

전정구형낭 청력에 관한 연구 A Study on Vestibulosaccular Hearing

허 승 덕)¹⁾
Heo, Seung-Deok

ABSTRACT

The aims of this study are to consider auditory physiological characteristics and to confirm audiological evaluation and interpretation in regards to cases of sensorineural hearing loss that observe an abnormal AB gap. Vestibulosaccular hearing occurs when there is an abnormally large air-bone gap (AB gap) in sensorineural hearing loss, also known as pure cochlear conductive hearing loss. Generally, an AB gap is caused by damage to the external and/or middle ear. In conductive hearing loss, loss of air condition hearing occurs due to a loss of resonance in the outer ear and/or impedance mismatching in the middle ear. Most of these types of hearing loss can be treated medically and surgically. However, there is no medical treatment for an AB gap in sensorineural hearing loss and hearing loss can worsen gradually or suddenly. In addition, many studies have reported that head trauma makes hearing loss even more serious. Therefore, in order to differentiate between conductive hearing losses, it is important to check whether or not there is an enlarged vestibular aqueduct by means of temporal bone computerized tomography and/or magnetic resonance imaging.

Keywords: 전정도수관확장, 선천성기형, 구형낭, 전정청력, 감음신경성난청, 와우 전음성 난청, 진행성 난청, Large vestibular aqueduct, Congenital malformation, saccule, vestibular hearing, Sensorineural hearing loss, Cochlear conductive hearing loss, Progressive hearing loss.

1. 서 론

청각기관에서 소리는 공기 입자의 진동과 이소골 연쇄의 기계적 진동, 림파의 파동운동 그리고 세포막의 탈분극을 통한 생체화학적에너지 흐름을 통해 뇌까지 전달된다. 이 과정에서 청각기관의 해부학적 구조물들은 음향전달을 위한 매질로서 기능을 담당한다. 그러나 이들 구조물들은 소리가 서로 다른 매질을 통과하면서 생기는 에너지 손실을 효과적으로 보상하기 위하여 공명, 임피던스 정합(impedance match), 기계-전기 전도(mechano-electric transduction; MET) 등의 생리학적 현상을 이용하여 증폭을 일으킨다(Ashmore, 2004; Gillespie & Walker, 2001). 공명은 외이의 구조적 특성에 의해 2-3 kHz 대역에서 최대 17 dB 정도를 증폭하고, 임피던스 정합은 고막의 구조상 특징, 추골과 침골의 길이 비율 그리고 고막과 이소골 축판의 면

적 비율 등에 의해 약 40 dB 정도를 증폭한다(허승덕, 유영상, 2004). MET는 와우 기저막(basilar membrane)과 유모세포의 세포막 구조적 특징에 의해 크기가 약한 소리를 최대 40 dB 정도 증폭하고, 큰 소리의 전달 효율을 낮춘다(Nobili et al., 1998). 만약, 청각기관이 손상되면 그 부위에 따라 청력손실의 성질이 달라지고, 손상 정도에 따라 청력손실의 정도가 달라진다. 손상 부위에 따른 청력손실의 성질로는 전음성, 감음성, 신경성, 중추성, 혼합성 난청 등이 있다. 이 중 전음성 난청은 외이와 중이의 손상에 의한 난청으로 공명 손실과 임피던스 부정합에 의해 청력손실이 생긴다. 만약, 청력손실의 원인이 전음기관 손상에만 있다면 공명 손실과 임피던스 부정합이 모두 최대일지라도 기도 청력손실의 정도는 골도 청력손실보다 50-60 dB 이상을 초과하여 나쁘게 나타나지 않는다. 이러한 차이는 기도-골도 가청역치 차이(air-bone gap; AB gap)라 한다. AB gap은 같은 원인으로 혼합성 난청에서 나타날 수 있다. 그러나 감음신경성 난청에서는 외이와 중이의 상태는 이상이 없기 때문에 AB gap이 나타나지 않는다.

이 연구는 국내에서 보고된 바 없으며, 감음신경성 난청에서 아주 큰 기도-골도 가청역치 차이를 보인 증례에 대한 청각학

1) 대구대학교, audiolog@daegu.ac.kr

적 평가 결과를 검증하고, 문헌 고찰을 통해 이에 대한 청각생리학적 특성과 청각학적 재활 계획 수립에 관한 단서를 제공하고자 한다.

