

Characteristic of Sudden Sensorineural Hearing Loss with Objective Vestibular Involvement

Ki Yong Choi, Min Tae Kim, Ji Eun Choi, Jae Yun Jung, and Min Young Lee 

Department of Otorhinolaryngology, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

객관적 전정기능의 장애가 동반된 감각신경성 난청 환자의 특성

최기용 · 김민태 · 최지은 · 정재윤 · 이민영

단국대학교 의과대학 이비인후과학교실

Background and Objectives To analyze the difference in audiologic-vestibular and clinical characteristics between acute cochlea-vestibulopathy (ACV) and idiopathic sudden sensorineural hearing loss (ISSNHL).

Subjects and Method We retrospectively analyzed the clinical characteristics of 91 patients diagnosed as sudden hearing loss (ACV; n=20, ISSNHL; n=71). Patients with vestibular hypofunction were categorized as ACV and all others as ISSNHL. Demographics and clinical findings were compared. Audiologic features such as degree of hearing loss, type of audiometric configuration and hearing improvements were analyzed. In addition, vestibular function test results and hearing recovery were further analyzed among ACV group.

Results Demographics and other clinical findings were not much different between groups. There was a significant difference with respect to audiologic features between the ACV group and ISSNHL group: the initial hearing threshold of the ACV group was higher than that of the ISSNHL group, and their treatment onset was also shorter. There was also a significant difference in the hearing outcome showing very low rate of complete recovery in ACV group. The final hearing threshold of the ACV group was higher than that of the ISSNHL group. Dizziness was the only significant variable in the multiple regression analysis. In the ACV group, the cervical vestibular evoked myogenic potential inter-aural amplitude difference (cVEMP IAD) ratio showed a correlation to the hearing recovery in some frequencies; patients with no cVEMP response showed poor outcome compared to those with cVEMP waveform.

Conclusion The ACV group shows a poor prognosis just as in the case of sudden hearing loss defined in the traditional sense of vertigo. The IAD value of the vestibular evoked myogenic potentials test will be helpful in assessing hearing improvement, especially when a high IAD value at the middle frequency is associated with a poor prognosis.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2019;62(5):270-6

Key Words Cervical vestibular evoked myogenic potential · Prognosis · Sudden sensorineural hearing loss · Vestibulopathy.

Received April 23, 2018

Revised July 28, 2018

Accepted September 5, 2018

Address for correspondence

Min Young Lee, MD
Department of Otorhinolaryngology,
Dankook University
College of Medicine,
201 Manghyang-ro, Dongnam-gu,
Cheonan 31116, Korea
Tel +82-41-550-1785
Fax +82-41-556-1090
E-mail eyeglass210@gmail.com

서 론

돌발성 난청은 이비인후과 이과에서 흔치 않은 응급 질환 중 하나로, 일반적으로 적어도 연속한 세 개의 청력 측정 주

파수에서 30 dB 이상의 청력 저하가 있을 경우로 정의된다. 그 수는 보통 1년에 인구 10만 명당 5~20명가량이 이환 된다고 알려져 있다. 지금까지 돌발성 난청에 대해 관한 많은 연구가 있었으나 그 원인 및 발생 기전에 대해서는 바이러스 감

염, 혈관 장애, 알레르기 등 여러 요인에 대한 추정이 있을 뿐 명확히 밝혀지지 않았다. 병인으로 염증이나 미로의 미세 혈관이나 와우 신경의 손상 등이 관련 있지 않을까 추정되고 있다.¹⁻³⁾ 일반적으로 돌발성 난청의 자연 회복률은 30~60% 정도로 대부분 발병 2주 안에 회복되며, 치료를 했을 경우에는 회복률이 증가하는 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 돌발성 난청 환자들은 대개 귀 먹먹함, 이명과 같은 증상 외에 심한 어지러움이 동반되기도 한다. 돌발성 난청 환자에서 급성 어지러움은 저자에 따라 다르지만 20~60%에서 동반되고, 어지럼증을 동반한 환자들에게 전기안진검사(electronystagmography)를 시행하였을 때 절반 정도에서는 안진이 관찰되었다.^{5,6)} 어지러움은 현훈, 비특이적인 형태의 어지러움 등 여러 가지로 환자가 호소할 수 있지만, 그에 상관없이 어지러움이 동반된 돌발성 난청은 예후가 나쁜 것으로 알려져 있다.⁷⁾

돌발성 난청의 예후는 예측하기가 쉽지 않다. 지난 수십 년 동안 돌발성 난청에서 발생하는 여러 증상과 청력 회복과의 연관성을 알아보려는 여러 연구들이 있었다. Yamamoto 등⁸⁾은 안진의 유무에 따른 청력 회복의 예후에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 또 다른 연구로 Chen과 Young¹¹⁾은 편측 돌발성 난청 환자 21%에서 전정유발근전위검사(cervical vestibular evoked myogenic potential, cVEMP)의 이상 수치 값을 보인다고 보고하였으며, Iwasaki 등¹²⁾은 현훈을 동반한 돌발성 난청 환자에게 cVEMP를 시행하였을 때 77%에서 비정상적인 값을 보였다고 발표하였다.⁹⁻¹²⁾ 그러나 실제 안진이 동반되고 전정기능검사에서 기능 저하가 확인된 현훈성 돌발성 난청에서 청력 저하 및 회복의 예후에 대한 연구는 드물다.

