



급성 저음역 난청의 진단과 치료에 대한 고찰

이정우¹ · 최성원^{2,3}창원경상국립대학교병원 이비인후과,¹
부산대학교병원 이비인후과 및 의생명연구원,²
부산대학교 의과대학 이비인후과학교실³

A Review of the Diagnosis and Treatment of Acute Low-Tone Hearing Loss

Jung Woo Lee¹, Sung-Won Choi^{2,3}¹Department of Otorhinolaryngology, Changwon Gyeongsang National University Hospital, Changwon, Korea.²Department of Otorhinolaryngology and Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea³Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, School of Medicine, Pusan National University, Busan, Korea

ABSTRACT

Acute low-tone hearing loss (ALHL) is a case of sensorineural hearing loss limited to low frequencies with ear fullness and tinnitus. It was first announced in Japan in 1981. Until now, it has not received much attention due to its relatively low incidence and high recovery rate. However, due to problems such as high recurrence rate and transition to Meniere's disease during long-term follow-up, the importance of early treatment for the disease has recently increased. Most clinical studies use oral steroid or intratympanic steroid injections and diuretics as the main treatments, but there is no established treatment yet. In this study, we reviewed characteristics of ALHL, its relationship with Meniere's disease. And also compared the protocols and newly introduced treatments with results of previous studies.

KEY WORDS: Hearing loss, sensorineural; Treatment; Steroids; Diuretics; Meniere disease.

서론

급성 저주파 난청(acute low-tone hearing loss, ALHL)은 저주파에 국한된 감각신경성 난청이 이충만감 및 이명을 동반한 경우로, 1981년 일본에서 Abe에 의해 독립적인 질환으로 처음 발표되었다.¹⁾ 이후 여러 연구자들에 의하여 ALHL의 정의가 만들어졌고 최근에는 일본 후생노동성에서 발표한 진단기준이 가장 널리 사용되어지고 있다.²⁾ ALHL은 증상이 심하지 않고 특별한 치료 없이도 회복되는 경우가 많은 편이지

만 재발이 흔하고 차후에는 어지럼증을 동반하는 변동되는 양상을 보이기도 하기 때문에 메니에르병(Meniere's disease)의 초기 발현으로 생각되는 경향이 있다.³⁾ ALHL의 병태생리에 대해서는 아직 명확히 연구된 바 없으나 자가면역반응이나 와우에 국한(cochlear hydrops)되어 발생한 내림프 수종(endolymphatic hydrops) 등 다양하게 보고되고 있다.⁴⁻⁶⁾ 대부분의 임상 연구에서 경구 또는 고실 내 스테로이드 주입술(intratympanic steroid injection, ITSI), 이뇨제 복용을 주요 치료법으로 사용하고 있으나 아직까지 경구 스테로이드 복

Received: May 31, 2024 / Revised: June 21, 2024 / Accepted: July 7, 2024

Corresponding author: Sung-Won Choi, Department of Otorhinolaryngology and Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan 49241, Korea

Tel: +82-51-240-7335, Fax: +82-51-246-8668, E-mail: gaelongs@naver.com

Copyright © 2024. The Busan, Ulsan, Gyeongnam Branch of Korean Society of Otolaryngology-Head and Neck Surgery.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

용 용량이나 고실 내 스테로이드 주입술의 기간 및 횟수 등 정립된 치료법은 없는 상태이다.^{4,7-10)} 지금까지는 비교적 낮은 발병률 및 높은 회복률로 큰 관심을 받지 못하고 있었으나 높은 재발률과 장기간 추적관찰 시 메니에르병으로 이행 등의 문제점으로 최근에는 질환에 대한 초기 치료법의 중요성이 높아지고 있다. 따라서 저자는 본 논문에서 문헌고찰을 통하여 ALHL의 특징과 그 치료에 대하여 알아보고자 한다.

