며 음 높이 인식을 반복하여 이해할 수 있도록 반복적인 선율의 음악적 구조로 이루어진 곡은 음고 변별 및 산출 경험의 가치 있는 의미를 제공하였다. 대상자는 복잡성이 높고 선호하지 않는 곡을 사용하여 음고를 변별하는 것 보다 곡 안에서 선율에 따라 음정 간격을 빠르게 이해하였다. 대상자의 청지각 특성을 고려하여 곡의 선율과 음정 간격에 집중할 수 있도록 곡의 길이를 8마디, 16마디로 편곡하여 사용 하였다.

마지막으로 본 훈련 시행 이후, 대상자의 보고에 따르면 훈련 시행 전 음고 변별 및 산출이 어려웠던 음역 대에서 소리를 듣고 구분하는 횟수가 증

가하였고, 음고 산출 시 음고 표현에 있어서 정확도가 향상되었다고 하였다. 이에 인공와우 성인을 대상으로 제공되었던 본 훈련 프로그램은 인공와우 이식 성인의 음고 변별 및 산출 향상을 도왔을 뿐만 아니라 피아노 연주에 따른 음고 구분의 인식에 대한 관심을 높이는데 기여하였다고 사료된다. 이는 본 훈련 프로그램이 인공와우 이식 성인이 흥미있게 음악을 즐기게 되고 그 속에서 음고의 변화를 느끼고 지각함으로써 소리 지각력의 향상을 도모하고자 하는 목적에 가까워졌다는 점에서 의미 있는 결과라고 할 수 있다.

## 2. 제언

본 연구의 결론을 토대로 후속 연구를 위한 제언점은 다음과 같다.

첫째, 후속 연구에서는 충분한 표본수가 확보된 음악 훈련 효과의 검증이 필요하다. 본 연구의 대상자 수는 3명이었으며, 대상자 특성으로 인해 개별 훈련으로 진행하였다. 이는 대상자 수가 소수 인원으로 제한되는 결과를 초래하여 효과의 크기를 알 수 없다는 한계가 있었다. 이로써 후속 연구에서는 충분한 표본수가 필요할 것이다.

둘째, 대상자 A, B, C는 8음계 음의 산출 정확도가 향상되어 긍정적인 결과를 얻었으나 음고 변별력의 변화에서는 각각의 대상자마다 다른 결과를 보였다. 대상자 A는 전체 주파수 범위의 음고 변별 수행력에서 유의미한 차이를 보였으며, 특히 125 Hz, 1 kHz 범위의 음고 변별 수행력이 향상되었다. 대상자 B는 전체 주파수 범위에서 음고 변별 수행력에서의 유의미한 차이를 보였고, 125 Hz, 2 kHz 범위의 음고 변별 수행력이 향상되었다. 대상자 C는 전체 주파수 범위의 음고 변별 수행력에서 유의미한 차이를 보였으며, 250 Hz, 2 kHz 범위의 음고 변별 수행력이 향상되었다. 이러한 결과가

대상자마다 다른 개인적 특성에 포함되는 성별, 보조기기 종류, 난청 시기, 수술 시 연령에 따른 차이로 인한 것인지 후속 연구에서 구체적으로 비교해 볼 것을 제안한다.

셋째, 음악 훈련이 인공와우 이식 성인의 변별력 산출에 미치는 영향에 대한 장기간의 연구가 요구된다. 본 연구는 9주간 주 1-2회 12회기로 인공와우 이식 성인의 변별력 산출에 영향을 미치기에는 비교적 길지 않은 기간이었다. 또한 대상자의 사전·사후 변화의 차이에도 불구하고 청인과는 여전한 차이를 보였다. 후속 연구에서는 음악치료 프로그램의 장기간의 연구를 통해 연구결과의 일반화 및 인공와우 이식 성인과 청인의 차이 감소가 유의미하게 나타나는지에 대한 연구가 이루어져야 한다.