이에 우리는 돌발성 난청 환자와 전정기능 저하가 같이 동반된 돌발성 난청 환자에서 청력 저하의 정도, 예후를 평가하고 전정기능 저하가 동반된 돌발성 난청 환자들에서 예후를 평가할 수 있는지에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

본원 이비인후과에서 2013년부터 2015년까지 돌발성 난청으로 내원하여 입원 치료를 받은 108명을 대상으로 하였다. 본 연구는 ‘헬싱키선언(Declaration of Helsinki)’을 준수하였으며, 단국대학교 윤리심의위원회의 승인(DKU-2018-12-014)을 받고 진행되었다. 돌발성 난청을 진단받고 증상 1주 이내에 본원에 내원하여 치료받은 환자들을 포함하였으며, 퇴원 후 외래 추적 관찰이 되지 않거나 메니에르씨병 또는 양성 발작성 체위성 현훈이 있는 환자, 외상 과거력이 있는 경우, 중이염이 있거나 과거 중이염 수술을 받은 환자들을 제외하였다.

환자들은 두 그룹으로 나누었는데, 첫 번째는 전통적인 돌

발성 난청의 정의를 따르며 주관적인 회전성 어지러움이 없고 내원 당시 안진이 관찰되지 않았던 환자들을 sudden sensorineural hearing loss(SSNHL) 그룹으로 정의하였다. 그리고 두 번째는 돌발성 난청이 있으면서 회전성 어지러움이 있으며 내원 당시 자발 안진이 보이고 동시에 온도안진검사 결과와 cVEMP가 병변 측 전정기능 저하에 보인 경우 혹은 회전자검사에서 이득의 감소가 보이는 환자들, 즉 전정기능 저하가 입증된 회전 현훈성 돌발성 난청 환자들을 연구에서 새롭게 분류하기 위해 acute cochlea-vestibulopathy(ACV) 그룹으로 정의하였다. 주관적인 어지럼증이 있으나 그 어지럼증의 양상이 비특이적이며 적절한 전정기능검사가 이루어지지 않은 경우 연구에서 제외되었으며, 어지럼증이 있지만 1주 이내에 시행한 비디오안진검사서 자발 안진이 보이지 않고 다른 전정기능검사서 전정기능 저하를 의심할 수 없는 경우 SSNHL 그룹으로 구분되었다. 대상의 성별, 동반 질환, 발병일 및 어지러움, 이명, 귀 먹먹함 동반 여부를 조사하였다.

순음청력검사는 6분법으로 계산하였으며 처음 내원할 때 및 퇴원 시, 3개월 뒤 총 3회 실시하였다. 청력도의 형태는 flat, descending, ascending type으로 구분하였으며 청력검사 분류법인 Sige's criteria를 사용하여 마지막 청력이 25 dB보다 좋을 경우 완전회복(completely recovery), 청력이 15 dB 이상 호전되고 마지막 청력이 25~45 dB인 경우에 부분회복(partial recovery), 청력이 15 dB 이상 호전되었지만 마지막 청력이 45 dB보다 나쁜 경우에 경도회복(slightly recovery), 청력이 15 dB 이하로 호전되거나 마지막 청력이 75 dB 이하인 경우엔 불변(no improvement)으로 구분하였다. 청력의 회복 정도를 주파수 영역으로 구분하여 확인하였고, 저주파수를 250, 500 Hz, 중간 주파수를 1000, 2000 Hz 그리고 고주파수를 4000, 8000 Hz로 정하였다. 그리고 모든 환자들의 자발 안진 크기를 확인하였으며 온도안진검사와 cVEMP 결과도 같이 확인하였다. cVEMP는 활성 전극은 경부 cVEMP만을 시행하였으며 소리 자극은 귀속 삽입용 수신기를 이용하여 500 Hz의 tone burst 음을 100 dB nHL 강도로 주었다.

통계학적인 검정은 SPSS ver. 13.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 혹은 GraphPad Prism(GraphPad Software, La Jolla, CA, USA)을 이용하였다. 모든 연속변수의 경우 정규 분포의 여부를 Shapiro-Wilk normality 검정으로 확인 후 그 결과에 따라 통계 방법을 다시 설정해서 진행하였고, 정규 분포를 하는 경우 independent t-test를, 정규 분포를 하지 않는 경우 Mann-Whitney Test를 사용하였다. 세군 이상의 통계를 돌리는 경우 one-way analysis of variance(ANOVA) 혹은 Kruskal-Wallis 검정을 이용한 후 사후 검정을 추가하

었다. 빈도 비교의 경우에는 Fischer's exact test를 사용하였다. *p* 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있다고 평가하였다. 추가적으로 교란요인 배제 분석을 위해 로지스틱 회귀분석 및 편상관분석이 이용되었다.