2. 대상 및 방법

대상자는 4세경 DK지역 대학병원에서 청성뇌간유발반응(auditory brainstem responses; ABR)으로 양측 55-60 dB HL의 감음신경성 난청을 진단 받은 7세 남자 1명으로 하였고, 청각학적 평가기록은 후향적으로 분석하였다.

대상자는 4세경 받은 청각평가 결과를 근거로 비노출 외이도형(complete-in-the-canal type; CIC) 보청기를 양쪽으로 장착하고 있었다. 청각 및 언어 재활은 최초 진단 평가 기관을 통해 지속적으로 받아 왔다. 그러나 청각적 수행력 향상 정도가 청력손실 정도가 비슷한 또래 아동들에 비하여 낮고, 7세 때 시행한 언어 평가에서 언어발달 정도가 5세 이하 수준이라고 들어, 청각학적 평가와 재활 방향 수정 등을 위하여 기관 교차 재평가를 결정하였다.

임신 기간 및 출생 후 청력손실을 발생시킬 수 있는 병력은 없었으나 외조부모와 이종사촌의 청력손실을 보고하였다. 인지 및 사회성 발달은 제한된 청각적 보상과 부분적인 청각 박탈 등에 관련이 있을 것으로 추정되는 경미한 정도의 지연을 관찰하였다. 이학적 검사에서 외형상 기형은 없었고, 두 귀의 고막은 모두 정상이었다. 청각학적 평가는 이미턴스 검사(Immittance audiometry), 순음청력검사(pure tone audiometry; PTA)와 어음청력검사(speech audiometry; SA) 그리고 tone-pip을 사용한 주파수 특이 기도 및 골도 ABR 등을 시행하였다. 이 중 순음 및 어음청력검사는 3주 간격을 두고 1회씩 추가로 시행하였다. 보청기 전기음향특성 평가와 교정 청력검사는 청각재활 상황을 평가하기 위하여, 측두골 전산화 단층(computerized tomography; CT) 영상은 내이 상태를 확인하기 위하여 각각 시행하였다.

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

3. 결 과

이미턴스 검사에서 고막운동도는 양측 모두 A형을 보였다. 순음청력검사는 낮은 환경에 다소의 망설임이 있었으나 자극 순음 주파수를 따라 다른 음색으로 모방 발성을 하는 등 일관성 있게 응답하였고, 3주 간격을 두고 반복 시행한 결과가 서로 일치하였다.

기도 청력은 두 귀 모두 고음역의 가청역치가 저음역보다 20 dB 이상 양호한 상승형(ascending pattern)을 보였으며, 1 kHz를

가중한 4분법 순음청력손실 평균(1 kHz weighted 4 pure tone average; 4 PTAs)은 우측 96.25 dB HL, 좌측 83.75 dB HL이었다.

골도 청력은 고도 이상의 손실을 보이는 기도 가청역치를 고려하여 좌측 유양돌기에 골도 수화기를 댄 비차폐 유양 골도(unmasked mastoid bone conduction, 최량 골도; best bone conduction)를 시행하였다. 최량 골도 청력손실의 정도는 기도와 같은 4분법으로 41.25 dB HL이었고, 청력도는 완만한 하강형(gently slop pattern)을 보였다.

골도 반응에 대한 신뢰도 평가는 ‘엄마’, ‘자동차’와 같이 비교적 쉬운 이음절 및 삼음절 낱말을 들려주고 그 응답으로 확인하였다. 이에 대한 반응은 어음강도 35 dB HL까지 80% 이상 응답하는 것(speech reception threshold; SRT)으로 보아 골도 청력은 순음청력도(그림 1)에 표시한 것보다 약간 좋을 것으로 추정하였다. 순음청력검사의 각 검사 주파수에서 기도-골도 가청역치 차이는 저음역에서 60 dB 이상의 차이를 보였다(표 1).