본론

급성 저주파 감각신경성 난청의 특징

일본의 한 조사에 따르면 ALHL은 인구 10만 명당 약 42.8-65.8명의 발병률을 보이며 주로 40대 여성에서 가장 많이 발생하고,¹¹⁾ 특발성 돌발성 난청(idiopathic sudden sensorineural hearing loss)환자의 약 18%를 차지한다고 보고되고 있다.¹²⁾ 여러 연구들의 데이터를 보면 급성 저주파 감각신경성 난청환자들의 일반적인 경향은 재발의 경우가 상대적으로 흔하지만 부분 혹은 완전한 청력회복을 보인다. 급성 저주파 감각신경성 난청의 경우 3달 이내의 자발적 완전 혹은 부분 회복률은 약 80%로 알려져 있으나 재발이 약 47% 정도로 흔하며, 특히 이들 중 약 10%-20%의 환자가 메니에르병으로 이행되는 것으로 알려져 있다.^{3,6,13)} 현재까지 알려진 특발성 돌발성 난청환자의 치료효과 및 예후에 영향을 주는 인자로는 증상 발생후 치료시작까지의 시간, 어지럼증 및 이명의 유무 그리고 순음청력도의 유형이 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 급성 저주파 감각신경성 난청의 경우에도 대부

분 비슷할 것으로 생각되지만 아직까지 발표된 연구는 많지 않으나, 몇몇 연구에 따르면 환자의 나이가 어릴수록, 증상 발생후 치료시작까지의 시간이 짧을수록 그리고 청력손실 정도가 적을수록 청력회복의 예후가 좋았다.¹¹⁾

급성 저주파 감각신경성 난청의 진단기준

ALHL의 주요 증상은 청력저하이며 특별한 치료 없이도 회복되는 경향이 있어 단순히 돌발성 특발성 난청(idiopathic sudden sensorineural hearing loss)의 한 종류로 알려져 왔다.⁷⁾ 하지만 1981년 Abe에 의해 ALHL은 저주파에 국한된 감각신경성 난청 및 이충만감, 이명을 특징으로 하는 독립적인 질환으로서 처음 발표되었다.¹⁾ ALHL은 주관적 증상과 객관적 난청 소견으로 진단하게 된다. 주관적 증상으로는 저음역대의 이명, 자가강청, 이충만감 및 약간의 어지럼증을 호소한다.⁴⁾ 1993년경 일본에서 객관적 난청 진단기준으로 순음청력 검사상 125, 250와 500 Hz 역치의 합이 100 dB 이상이고 2, 4과 8 kHz 역치의 합이 60 dB 이하인 경우로 정의하였으며,⁶⁾ 이후에는 순음청력검사상 125, 250와 500 Hz 역치의 평균이 30 dB 이상이고 2, 4과 8 kHz 역치의 평균이 20 dB 이하인 경우로 정의하였다.¹⁴⁾ 최근에는 일본 후생노동성에서 발표한 진단기준으로 1) 순수한 감각신경성 난청으로 고막에 이상이 없으며, 2) 전정 및 뇌질환의 과거력이 없어야 하고, 3) 순음청력검사상 125, 250와 500 Hz 역치의 합이 70 dB 이상이고 2, 4과 8 kHz 역치의 합이 60 dB 이하인 경우, 4) 현훈 및 자발성 안진이 관찰되지 않은 경우로 정의하였으며, 가장 널리 사용되어지고 있다(Table 1).²⁾

Table 1. Criteria for diagnosis of acute low-tone sensorineural hearing loss without vertigo

<p>Main symptoms</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acute or sudden onset of cochlear symptoms including ear fullness, tinnitus, and hearing loss. 2. Low-tone hearing loss. 3. Without vertigo. 4. Unknown cause. <p>For reference</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Audiometric criteria of low-tone hearing loss. <ol style="list-style-type: none"> (1) The sum of hearing levels at low frequencies of 0.125, 0.25, and 0.5 kHz is 70 dB or more. (2) The sum of hearing levels at high frequencies of 2, 4, and 8 kHz is 60 dB or less. 2. Cochlear symptoms may be recurrent. 3. May progress to meniere's disease. 4. May be accompanied with light dizzy sensation. 5. May be bilateral.
--

Definite: All of the main symptoms, Audiometric criteria (1) and (2).
 Probable: All of the main symptoms, Audiometric criteria (1) and the same hearing levels at high frequencies of 2, 4, and 8 kHz as the contralateral ear. These criteria were established by the Research Committee of the Ministry of Health and Welfare of Japan in 2011.
 Adapted from Yoshida et al. [2] with CC BY-NC-ND.