결 과

ACV와 SSNHL의 demographic data와 임상 양상

총 대상 환자 108명 중 17명은 비특이적인 어지럼증을 호소하였으나 적절한 전정기능검사가 이루어지지 않아 제외되었고 SSNHL 환자는 71명, ACV 환자는 20명이었다. 두 그룹에서 평균 나이, 성별, 돌발성 난청이 발생한 병변 방향에는 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 1). 두 그룹에서 돌발성 난청이 발생하고 본원에 내원할 때까지 걸린 시간은 SSNHL 그룹에 4.37일, ACV 그룹에 2.15일로 ACV 그룹이 질환이 발생한 후 더 빨리 본원에 내원하였다. 또한 SSNHL 그룹 중 어지럼증이 있었으나 SSNHL로 분류된 정상 전정기능 환자들의 증상 후 내원 시간은 3.6일이었다. 그룹 간 혈압, 당뇨 등 동반질환에서는 차이는 보이지 않았으며, 동반된 증상으로는 귀 먹먹함이나 이명에서는 차이가 없었고 현기증은 ACV 그룹은 100% 모두 동반되었으며 SSNHL 그룹에서는 7%만이 증상

을 호소하였다(Table 1).

ACV와 SSNHL의 청력 양상

본원에 처음 내원하여 시행한 순음청력검사는 SSNHL 그룹에서 69.4 dB HL, ACV 그룹에서 101.8 dB HL으로 측정되었으며, 퇴원시에는 SSNHL 그룹이 52.9 dB HL, ACV 그룹이 95.8 dB HL으로 두 그룹에서 처음 및 퇴원 시 시행한 청력검사는 유의한 차이를 보였다. 각 그룹에서 청력 호전 정도를 보면 ACV 그룹은 퇴원시에도 청력이 내원할 때와 비교하여 10 dB도 차이가 나지 않을 만큼 큰 변화를 보이지 않았다(Table 2). 두 그룹에서 청력도의 형태의 비율을 fischer의 정확 검정을 이용하여 비교하였으며 SSNHL 그룹은 71명 중 flat type이 41명, descending type이 11명, ascending type이 8명이고 이에 해당되지 않는 경우가 8명이었으며 ACV group은 이에 반하여 3명을 제외한 17명이 전부 flat type의 청력도를 보였다. 두 군의 차이는 유의하지 않았다(*p*=0.252)(Table 3).

ACV와 SSNHL의 청력 호전 차이

발병 후 3개월 뒤 시행한 순음청력검사로 청력 호전의 예후를 보았으며, Seigel's criteria로 나누었을 때 SSNHL 그룹은 완전 회복이 33명, 부분 회복이 14명, 정도 회복이 9명이었고

Table 1. Demographic data

	Total (n=91)	SSNHL (n=71)	ACV (n=20)	<i>p</i> -value
Age	46.03	46.86	43.10	0.268
Sex (M:F)	45:46	35:36	10:10	0.956
Side (R:L)	33:58	26:45	7:13	0.894
Onset (day)	3.41	3.76	2.15	0.001
HTN (%)	19 (20.9)	14 (19.7)	5 (25)	0.608
DM (%)	11 (12.1)	10 (14.1)	1 (5)	0.271
Earfullness (%)	70 (76.9)	52 (73.2)	18 (90)	0.116
Tinnitus (%)	76 (83.5)	60 (84.5)	16 (80)	0.631
Dizziness (%)	25 (27.5)	5 (7)	20 (100)	0.001

SSNHL: sudden sensorineural hearing loss, ACV: acute cochlea-vestibulopathy, HTN: hypertension, DM: diabetes mellitus

Table 2. Audiologic characteristic

	Total (n=91)	SSNHL (n=71)	ACV (n=20)	<i>p</i> -value
Initial PTA (dB HL)	76.5	69.4	101.8	0.000
PTA at discharge (dB HL)	62.4	52.9	95.8	0.000

SSNHL: sudden sensorineural hearing loss, ACV: acute cochlea-vestibulopathy, PTA: posterior tibial artery

Table 3. Audiologic configurations

	Flat type	Descending type	Ascending type	Non specific
SSNHL (n=71)	41	11	11	8
ACV (n=20)	17	2	1	0
Total (n=91)	58	13	12	8