어음청력검사는 3주 간격으로 반복 시행하였으며, 그 결과는 서로 일치하였다. 어음청취역치는 기도 자극의 경우 모든 자극 어음강도에서 올바르게 응답한 비율이 50%를 넘지 않았으나 순음 가청역치와 전반적인 언어발달 수준을 고려하여 우측 85-90 dB HL, 좌측 75-80 dB HL로 추정하였다. 골도 자극의 경우 기도보다 올바르게 응답한 비율이 높았고, 어음청취역치도 약 35 dB HL 범위인 것으로 판단되었다. 어음이해도(speech discrimination score; SDS)는 두 귀 어음청취역치를 고려하여 계기의 최대 어음강도인 105 dB HL에서 검사하였는데, 이 소리가 작게(“쫄쫄”) 들린다고 표현하였다. SDS는 청각 자극만 준 경우 우측 24%, 좌측 28%, 그리고 마주 보면서 시각적 자극을 동시에 제공한 경우 우측 44%, 좌측 48%로 나타났다.

ABR은 심한 청력손실 정도에도 불구하고 기도와 골도 모두 그 파형을 분명하게 관찰할 수 있었다. 최량(좌측 비차폐 유양) 골도 반응 역치는 click, 0.5, 1, 2, 4 kHz tone pip의 순서로 40, 20, 20, 30, 30 dB nHL을 보였다(그림 4). 삽입형 수화기(insert phone)를 사용한 기도 반응 역치는 0.5, 1, 2 kHz의 순서로 우측 95, 100, 90 dB nHL, 좌측 90, 85, 75 dB nHL로 각각 나타났다(그림 5).

보청기는 난청을 진단받은 직후, 진단하였던 기관으로부터 추천받아 그림 6과 같은 전기음향특성을 가진 비노출외이도형(complete in the canal)을 사용 중이다.

현재 사용 중인 보청기를 착용하고 구한 교정 순음가청역치는 0.25, 0.5, 1, 2, 4 kHz의 순서로 우측이 60, 70, 60, 55, 30 dB HL, 좌측이 65, 65, 45, 40, 30 dB HL이었다. 교정 어음이해도는 두 귀를 동시에 검사하여 청각적 단서만 제공하였을 때(only hearing condition) 28%, 시각적 단서를 동시에 제공하였을 때(with speech reading condition) 60%로 나타났다.

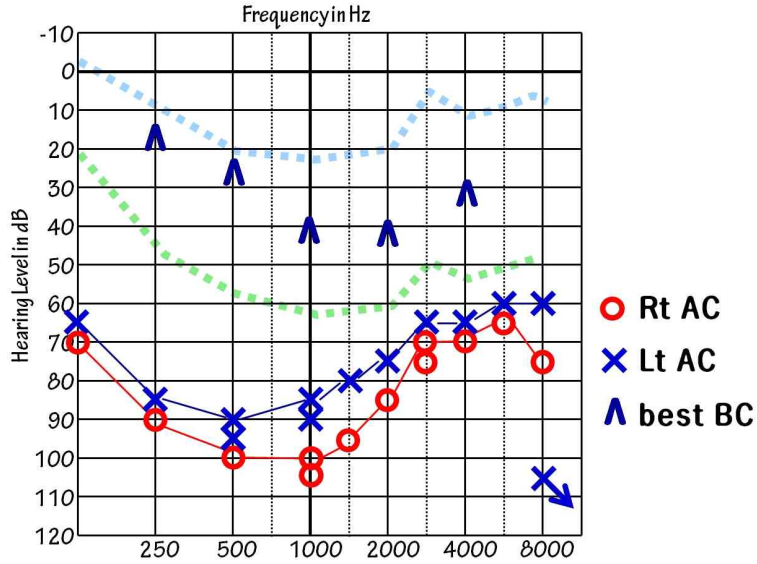


그림 1. 순음청력도
Figure 1. pure tone audiogram

표 1. 순음청력검사와 청성뇌간유발반응에서 기도-골도 가청역치 차이.

	EAR	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
Pure Tone Audiometry	Rt	70 dB	70 dB	60 dB	40 dB	10 dB
	Lt	65 dB	65 dB	45 dB	30 dB	5 dB
Auditory Brainstem Responses	Rt		75 dB	80 dB	60 dB	
	Lt		70 dB	65 dB	45 dB	