메니에르병과 급성 저주파 감각신경성 난청

1982년 Abe가 39명의 어지럼증을 동반하지 않는 급성 저주파 감각신경성 난청 환자를 대상으로 한 연구에서 환자들이 청력 역치 변동이나 재발 없이 완전한 청력회복을 보인다는 결과를 바탕으로 급성 저주파 감각신경성 난청은 경증의 돌발성난청으로 메니에르병과는 다른 양상을 보인다고 생각하였다.¹⁾ 하지만 Yamasoba 등은 급성 저주파 감각신경성 난청과 메니에르병 환자의 글리세롤 검사(glycerol test) 양성, 전기와우도검사(ECoG)상 가중전압(summating potential)과 활동전압(action potential)의 비율이 비정상적으로 증가한다는 점에서 두 질환 모두 내림프수종과 관련이 있음을 주장하였다.⁶⁾ 이전 연구에 따르면 내림프수종은 달팽이관의 apical turn에서 시작하여 이후 달팽이관의 수도관 및 전정기관까지의 확장이 관찰되었다. 이는 달팽이관의 apex 부위가 basal 부위에 비하여 압력변화에 민감하기 때문에 갑작스런 내림프수종은 급성 저주파 감각신경성 난청과 이후 연속적인 난청 및 어지럼증 발생을 설명해준다.¹⁵⁾

메니에르병에서 주요 증상인 저주파 감각신경성 난청의 진단적 중요성은 생각해볼 필요가 있다. 아직까지 진단을 위해 구체적인 검사법보다는 임상적인 양상에 의존하고 있고, 특징적인 생물학적 표지자 및 객관적인 검사결과 없이 진단을 내리다 보니 메니에르병의 진단은 쉽지 않다. 메니에르병의 주요 증상에는 발작성 현훈(episodic vertigo)과 저음역대의 감각신경성 난청이 있으며, 특히 초기 단계의 메니에르병의 경우 어지럼증을 동반한 저주파성 난청이 특징적인데 이는 급성 저주파 감각신경성 난청과 비슷한 증상을 보여 두 질환을 감별하는데 어려움이 있어 오진을 하게 되거나 늦게 진단되는 경우가 자주 발생한다.¹⁶⁾ 또한 이러한 청력 저하는 때때로 어지럼증의 발생보다 몇 달 또는 몇 년 앞서서 발생하는 소위 지연된 메니에르병(delayed Meniere's disease)와 일치하여 명확한 진단을 어렵게 한다.¹⁷⁾ 이에 따라 여러 학회에서 임상적 진단기준을 보고한 바 있으며, 2015년 바라니 학회에 소속된 질병분류위원회에서 새로운 진단기준을 제시하였다. 난청의 경우 '어지럼증 발생 중 혹은 발생 전후 24시간 이내에 동반되어 확인된 난청'으로 구체적으로 기술하였으며, 난청의 형태도 저주파수에서 중주파수의 감각신경성 난청으로 기술하였다. 즉 2 kHz 이하의 2개 이상의 연속된 저음역대 주파수 역치가 반대편 청력에 비해 30 dB 이상 차이가 나는 경우로 설명하고 있다.¹⁸⁾

이 두 질환을 감별하려는 연구들 또한 발표되었는데 이들 중 VEMP(vestibular evoked myogenic potentials)를 이용하

