

Evaluation of Vestibular Function in Idiopathic Sudden Sensorineural Hearing Loss

Keon Park, Jae Ho Chung, Hyun Jung Min, Seung Hwan Lee and Chul Won Park

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

돌발성 난청환자에서 전정기능의 평가

박 건 · 정재호 · 민현정 · 이승환 · 박철원

한양대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

Received August 2, 2010
Revised October 23, 2010
Accepted November 11, 2010
Address for correspondence
 Seung Hwan Lee, MD, PhD
 Department of Otolaryngology-
 Head and Neck Surgery
 College of Medicine,
 Hanyang University,
 249-1 Gyun-dong,
 Guri 471-701, Korea
Tel +82-31-560-2363
Fax +82-31-560-2894
E-mail shleemd@hanyang.ac.kr

Background and Objectives It is very important to evaluate vestibular function in patients with sudden sensorineural hearing loss (SNHL) because vertigo combined with sudden SNHL is well known as an important prognostic factor. However, the vestibular function test is not usually performed in sudden SNHL patients without vertigo. We investigated whether different vestibular function tests such as the results of vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing or caloric testing were correlated to prognosis in not only sudden SNHL patients with vertigo but also in sudden SNHL patients without vertigo.

Subjects and Method We enrolled in our study 47 patients with idiopathic sudden SNHL with vertigo or without vertigo. The degree of initial hearing loss was categorized as mild, moderate, moderate-severe, severe, and profound group. Types of initial audiograms were categorized as high tone loss, low tone loss, flat and scale out type. We analyzed the association of the VEMP and caloric test with degree of hearing loss, type of audiogram, and hearing recovery in two month.

Results The more sever the hearing loss was, the more increased was the rate of abnormal VEMP response ($p=0.003$). The rate VEMP and caloric abnormality was higher in hearing loss types with high tone loss than in the types with only low tone loss. The rate of accompanying vertigo was high ($p=0.017$), when the hearing loss was more severe. There was significant correlation between the hearing recovery and vestibular dysfunction ($p=0.000$, $r=0.563$).

Conclusion VEMP and caloric test are useful in evaluating vestibular function and prognosis of sudden SNHL patients. Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2010;53:761-7

Key Words Sudden hearing loss · Evoked potential · Caloric test.

서 론

돌발성 난청은 특별한 원인 없이 단시간 내에 갑자기 발생하는 감각신경성 난청으로 이명과 현훈 등을 동반하는 경우가 많으며, 발병률은 일년에 10만명 당 5~20명 정도이고 자연 회복률은 32~65%로 알려져 있다.^{1,2)}

대부분의 경우에서 원인 및 발병기전은 불명확하며 진단, 치료 및 예후인자 역시 명확하지 않으나 연령, 발병 시 초기 청력소실의 정도 및 초기 청력도의 모양, 현훈의 여부 등이

청력회복과 관련이 있다고 알려져 있다.³⁾

돌발성 난청환자의 30~40%는 현훈을 호소하며 현훈이 동반될 경우는 청력의 소실이 심하며 청력의 회복률은 현훈이 없는 돌발성 난청환자에 비해 좋지 않은 것으로 보고되고 있다.⁴⁾ 저자들은 돌발성 난청환자에서 전정기능을 평가하고자 전정유발근전위검사와 온도안진검사를 시행하였고 그 결과와 임상증상과의 연관성을 알아보고 예후와의 관계를 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

2009년 1월부터 2009년 10월까지 발병 후 일주일 이내에 외래 내원하여 일측 돌발성 난청으로 진단받은 환자 중에서 전정유발 근전위검사 및 온도 안진검사가 가능하였던 47명을 대상으로 하였다. 이전에 난청 및 어지럼증의 병력이 있는 경우, 정상측 청력의 소실이 있는 경우, 순음청력검사에서 기도-골도 차이가 있는 경우, 중추성 현훈증, 메니에르병이 의심되는 경우에는 검사 대상에서 제외하였다. 같은 기간 대조군으로는 연령이 전정유발근전위검사에 큰 영향을 주지 않으므로⁵⁾ 정상 청력에 이과적으로 특별한 증상이나 과거력 등이 문제가 없는 젊은 성인 26명을 대상으로 하였다.

