

이개 크기에 따른 이개강 공명

허승덕^{a,c,d,§} · 이제현^{b,d} · 전성민^{c,d} · 김인아^{c,d}

^a동아대학교병원, ^b동아대학교 대학원, ^c부산가톨릭대학교 언어청각치료학과, ^d부산청각언어연구회

§ 교신저자

허승덕
동아대학교병원 이비인후과
청각전문가
부산시 서구 동아대1길 30
e-mail: audiolog@donga.ac.kr
tel.: 016-9667-7081

배경 및 목적: 이개는 두개골에서 돌출되어 있고, 이개강은 이개가 깔때기 모양으로 형성한 공간을 말한다. 이개와 이개강은 소리를 모으는 기능을 하며, 해부학적으로 외이도와 연결되어 있다. 이 기관들은 해부학적 생리학적으로 연속되어 있어서 청각학적으로는 따로 구분하지는 않는다. 청각학적 재할에 있어서 보청기는 아주 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 보청기 사용은 이개강과 외이도 공명의 일부를 상쇄하기도 하고, 보청기 종류에 따라 증폭기가 갖는 이득보다 더 많은 이득을 제공하기도 한다. 보청기 사용으로 얻을 수 있는 추가 이득은 송화기 위치 효과(microphone location effect; MLE)와 잔류 외이도 용적 등에 따라 달라진다. 이개와 이개강 공명은 MLE에 영향을 준다. 따라서 이개강 공명은 청각생리학적 측면에서 소리에 대한 방향성 인지에 매우 중요한 단서를 제공하기 때문에 음원 방향 인지 연구에 중요하다. 이 연구는 우리나라 성인의 이개강 공명 정상치를 구하고, 이개 크기가 이개강 공명에 영향을 주는가를 알아보고자 한다. **방법:** 이 연구는 정상 성인 18명 36귀(남:여=5:13)를 대상으로 하였다. 입사각 0°와 45°에서 이들의 이개강 공명을 구한 후, 이개 크기와 상관계수를 분석하였다. **결과:** 이개 크기는 상하 길이가 52.8부터 73.8 (61.7±5.5) mm이었으며, 너비가 16.35부터 29.9 (22.4±3.3) mm이었다. 두 길이를 곱해 구한 면적은 458.62부터 1034.54 (706.21±165.58) mm²를 보였다. 최대 공명주파수는 음원 입사각 0°와 45°에서 모두 4 kHz로 나타났으며, 최대 공명이득은 0°에서 12.2 (±2.9), 45°에서 13.6 (±3.5) dB로 나타났으나 모든 주파수의 이개강 공명이득은 이개 상하길이와 너비의 변화에도 불구하고 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. **논의 및 결론:** 결론적으로 이개크기는 이개강공명에 영향을 미치지 않는다. 『언어청각장애연구』, 2010;15:107-113.

핵심어: 이개강 공명, 보청기, 이개, 송화기 위치 효과, 음원 방향성

I. 서론

인간은 의사소통을 통해 사회화한다. 의사소통은 말과 음성으로 전달되는 정보의 전달과정이며, 이 과정은 소리가 그 기저를 이룬다. 청각기관은 소리를 수용하면서 동시에 음원의 방향과 잡음 속에서 특정한 소리나 음성 정보를 해석하는 역할을 담당한다(Cocktail party effect). 청각정보를 해석하는 생리학적 기능은 청신경 말단 와우핵(cochlear nucleus)부터 청각피질(auditory cortex)에 이르는 부분인 청각중추전달로에서 핵심적 역할을 수행한다. 이개(pinna) 및 이개강(concha cavity)은 소리

를 간섭하고 공명시켜 두 귀에서 듣는 소리의 크기에 차이를 생기게 하고 이를 청각중추전달로로 전달하는 역할을 한다. 두 귀의 외이에서의 차이는 청각중추전달로에서 음원 방향의 분석 및 소음하 명료도 향상에 관한 중요한 역할을 담당한다(허승덕 외, 2006).