는 방법이 있다. 대부분의 급성 저주파 감각신경성 난청환자들은 정상적인 VEMP 소견을 나타내어 구형상이 보존되어 있음을 알 수 있다. 이와는 대조적으로 저주파 감각신경성 난청을 가진 메니에르병 환자의 50%는 비정상적인 VEMP를 보여 두 질환간 차이를 보인다. 따라서 VEMP 검사는 급성 저주파 감각신경성 난청 환자들을 메니에르병 환자와 구별하는데 사용될 수 있다고 주장하였다.¹⁹⁾ 하지만 정상인 60명, 메니에르병 환자 60명, 그리고 급성 저주파 감각신경성 난청 환자 60명을 대상으로 한 Li 등의 연구에서는 두 질환 간에 VEMP 및 냉온반응검사, 비디오두부충동검사 등의 다른 전정기능검사상 의미 있는 차이는 없었다.²⁰⁾ 최근에는 자기공명영상(MRI)의 가돌리늄 정맥주사를 이용한 내림프수종의 진단을 시도한 여러 연구들이 발표되었는데, 이들 중 한 연구에서 달팽이관의 내림프수종 비율(cochlear hydrops ratio)이 급성 저주파 감각신경성 난청과 메니에르병에서 차이가 있음을 확인하였다. 하지만 연구대상 숫자가 적고 전기와우도검사와 같은 다른 전정기능검사와의 비교가 시행되지 않았기에 결과 해석의 한계가 있다.²¹⁾

급성 저주파 감각신경성 난청의 메니에르병으로의 진행은 흔한 편으로 급성 저주파 감각신경성 난청 환자들 중 27%에서 빈번한 청력 역치의 변동이 발생하였고 그들 중 11%가 메니에르병을 진단받았다.⁶⁾ 7년간 106명의 환자를 대상으로 한 연구에서 급성 저주파 감각신경성 난청 환자 중 재발성 에피소드가 있거나 특히 이명을 동반한 환자가 급성 저주파 감각신경성 난청만 단독으로 있는 환자보다 메니에르병이 발병할 가능성이 더 높다고 발표한 바 있다.²²⁾ 한 연구에선 제1형 알러지반응의 높은 IgE 수치가 급성 저주파 감각신경성 난청의 재발 및 메니에르병으로 진행과 관련 있음을 주장하였다.²³⁾ 내이는 외부와 완벽하게 단절된 기관이 아니기 때문에 외부 항원으로부터의 감각이 가능하다. 이는 내이에서도 외부항원에 대한 알러지반응이 발생할 수 있다는 것을 의미한다. 예를 들어 집먼지 썩이나 돼지풀과 같이 흡인되는 항원들은 이관을 통하여 중이 점막에 영향을 미치게 되는데, 이로 인하여 중이 내에 국소적으로 생성된 IgE와 각종 사이토카인들이 정원창막을 통하여 내이로 이동하게 되고 비만세포와 호염기구세포를 활성화시켜 감각신경성 난청을 유발할 것으로 알려져 있다.²⁴⁾

급성 저주파 감각신경성 난청의 치료

급성 저주파 감각신경성 난청에 대하여 다양한 치료법이 시행되고 있으나 대부분의 치료는 특발성 돌발성 난청 치료와 동일하게 시행한다. 경구 혹은 고실 내 스테로이드 주입술을

주로 사용하여 Th1/Th2 림프구의 불균형 상태에 대한 교정²⁵⁾과 그 외의 병인으로 생각되는 내림프 수종과 관련하여 이노제 단독 투여 및 경구 스테로이드 복용과의 복합 치료가 이루어지고 있다.^{4,9,26)} 내림프 수종이 있는 메니에르병 환자의 어지럼증에는 이노제의 효과가 있다고 보고되어 있지만 청력회복 효과에 대한 보고는 드물다.²⁷⁾ 스테로이드와 이노제의 복합 치료의 경우 이노제 단독 치료에 비해 그 효과가 크며, 이노제 단독 치료의 경우 난청의 회복에 큰 영향은 없다고 보고되어 있다.⁹⁾ 유일한 randomized clinical trial로 스테로이드 및 이노제의 동시치료와 순차적 치료에 대한 청력회복의 비교연구에서는 두 치료군 간의 치료효과의 차이는 없는 것으로 나타났다.²⁸⁾ 이처럼 급성 저주파 감각신경성 난청 치료에 명확히 확립된 기준은 없으나 주로 스테로이드 치료와 이노제 복합 치료가 시행되고 있으며 치료자의 선호도에 따라 처방되고 있다. 이외에도 시행되는 치료법으로는 고실내스테로이드 주입술, beta-histidine, vitamin ATP(Adenosine triphosphate) disodium, anti-anxiety medication, K-sparing diuretics 등으로 다양한 시도가 이루어지고 있다 (Table 2).