SSNHL: sudden sensorineural hearing loss, ACV: acute cochlea-vestibulopathy

회복되지 않은 환자는 15명이었다. 이에 반해 ACV 그룹은 완전 회복된 환자는 없었으며 부분 회복된 환자가 3명, 정도 회복이 8명, 그리고 회복되지 않은 환자가 9명으로 가장 많았으며 이는 fischer의 정확 검정으로 확인하였을 때 통계적으로 의미가 있었다($p < 0.001$) (Table 4). 청력 호전이 주파수별로 차이가 있는지 보기 위해 두 그룹의 청력 변화를 주파수별로 나누어서 비교하였으며 SSNHL 그룹과 ACV 그룹 모두 주파수 영역별 청력의 호전 정도가 유의하게 다른 것으로 확인되었고(Kruskal-Wallis test: SSNHL 군; Kruskal-Wallis statistics=16.94; $p = 0.0002$, ACV 군; Kruskal-Wallis statistics=18.70; $p < 0.0001$), 사후 검정에서 두 군 모두 고주파 청력이 다른 주파수에 비해 적은 청력 변화를 보였다(Post hoc

Dunn's Multiple Comparison Test: SSNHL 군; 저주파수 vs. 고주파수; $p < 0.01$, 중주파수 vs. 고주파수; $p < 0.001$) (Post hoc Dunn's Multiple Comparison Test: ACV 군; 저주파수 vs. 고주파수; $p < 0.01$, 중주파수 vs. 고주파수; $p < 0.001$) (Fig. 1).

현훈 동반 여부와 청력 호전 차이

돌발성 난청 예후 인자인 현훈 동반이 예후에 좋지 않다는 기존의 내용을 확인하기 위해서 어지러움 유무와 청력이 호전되는지에 대하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며 통계적으로 유의 있는 값을 보였다(Table 5). 또한 나이, 성별 및 처음 청력에 의한 영향을 배제하기 위해 편상관분석으로 다시 확인하였으며 이를 교란요인으로 포함하였을 때도 유의함이

Table 4. Prognosis at last posterior tibial artery

	Complete recovery	Partial recovery	Slightly recovery	No improvement
SSNHL (n=71)	33	14	9	15
ACV (n=20)	0	3	8	9
Total (n=91)	33	17	17	24

SSNHL: sudden sensorineural hearing loss, ACV: acute cochlea-vestibulopathy

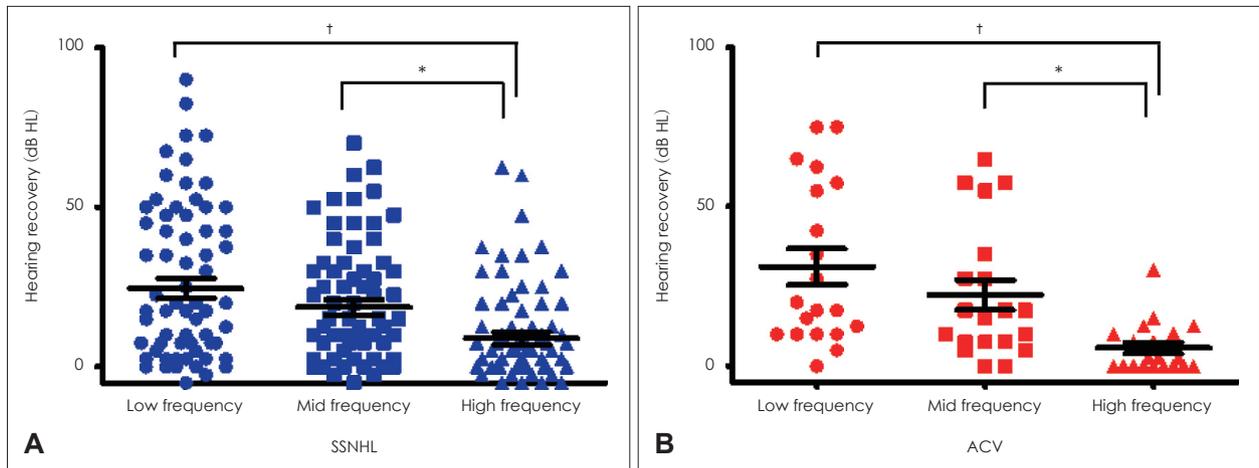


Fig. 1. The following graph is showing hearing recovery by different frequency spectrum of the SSNHL group (A) and the ACV group (B). In both group, hearing recovery was different among different frequency spectrum (each dots represent average of two frequencies; low: 250 and 500 Hz, mid: 1 k and 2 kHz, high: 4 k and 8 kHz). Post hoc test showed statistical differences between high frequency and the others in both groups. * $p < 0.01$, † $p < 0.001$. SSNHL: sudden sensorineural hearing loss, ACV: acute cochlea-vestibulopathy.