방 법

난청의 정도 및 분류

청력 검사는 진단 당시 기도 및 골도 청력을 측정하여 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz, 3,000 Hz의 4주파수의 평균치를 4분법을 이용하여 청력을 계산하였다. 이환 초기 난청의 정도는 경도(mild, 26~40 dB), 중등도(moderate, 41~55 dB), 중등고도(moderate-severe, 56~70 dB), 고도(severe, 71~90 dB) 그리고 농(profound, 91 dB 이상)으로 분류하였다. 이환 초기 청력도의 분류는 청력 역치가 저음역(250 Hz, 500 Hz)이 고음역(4,000 Hz, 8,000 Hz)보다 30 dB 이상 낮은 경우를 저음역 난청형(low tone loss type), 고음역이 저음역보다 30 dB 이상 낮은 경우를 고음역 난청형(high tone loss type), 전음역에서 역치가 비슷한 경우(전음역에서 역치 차이가 20 dB 이하)를 수평형 난청형(flat type), 그리고 두음역 이상에서 청력 역치가 91 dB 이상인 경우를 농형 난청형(scale out type)으로 하였다.⁶⁾

전정유발근전위검사

검사 방법

전정유발근전위검사는 Navigator Pro기기(Bio-logic System Corp., IL, USA)를 이용하여 시행하였다. 활성전극(active electrode)은 고개를 좌우로 돌린 후 관찰되는 흉쇄유돌근 상부 1/3 부위와 가운데 1/3 부위의 경계에 부착하였으며, 기준 전극(reference electrode)은 흉골의 상부에, 접지 전극(ground electrode)은 이마에 각각 부착하였다. 전극을 부착하기 전에 저항을 억제하는 젤을 바른 후, 전극을 부착하여 피부저항을 5 k Ω 이내로 하였다. 이 때 환

자의 자세는 검사가 진행되는 동안 흉쇄유돌근을 수축시키기 위해 고개를 검사 측 반대로 돌리고 시선은 반대쪽 어깨를 바라보게 한 후, 이 자세를 검사가 끝날 때까지 유지하게 하였다. 소리 자극은 귀속 삽입용 earphone을 이용하여 90 dB, 500 Hz의 tone burst 자극을 주었으며, 생성/소멸 시간(rise/fall time)은 각각 1 msec, 자극 유지시간(plateau time)은 1.5 msec, 그리고 5 Hz 간격으로 128회 자극을 주었다. 유발되는 파형은 증폭(5,000배)되고 구간여과(30~1,500 Hz)되었다.

결과분석

얻어진 파형에서 자극 이후 처음 나오는 양성파(positive peak)인 p13과 두 번째로 나오는 음성파(negative peak)인 n23 및 이들 두 peak 사이의 근전위 차이인 진폭(amplitude)을 기록하였다. 각각의 파까지의 시간을 잠복기(latency)라 하고 msec 단위로 기록하였으며, 진폭(amplitude)은 μ V 단위로 기록하였고, 두 파형 사이의 잠복기 차이를 잠복기차(interlatency)라 하고 역시 msec 단위로 계산하였으며 좌우 양측을 각각 측정하였다.

이렇게 기록된 전정유발근전위 결과를 아래와 같은 경우 양성반응으로 정의하였다. 첫째, p13~n23 파형을 육안으로 확인할 수 없고 파형이나 진폭을 구할 수 없었던 경우를 전정유발근전위 미형성(absent VEMP formation)이라고 판정하였다.⁷⁾ 둘째, 정상 대조군의 좌우 각각 p13과 n23의 평균 잠복기를 구하고, 95% 신뢰구간에 의해 이보다 2표준편차(2SD, standard deviation) 이상 연장된 환자를 연장된 잠복기(prolonged latency)로 판정하였으며, 셋째, 정상 대조군의 평균 잠복기차(interlatency)를 구하고 이보다 2표준편차 이하를 보인 경우, 감소된 잠복기차(shortened interlatency)로 간주하였다.