결론

현재까지 연구의 한계와 앞으로의 발전 방향

급성 저주파 감각신경성 난청의 경우 비교적 낮은 발병률과 특별한 치료 없이도 회복률이 높으며 환자들이 느끼는 불편감이 돌발성 난청처럼 크지 않기 때문에 실제로 진단되는 경우보다 그렇지 않은 경우도 상당할 것으로 보인다.

급성 저주파 감각신경성 난청의 진단에 대한 공통된 합의가 필요하다. 본 논문에서도 나와 있듯이 각 연구마다 진단기준이 다양하여 정확한 병의 진단 및 그에 대한 치료효과를 논의하기 힘들다. 또한 현재까지 동아시아를 제외한 다른 지역에서의 급성 저주파 감각신경성 난청에 대한 연구가 부족하다. 따라서 동아시아 외의 질환에 대한 역학조사를 통하여 급성 저주파 감각신경성 난청에 대한 전세계적인 이해도를 높여야 할 것이다.

급성 저주파 감각신경성 난청과 메니에르병의 검사상 차이에 대한 명확한 연구가 부족하여 두 질환의 감별이 여전히 어려운 상태이다. 치료에 대한 연구는 활발히 이루어졌으나 대부분 스테로이드치료 및 이노제 처방을 통한 연구들이었으며 각 연구들마다 치료법에 따른 예후가 일치하는 경우가 많지 않았다. 이는 급성 저주파 감각신경성 난청과 메니에르병의

Table 2. Summaries of recent studies regarding ALHL

No.	Sex (M:F)	Age (years)	Duration	Steroids regimen	Diuretics regimen	ITS	Result	Study design
Fuse et al. (2003) ²⁸⁾	40	8:32	8 w	Outpatient: IV PD for 3 days (60, 50, 40 mg) and then oral PD (30 mg) during the following 3 days Inpatient: HD of PD IV for 5 days (200, 200, 150, 100, 50 mg), and then oral PD (30, 30, 20, 20 mg) during the following 4 days	No	No	HD steroid treatment was effective even in the patients who initially failed to respond to treatment with LD steroid	R
Suzuki et al. (2006) ⁹⁾	225	99:126	4 w	LD: oral \leq 30 mg prednisolone for initial (total: \leq 130 mg) HD: IV \geq 500 mg hydrocortisone for initial (total: \geq 1,500 mg)	Isosorbide	No	HD steroid treatment was effective even in the patients who initially failed to respond to treatment with LD steroid with in 7 days diuretic alone was not significantly related to hearing improvement	R
Morita et al. (2010) ⁴⁾	156	52:104	48.7	40 mg of oral PD or 8 mg of betamethasone for 14-21 days	Isosorbide (70%, 90 mL)	No	Steroid-diuretic combination therapy was more effective than the steroid or diuretic treatments alone	R