태생해부학적 측면에서 외이는 태생 3~6주부터 형성되기 시작한다. 이개는 6주경에 연골이 형성되고 20주경에 Darwin 결절이 만들어지면서 성인의 형태를 갖추며 생후 9세까지 성장을 계속 한다(김종선, 2002; 장선오·최병윤, 2003; 허승덕·유영상, 2004). 이개 연골 골격은 심한 요철을 이루는 0.5~1

■ 게재 신청일: 2009년 10월 20일 ■ 최종 수정일: 2010년 1월 26일 ■ 게재 확정일: 2010년 1월 30일

© 2010 한국언어청각임상학회 <http://www.kasa1986.or.kr>

mm 정도의 두께를 가진 탄성연골로 구성되어 있고, 그 위로 연골막, 피하조직 그리고 얇은 피부가 덮고 있다(김중선, 2002). 성인의 이개는 이륜(helix) 상단부터 이수(lobule) 하단까지 상하 길이가 6.3~6.5 cm, 너비는 약 3.5 cm 정도로 상하 길이와 너비의 비는 약 2:1 정도이다(강현주 외, 2006; 장선오·최병윤, 2003). 이개강은 이개가 깔때기 모양으로 감싸고 있는 안쪽의 공간을 말하며, 외이도(external auditory canal; EAC) 입구까지를 말한다. 청각기관은 소리를 중추로 전달하면서 매질의 차이로 발생하는 에너지 손실을 보상하기 위하여 다양한 공명을 통해 음압을 증강시킨다. 이개강에서의 공명은 두개골로부터 돌출된 이개가 소리의 진행을 간섭하면서 생기는 (flange effect) 고유주파수 진동과 이 고유주파수가 진행하는 소리에 합쳐져서 발생하는 음압 증강을 통해 발생한다.

이개강 공명은 외이도형(in the canal; ITC) 및 비노출 외이도형(complete in the canal; CIC) 보청기의 송화기 위치 효과(microphone location effect; MLE)를 예측하는 데 유용한 단서가 된다. 순수 외이도 공명(real EAC resonance)은 이개강 공명 이득을 구할 경우 쉽게 확인할 수 있으며, 이를 통해 귀걸이형(behind the ear; BTE), 외이형(in the ear; ITE), ITC 그리고 CIC 보청기 착용시 외이도 잔류용적에 따른 공명 이득을 예측하는 데 중요한 단서가 된다.

이개의 크기는 이과 및 성형외과 영역에서 이성형술(otoplasty)을 목적으로 한 연구들만이 시행되었다(강현주 외, 2006; 장선오·최병윤, 2003). 외이에서의 공명은 두개골과 상반신에 의한 몸통효과(torso effect), 이개강 공명, 외이도 공명 등을 포함한 신체 전반에서 발생한 공명 이득을 모두 포함하여 구한 소수의 연구들이 있다(장철호·이진수, 1999; 조양선·고석주, 1999; 최아현 외, 2009; 허승덕 외, 2000; 홍성화 외, 1997). 그러나 이개강 공명이나 이개 크기가 이개강 공명에 미치는 영향에 대한 청각학적 측면에서의 국내 연구는 없다.

보청기를 이용한 청각재활에서 이개강 및 외이도 공명은 보청기가 제공하는 고유한 음향이득 이외의 추가 이득을 얻기도 하며, 보청기 착용으로 외이도가 막혀 공명 손실이 발생하기도 하기 때문에 청각학적 관점에서 매우 중요하다. 따라서 외이 각 부분에서

발생하는 공명에 대한 분석적 연구가 필요하다. 이 연구는 우리나라 성인의 이개강 공명에 대한 정상치를 확인하고, 이개 크기가 이개강 공명에 영향을 주는가를 확인하고자 한다.