진폭은 청력 역치나 연령, 근긴장도 등에 의해 개인별로 절대치가 크게 변동될 가능성이 있으므로 좌우 양쪽 진폭을 비교한 전정유발근전위 비대칭성(VEMP asymmetry, VA)을 이용하였다.⁸⁾ 즉 정상 대조군의 평균 전정유발근전위 비대칭도에 대해 환자가 2표준편차 이상 큰 경우 병변측의 진폭이 감소하였음을 의미한다.

온도안진검사

대상 환자는 암실에서 개안 상태에서 검사를 시행하였으며 전기안진기를 이용하여 안구 운동을 측정하였다. 냉온교대온도자극은 CHARTR ENG 개방회로 온도 안진기(ICS medical, IL, USA)를 이용하였으며 냉수는 30도, 온수는 44도의 온도로 각각의 귀를 교대로 30초간 자극하여 안진의 최대 완

서상 안구운동 속도를 측정하여 Jongnkee의 공식으로 편측마비가 25%이상일 경우 양성반응으로 정의하였다.

청력 회복의 평가

대상 환자는 2개월간 추적관찰 후 청력회복을 평가하였으며 청력회복은 Siegel's criteria를 기준으로 최종 25 dB 이하로 청력호전이 있는 경우를 완전회복(complete recovery, CR), 15 dB 이상 청력호전이 있고 최종 25~45 dB 범위의 청력 역치인 경우를 부분회복(partial recovery, PR), 15 dB 이상 청력호전이 있고 최종 45 dB 이상 범위의 청력 역치인 경우를 경도회복(slight recovery, SR), 15 dB 미만으로 청력호전이 있거나 최종 75 dB 이상 범위의 청력 역치인 경우를 불변(no improvement, NI)로 구분하였다.⁹⁾ 또한 전정기능의 손상 정도와 청력회복을 평가하기 위해 전정유발근전위검사와 온도안진검사 모두 정상인 군을 group 1, 전정유발근전위검사만 비정상인 군을 group 2, 온도안진검사만 비정상인 군을 group 3, 전정유발근전위검사와 온도안진검사 모두 비정상인 군을 group 4로 구분하였다.

통계학적 분석

통계적인 처리는 SPSS 12.0(SPSS Software, SPSS Inc., Chigaco, IL, USA)을 이용하였으며, 난청의 정도 및 청력도의 분류에 따라서 전정유발근전위 및 온도안진검사의 결과와 어지럼증의 동반 여부를 선형대 선형 결합 교차분석(linear by linear association)과 교차분석을 시행하였고, 전정기능의 손상 정도와 청력회복과의 관계는 교차분석 및 상관분석을 시행하였다. 본문에서의 검사결과의 수치는 평균치 ± 2 표준편차로 표기하였으며, 통계 결과는 p 값이 0.05 미만인 것을 유의하다고 판단하였다.

결 과

성별은 남자가 23명(49%), 여자가 24명(51%)이었다. 평균 연령은 48세이었으며 40대가 17예(36%)로 가장 많았다. 20명(42%)의 환자에서 어지럼증을 호소하였다(Table 1).

이환 초기 청력 소실 정도는 경도 소실이 9명(19%), 중등도 소실이 3명(6%), 중등고도 소실이 7명(15%), 고도 소실이 18명(39%), 그리고 농이 10명(21%)이었으며 청력도의 분류에 따라서는 저음역 난청형이 9명(19%), 고음역 난청형이 9명(19%), 수평형 난청형이 18명(39%), 농형이 11명(23%)이었다. 동측 전정유발근전위검사상 비정상 파형은 19명(40%), 파형이 나타나지 않은 경우는 18명(38%)이었으며, 온도안진검사상 비정상은 24명(51%)이었다(Table 2).