Table 2. Continued

No.	Sex (M:F)	Age (years)	Duration	Steroids regimen	Diuretics regimen	ITS	Result	Study design	
Roh et al. (2015) ⁽³⁰⁾	33	13:20	33	12 w	Oral 30–60 mg MPD and tapered for 10 days	Oral 50 mg spironolactone for 2 wks	Dexamethasone (5 mg/mL) 0.5 cc for 5 days	Hearing levels after initial treatment correlate with long-term outcomes in ALHL recurrence rate 15.2% (5 patients) within 1 yr	R
Jung et al. (2016) ⁽³¹⁾	50	10:40	39.7	8 w	Oral PD for 1–4 day (80 mg), 5–6 day (60 mg), 7–8 day (40 mg), 9–10 day (20 mg), 11–14 day (10 mg)	No	Salvage	Oral steroid therapy was more effective than ITS	R
Chang et al. (2016) ⁽³²⁾	47	11:36	43	4 w	Oral MPD for 1–4 day (64 mg), 5–6 day (48 mg), 7–8 day (32 mg), 9 day (24 mg), 10 day (16 mg), 11–12 day (8 mg)	Oral 25 mg/d hydrochlorothiazide	No	Steroid and diuretic administered together and steroid alone similarly improve the hearing threshold	R
Morita et al. (2016) ⁽³³⁾	90	24:66	48.8	1 m 1 yr 5 yrs	Oral PD for 14–16 days; tapered from 4–60 mg/day	Isosorbide (70%, 90 mL)	Salvage: dexamethasone (5 mg/mL) 0.5 cc; once weekly for 4 consecutive weeks	Recovery rates at 1 m, 1 yr in the ITS group were significantly higher (no significant differences in 5 yr) rate of PR within 1 yr in the ITS group was significantly higher functional values at 1 m, 1 yr in the ITS group were significantly higher salvage ITS can provide a relatively good short-term hearing outcome for ALHL who have persistent hearing loss despite conventional treatment	R
Lee et al. (2018) ⁽³⁴⁾	46	11:35	36.8	3 w	LD: oral 24 mg for 5 days with tapering HD: oral 48 mg for 5 days with tapering	No	No	HD steroid for complete recovery rate 86.4% LD steroid for complete recovery rate 37.5%	R
Park et al. (2018) ⁽³⁵⁾	84	27:57	42.5	8 w	Oral PD for 1–4 day (60 mg), 5–6 day (40 mg), 7–8 day (20 mg), 9–10 day (10 mg)	25 mg/d hydrochlorothiazide	Salvage: twice weekly for 2 weeks	Prognosis of patients with ALHL is worse in those with vertigo compared to without vertigo hearing recovery rate in patients with vertigo tends to be higher in those treated with steroids than with diuretics alone	R

Table 2. Continued

No.	Sex (M:F)	Age (years)	Duration	Steroids regimen	Diuretics regimen	ITS	Result	Study design
Kim et al. (2020) ³⁶⁾	58	39.3	12 w	Oral 60 mg MPD for 14 d and tapered	25 mg/d hydrochlorothiazide for 3 m	No	Hearing recovery by more than 10 dB; 87.9% (51/58) Recover between 10–20 dB; 23.5% (12/51) Recover between 20–30 dB; 33.3% (17/51) Recover between 30–40 dB; 29.4% (15/51) Recover between 40–50 dB; 11.8% (6/51) Greater than 50 dB; 2.0% (1/51)	R

Close relationship between the degree of low-tone HL and ecog abnormality and observed the progression to MD

ALHL: acute low tone hearing loss, No.: number, M: male, F: female, w: week, m: month, yr: year, IV: intravenous, PD: prednisolone, HD: high dose, LD: low dose, MPD: methylprednisolone, ITS: intratympanic steroid injection, ECoG: electrocochleography, PR: partial recovery, R: retrospective.

정확한 감별이 이루어지지 않아 발생하는 문제점으로 보인다. 대부분 후향적 연구를 통한 데이터들이며 대규모 환자수를 연구하거나 장기간의 추적관찰을 통한 연구 또한 부족하다. 향후 이러한 한계점들을 극복한 연구가 필요할 것이다. 이에 더해 예후를 예측할 수 있는 인자, 재발 및 메니에르병으로의 이행을 예측할 수 있는 바이오마커 등에 대한 연구도 필요할 것이다.

Acknowledgements

Not applicable.

Funding Information

This study was supported by a clinical research grant from Pusan National University Hospital in 2024.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Jung Woo Lee, <https://orcid.org/0000-0003-0568-2883>

Sung-Won Choi, <https://orcid.org/0000-0002-7463-7720>

Author Contribution

Conceptualization: Lee JW.