Rt Ear	유명	운동	편지	외국	Lt Ear	겨울	친절	병원	알동
105 dB HL	유머	공후	현지	○	100 dB HL	교와	○	경위	화호
90 dB HL	아늘	방승	교통	정말	90 dB HL	청년	통일	민족	기차
80 dB HL	○	방수	고토	영말	80 dB HL	응여	○	잇꼬	○
80 dB HL	국군	대답	손님	담배	80 dB HL	고양	나라	큰집	계획
85 dB HL	우	우	~	~	70 dB HL	고하	아아	훈집	○
85 dB HL	싸움	의견	농손	필요	70 dB HL	마을	생각	까닭	귀신
	하운	의렬	웅춘	인	75 dB HL	우	학	~	~
					75 dB HL	세상	장군	불편	소원
						시내	아운	~	~

그림 2. 어음청취역치
Figure 2. speech reception threshold

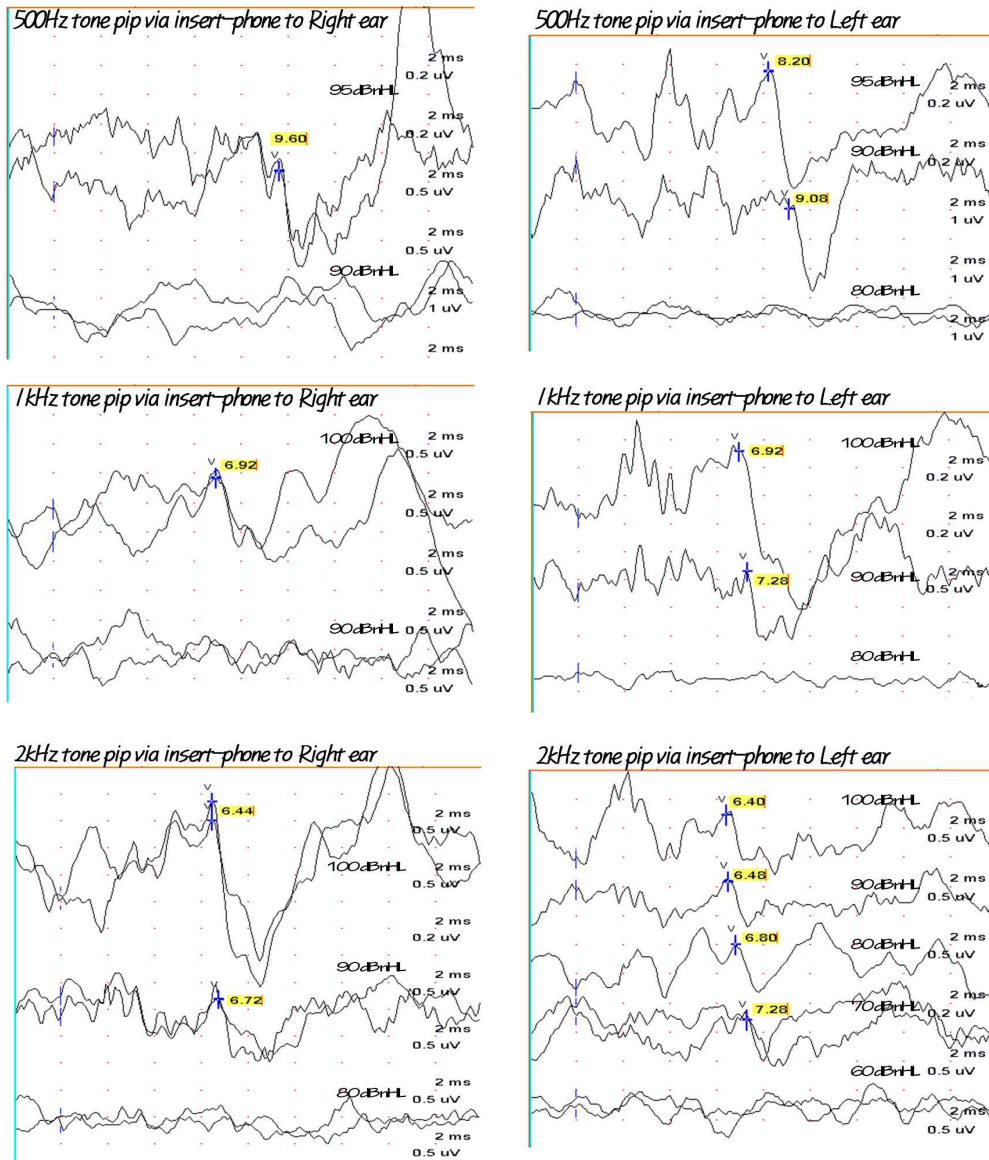


그림 5. 0.5, 1, 2 kHz tone pip으로 기록한 기도 청성뇌간유발반응 파형.
Figure 5. The waveform of air conduction auditory brainstem responses.