난청의 정도에 따른 전정유발근전위검사 및 온도안진검사의 반응

정상 대조군(26명)의 잠복기(latency)는 좌측 p13이 15.9 ± 0.5 msec, n23이 25.9 ± 0.6 msec이었고 우측 p13이 16.9 ± 0.6 msec, n23이 27.1 ± 0.7 msec이었다. 잠복기차(inter-latency)는 좌측이 10.0 ± 0.5 msec, 우측이 10.2 ± 0.3 msec이었다. 전정유발근전위 비대칭도를 통해 알아본 진폭(amplitude)는 약 16.5% 정도의 비대칭성을 보였으며, 2 표준편

Table 1. Demographic findings of sudden sensorineural hearing loss

Demographic findings	No. of patient (%)
Sex	
Male	23 (49%)
Female	24 (51%)
Age	
10-19	1 (2%)
20-29	1 (2%)
30-39	7 (15%)
40-49	17 (36%)
50-59	10 (22%)
60-69	9 (19%)
70-	2 (4%)
Side	
Right	19 (40%)
Left	28 (60%)
Dizziness	
Presence	20 (43%)
Absence	27 (57%)

Table 2. Neuro-otologic result of sudden sensorineural hearing loss

Neuro-otologic result	No. of patient (%)
Degree of initial hearing loss	
Mild	9 (19%)
Moderate	3 (6%)
Moderate-severe	7 (15%)
Severe	18 (39%)
Profound	10 (21%)
Type of initial audiogram	
Low-tone	9 (19%)
High-tone	9 (19%)
Flat	18 (39%)
Scale out	11 (23%)
VEMP	
Normal	10 (22%)
Abnormal	19 (40%)
Absent	18 (38%)
Caloric test	
Normal	23 (49%)
Abnormal	24 (51%)

차를 고려하여 23.5%까지는 정상범주로 간주하였다.

청력 소실 정도에 따른 전정유발근전위검사의 반응은 청력의 소실이 심할수록 비정상 파형 및 파형이 나타나지 않은 경우가 증가하였다. 즉, 경도의 청력소실 환자에서는 44%(4명/9명)에서 전정유발근전위 이상소견이었으나 중등도, 중등고도, 고도소실의 경우 67%(2명/3명), 86%(6명/7명), 90%(16명/18명)로 증가하였고 통계적으로도 유의하게 증가하는 경향을 나타내었다($p=0.003$)(Fig. 1A). 그러나 청력 소실 정도와 온도안진검사의 비정상 소견은 통계학적으로 유의하지 않았다($p=0.190$)(Fig. 1B).

청력도 분류에 따른 전정유발근전위검사 및 온도안진검사의 반응

청력도의 분류에 따른 전정유발근전위검사의 결과는 저음역 난청형(3명/9명, 33%)에 비해 고음역 난청형(8명/9명,

89%), 수평형 난청형(17명/18명, 94%) 및 농형 난청(10명/11명, 91%)에서 비정상 파형 및 파형이 나타나지 않은 경우가 현저히 많았고 통계적으로 각각 유의하게 차이점을 보였다 (Fig. 2A).

온도안진검사에서도 전정유발근전위검사와 유사하게 저음역 난청형(1명/9명, 11%)에 비해 고음역 난청형(6명/9명, 67%), 수평형 난청형(10명/18명, 56%) 및 농형 난청(7명/11명, 64%)에서 이상소견의 빈도가 많았으며 통계적으로도 각각 유의한 차이점을 보였다(Fig. 2B).

난청의 정도 및 청력도 분류에 따른 주관적 어지럼증의 연관성

초기 청력의 소실이 심할수록 어지럼증이 동반되는 경우가 많았다. 경도의 청력소실 환자에서는 22%(2명/9명)에서만 어지럼증을 동반하였으나 고도의 청력소실 및 농(profound)