Data curation: Lee JW.

Formal analysis: Lee JW.

Methodology: Lee JW.

Software: Lee JW.

Validation: Lee JW.

Investigation: Lee JW.

Writing - original draft: Lee JW.

Writing - review & editing: Lee JW, Choi SW.

Ethics Approval

Not applicable.

References

1. Abe T. Acute sensorineural hearing loss in low fre-

- quencies. *Otolaryngol (Tokyo)* 1982;54:385-92.
2. Yoshida T, Sone M, Kitoh R, Nishio S, Ogawa K, Kanzaki S, et al. Idiopathic sudden sensorineural hearing loss and acute low-tone sensorineural hearing loss: a comparison of the results of a nationwide epidemiological survey in Japan. *Acta Otolaryngol* 2017;137(Suppl 565):S38-43.
 3. Noguchi Y, Nishida H, Kawashima Y, Tokano H, Kitamura K. Comparison of acute low-tone sensorineural hearing loss versus Meniere's disease by electrocochleography. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004;113(3):194-9.
 4. Morita S, Suzuki M, Iizuka K. A comparison of the short-term outcome in patients with acute low-tone sensorineural hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2010;72(6):295-9.
 5. Junicho M, Aso S, Fujisaka M, Watanabe Y. Prognosis of low-tone sudden deafness – does it inevitably progress to Meniere's disease? *Acta Otolaryngol* 2008;128(3):304-8.
 6. Yamasoba T, Kikuchi S, Sugawara M, Yagi M, Harada T. Acute low-tone sensorineural hearing loss without vertigo. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;120(5):532-5.
 7. Imamura S, Imamura M, Nozawa I, Murakami Y. Clinical observations on acute low-tone sensorineural hearing loss: survey and analysis of 137 patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106(9):746-50.
 8. Mattox DE, Simmons FB. Natural history of sudden sensorineural hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1977;86(4):463-80.
 9. Suzuki M, Otake R, Kashio A. Effect of corticosteroids or diuretics in low-tone sensorineural hearing loss. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2006;68(3):170-6.
 10. Stachler RJ, Chandrasekhar SS, Archer SM, Rosenfeld RM, Schwartz SR, Barrs DM, et al. Clinical practice guideline: sudden hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;146(3 Suppl):S1-35.
 11. Sato H, Kuwashima S, Nishio S, Kitoh R, Fukuda S, Hara A, et al. Epidemiological survey of acute low-tone sensorineural hearing loss. *Acta Otolaryngol* 2017;137(Suppl 565):S34-7.
 12. Nakashima T, Sato H, Gyo K, Hato N, Yoshida T, Shimono M, et al. Idiopathic sudden sensorineural hearing loss in Japan. *Acta Otolaryngol* 2014;134(11):1158-63.
 13. Oishi N, Inoue Y, Saito H, Kanzaki S, Kanzaki J, Ogawa K. Long-term prognosis of low-frequency hearing loss and predictive factors for the 10-year outcome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142(4):565-9.
 14. Nozawa I, Imamura SI, Honda H, Mizukoshi A, Okamoto Y. Clinical study of acute low-tone sensorineural hearing loss: survey and analysis of glycerol test and orthostatic test. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111(2):160-4.
 15. Thai-Van H, Bounaix MJ, Frayssse B. Menière's disease: pathophysiology and treatment. *Drugs* 2001;61(8):1089-102.
 16. Bernalova IN, van Camp G, Bom SJH, Brown DJ, Cryns K, DeWan AT, et al. Mutations in the Wolfram syndrome 1 gene (WFS1) are a common cause of low frequency sensorineural hearing loss. *Hum Mol Genet* 2001;10(22):2501-8.
 17. Hamann KF, Arnold W. Menière's disease. *Adv Otorhinolaryngol* 1999;55:137-68.
 18. Lopez-Escamez JA, Carey J, Chung WH, Goebel JA, Magnusson M, Mandalà M, et al. Diagnostic criteria for Meniere's disease. *J Vestib Res* 2015;25(1):1-7.
 19. Wu CL, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials in acute low-tone sensorineural hearing loss. *Laryngoscope* 2004;114(12):2172-5.
 20. Li Y, Lv Z, Han H, Jia X, Guo L. The relationship between Meniere's disease and acute low-tone sensorineural hearing loss. *Evid Based Complement Alternat Med* 2022;2022(1):4217131.
 21. Seo HW, Kim Y, Kim HJ, Chung WH, Cho YS. Findings of intravenous gadolinium inner ear magnetic resonance imaging in patients with acute low-tone sensorineural hearing loss. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2023;16(4):334-41.
 22. Stölzel K, Droste J, Voß LJ, Olze H, Szczepek AJ. Comorbid symptoms occurring during acute low-tone hearing loss (AHLH) as potential predictors of