II. 연구 방법

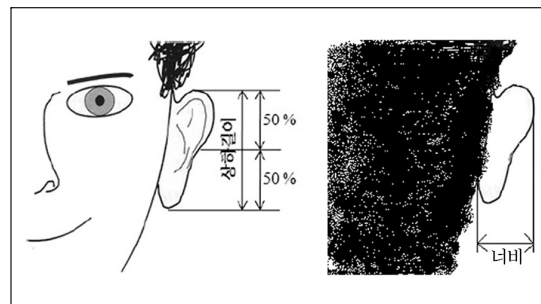
1. 대상

이 연구에는 외이 및 중이 질환이나 수술을 받은 경험이 없으며, 이개 이상을 초래하는 레슬링이나 유도 등의 체육 활동 경험이 없는 20세부터 30세(평균 22.5세) 사이의 건강한 성인 18명(남:여=5:13)이 참여하였다. 연구자들은 참여자들에게 이 연구의 목적과 방법을 설명하였으며, 참여자 모두 이 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험 참여에 적극 동의하였다.

2. 방법

가. 이개 크기 측정

이개의 길이와 너비는 Vernier calipers를 이용하여 측정하였다. 이개의 상하 길이는 이륜 상단부터 이수 하단까지의 최장 길이를 측정하였다.<그림 - 1> 너비는 일반적으로 이개 길이의 중앙에 해당하는 이륜의 외측 지점으로부터 이주(tragus) 상단 굴곡까지의 길이를 의미한다. 그러나 이 연구는 이개강 공명이 두개골에서 돌출된 이개의 영향을 알아보려고 하기 때문에 이주 상단 굴곡 대신 이개정(cymba of concha) 뒤편 유양돌기부 두피와 이개가 이루는 굴곡까지를 길이로 정의하였다(<그림 - 1>).



<그림 - 1> 이개의 상하 길이와 너비

나. 귓본(impression) 제작

이개강은 외이도와 바로 연결되어 있어서 실이 계측(real ear measurement; REM)을 할 경우 외이도 공명이 포함된다. 따라서 이를 차단하기 위하여 귓본(impression)을 제작하였다. 귓본 제작을 위하여 이경(otoscope)과 고막운동도(tympanogram)를 이용하여 외이도 및 고막의 상태를 확인하였다. 인상물질(impression material; Shore No. 35±2 A, Otoform® AK, Denmark)로 인한 고막 손상을 방지하기 위하여 외이도 직경에 맞는 고막보호용 솜뭉치(ear dam)를 외이도 1굴곡에 넣었다. 기본 재료(Base component) 및 경화촉진제(Catalyst component)를 잘 혼합한 후, 고막보호용 솜뭉치와 연결된 실을 이수와 함께 붙잡고 인상용 주사기를 이용하여 혼합된 인상물질을 외이도와 이개강에 채웠다. 인상물질이 굳으면 이를 부드럽게 제거한 후 이개강과 외이도의 경계 부위를 절단하였다.

다. 실이 계측

이개강 공명은 Fonix 7000 Hearing Aid Test System(Frye Inc., USA)을 이용하여 측정하였다. 먼저, 미리 제작하여 이개강과 외이도 입구의 경계면을 절단한 귓본으로 외이도를 막았다. 귓본으로 막힌 외이도의 입구 중앙(귓본 중앙)에 실리콘 재질의 탐침관(probe tube)의 끝을 댄 후, 탐침관을 주간절흔(traus notch) 쪽으로 내려 이수에 의료용 반창고로 고정하였다. 이렇게 고정한 탐침관의 다른 쪽 끝은 측정용 송화기(measurement microphone)와 연결하였다.

음원 스피커는 외이도 입구로부터 90 cm 거리의 0°와 45° 방향에 각각 두었으며, 200부터 8,000 Hz까지 75 dB SPL 강도의 순음을 연속하여 자극하였다. 외이도 내부 출력음압은 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2, 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 3, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7, 4, 4.2, 4.5, 4.7, 5, 5.3, 5.6, 6, 6.3, 6.7, 7.1, 7.5 그리고 8 kHz의 주파수에서 측정하였다.