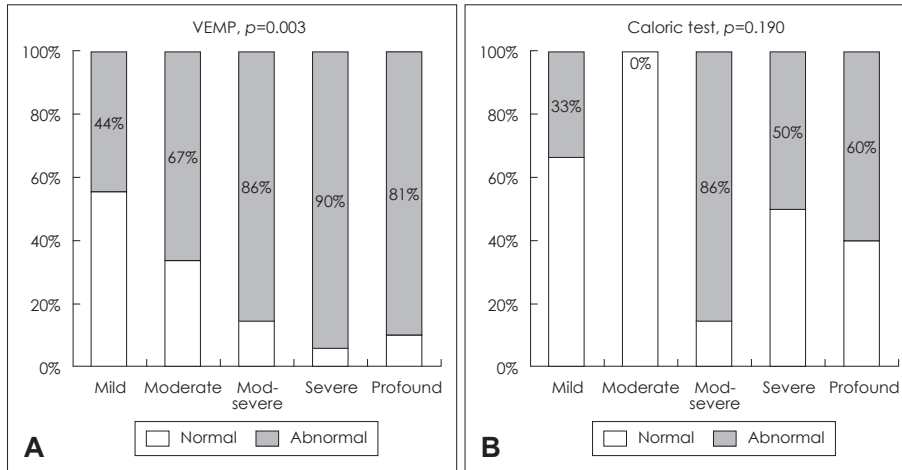


Fig. 1. VEMP (A) and caloric (B) response according to the degree of hearing loss. The abnormal response rate was significantly higher as the hearing loss is getting severe in VEMP tests ($p=0.003$), but not in caloric tests ($p=0.190$)(Chi-square, linear by linear association).

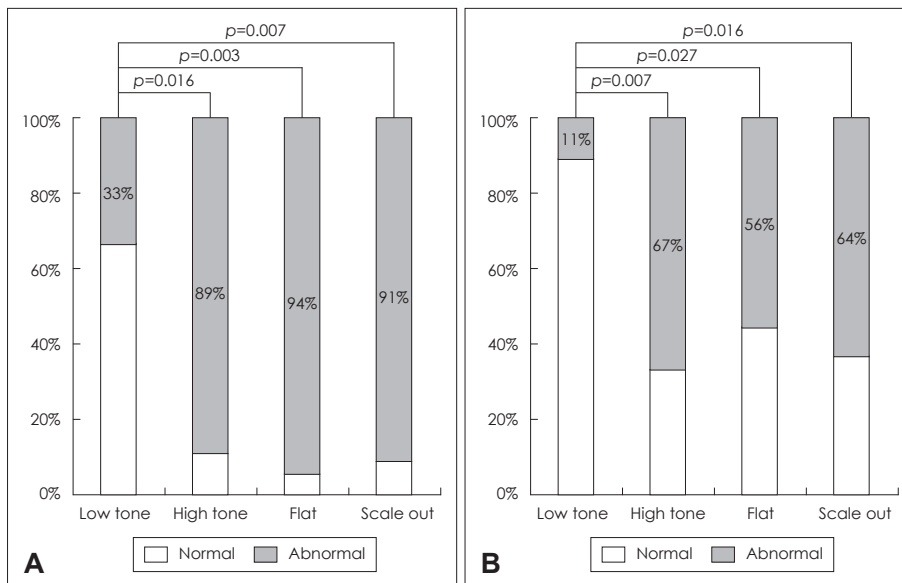


Fig. 2. Comparative chart of VEMP (A) and caloric (B) response rates according to the type of audiogram. Compare to the response rate in low tone hearing loss, there are significantly higher abnormal rate in high tone, flat type and scale out audiogram in both VEMP and caloric tests.

Fig. 3. Rate of vertigo symptom according to the degree of hearing loss (A)(Chi-square, linear by linear association) and type of audiogram (low tone, high tone, flat vs. scale out)(B).