넷째, 대상자의 음악적 능력과 음악을 사용한 음악재활 결과의 상관관계에 관한 연구가 필요함을 제안한다. 대상자의 음악 수준에 따라 미치는 영향 또한 다르게 나타날 가능성이 있기 때문에 후속 연구에서 대상자의 음악 수준과 음악을 사용한 재활 훈련의 연관성에 대해 연구해 볼 필요성이 제기된다. 이를 통해 청각 재활 시 내담자에게 적절한 곡을 선정하여 치료 기술의 효과성에 대한 근거를 나타낼 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 국민건강보험공단 (2011). 인공와우 수술 환자 통계. 2019년 4월 10일.  
[Http://www.mohw.go.kr/front\\_new/sch/index.jsp](http://www.mohw.go.kr/front_new/sch/index.jsp)으로부터 검색.
- 권대순 (2007). 시·청각적 피드백이 인공와우 이식아동의 운율 개선에 미치는 효과. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 권순복 (2006). 성대결절 환자의 자가 음성훈련 모델링 및 치료효과. 부산대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김리석 (1997). 인공와우 이식. *대한의사협회지*, 40(11), 1526-1531.
- 김리석, 이미영, 허민정, 오영준 (2004). 인공와우 이식 아동의 open-set speech perception의 발달. *대한이비인후과학회지*, 47(1), 15-21.
- 김성경 (2019). 자가음성 모니터링을 응용한 가창 프로그램이 인공와우이식 아동의 억양과 음고 변화에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김은영 (2014). 노년기 보상적 두뇌 가소성: 인지노화의 보상가설과 재활방안에 대한 개관연구. *한국심리학회지*, 33(4), 853-873.
- 김은자 (2002). 유아특수교육관련 국내 연구논문 분석: 1990년부터 2001년까지의 전문학술지를 중심으로. 조선대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김종선 (2005). 와우이식의 문제 증례. 동산난청연구소 인공와우 심포지움. 서울: 동산난청연구소, 27-41.
- 김진희 (2009). 인공와우 이식 성인의 청각 및 언어재활에 관한 종단적 사례연구: 말 명료도, 청능 및 말소리지각, 말인지 범주를 중심으로. 용인대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김효진 (2016). 음정보방 중심 노래부르기를 통한 인공와우 이식 아동의 음고산출 향상 사례. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.

- 김효진, 정현주 (2017). 음정 모방 중심 노래 부르기를 통한 인공와우 이식 아동의 음고 산출 정확도 향상 사례. **인간행동과 음악연구**, 14(1), 1-16.
- 김희선 (2003). 고, 심도 난청인의 보정청력 정도와 유형에 따른 악기음색의 변별력에 대한 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 대한청각학회 (2008). **청각검사지침**. 서울: 학지사.
- 문소영 (2009). 피아노연주 중심 음악치료의 원리. **한국음악학회논문집 음악연구**, 42, 1-19.
- 문혜란 (2003). **최중도 청각장애 아동의 음고 특성 연구**. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박미혜, 이달희, 이상훈, 허명진 (2006). **아동청능재활**. 서울: 양서원.
- 박상희 (2003). **Off-switch 상태의 인공와우 이식 아동에 대한 청각 재활프로그램의 개발과 적용 효과연구**. 대구대학교 대학원 박사학위 논문.
- 박지은 (2008). **시창과 청음 훈련을 통한 초등 고학년 학생들의 음감신장 방안 연구**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 배인호, 김근호, 이연우, 박희준, 김진동, 이일우, 권순복 (2015). 병리적 음성에 대한 언어 습득 이후 인공와우 이식 성인의 청지각적 변별특성과 중재 프로그램의 효과. **말소리와 음성과학**, 7(2), 9-17.
- 배인호, 박희준, 권순복, 이일우, 고의경 (2014). 인공와우 이식에 따른 발성수행력 변화에 관한 연구. **한국언어치료학회**, 23(1), 251-270.
- 서영란, 임덕환 (2007). 음악치료를 통한 인공와우 청각장애아동의 청각재활. **청능재활**, 3(2), 116-121.
- 송성미 (2008). **소음 상황에서의 청능훈련 프로그램이 성인 인공와우 이식자의 말지각 능력에 미치는 효과**. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 송재준 (2007). 인공와우 이식. **대한의학협회지**, 50(9), 825-829.
- 신혜경 (2013). **Praat를 이용한 청각장애학생들의 가창력 향상에 관한 실험**