라. 결과의 분석

최대 공명 주파수는 출력음압이 가장 높은 주파수로 하였고, 공명 이득은 각각의 주파수 출력음압에서

입력음압인 75 dB SPL을 뺀 값으로 정하였고, 이 중 가장 큰 이득 값을 최대 이개강 공명 이득으로 정하였다.

이개 크기는 상하길이와 너비 그리고 이개 상하길이와 너비를 곱하여 구한 전체 면적 변화에 따른 공명의 변화를 확인하였다. 이개 크기에 따른 공명의 변화는 공명이득을 측정된 43개 주파수 중 공명이득이 통계적으로 유의한 변화를 보인 주파수를 찾고, 이들 주파수에서의 공명이득 변화가 이개 크기에 의한 것인지를 통계적으로 검증하였다.

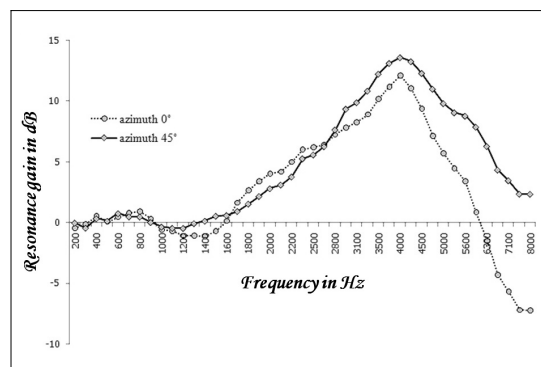
이개 크기와 이개강 공명의 상관관계는 상관분석과 단순회귀분석(SPSS 16.0 for windows)을 이용하여 통계적으로 검증하였다.

이 연구는 교육과학기술부 한국연구재단이 지정하는 좋은 연구(Good research practice)의 연구 윤리를 실천하였다.

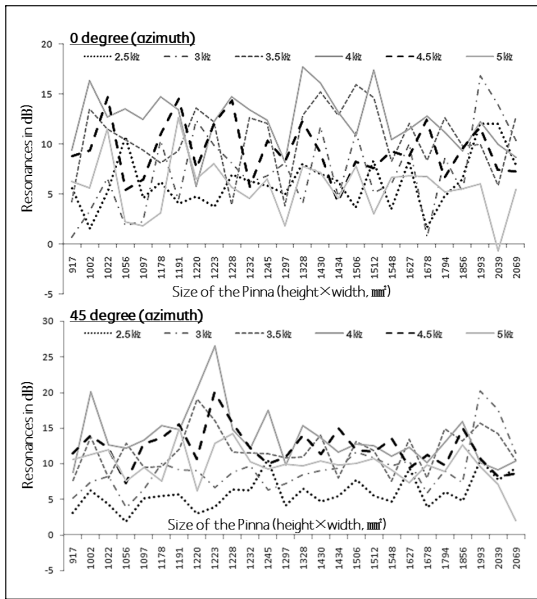
Ⅲ. 연구 결과

이개 크기는 상하 길이가 52.8부터 73.8 (61.7±5.5) mm이었으며, 너비가 16.35부터 29.9 (22.4±3.3) mm이었다. 두 길이를 곱해 구한 면적은 458.62부터 1034.54 (706.21±165.58) mm²를 보였다.

최대 공명주파수는 음원 입사각 0°와 45°에서 모두 4 kHz로 나타났으며, 최대 공명이득은 0°에서 12.2 (±2.9), 45°에서 13.6 (±3.5) dB로 나타났으나(<그림 2>) 입사각 0°와 45° 각각에서 모든 주파수의 이개강 공명이득은 이개 상하길이와 너비의 변화에도 불구하고 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.