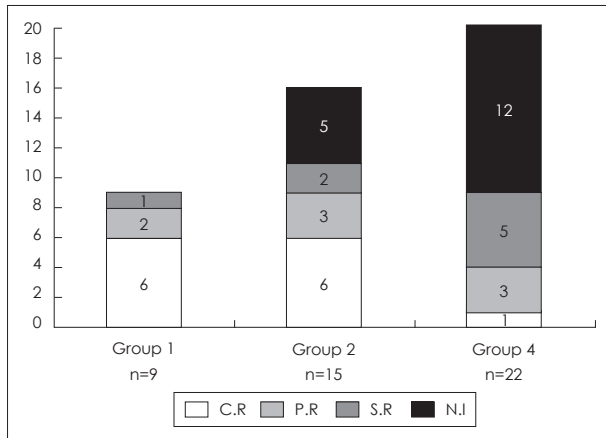
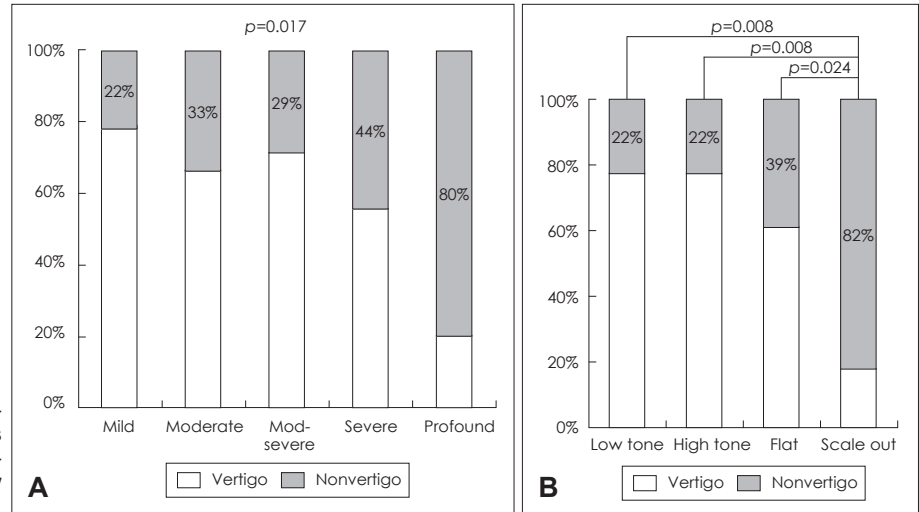


Fig. 4. Hearing recovery related to type of vestibular dysfunction in patients with sudden SNHL(Chi-square, linear by linear association; $p=0.000$, spearman $r=0.563$). Group 1: normal VEMP and normal caloric response, Group 2: abnormal VEMP and normal caloric response, Group 4: abnormal VEMP and abnormal caloric response. C.R: complete recovery, P.R: partial recovery, S.R: slight recovery, N.I: no improvement.

은 각각 44%(8명/18명), 80%(8명/10명)로 증가하였으며 통계적으로 유의하게 증가하는 경향을 보였다($p=0.017$)(Fig. 3A). 또한 저음역 난청형(2명/9명, 22%), 고음역 난청형(2명/9명, 22%), 수평형 난청형(7명/18명, 39%)에 비해서 농형 난청(9명/11명, 82%)에서 어지럼증이 동반되는 경우가 현저히 많았고 통계적으로도 각각 유의한 차이점을 보였다(Fig. 3B).

어지럼증의 유무에 따른 전정유발근전위검사 및 온도안진검사

어지럼증이 있는 환자와 없는 환자를 구분하여 전정유발근전위검사와 온도안진검사를 비교하였으며 두 가지 검사 모두 어지럼증을 동반한 환자에서 비정상소견의 비율이 상대적으로 많았으나 통계적으로 유의한 정도의 차이는 없었다.

전정기능의 손상과 청력회복과의 관계

전체 대상환자 47명 중 Group 1은 9명(20%), Group 2는 15명(32%), Group 3은 1명(2%), Group 4는 22명(46%)의 빈도를 보였으며 각 Group별 청력회복 정도를 평가하였다. Group 3은 1명으로 빈도가 너무 적어 통계적 평가에서 제외하였으며 그 결과 두 가지 전정기능검사서 모두 정상인 Group 1에서는 완전 회복이 많았으나 두 가지 모두에서 비정상인 Group 4에서는 불변 및 경도회복이 많아 전정기능의 손상이 심할수록 유의하게 청력회복이 좋지 않았다($p=0.000$, $r=0.563$)(Fig. 4).