- 연구. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 양병곤 (2000). Praat을 이용한 숫자음의 음향적 분석법. *음성과학*, 7(2), 137-147.
- 어수지 (2005). 시각적 피드백을 사용한 음고치료 후 청각장애 성인의 기본 주파수 변화. 나사렛대학교 재활복지대학원 석사학위 논문.
- 오수진 (2015). 인공와우 이식 성인의 선율재인 정확도와 음악적 특성. 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문.
- 오현정 (2012). 인공와우 이식 아동의 청각재활을 돕는 가창 활동집. 숙명여자대학교 음악치료대학원 석사학위 논문.
- 이미옥, 이드보라 (2011). 코다이 접근의 음악치료가 건청 아동과 인공와우 착용 아동의 음고 재생에 미치는 영향. *한국청각·언어장애교육연구*, 2(1), 32-46.
- 이상훈, 정다정, 장정훈(2014). Topics and current issues in cochlear implants. *대한청각학회 학술대회*, 33-50.
- 이상희 (2005). 인공와우 아동의 음운발달과 재활프로그램에 관한 문헌 고찰, *언어치료연구*, 14(3), 43-58.
- 이석원 (2013). *음악 인지 과학*. 서울: 심설당.
- 이성은 (2010). 청각장애 성인의 청지각적 말 평가: 초분절적 요소, 말 명료도, 말 용인도를 중심으로. 연세대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이연숙 (2000). 초등학교 교사 양성과정의 건반악기 집단지도 방안. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이은경 (2002). 운율훈련 프로그램이 인공와우이식 아동의 운율자질 개선에 미치는 효과. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이한울 (2013). 성인을 위한 피아노 교습서 연구: 성인을 위한 피아노 어드벤처를 중심으로. 경희대학교 교육대학원 석사학위 논문.

- 정미라 (2010). **음악지각 훈련프로그램이 인공와우 착용 아동의 음악지각에 미치는 효과**. 고신대학교 교회음악대학원 석사학위 논문.
- 정미라, 이드보라 (2012). 인공와우 착용 아동의 음악 지각력에 대한 사례연구. **언어치료연구**, 21(2), 206-226.
- 조순이 (2013). 음악교육가 팔루셀리(S. Paluselli)의 계명창법 연구. **음악교육연구**, 42(4).
- 조찬양 (2017). **시·청각적 도구를 활용한 음악치료가 인공와우 이식 아동의 말하기에 미치는 효과**. 성신여자대학교 일반대학원 석사학위 논문.
- 최보윤, 강경선 (2019). 가상현실을 활용한 음악치료가 지적장애인의 식사행동 수정에 미치는 영향. **발달장애연구**, 23(1), 1-19.
- 최아현, 허승덕 (2014). 언어 습득 이후 난청 성인 인공와우 이식자의 음소 지각과 오류. **재활복지**, 8(3), 227-232.
- 최유선 (2002). 정신지체 청소년의 자아존중감 향상을 위한 음악의 치료적 접근 방법 : 피아노 교습법을 중심으로. **이화교육논총**, 12, 487-501.
- 최위주, 오수희, 방정화 (2017). 음악을 이용한 청능훈련이 인공와우착용 아동에 있어서 어음인지와 작업기억력에 미치는 효과. **한국청각언어재활학회**, 13(1), 70-77.
- 한송이 (2015). **인공와우 이식 성인과 건청 성인의 음악 장르별 선호도 및 복잡성 비교**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 허승덕, 최아현, 강명구 (2006). **재활 청각학-인공와우, 보청기, 양이 청취**. 서울: 시그마프레스.
- 홍하나 (2013). 후천성 인공와우 이식 성인의 청능훈련 사례 연구. **재활복지**, 17(4), 371-382.
- Baek, M. J. (2015). 감각신경성 난청의 원인과 재활치료. *Hanyang Medical Reviews*, 35(2), 57-65.