<그림 2> 이개강 공명



<그림-3> 이개 크기에 따른 이개강 공명의 변화

IV. 논의 및 결론

소리는 음원의 진동이 사람의 두 귀에 의해 나눠 어졌다가 청각중추전달로에서 다시 합쳐지면서 음원의 방향을 구별한다. 이개, 이개강, 외이도로 구성된 외이는 좌우 양측에서 두개골과 이개 등의 간섭과 공명을 통하여 들리는 소리가 도달하는 시간(interaural time differences; ITD)과 소리의 강도(interaural intensity or level differences; IID/ILD)에 차이를 생기게 하고 이를 상부 청각기관으로 전달하는 역할을 한다. ITD와 IID/ILD를 단서로 한 방향의 구별은 음원이 정면에 있을 때보다 측면에 있을 때 변별 능력이 더 크다(허승덕 외, 2006).

소리 방향의 인지는 외이에서 획득한 음향 음성 신호의 ITD 및 IID/ILD을 근거로 상올리브복합체(superior olivary complex)가 최소 10 μ s의 ITD와 최소 약 10 dB SPL 정도의 IID/ILD의 차이를 인지한다. 보통 말소리에 대하여 두 귀 청력손실의 차이가 15 dB 이내인 정면의 소리에 대하여 방향성 혼동이 생기는 것은 상올리브복합체의 역할과 관련한다. 계속하여 외측용대(lateral lemniscus), 하구(inferior colliculus), 내슬상체(medial geniculate body) 등을 지나면서 음향 신호의 다양한 특징들을 처리하여 청각기관의 가장 상위 영역인 1차 청각피질(Primary auditory cortex; Brodmann's area 41/42, Heschle

gyrus, A1) 및 2차 청각피질(Secondary auditory cortex; Brodmann's area 22, Wernicke's area, A2)이 수평적 방향은 물론 공간적 위치에 대한 정보를 최종적으로 분석한다.

인간 청신경 ITD는 최소 10~100 μ s 정도이며(Grothe, 2003), 최대 660 μ s 정도이다(Feddersen et al., 1957). 소리의 파장 등의 음향물리학적 특성과 두개골의 크기 등 매질의 영향 그리고 청신경 생리학적 특성 등과 관련하여 800 Hz 소리에서 가장 민감하게 방향을 변별할 수 있다. 800 Hz 소리가 전방에서 들려 올 경우 최소 1° 차이를 가지는 음원 방향을 인지할 수 있다. 그러나 소리의 주파수가 500 Hz보다 낮거나 1.3~2 kHz보다 높으면 변별 능력을 기대하기 어렵다(허승덕 외, 2006). IID는 200 Hz 이상의 소리에서 주파수가 높아질수록 소리 강도 의존성 음원 변별 능력이 커지며, 외이도 공명, 이개강 공명, 이개 간섭 등에 의해 해당 주파수 범위 소리에 대한 음원 변별 능력이 극대화된다.

보청기가 전자공학 발전의 혜택을 충분히 활용하기 전에는 이개의 생리학적 기능을 강화시켜 주는 음향 나팔(sound collector cup/acoustic horn)이 보청기의 역할을 대신했다. 이들 장치는 그 크기에 따라 다소 차이는 있지만 2,600~3,000 Hz 범위에 있는 외이 공명 주파수를 어음역 중심 주파수인 1,500~2,000 Hz 정도로 이동시키고, 새로운 공명 주파수 대역에서 15~20 dB 정도의 외이 공명 이득을 포함한 최대 25 dB의 이득을 제공했다. 이러한 음향 공명 방식의 비전기적 보청기는 중등도 난청까지 유용하게 사용하였고, 지금도 손을 귀에 대고 듣는 습관으로 그 흔적이 남아있다.