Table 5. Corelation between dizziness and hearing improvement

Dependent variable	Independent variable	Exp (B)	p-value
Hearing recovery	Dizziness	4.15	0.005

Table 6. Multiple regression analysis of hearing recovery

Dependent variable	Independent variable	B	β	t	p	VIF
Hearing recovery	Dizziness	0.346	0.351	2.942	0.004	1.385
	First hearing	-0.001	-0.054	-0.457	0.648	1.363
	Age	0.004	0.124	1.207	0.231	1.032
	Sex	0.088	0.110	0.988	0.326	1.006

VIF: variance inflation factor

입증되었다($p=0.005$).

청력 회복에 대한 다인자 분석

청력 회복(hearing recovery)에 영향을 미치는 인자에 대한 다중회귀 분석 결과 성별, 나이, 처음 청력 모두 청력 회복과 연관성을 가지지 않았으며($p>0.05$), 어지러움은 청력 회복과 연관성을 유의하게 보였으며 어지러움이 있는 경우가 불량한 예후를 보였다($p<0.05$)(Table 6).

ACV 예후와 VFT 결과와의 상관관계

ACV 환자의 청력 호전의 예후에 대하여 전정기능검사 결과와의 관련성을 알아보기 위해 ACV 환자의 주파수 별 청력의 호전 정도와 초기 spontaneous nystagmus(SN)의 크기, 전정유발근전위검사의 inter-aural amplitude difference (IAD) value 그리고 온도안진검사의 canal paresis(CP) 값과의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 모든 주파수 영역에서 초기 SN, 온도안진검사의 CP 값과의 상관관계는 없었지만 전

정유발근전위검사의 IAD의 경우 500 Hz, 1 k, 그리고 2 kHz 에서 유의한 음의 선형관계를 확인할 수 있었다(Spearman correlation: IAD and 500 Hz; $R=-0.4669$; $p=0.038$, IAD and 1 kHz; $R=-0.5225$; $p=0.0181$, IAD and 2 kHz; $R=-0.4466$; $p=0.0484$)(Table 7)(Fig. 2).

추가적으로 전정유발근전위검사에서 반응이 전혀 보이지 않았던 환자들과의 청력 호전 정도를 반응을 보인 환자들과 각 주파수별로 비교를 해 보았고, 전정유발근전위 반응이 없는 경우 1 kHz와 2 kHz의 호전 정도가 유의하게 낮음을 확인 하였다(independent t test: 1 kHz; $F=1.502$; $p=0.038$, 2 kHz; $F=3.231$; $p=0.015$)(Fig. 3).

고찰

돌발성 난청은 갑작스럽게 청력 악화를 유발하는 이비인후과 이과 영역의 응급질환이지만, 그 병인에 대해서는 아직 까지 명확하게 밝혀진 바는 없다. 특히 어지러움을 동반한 돌

Table 7. Correlation between VFT and hearing improvement

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Initial SN/hearing improvement						
XY pairs (n)	20	20	20	20	20	20
Spearman r	0.01394	-0.04226	-0.2695	-0.3775	-0.06948	0.1033
p value (two-tailed)	0.9535	0.8596	0.2505	0.1008	0.7710	0.6647
VEMP IAD/hearing improvement						
XY pairs (n)	20	20	20	20	20	20
Spearman r	-0.3727	-0.4669*	-0.5225*	-0.4466*	-0.4077	-0.06590
p value (two-tailed)	0.1055	0.0380*	0.0181*	0.0484*	0.0744	0.7825
Caloric CP/hearing improvement						
XY pairs (n)	17	17	17	17	17	17
Spearman r	0.1166	-0.004935	0.06154	0.03212	-0.1288	0.01307
p value (two-tailed)	0.6560	0.9850	0.8145	0.9026	0.6224	0.9603

*statistically significant data. VFT: vestibular function test, SN: spontaneous nystagmus, VEMP: vestibular evoked myogenic potential, IAD: inter-aural amplitude difference, CP: canal paresis