- Besson, M., Schön, D., Moreno, S., Santos, A., & Magne, C. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing music and language. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *25*(3), 399–410.
- Bruns, L., Mürbe, D., & Hahne, A. (2016). Understanding music with cochlear implants. *Scientific Reports*, *6*(1).
- Blamey, P. J., & Alcantara, J. I. (1994). Research in auditory training. *Journal of the Academy of Rehabilitative Audiology, Supplement*, *27*, 161–191.
- Carter, A. K., Dillon, C. M., & Pisoni, D. B. (2002). Imitation of nonwords by hearing impaired children with cochlear im-plants: Suprasegmental analyses. *Clinical Linguistics and Phonetics*, *16*(8), 619–638.
- Chang, D., Hedberg, N., & Wang, Y. (2016). Effects of musical and linguistic experience on categorization of lexical and melodic tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *139*(5), 2432–2447.
- 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.
- Chen, J. K., Chuang, A. Y., McMahon, C., Hsieh, J. C., Tung, T. H., & Li, L. P. (2010). Music training improves pitch perception in prelingually deafened children with cochlear implants. *Pediatrics*, *125*(4), 793–800.
- Dowell, R. C., Dettman, S. J., Hill, K., Winton, E., Barker, E. J., & Clark, G. M. (2002). Speech perception outcomes in older children who multichannel cochlear implant: older is not always poorer. *Annals of*

- Otology, Rhinology & Laryngology*, 23(5), 97-101.
- Fu, Q.-J., & Galvin, J. J. (2007). Perceptual learning and auditory training in cochlear implant recipients. *Trends in Amplification*, 11(3), 193-205.
- Galvin, J. J., Fu, Q. J., & Nogaki, G. (2007). Melodic contour identification by cochlear implant listeners. *Ear and Hearing*, 28(3), 302-319.
- Galvin, J. J., Fu, Q. J., & Shannon, R. V. (2009). Melodic contour identification and music perception by cochlear implant users. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 518-533.
- Gfeller, K., Knutson, J. F., Woodworth, G., Witt, S., & Debus, B. (1998). Timbral Recognition and Appraisal by Adult Cochlear implant. Users and Normal-Hearing Adults. *Journal of American Academy of Audiology*, 9, 1-19.
- Gfeller, K., Witt, S., Adamek, M., Mehr, M., Rogers, J., Stordahl, J., & Ringgenberg, S. (2002). Effects of training on timbre recognition and appraisal by postlingually deafened cochlear implant recipients. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(3), 132-145.
- Gfeller, K. E., Turner, C., Woodworth, G., Mehr, M., Fearn, R., Witt, S., & Stordahl, J. (2002). Recognition of familiar melodies by adult cochlear implant recipients and normal hearing adults. *Cochlear Implants International*, 3(1), 29-53.
- Gfeller, K., Turner, C., Oleson, J., Zhang, X., Gantz, B., Froman, R., & Olszewski, C. (2007). Accuracy of cochlear implant recipients on pitch perception, melody recognition, and speech reception in noise. *Ear and Hearing*, 28(3), 412-423.
- Gfeller, K., Oleson, J., Knutson, J. F., Breheny, P., Driscoll, V., &