우리나라 사람의 이개 상하 길이는 생활수준 향상과 체격 변화에 영향을 받아 약 53 mm부터(박철규, 1978) 약 65 mm 정도까지(강현주 외, 2006; 변진석 외, 1991; 장선오·최병윤, 2003) 커졌다. 이 연구 참여자들의 이개 길이는 61.7 mm로 비교적 최근에 시행한 선행 연구들과 차이를 보이지 않았다. 이개 너비는 이개 성형 등을 목적으로 구할 경우 28~35 mm 정도이다(강현주 외, 2006; 변진석 외, 1991; 장선오·최병윤, 2003). 이 연구에서 너비는 성형외과적 목적으로 하는 선행 연구들과 달리 외이도 앞 쪽에 있는 이주 상단 굴곡 대신 이개정 뒤편 유양돌기 앞쪽의 두피와 이개가 이루는 굴곡까지를 길이를 측정하였다. 이렇게 측정한 이개 너비는 22.4 mm로 나타

났으며, 저자들이 측정된 너비는 선행 연구에서 나타난 것보다 다소 낮다. 이것은 측정 지점을 달리한데 따른 것으로 거리 측정을 선행 연구와 같이한다면 큰 차이가 없는 것으로 볼 수 있다.

이개와 이개강에 의한 공명은 외이 음향특성과 보청기 종류별 MLE를 실이 외이도 측정을 통해 분석한 연구들이 있다(Chasin, 1997; Mueller & Hall, 1998). 이들은 돌출된 이개와 이개가 형성한 이개강에 의한 공명은 4-6 kHz 대역에서 약 10 dB 정도인 것으로 보고하고 있다. 이 결과는 저자들의 연구와 일치한다. 외이는 소리의 방향을 분석하여 말, 음성, 언어에 대한 정보를 합리적으로 판단할 수 있도록 가장 기본적인 단서를 제공한다. 음원 방향 분석의 단서는 두 귀 사이에 있는 두개골의 차폐(head shadow) 효과에 의해 가장 크게 나타난다. 두개골 차폐효과는 좌우 측면인 90°와 270° 관계일 때 가장 크며, 이 때 IID/ILD는 두 배 정도이다.(허승덕 외, 2006) 이 연구에서 나타난 최대 공명이득 0°의 12.2 dB, 45°의 13.6 dB는 우리나라 성인의 두개골 차폐효과에 의한 최대 감쇄 값으로 제안할 수 있고, IID/ILD 단서는 음향 입사각이 0°일 때 최대 12.2 dB인 공명이득의 두 배까지 예측할 수 있다.

이개 크기는 면적에서 최소 458.6 mm²부터 최대 1034.5 mm²까지 두 배 이상 차이를 보였다. 그러나 이러한 차이에도 불구하고 이개강 공명은 변화하지 않았다. 이개의 집음효과를 기대할 수 있는 ITC 보청기의 증폭기 이득은 이개 크기와 관계없이 ITE보다 4 kHz 주파수 대역에서 최대 12.2에서 13.6 dB까지 높게 얻을 수 있다. 그러나 CIC는 ITC와 마찬가지로 외이도를 막고 있으나 CIC가 외이도 입구 일부를 개방하는데서 오는 추가 공명이득이 발생하므로 CIC에는 적용하기 위해서는 외이도 개방 정도에 따른 공명이득 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것이다. 따라서 저자들이 이 연구를 통해 획득한 정보는 MLE에 의한 CIC형 보청기 음향특성 변화에 연구를 위한 유용한 단서가 될 것으로 기대한다.

결론적으로 이개의 크기는 이개강 공명에 영향을 미치지 않으며, 이것은 ITC와 ITE 보청기의 음향이득 결정 과정에서 이개 크기를 고려하지 않더라도 이개강 공명손실을 적절하게 보상할 수 있다.