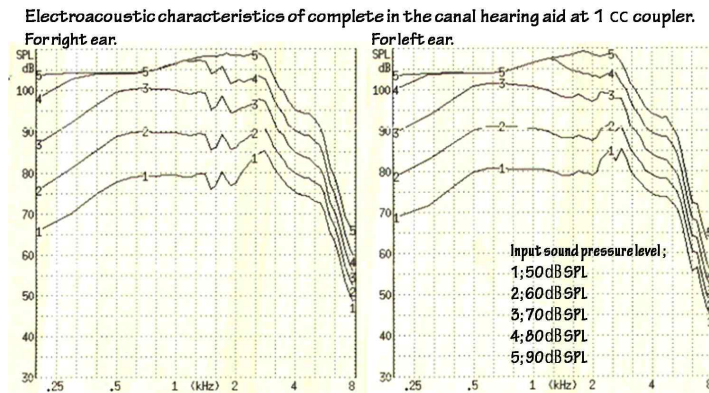


그림 6. 사용 중인 비노출외이도형 보청기의 전기음향 특성.
Figure 6. The electroacoustic characteristics of users' complete-in-the-canal hearing aids.

측두골 전산화 단층 영상으로 확인한 와우의 상태는 침부 와우의 축신경(apical modiolus)과 계간 중격(interscalar septum)이 없었고, 와우가 1.5회전이며, 전정도수관이 확장된 ‘Mondini 기형’을 보였다(incomplete partition type 3).

4. 고찰

AB gap은 감음신경성 난청에서 그 예가 매우 드물다. 따라서 AB gap에 대한 신뢰도 판단은 무엇보다 중요하다. 청각학적 평가 결과의 신뢰도 분석은 검사 과정에서 잘 교육된 전문가가 판단한 피검자의 행동 일관성 등 주관적인 판정과 동일한 평가 도구를 반복 수행하여 얻은 결과의 비교(test retest)하거나 서로 다른 평가 도구에서 얻은 결과의 상호 비교(inter test)하는 방법 등이 있다.

전문가 주관 신뢰도 평가는 비록 피검자가 새로운 환경에 생소해 하고 있었으나 서로 다른 주파수 순음에 대하여 서로 다르게 모방 발성하는 행동을 보였고, 모든 검사 주파수의 반응 역치가 일관되었으며, 반복 검사한 1 kHz 순음에 대한 반응 역치가 5 dB 이내로 일치한 점 등을 근거로 양호한 것으로 판단할 수 있다.

순음 및 어음청력검사는 평가 결과의 신뢰도 확보와 객관적 검사 수행을 위해 3주 간격으로 반복 시행하였다. 반복 검사 결과는 서로 일치하였으며, 두 검사의 응답 일관성은 높은 신뢰도가 있음을 의미한다.

어음청취역치검사서 올바르게 응답한 비율은 충분한 역치 상 어음 강도에서도 50%를 넘지 않았다. 이 점은 순음청력검사서 나타난 청력손실의 정도와 전반적인 언어발달 지연을 그 원인으로 볼 수 있고, 언어평가 결과와도 일치한다. 역치하 강도, 어음포착강도(speech detection level) 이상으로 추정되는 어음 자극에 대해 일음절로 모방 반응한 것은 피검자가 소리의 유무만을 단순히 느끼고 이를 표현한 것으로 볼 수 있다. 따라서 음절의 수를 인지하거나 비슷한 낱말 모방을 한 어음강도를 역치로 추정한 것은 적절한 판단으로 볼 수 있다. 유사 모방 반응은 어음이해도검사서도 잘 나타났는데, 검사 성적이 각각 자극 방식에 의존하여 달라진 점 등은 결과 신뢰도를 양호하게 판단하는 근거라 할 수 있다.