- Olszewski, C. (2008). Multivariate predictors of music perception and appraisal by adult cochlear implant users. *Journal of the American Academy of Audiology, 19*(2), 120-134.
- Gfeller, K., Guthe, E., Driscoll, V., & Brown, C. J. (2015). A preliminary report of music-based training for adult cochlear implant users: rationales and development. *Cochlear Implants International, 16*(3), 22-31.
- Gfeller, K. (2016). Music-based training for pediatric CI recipients: A systematic analysis of published studies. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases, 133*, 50-56.
- Good, A., Gordon, K. A., Papsin, B. C., Nespoli, G., Hopyan, T., Peretz, I., & Russo, F. A. (2017). Benefits of Music Training for Perception of Emotional Speech Prosody in Deaf Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing, 38*(4), 455.
- 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.
- Hsiao, F., & Gfeller, K. (2012). Music Perception of Cochlear Implant Recipients With Implications for Music Instruction A Review of the Literature. Update: *Applications of Research in Music Education, 30*(2), 5-10.
- Kang, R., Nimmons, G. L., Drennan, W., Longnion, J., Ruffin, C., Nie, K., Won, J. H., Worman, T., Yueh, B., & Rubinstein, J. (2009). Development and validation of the University of Washington Clinical

- Assessment of Music Perception test. *Ear and Hearing*, 30(4), 411-418.
- Kong, Y. Y., Cruz, R., Jones, J. A., & Zeng, F. G. (2004). Music perception with temporal cues in acoustic and electric hearing. *Ear and Hearing*, 25(2), 173-185.
- Kos, M. I., Deriaz, M., Guyot, J. P., & Peilzzone, M. (2009). What can be expected from a late cochlear implantation? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(2), 189-193.
- Kraus, N., Skoe, E., Parbery-Clark, A., & Ashley, R. (2009). Experience-induced malleability in neural encoding of pitch, timbre and timing: implications for language and music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 543-557.
- Krumhansl, C. L., & Iverson, P. (1992). Perceptual interactions between musical pitch and timbre. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 739-751.
- Lahav, A., Saltzman, E., & Schlaug, G. (2007). Action representation of sound: audio-motor recognition network while listening to newly acquired actions. *Journal of Neuroscience*, 27(2), 308-314.
- Leal, M. C., Shin, Y. J., Laborde, M. L., Calmels, M. N., Verges, S., Lugaardon, S., & Fraysse, B. (2003). Music perception in adult cochlear implant recipients. *Acta oto-laryngologica*, 123(7), 826-835.
- Lejska, M. (2004). Voice field measurements—a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *Journal of Voice*, 18(2), 209-215.
- Li, T., & Fu, Q. J. (2007). Perceptual adaptation to spectrally shifted

- vowels: the effects of lexical and non-lexical labeling. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 8(1), 32-41.
- Lin, F. R., & Albert, M. (2014). Hearing Loss and Dementia—Who's Listening? *Aging Ment Health*, 18(6), 671-673.
- Looi, V., Gfeller, K., & Driscoll, V. D. (2012). Music appreciation and training for cochlear implant recipients: a review. *In Seminars in Hearing*, 33(4), 307-334. Thieme Medical Publishers.
- Lundin, R. W. (1967). An objective psychology of music (2nd Ed). *New York: Ronald Press*.
- Luo, X., Masterson, M. E., & Wu, C. C. (2014). Melodic interval perception by normal-hearing listeners and cochlear implant users. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(4), 1831 - 1844.
- McDermott, H. J. (2004). Music perception with cochlear implants: a review. *Trends In Amplification*, 8(2), 49-82.
- McMullen, E., & Saffran, J. R. (2004). Music and language: A developmental comparison. *Music perception: An Interdisciplinary Journal*, 21(3), 289-311.
- Mirza, S., Douglas, S. A., Lindsey, P., Hildreth, T., & Hawthorne, M. (2003). Appreciation of music in adult patients with cochlear implants: a patient questionnaire. *Cochlear Implants International*, 4(2), 85-95.
- Murphy, N. (1997). A multisensory vs. conventional approach to teaching spelling. Unpublished master thesis. kean College of New Jersey, USA.
- Nakata, T., Trehub, S. E., Mitani, C., & Kanda, Y. (2006). Pitch and timing in the songs of deaf children with cochlear implants. *Music*