참 고 문 헌

- 강현주 · 허경석 · 송우철 · 권혁제 · 박대균 · 손현준 · 고기석 · 한승호 · 백두진 · 정락희 · 김희진(2006). 계측 및 비계측적 분석을 통한 한국인 젊은층 귓바퀴의 체질인류학적 특징. 『대한체질인류학회지』, 19(4), 255-265.
- 교육과학기술부 한국연구재단 지정 좋은 연구 홈페이지 <http://www.grp.or.kr>
- 김중선 편서 (2002). 『이비인후과학-두경부외과학』. 서울: 일조각.
- 박철규 (1978). 정상 한국인 이개연골에 대한 해부학적 연구. 『대한성형외과학회지』, 5(2), 149-153.
- 변진석 · 박재우 · 백봉수(1991). 이개재건을 이한 한국성인 이개의 생체계측치. 『대한성형외과학회지』, 18(3), 448-454.
- 장선오 · 최명운(2003). 외이기형과 이개의 수술. In: 서울대학교의과대학이비인후과학교실편. 『이비인후과 두경부외과 서울심포지움』, 8, 1-23.
- 장철호, 이진수(1999). 유양동 폐쇄술이 외이도 공명주파수에 미치는 영향. 『대한이비인후과학회지』, 42, 1501-1504.
- 조양선 · 고석주(1999). 소아 장액성 중이염 환자에서 환기관 삽입 후 외이도 공명의 변화. 『대한이비인후과학회지』, 42, 13-16.
- 최아현 · 이미소 · 최아름 · 허승덕(2009). 외이도용적에 따른 외이도공명의 변화. 『말소리와 음성과학』, 1(3), 155-158.
- 허승덕 · 김리석 · 고도홍 · 이정화(2000). 음장과 외이도 내부에서의 음성 비교. 『음성과학』, 7(4), 83-90.
- 허승덕 · 유영상 (2004). 『청각학 3판 2쇄』. 부산, 동아대학교 출판부.
- 허승덕 · 최아현 · 강명구(2006). 『재활청각학-인공와우, 보청기, 양이 청취』. 서울, 시그마프레스.
- 홍성화 · 우효창 · 조양선 · 고석주 · 신명희(1997). 보청기 처방 전 시행한 REUR의 특성. 『대한청각학회지』, 1, 64-69.
- Chasin, M (1997). *CIC handbook*. San Diego, CA: Singular Publising.
- Feddersen, W.E., Sandel, T.T., Teas, D.C., & Jeffress, L.A. (1957). Location of high frequency tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 988-991.
- Grothe, B (2003). Sensory system: New roles for synaptic inhibition in sound location, *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 540-550.
- Mueller, H.G. III, Hall, J.W. III. (1998). *Audiologist Desk Reference Volume II*. San Diego, CA: Singular Publising.

ABSTRACT

Resonance in the Concha Cavity is Associated with the Size of the Pinna

SeungDeok Heo^{a,c,d,§} · JeHyun Lee^{b,d} · SeongMin Jeon^{c,d} · InAh Kim^{c,d}

^a Dong-A University Hospital, ^b Graduate School, Dong-A University, Pusan, Korea.

^c Catholic University of Pusan, ^d Busan Audiology-Speech Pathology Study Group, Pusan, Korea.

Background & Objectives: The pinna is located on the side of the head and forms the visible part of the hearing system. The cavum concha, an air-filled cone-shaped cavity deep within the ear canal, is also part of the pinna. Both of these structures collect sound and are connected to the external auditory canal (EAC). The pinna, cavum concha and EAC are not separated in the audiology field because these organs are connected anatomically and physiologically. Hearing aids play an important role in audiological rehabilitation. However, the use of hearing aids may cancel out the resonances of the cavum concha and EAC or may result in a gain higher than that of the electroacoustic gain. These variables differ among the different types of hearing aids. The value of the gain depends on the microphone location effect (MLE) and the volume of the residual ear canal. The pinna and cavum concha influence the MLE. Hence, cavum concha resonance may play an important role in auditory physiology because resonance provides an important clue for direction determination. The goals of this study are to measure normative data in Korean adults and to determine whether the size of the pinna influences the concha resonance. **Methods:** Eighteen healthy young-adults (36 ears, M:F=5:13) participated in the present study. The resonance of the concha cavity was evaluated at azimuth 0° and azimuth 45°, and the relationship between the size of the pinna and the resonance of the concha cavity were analyzed statistically. **Results:** The mean height of the pinna was 52.8 to 73.8 (61.7±5.5) mm, the mean width of the pinna was 16.35 to 29.9 (22.2±2.9) mm, and the mean area of the pinna was 458.62 to 1034.54 (706.21±165.58) mm². The maximum resonance frequency was 4 kHz in both directions. The maximum resonance gains were 12.2 (±2.9) dB at azimuth 0° and 13.6 (±3.5) dB at azimuth 45°. The mean length of the concha cavity was 61.7 (±5.5), and its mean width was 22.4 (±3.3) mm. The sizes of the pinna and concha cavity were significantly correlated (p=0.01). However, there was no statistical significance between the size of pinna and the resonance of the concha cavity. **Discussion & Conclusion:** The results of this study suggest that pinna size does not affect the resonance of the concha cavity. (*Korean Journal of Communication Disorders* 2010;15;107-113)