고찰

돌발성 난청은 Dekleyn이 1944년 처음 보고한 이래 아직까지 정설이 확립되지 않은 상태이며, 초기에 정확한 진단과 적절한 치료를 행하지 않으면 영구히 후유증을 초래하여 응급적 조치를 요하는 이과적 질환이다. 또한 이 질환에서는 현훈, 이명과 같은 증상이 동반되는 경우가 빈번하여 손실된 전정기능의 평가가 필요하다. 온도안진검사 및 회전 의자검사 등은 수평반고리관의 기능을 검사하여 전정안반사를 평가하며 전정유발근전위 반응은 구형낭에서 하전정신경(inferior vestibular nerve)을 거쳐 전정신경핵을 경유하여 경부의 근육으로 향하는 전정척수소(vestibulospinal tract)를 통하기 때문에 전정척수반사를 평가할 수 있다.¹⁰⁾ 실제로 전정유발근전위 반응은 전정신경염, 메니에르병, 청신경종양에서 비정상 파형을 관찰할 수 있다.^{5,11,12)} 기존의 연구에서는 90 dB 이상의 청력소실과 1,000 Hz 이상의 고음역 난청이 있는 경우에서 55~90 dB 및 55 dB 미만의 청력소실이 있는 환자와 비교하였을 때 파형이 나타나지

않는 전정유발근전위 반응의 비율이 증가하는 것으로 알려져 있었다.¹³⁾ 본 연구에서도 초기 청력소실이 심할수록, 그리고 고음역의 청력이 소실된 경우(고음역 난청형, 수평형 난청형, 농형)에서 유의한 정도로 전정유발근전위 반응의 비정상을 관찰할 수 있었다. 즉, 돌발성 난청 시 와우의 손상과 더불어 구형낭 역시 손상을 입었을 것으로 생각해 볼 수 있다. 특히 구형낭과 와우는 해부학적으로 가까운 위치에 존재하기 때문에 소리 에너지 전달과정에서 동시에 손상 가능성이 크고 또한 구형낭과 와우 안에 존재하는 유모세포의 구조의 유사성 및 와우와 전정말단 기관이 공통 말단 동맥의 혈액 공급을 받는 점은 이런 사실을 뒷받침하고 있다.^{14,15)} 온도안진검사에서는 돌발성 난청의 청력소실 정도와는 유의하지 않았지만, 고음역의 청력이 소실된 경우(고음역 난청형, 수평형 난청형, 농형)에 유의하게 비정상 반응을 보였다. 즉, 와우의 손상이 심할 경우 수평반고리관의 동반 손상 가능성을 충분히 생각해 볼 수 있겠으며 특히 고음역 청력의 손상에서 특징적으로 나타났다. 이는 와우의 기저부가 침부보다 전정기관과 가깝기 때문에 와우 기저부 손상시 전정기관의 동반 손상 가능성이 높다고 할 수 있다.¹⁶⁾ 또한 돌발성난청이 청각신경의 병변에 의한 경우에는 인접한 전정신경이 함께 침범되는 경우도 환자들은 평형장애를 호소하거나, 평형장애 없이 전정기능검사서 이상 소견이 있을 수 있다. 즉, 상, 하전정신경의 이환여부에 따라 전정유발근전위검사나 온도안진검사의 이상소견이 나타날 수 있다.¹⁷⁾

돌발성 난청환자에서 주관적 어지럼증 증상은 고음역 난청환자에서 동반되는 빈도가 높다고 알려져 있으나⁶⁾ 본 연구에서는 이환시 청력소실이 심할수록 어지럼증을 동반하는 비율이 높았다. Khetarpal¹⁸⁾은 어지럼증이 있는 돌발성 난청 환자와 어지럼증이 없는 돌발성 난청 환자의 측두골을 병리학적으로 분석하였고, 어지럼증의 유무와 전정기관의 병리학적인 손상과의 관련성이 없음을 발표하였으며 돌발성 난청에서 어지럼증은 와우에서 전정기관으로 내림프액의 생화학적 변화로 인한 증상으로 설명하였다. 이러한 가설 또한 돌발성 난청환자에서 와우손상시 전정기능의 손상이 동반될 수 있으며 특히 초기 청력소실이 심할 경우에 동반될 가능성이 높다고 하겠다. 또한 어지럼증이 있는 환자군과 어지럼증이 없는 환자군 사이에 통계적으로 유의하지는 않았으나, 어지럼증이 없는 환자에서도 전정유발근전위검사에서는 70%, 온도안진검사에서는 44% 비율로 비정상 소견이 있었는데 결국 증상이 없는 환자에서도 객관적인 전정기관의 손상이 있음을 의미한다.