ABR은 충분한 자극강도에서 선명한 파형을 보였고, V파의 잠복시간과 진폭도 자극강도에 따라 분명한 차이를 보였다. 특히, 골도 검사의 잠복시간은 역치상에서 매우 빨랐다가 역치 범위에서 급격하게 지연되었다. 이러한 현상은 와우에서 음향전달 특성(진행파 이론) 및 주파수마다의 신경원 길이와 역치 정도에 따라 차이가 있기는 하였으나 기도 검사에서도 관찰되었다. 특히, 이 변화는 잠복시간이 지연되고 진폭이 낮아 파형 윤곽이 불분명한 전음성 난청의 경우와는 대조적인 것으로 누가 현상(recruitment phenomenon)이 있는 미로성 난청에서만 나타

나는 특징이다.

V 파 잠복시간은 자극 주파수와 강도에 따라 달라진다. 이 연구에서 최대 자극강도에 대한 잠복시간은 2 kHz에서 6.4 ms 정도, 0.5 kHz에서 8.2~9.6 ms 정도이며, 이는 전반적인 파형 윤곽 등을 고려하면 결과의 신뢰도는 양호하다 할 수 있다.

4세경에 처음 시행한 ABR은 click 기도만을 자극하여 가청역치가 55~60 dB nHL인 것으로, 그리고 이를 감음신경성 난청으로 보고하였다. 이러한 판단은 당시의 검사에서 주파수 특이 ABR 결과가 없어서 현재의 결과와 비교하기에 다소 한계가 있다. 그렇지만 고음역의 AB gap이 거의 없는 혼합성 난청에서 고음역 성분인 click 음에 대한 반응은 미로성 난청으로 판단하기 충분한 근거가 되었을 것으로 추정된다. 이러한 반응은 7세 시기에 시행한 ABR의 고음역 자극에 대한 반응에서도 관찰되었다. 4세경 결과를 근거로 조절하여 사용 중인 보청기의 전기음향특성은 이러한 추정을 충분히 뒷받침한다. 따라서 상승형 청력도와 저음역의 과도한 AB gap은 최초 진단 당시에도 있었을 것으로 추정된다.

이러한 당시의 청각학적 평가와 그 결과의 해석 과정은 중심 주파수(1 kHz)와 저주파수 등 주파수 특이 평가와 함께 골도 평가의 중요성이 강조되는 부분이다. 특히, 고막운동도가 A형에서 나타난 AB gap은 시사하는 바가 크다 하겠다.

ABR은 인체 깊숙이 있는 뇌간에서 발생하는 전위를 피부 표면에서 기록하므로 신호의 손실(signal loss) 생긴다. 따라서 가청역치는 ABR 반응 역치보다 5~10 dB 정도 좋다. 그러나 ABR 반응 역치는 골도에서 0.5, 1, 2, 4 kHz tone pip의 순서로 20, 20, 30, 30 dB nHL을 보여 순음 최량 골도 가청역치보다 20 dB 가까이 좋은 결과를 보였고, 기도에서도 같거나 좋은 결과를 보였다. 이것은 순음청력검사의 전반적인 신뢰도가 양호하지만 대상자의 연령이나 전반적인 청각발달을 고려하면 겨우 들을 수 있는 소리에 대한 반응이 다소 부족한 것으로 볼 수 있고, 실제 가청역치는 ABR 반응역치 또는 이보다 5~10 dB 정도 좋을 가능성도 고려하여야 한다.

주관적, 객관적인 방법으로 수행하는 청각학적 평가는 서로 다른 도구에서 얻어진 결과를 비교하여 병소 부위에 대한 정확한 정보를 얻기도 하고 결과의 신뢰도를 평가하기도 한다.

이 연구에서 검사간 비교는 순음청력검사, 어음청력검사 그리고 청성뇌간유발반응의 기도와 골도 가청역치를 이용할 수 있다.

먼저 최량 골도 가청역치는 순음청력검사의 4 PTAs가 41.25 dB HL, 어음청력검사의 SRT가 35 dB HL, 청성뇌간유발반응의 4 PTAs가 22.5 dB nHL로 각각 관찰되었다. 이들 중에서 순음청력검사 4 PTAs와 SRT는 6.3 dB, 순음청력검사와 ABR의 4 PTAs는 18.7 dB, SRT와 ABR의 4 PTAs는 12.5 dB의 차이를 각각 보인다. 순음청력손실 평균(PTAs)은 어음역의 다양한 주파수 성분의 소리들이 가중되어 자극하는 SRT보다 7 dB 정도 나