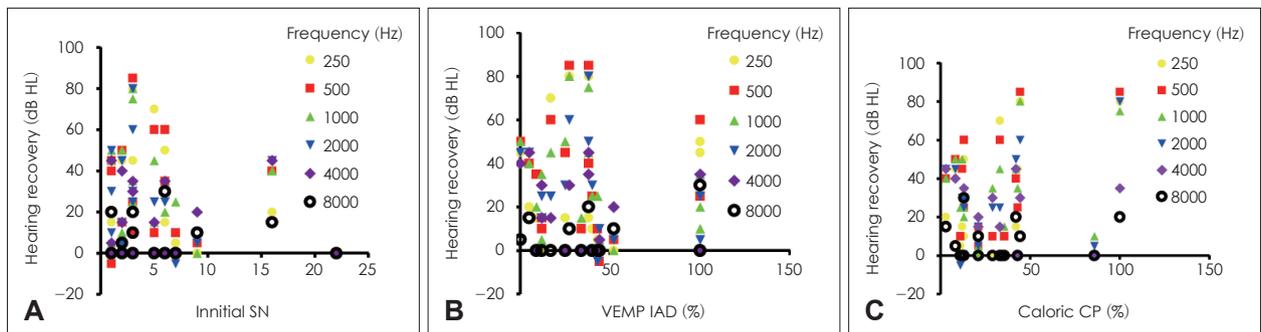


Fig. 2. Scatter plot of VFT (initial SN, VEMP IAD and caloric CP) and the hearing recovery at each frequencies. Initial SN and caloric CP is showing the plot of initial SN and caloric CP with hearing recovery, no significant correlation was observed (A and C). VEMP IAD is showing the plot of VEMP IAD ratio and hearing recovery (B). Significant correlation was observed in three frequencies see table 6 for detailed statistics. SN: spontaneous nystagmus, VEMP: vestibular evoked myogenic potential, IAD: inter-aural amplitude difference, CP: canal paresis, VFT: vestibular function test.

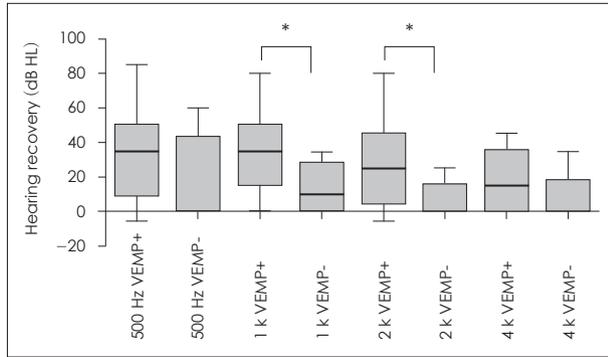


Fig. 3. Comparison of hearing recovery between VEMP+ and VEMP- groups. Hearing threshold recovery was compared at four different frequencies (500 Hz, 1 k, 2 k, and 4 kHz). Statistically significant decreases of hearing recovery were observed at two frequencies (1 kHz and 2 kHz, detailed statistics in result section). In the box-whisker plots, top and bottom of scale bar, top and bottom of box and line in the middle of box indicates maximum, minimum, 3rd quartile, 1st quartile and median respectively. * $p < 0.05$. VEMP: vestibular evoked myogenic potential, VEMP+: VEMP response positive, VEMP-: VEMP response negative.

발성 난청에서 와우 기능 저하와 관련되어 전정기능과 관련된 수많은 연구가 이루어졌지만, 그 결과에 대해서는 논란이 있다. 돌발성 난청과 관련된 예후로는 여러 가지가 보고되고 있으며, 고도 난청인 경우, 치료가 1주일 이상 지연되는 경우, 그리고 어지러움이 동반될 때 예후가 불량하다고 알려져 있으며,¹³⁾ 본 연구에서도 전정기능 저하 동반 여부에 따라 청력 호전의 유의한 차이를 보였다.

돌발성 난청에서 고도 난청이나 고음역 난청을 보이는 환자들이 어지러움을 동반하는 경우가 더 많았다는 보고가 있으며,^{14,15)} 본 연구에서도 ACV 군이 고도 난청을 가진 환자 비율이 높았다. 또한 청력도를 볼 때에 ACV 군이 수평형의 청력 형태를 가진 환자들의 빈도가 높았고, 실제 이 수평형은 고음역의 청력 저하를 포함한 고도 난청이기에 기존의 연구와 일치하는 결과라고 할 수 있다. 이처럼 돌발성 난청에서 고도 난청과 어지럼증이 관련이 있는 이유로, Khetarpal¹⁶⁾은 돌발성 난청에서 어지럼증의 원인이 병리학적 손상과 관련이 없으며 와우에서 전정기관으로 막의 파열로 인한 내림프액 변화로 야기되며, 이런 와우 손상은 심한 청력 저하가 있을 경우에 동반된다고 주장하였다.

하지만 이런 고도 난청과 어지럼증의 공존은 정확한 예후 인자 선정에 어려움을 준다. Friedrich와 Wolf¹⁷⁾는 한 연구에서 청력 저하 시 어지러움이 동반될 때 초기 청력이 현저히 저하되는 것이 좋지 않은 인자로 작용하는 걸 고려했을 때 어지러움과 청력 회복의 예후와는 무관하다고 하고 고도 난청을 그 원인으로 보았다. 하지만, 본 연구의 결과를 토대로 생각해 보면 다른 결론을 추측해 볼 수 있다. 본 연구 결과에서 초기 청력과 3개월 이후 청력과의 차이를 보았을 때 SSNHL

군은 16.5 dB의 청력 회복을 보였지만 ACV 군은 6.0 dB의 청력이 회복되는데 그쳤고, 또한 추가로 시행한 다인자 분석의 결과 청력 회복에 연관성을 보인 인자가 어지럼증의 유무로 좁혀졌다. 추가적인 연구가 필요하겠지만 본 연구를 통해서 잠정적으로 어지러움이 돌발성 난청에서 나쁜 예후 인자임을 증명하게 되었다.