- perception: An Interdisciplinary Journal*, 24(2), 147-154.
- 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.
- Pantev, C., & Herholz, S. C. (2011). Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(10), 2140-2154.
- Parsons, L. M., Sergent, J., Hodges, D. A. & Fox, P. T. (2005). Brain basis of piano performance. *Neuropsychologia*, 43(2), 199-215.
- Pascual-Leone A., Dang, N., Cohen, L. G., Brasil-Neto, J., Cam-marota, A., & Hallett, M. (1995). Modulation of motor responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1037-1045.
- Patel, A. D. (2014). Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis. *Hearing Research*, 308, 98-108.
- Peng, S. C., Tomblin, J. B., & Turner, C. W. (2008). Production and perception of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and individuals with normal hearing. *Ear and Hearing*, 29(3), 336-351.
- Peretz, I., Brattico, E., & Tervaniemi, M. (2005). Abnormal electrical brain responses to pitch in congenital amusia. *Annals of Neurology*, 58(3), 478-482.
- Perrachione, T. K., Fedorenko, E. G., Vinke, L., Gibson, E., & Dilley, L. C. (2013). Evidence for shared cognitive processing of pitch in music

- and language. *PLoS One*, 8(8), e73372.
- Rebuschat, P., Rohrmeier, M., Hawkins, J. A., & Cross, I. (2012). *Language and music as cognitive systems*. Oxford University Press.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8), 511-14.
- Schramm, D., Fitzpatrick, E., & Séguin, C. (2002). Cochlear implantation for adolescents and adults with prelinguistic deafness. *Otology & Neurotology*, 23(5), 698-703.
- Schunk, H. A. (1999). The effect of singing paired with signing on receptive vocabulary skills of elementary ESL students. *Journal of Music Therapy*, 36(2), 110-124.
- See, R. L., Driscoll, V. D., Gfeller, K., Kliethermes, S., & Oleson, J. (2013). Speech intonation and melodic contour recognition in children with cochlear implants and with normal hearing. *Otology & Neurotology*, 34(3), 490.
- Snow, D., & Ertmer, D. (2009). The development of intonation in young children with cochlear implants: a preliminary study of the influence of age at implantaion and length of implant experience. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 23(9), 665-679.
- Sucher, C. M., & McDermott, H. J. (2007). Pitch ranking of complex tones by normally hearing subjects and cochlear implant users. *Hearing Research*, 230, 80-87.
- Svirsky, M. A., Robbins, A. M., Kirk, K. I., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implant. *Psychological Science*, 11(2), 153-158.

- Teoh, S., Pisoni, D. B., & Miyamoto, R. T. (2004). Cochlear implantation in adults with prelingual deafness. Clinical results. *The Laryngoscope*, *114*(9), 1536-1540.
- Waltzman, S. B., Roland, J. T., & Cohen, N. L. (2002). Delayed implantation in congenitally deaf children and adults. *Otology & Neurotology*, *23*(3), 333-340.
- Watts, C. R., & Hall, M. D. (2008). Timbral influences on vocal pitch-matching accuracy. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, *33*(2), 74-82.
- Watts, C., Moore, R., & McCaghren, K. (2005). The relationship between vocal pitch-matching skills and pitch discrimination skills in untrained accurate and inaccurate singers. *Journal of Voice*, *19*(4), 534-543.
- Weidema, J. L., Roncaglia-Denissen, M. P., & Honing, H. (2016). Top-Down Modulation on the Perception and Categorization of Identical Pitch Contours in Speech and Music. *Frontiers in Psychology*, *7*, 817.
- Witt, S., Murray, K. T., & Tyler, R. S. (2000). Musical backgrounds, listening habits, and aesthetic enjoyment of adult cochlear implant recipients. *Journal of the American Academy of Audiology*, *11*, 390-406.
- Xu, L., Zhou, N., Chen, X., Li, Y., Schultz, H. M., Zhao, X., & Han, D. (2009). Vocal singing by prelingually-deafened children with cochlear implants. *Hearing Research*, *255*(1), 129-134.
- Yücel, E., Sennaroğlu, G., & Begin, E. (2009). The family oriented musical training for children with cochlear implants: Speech and

musical perception results of two year follow-up. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(7), 1043-1052.

Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547-558.

# ABSTRACT

## The Effects of Piano Training with Multisensory Methods on Pitch Discrimination and Production of Adults with Cochlear Implant

**Kim, Jin young**

**Department of Music Therapy**

**Graduate School of**

**Sungshin University**

The aim of the study was to investigate the effects of piano training with multisensory methods on adults with cochlear implant. The participants of this study were 3 adults who received cochlear implant in S hospital in S city. Music therapy pitch were provided for 12 sessions, 1-2 sessions per week, 40 minutes per session from February 14 to April 8, 2019.

This study provided pitch production training through playing the piano and solmization for integrated training of auditory stimulation, kinesthesia and somatesthesia. Music scores and the location of the keys were used to spatialize the pitch. Feedback on the pitch was visually represented on the screen for the changes of the therapist's pitch and their own pitch using the Praat program. In order to determine the changes of pitch

discrimination, pitch discrimination tests were performed before and after the interventions. To determine the production changes, pitch production before and after the interventions was recorded, and before and after changes were compared after measuring the pitch in standard frequency using the Praat program. The following are the summary of results.

First, piano training using multisensory methods enhanced the pitch discrimination rate of adults with cochlear implant. The three participants showed more than 20% increase in pitch discrimination rate from the mean 66% before the intervention to 87% after the intervention.

Second, piano training using multisensory methods increased the pitch production accuracy of adults with cochlear implant. Participant A showed increased pitch production accuracy in the changes of deviation in fa (F4), sol (G4), la (A4), si (B4), and do (C5), and Participant B and C showed increased production accuracy in all 8 notes.

Third, piano training using multisensory methods provides relative stimulations between the pitches in playing an instrument and visual stimulation. All participants showed increased success rate in pitch discrimination before and after the interventions. The increase of mean from 66% to 87% may be seen as an effect of pitch discrimination from piano training using multisensory methods.

These study results suggest that piano training using multisensory methods for adults with cochlear implant can support pitch discrimination and production accuracy. In addition, this study is the first in Korea to attempt piano training program using multisensory methods in adults with cochlear implant.

- 부록 -

치료에 사용된 노래 악보

Love me tender

Elvis. Preskey 작사  
V. Matson 작곡



# Amazing Grace

John Newton 작사

1  
솔 도 도 미 도 미 레 도 라

5  
솔 솔 도 도 미 도 미 레 미 솔

2  
9  
미 솔 솔 미 도 미 레 도 라

13  
솔 솔 도 도 미 도 미 레 도

# 아리랑

경기도 민요



# Nocturne Opus 9 No. 2

Chopin 작곡

솔 미 미 레 미 레 도 솔

6 미 라 라 미 솔 파 미

10 레 미 시 도 라

14 솔 시 라 솔 파 미 파 라 시 도

Detailed description: The image shows a musical score for the vocal line of Nocturne Opus 9 No. 2 by Frédéric Chopin. The score is written in treble clef with a 3/4 time signature. It consists of four lines of music, each with Korean lyrics underneath. The first line starts with a whole note '솔' followed by a half note '미' and a dotted half note '미 레 미 레' with a slur over it, ending with a whole note '도 솔'. The second line starts with a half note '미', followed by a quarter note '라', a dotted quarter note '라', a quarter note '미', a dotted half note '솔', a whole note '파', and a quarter note '미'. The third line starts with a dotted half note '레', followed by a half note '미', a quarter note '시', a dotted half note '도', and a quarter note '라'. The fourth line starts with a quarter note '솔', followed by a quarter note '시', a quarter note '라', a quarter note '솔', a quarter note '파', a quarter note '미', a quarter note '파', a quarter note '라', a quarter note '시', and a dotted half note '도'.