빠게 나타는데, 이를 벗어나지 않았다. 따라서 순음청력검사와 어음청력검사의 신뢰도는 양호한 것으로 판단할 수 있다. 다만, 이미 언급한 것처럼 원위기록을 하는 ABR 역치와 비교하여 주관적 반응 역치가 다소 나쁘게 나타난 점은 전반적인 청각정보 습득과 발달 그리고 지금까지 기회가 없었던 골도 수화기에 대한 생소함 등이 기인한 허용 범위의 오차로 보는 것이 타당할 것이다. 기도 자극으로 구한 PTAs, SRT, ABR 반응 역치 등도 골도 역치에서 나타나는 특성이 그대로 나타났다.

청각재활은 충분한 평가, 다양한 평가의 분석 및 교차 비교 등이 매우 중요하다. 만약 그렇지 않고 제한된 결과를 토대로 청각재활 계획을 수립하고 수행할 경우 수행력 진전 속도가 지연되어 전반적인 언어습득과 발달에 강한 부정적 영향을 미칠 수 있다.

보청기 장착 및 조절 과정에서 1 cc coupler 전기음향특성만을 이용하지 않는다. 이것은 외이도에서 Boyle의 법칙이나 pop-bottle 효과, 공명현상 그리고 다양한 음향학적 특성이 관여하기 때문에 실이에서 구한 음향특성과 차이(real ear coupler differences)가 있기 때문이다. 그렇지만 보청기의 성능이나 전반적인 조절 상태 등을 확인하기에는 유용하다. 사용 중인 보청기는 1 cc coupler로 구한 음향이득의 정도나 주파수특성 등에서 한계가 많다. 이러한 판단은 보청기 사용 기간이 3년 정도임에도 불구하고 어음청력검사에서의 반응이 낮은 점이 이를 뒷받침하고 있다.

전정도수관 확장 증후군(enlarged vestibular aqueduct syndrome; EVAS)은 1978년 Valvassori와 Clemis가 'Large Vestibular Aqueduct Syndrome'로 처음 기술하였으며, 측두골 전산화 단층 영상이나 자기공명영상(magnetic resonance image; MRI)으로 확인할 수 있는데, 이들 영상에서 전정도수관 직경이 1.5mm 이상 확대된 경우를 말한다.

EVAS는 이 연구 대상자와 같이 와우의 첨단회전부(apical turn) 축신경과 계간 중격이 없고, 와우가 1.5회전이며 Mondini 기형이나 대부분 Pendred 증후군에서도 볼 수 있다(Valvassori & Clemis, 1978). EVAS는 대부분 양측성, 선천성으로(80%) 청력손실이 4 dB/year 정도씩 추가되는 진행성 난청을 동반한다. 난청은 돌발적으로 발생하기도 하는데, 돌발성 난청으로 추가된 청력손실은 일부 또는 전부 회복한다. 청력손실은 출생 후 수 년 이내 유소아기에 발생하며, 그 정도는 5세 정도면 62 dB HL 정도에 이른다. 두 귀 청력은 약 33 dB 정도 차이를 갖는 비대칭성으로 무엇보다 90% 이상에서 AB gap이 있는 혼합성 난청이어서 와우 전음성 난청(pure cochlear conductive hearing loss)라고도 한다(Govaerts et al., 1999). 청력손실은 사소한 머리 부딪힘에도 추가될 수 있다(Okumura et al., 1995).

인간의 전정은 저음역과 골도 전도 소리를 들을 수 있고, 이때 골도 가청역치는 최대 2 kHz 이내의 저음역에서는 정상범위까지 이른다는 보고도 있다(Scheurink et al., 1985).

Sheykholskami 등(2001)은 골도 전도 전정유발근전위(vestibular evoked myogenic potential; VEMP)를 이용하여 전정 청력 규명했다. 인간의 전정 청력은 구형낭 기능 보존과 관련이 깊고 (Sheykholskami & Kaga, 2001), 포유동물에서 구심성 전정 신경섬유는 그 정보를 와우핵으로 투사하기도 한다(Burian et al., 1989). 따라서 이 점은 고도 이상 감음신경성(와우 전음성) 난청인 전정구형낭 청력의 치료 가능성을 암시 단서라 했다 (Sheykholskami & Kaga, 2002). 현재, 고도 이상의 전정구형낭 청력은 인공와우 이식으로 그 손실을 보상한다.