ACV 군에서 내원 당시 안진의 크기와 온도안진검사와 예후와 관련성이 없는 반면에 cVEMP 결과와 청력 호전 여부가 관련성이 있고 또한 파형의 출현 여부에 따라 청력 회복의 유의한 차이가 있는 것으로 나타난 것은 주목할 만한 결과라 볼 수 있겠다. 최근 혈액 분포(eg: 중성구/림프구 비율)와 바이러스의 활성화에 따른 돌발성 난청 예후 연구들이 보고되는 등^{18,19)} 돌발성 난청 환자들의 예후를 평가하기 위한 노력들이 이루어지고 있다. 와우와 해부학적 위치가 가까운 소리에 대한 구형낭의 반응으로 추측되는 cVEMP의 결과도 예후 인자로서 분석되었다. 현훈이 동반되지 않은 돌발성 난청 환자에서는 cVEMP 파형의 출현 여부가 청력 회복의 예후 인자로서 유의하지 않다는 연구가 있으며 이는 전정기능 장애가 동반되지 않는 돌발성 난청인 경우에는 구형낭의 기능 저하가 크게 발생하지 않았기에 cVEMP의 파형이 유지된다고 생각할 수 있겠다.²⁰⁾ 이와 반대로 본 연구에서는 객관적인 전정기능 장애가 보이는 돌발성 난청(ACV)인 경우 cVEMP의 IAD값이 청력의 회복과 음의 선형관계를 보였고, cVEMP의 반응이 없는 경우 청력 회복이 낮았다. 내이의 와우와 전정기관은 액체가 차있는 하나의 주머니이다. 그렇기 때문에 외부, 중 외이/중이로부터 감염성 질환이 시작된다면 이 두 말초 기관의 이상을 같이 동반할 가능성이 높고 난청이 발생하였을 때 그 원인이 되는 구조는 유모세포일 가능성이 높다. 이때 유모세포는 포유류의 경우 한번 손상되면 다시 재생되지 않고²¹⁾ 청력 회복의 예후는 좋지 않을 것으로 추측된다. 이와는 반대로 만약 신경기관의 돌발성 난청이라면 바이러스 등의 혈류를 통해서 전달되었을 것으로 생각되며²²⁾ 이 경우 구형낭과 와우와의 혈류 공급은 서로 다르고 혈관에 가까운 신경이나 지지세포 등의 주변 조직이 난청의 원인 병변일 가능성이 있다. 유모세포와는 달리 신경과 주변 지지세포 등은 재생 가능한 조직²³⁾으로 그 예후가 전자에 비해 더 좋은 것으로 생각이 된다. cVEMP와 달리 온도안진검사가 청력의 회복과 상관관계를 보이지 못한 이유는 해부학적 위치에 있을 수 있다. 구형낭은 와우와 매우 가까운 곳에 위치하고 있는 반면 온도안진검사가 반영하는 것으로 알려진 측 반고리관은 그보다 비교적 먼 곳에 위치하고 있다. 그렇기 때문에 병변의 정도나 범위에 따라 이상 여부에 차이가 있을 수 있고, 온도안진검사가 측정하는 고개의 움직임 주파수 영역이 매우 낮으므로

실제 어지럼증을 유발하는 예민한 유모세포나 신경의 기능²⁴⁾을 반영하지 못하기 때문일 수도 있다. 이에 대해서는 보다 광범위한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서의 제한점은 돌발성 난청 그룹에서 전정기능검사가 잘 이루어지지 않아 두 그룹을 비교하는데 문제점이 있었고, 최대한 배제를 하려고 해도 돌발성 난청 그룹에 ACV 환자가 포함되었을 가능성이 있다는 점이다. 회전성 어지러움이 없는 환자를 대상으로 하였으나 처음에 안진이 있었던 환자가 본원에 내원 당시에는 회복이 되어 SSNHL 그룹에 포함이 되었을 수도 있겠다. 또한 선별된 ACV 환자가 20명으로 그 수가 적었고, 어지럼증 검사와의 상관분석에서 3개의 주파수에서 통계적 유의성이 확인되었으나, -0.5 이상의 상관계수는 1개의 주파수에서만 볼 수 있었다. 보다 명확한 상관관계와 예후 인자에 대한 분석을 하려면 다기관 연구 혹은 대단위 연구가 필요해 보인다. 또한 향후 추가 연구에서는 많은 ACV 환자를 확보하고 모든 환자에서 전정기능검사를 시행하여 좀 더 객관적인 결과를 얻을 수 있어야겠다.

결론적으로, ACV 그룹은 전통적인 정의의 현훈을 동반한 돌발성 난청과 마찬가지로 안 좋은 예후를 보인다. 그리고 청력 호전을 평가하는데 있어 cVEMP의 IAD 값이 도움이 되겠으며 특히 중주파수에서 높은 IAD 값이 불량한 예후와 연관성이 있음을 알 수 있겠다.