Key Words: Concha Cavity Resonance, Hearing Aids, Pinna, Microphone Location Effects

[§] Correspondence to

SeungDeok Heo, PhD,
Department of
Otolaryngology Head and
Neck Surgery,
DongA University Hospital,
30, DongA University 1 Road,
Seo-gu, Pusan, Korea
e-mail: audiolog@donga.ac.kr
tel.: +82 16 9667 7081

REFERENCES

- Byun, J. S., Park, J. W., & Baik, B. S. (1991). An Anthropometric Value of Normal Korean Ears for the Construction of the Ears. *Journal of the Korean society of plastic and reconstructive surgeons*, 18(3), 448-454.
- Cho, Y. S., & Koh, S. J. (1999). Changes in External Ear Resonance after Ventilation Tube Insertion in Pediatric Patients with Middle Ear Effusion. *Korean Journal of Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 42, 13-16.
- Choi, A. H., Lee, M. S., Choi, A. R., & Heo, S. D. (2009). Resonance Changes in the External Auditory

■ Received, October 20, 2009 ■ Final revision received, January 26, 2010 ■ Accepted, January 30, 2010.

© 2010 The Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology <http://www.kasa1986.or.kr>

- Canal Associated with the Ear Canal Volume. *Phonetics and Speech Sciences*, 1(3), 155-158.
- Good Research Practice website designated by National Research Foundation of Korea, Ministry of Education, Science and Technology, <http://www.grp.go.kr>
- Heo, S. D., & Yoo, Y. S.(2004). *Audiology 3rd edition*, Busan, Dong-A University Press.
- Heo, S. D., Choi, A. H., & Kang, M. K.(2006). *Rehabilitative Audiology - Cochlear Implants, Hearing Aids, Binaural Hearing*, Seoul, Sigma Press.
- Heo, S. D., Kim, L. S., Ko, D. H., & Lee, J. H.(2000). The comparison of the voice between the free field and the external auditory canal. *Speech Sciences*, 7(4), 83-90.
- Hong, S. H., Woo, H. C., Cho, Y. S., Koh, S. J., & Shin, M.H.(1997). REUR Performed before Hearing Aid Fitting. *Korean Journal of Audiology*, 1, 64-69.
- Jang, C. H., & Lee, J. S. (1999). The Effect on Acoustic Characteristics of Surgical Modification of the External Ear. *Korean Journal of Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 42, 1501-1504.
- Jang, S. O., & Choi, B. Y.(2003). Surgery of Minor Anomaly of External Ear. In: Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, College of Medicine, Seoul National University. *Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery Seoul Symposium*, 8, 1-23.
- Kang, H. J., Hu, K. S., Song, W. C., Kwon, H. J., Park, D. K., Sohn, H. J., Kok, K. S., Han, S. H., Paik, D. J., Chung, R. K., & Kim, H. J.(2006). Physical Anthropologic Characteristics of the Auricle through the Metric and Non-metric Analysis in Korean Young Adults. *Korean Journal of Physical Anthropology*, 19(4), 255-265.
- Kim, J. S.(2002). *Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, Seoul, Ilchokak.
- Park, C. G.(1978). The Anatomical Study of the Auricular Cartilage in Korea. *Journal of the Korean society of plastic and reconstructive surgeons*, 5(2), 149-153.