5. 결 론

전정구형낭 청력은 중이 병리가 없으면서 선천성 와우 기형이 있을 때 나타나는 청각생리적 현상 중의 하나이다. 청력손실 특성은 기도 가청역치가 고도 이상이면서 골도 가청역치가 최대 2 kHz까지 정상범위에 들기도 하여 설명하기 힘든 기도-골도 가청역치 차이를 보인다. 이 때문에 전정구형낭 청력은 와우 전음성 난청이라고도 한다.

내이는 와우가 Mondini 기형으로 1.5회전만 있고, 전정도수관이 1.5 mm 이상 확장된 선천성 기형을 가지고 있다. 청력손실은 진행성이며, 두부 충격 등에 의해 갑자기 나빠질 수 있다. 이 청력손실은 전음성 난청으로 판단하기 쉬우므로 청각학적 평가에 대한 신뢰도를 결정하고, 중이 병리가 없는 것으로 판단된다면 측두골 전산화 단층 촬영이나 자기공명영상 등을 통해 와우 기형 유무를 확인하여야 한다.

전정구형낭 청력은 골도 전도 청성뇌간유발반응 및 전정유발전위로 확인 할 수 있으며, 구형낭이 잘 보존된 경우 가청역치도 더욱 좋게 나타난다. 청각적 정보는 구심성 전정 신경섬유를 통해 청신경핵(와우핵)으로 투사하기 때문에 인공 와우 등과 같은 청각재활에 있어서 유리하다.

참고문헌

Heo, S. D. & Yoo, Y. S (2004). *Audiology 3rd edition (2)*. Busan: DongA University Press.
 (허승덕, 유영상 (2004). 청각학 3판. 부산: 동아대학교출판부, 35-40.)
 Ashmore J. (2004). Channel at the hair's end. *Nature*, 432, 685-686.
 Burian M, Gstoettner W & Zundritsch R. (1989). Saccular afferent fibers of the cochlear nucleus in the guinea pig. *Arch. Otorhinolaryngol*, 246, 238-241.
 Gillespie, P. G. & Walker, R. G. (2001). Molecular basis of mechanosensory transduction. *Nature*, 413, 194-202.
 Govaerts, P. J., Casselman, J., Daemers, K., Ceulaer, G De, Somers T.H. & Offeciers, F. E. (1999). Audiological findings In large

- vestibular aqueduct syndrome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 51, 157-164.
- Nobili, R., Mammano, F. & Ashmore, J. (1998). How well do we understand the cochlea? *Trends Neurosci.* 21, 159-167
- Okumura, T., Takahashi, H., Honjo, I. et al. (1995). Sensorineural hearing loss in patients with large vestibular aqueduct. *Laryngoscope*, 105(3 Pt 1) 289-293.
- Sheykholeskani, K., Habiby Kermany, M. & Kaga, K. (2001). Frequency sensitivity range of the saccule to bone-conducted stimuli measured by vestibular evoked myogenic potentials. *Hear. Res.* 160, 58-62.
- Sheykholeslami, K. & Kaga, K. (2002). The otolithic organ as a receptor of vestibular hearing revealed by vestibular-evoked myogenic potentials in patients with inner ear anomalies. *Hearing Research*, 165, 62-67.
- Scheurink, A. W., Bleeker, J. D. & Wit, H. P. (1985). Stimulation of the vestibular organ of pigeons with sound; a behavioral study. *Clin. Otolaryngol.* 10, 54.
- Valvassori, G. E. & Clemis, J. D. (1978). The large vestibular aqueduct syndrome. In: Govaerts, P. J., Casselman, J., Daemers, K., Ceulaer, G De, Somers T.H., Offeciers, F. E. (1999). Audiological findings in large vestibular aqueduct syndrome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 51, 157-164.

• 허승덕 (Heo, Seung-Deok)

대구대학교 재활과학대학 언어치료학과

712-714 경산시 진량읍 대구대로 201

Tel: 053-850-4326 Fax: 053-850-4329

Email: audiolog@daegu.ac.kr

관심 분야 : 청신경전기생리학, 재활청각학, 진단청각학,

청각음성학

2012~현재 언어치료학과 청각학 전공 교수