Acknowledgments

A grant of the Ministry of Science, ICT and Future Planning grant funded by the Korea government (NRF-2016R1D1A1B03932624).

ORCID

Min Young Lee <https://orcid.org/0000-0002-6860-8042>

REFERENCES

- 1) Byl FM Jr. Sudden hearing loss: eight years' experience and suggested prognostic table. *Laryngoscope* 1984;94(5 Pt 1):647-61.
- 2) Merchant SN, Adams JC, Nadol JB Jr. Pathology and pathophysiology of idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol* 2005; 26(2):151-60.
- 3) Kuhn M, Heman-Ackah SE, Shaikh JA, Roehm PC. Sudden sensorineural hearing loss: a review of diagnosis, treatment, and prognosis. *Trends Amplif* 2011;15(3):91-105.
- 4) Mattox DE, Simmons FB. Natural history of sudden sensorineural hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1977;86(4 Pt 1):463-80.
- 5) Park HM, Jung SW, Rhee CK. Vestibular diagnosis as prognostic

- indicator in sudden hearing loss with vertigo. *Acta Otolaryngol Suppl* 2001;545:80-3.
- 6) Pajor A, Gryczyński M, Lukomski M. Vertigo and vestibular disorders in patients treated from sudden deafness. *Otolaryngol Pol* 1997;51 Suppl 25:256-8.
- 7) Shaia FT, Sheehy JL. Sudden sensori-neural hearing impairment: a report of 1,220 cases. *Laryngoscope* 1976;86(3):389-98.
- 8) Yamamoto M, Kanzaki J, Ogawa K, Inoue Y, Ikeda S. Hearing recovery and vestibular symptoms in patients with sudden deafness and profound hearing loss. *Acta Otolaryngol Suppl* 1994;514:41-4.
- 9) Didier A, Cazals Y. Acoustic responses recorded from the saccular bundle on the eighth nerve of the guinea pig. *Hear Res* 1989;37(2): 123-7.
- 10) Robertson DD, Ireland DJ. Vestibular evoked myogenic potentials. *J Otolaryngol* 1995;24(1):3-8.
- 11) Chen CN, Young YH. Differentiating the cause of acute sensorineural hearing loss between Ménière's disease and sudden deafness. *Acta Otolaryngol* 2006;126(1):25-31.
- 12) Iwasaki S, Takai Y, Ozeki H, Ito K, Karino S, Murofushi T. Extent of lesions in idiopathic sudden hearing loss with vertigo: study using click and galvanic vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(10):857-62.
- 13) Laird N, Wilson WR. Predicting recovery from idiopathic sudden hearing loss. *Am J Otolaryngol* 1983;4(3):161-4.
- 14) Noury KA, Katsarkas A. Sudden unilateral sensorineural hearing loss: a syndrome or a symptom? *J Otolaryngol* 1989;18(6):274-8.
- 15) Nakashima T, Yanagita N. Outcome of sudden deafness with and without vertigo. *Laryngoscope* 1993;103(10):1145-9.
- 16) Khetarpal U. Investigations into the cause of vertigo in sudden sensorineural hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;105(3): 360-71.
- 17) Friedrich G, Wolf G. Relevant prognostic factors in hearing loss. *HNO* 1984;32(2):74-80.
- 18) Park SM, Han C, Lee JW, Kong TH, Seo YJ. Does herpes virus reactivation affect prognosis in idiopathic sudden sensorineural hearing loss? *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2017;10(1):66-70.
- 19) Seo YJ, Jeong JH, Choi JY, Moon IS. Neutrophil-to-lymphocyte ratio and platelet-to-lymphocyte ratio: novel markers for diagnosis and prognosis in patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Dis Markers* 2014;2014:702807.
- 20) Park MH, Jeong WJ, Song JJ, Kim JS, Koo JW. Analysis of parameters of vestibular-evoked myogenic potentials in sudden sensorineural hearing loss without vertigo. *J Korean Bal Soc* 2005;4(2):206-11.
- 21) Izumikawa M, Minoda R, Kawamoto K, Abrashkin KA, Swiderski DL, Dolan DF, et al. Auditory hair cell replacement and hearing improvement by *Atoh1* gene therapy in deaf mammals. *Nat Med* 2005;11(3):271-6.
- 22) Linthicum FH Jr, Doherty J, Berliner KI. Idiopathic sudden sensorineural hearing loss: vascular or viral? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013; 149(6):914-7.
- 23) Raphael Y. Cochlear pathology, sensory cell death and regeneration. *Br Med Bull* 2002;63:25-38.
- 24) Sadeghi SG, Pyott SJ, Yu Z, Glowatzki E. Glutamatergic signaling at the vestibular hair cell calyx synapse. *J Neurosci* 2014;34(44): 14536-50.