전정기능의 이환 정도를 확인하기 위해 Group을 분류하였고 그 결과 전정유발근전위검사서 비정상인 구형낭의

손상이 온도안진검사서 비정상인 수평반고리관보다 더 많았으며 수평반고리관만 손상되는 경우는 전체 47명 중 1명으로 매우 드물었다. 이는 기존의 연구와 유사하였으며,⁶⁾ 따라서 돌발성 난청환자에서 전정기능의 손상 여부에 대한 평가에는 전정유발근전위검사가 온도안진검사보다 유용하고 민감한 검사 수단으로 사용될 수 있을 것이다. 또한 청력회복은 전정기능검사의 비정상 소견이 많을수록 예후가 좋지 않아 전정기능의 손상 범위가 심할수록 청력회복이 어려울 것으로 생각된다.

본 연구에서의 제한점은 전정기능 평가에 있어서 구형낭과 수평반고리관에 국한되어서 시행되었다는 점이며 전정기능 검사 시행 시 돌발성 난청환자의 구형낭과 수평반고리관의 기능이 수상 후 회복되었을 경우에도 역시 전정기능검사서 정상결과가 나올 수 있다는 점이다. 또한 본 연구의 검사 대상자 선정에 있어서 60% 이상이 고도난청 이상의 청력소실 환자로 전정기능검사가 비정상인 비율이 많았는데 초기 청력의 소실 정도에 따른 분류시 단계별로 환자 비율을 같은 숫자로 선정하였다면 좀더 객관적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Byl F. Seventy-six cases of presumed sudden hearing loss occurring in 1973: prognosis and incidence. *Laryngoscope* 1977;87(5 Pt 1): 817-25.
- 2) Mattox DE, Simmons FB. Natural history of sudden sensory neural hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1977;86(4 Pt 1):463-80.
- 3) Laird N, Wilson WR. Predicting recovery from idiopathic sudden hearing loss. *Am J Otolaryngol* 1983;4(3):161-4.
- 4) Shaia FT, Sheehy JL. Sudden sensorineural hearing impairment: a report of 1220 cases. *Laryngoscope* 1976;86(3):389-98.
- 5) Janky KL, Shepard N. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Testing: normative Threshold Response Curves and Effects of Age. *J Am Acad Audiol* 2009;20(8):514-22.
- 6) Iwasaki S, Takai Y, Ozeki H, Ito K, Karino S, Murofushi T. Extent of lesions in idiopathic sudden hearing loss with vertigo. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(10):857-62.
- 7) Murofushi T, Halmagyi M, Yavor R, Colebatch JG. Abscent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122(8):845-8.
- 8) Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, Cheng PW. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;127(9):1069-72.
- 9) Siegel LG. The treatment of idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am* 1975;8(2):467-73.
- 10) Robertson DD, Ireland DJ. Vestibular evoked myogenic potentials. *J Otolaryngol* 1995;24(1):3-8.
- 11) de Waele C, Huy PT, Diard JP, Freyss G, Vidal PP. Saccular dysfunction in Meniere's disease. *Am J Otol* 1999;20(2):223-32.
- 12) Murofushi T, Matsuzaki M, Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with acoustic neuroma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124(5):509-12.
- 13) Hong SM, Byun JY, Park CH, Lee JH, Park MS, Cha CI. Saccular damage in patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss without vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139(4):541-5.

- 14) Golz A, Westerman ST, Westerman LM, Goldenberg D, Netzer A, Wiedmyer T, et al. The effects of noise on the vestibular system. *Am J Otolaryngol* 2001;22(3):190-6.
- 15) Perez R, Freeman S, Sohmer H, Sichel JY. Vestibular and cochlear ototoxicity of topical antiseptics assessed by evoked potentials. *Laryngoscope* 2000;110(9):1522-7.
- 16) Nakashima T, Yanagita N. Outcome of sudden deafness with and without vertigo. *Laryngoscope* 1993;103(10):1145-9.
- 17) Fujikawa S, Starr A. Vestibular neuropathy accompanying auditory and peripheral neuropathies. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126(12):1453-6.
- 18) Khetarpal U. Investigation into the causes of vertigo in sudden sensorineural hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;105(3):360-71.