- Menière's disease. *Front Neurol* 2018;9:884.
23. Derebery MJ. Allergic management of Meniere's disease: an outcome study. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;122(2):174-82.
 24. Ma Y, Sun Q, Zhang K, Bai L, Du L. High level of IgE in acute low-tone sensorineural hearing loss: a predictor for recurrence and Meniere disease transformation. *Am J Otolaryngol* 2021;42(2):102856.
 25. Luque AE, Orlando MS, Leong UC, Allen PD, Guido JJ, Yang H, et al. Hearing function in patients living with HIV/AIDS. *Ear Hear* 2014;35(6):e282-90.
 26. Selivanova OA, Gouveris H, Victor A, Amedee RG, Mann W. Intratympanic dexamethasone and hyaluronic acid in patients with low-frequency and Ménière's-associated sudden sensorineural hearing loss. *Otol Neurotol* 2005;26(5):890-5.
 27. Greenberg SL, Nedzelski JM. Medical and noninvasive therapy for Meniere's disease. *Otolaryngol Clin North Am* 2010;43(5):1081-90.
 28. Yakunina N, Lee WH, Ryu YJ, Nam EC. Sequential versus combination treatment using steroids and diuretics for acute low-frequency sensorineural hearing loss: a noninferiority trial. *Otol Neurotol* 2019;40(3):305-11.
 29. Fuse T, Hayashi T, Oota N, Fukase S, Asano S, Kato T, et al. Immunological responses in acute low-tone sensorineural hearing loss and Ménière's disease. *Acta Otolaryngol* 2003;123(1):26-31.
 30. Roh KJ, Lee EJ, Park AY, Choi BI, Son EJ. Long-term outcomes of acute low-tone hearing loss. *J Audiol Otol* 2015;19(2):74-8.
 31. Jung AR, Kim MG, Kim SS, Kim SH, Yeo SG. Clinical characteristics and prognosis of low frequency sensorineural hearing loss without vertigo. *Acta Otolaryngol* 2016;136(2):159-63.
 32. Chang J, Yum G, Im HY, Jung JY, Rah YC, Choi J. Short-term outcomes of acute low-tone sensorineural hearing loss according to treatment modality. *J Audiol Otol* 2016;20(1):47-52.
 33. Morita S, Nakamaru Y, Fujiwara K, Iizuka K, Masuya M, Homma A, et al. The short- and long-term outcome of intratympanic steroid therapy as a salvage treatment for acute low-tone sensorineural hearing loss without episodes of vertigo. *Audiol Neurotol* 2016;21(3):132-40.
 34. Lee S, Lee SJ, Jung DY, Kim BG, Lee C, Choi SJ, et al. The comparison of short-term therapeutic effects of acute low-tone sensorineural hearing loss according to steroid capacity. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2018;61(4):177-81.
 35. Park MJ, Kim SH, Kim SS, Yeo SG; clinical characteristics and short-term outcomes of acute low frequency sensorineural hearing loss with vertigo. clinical characteristics and short-term outcomes of acute low frequency sensorineural hearing loss with vertigo. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2018;11(2):96-101.
 36. Kim H, Lee H, Kim YC, Park E, Choi J, Rah YC, et al. Update on clinical manifestation in acute low-tone hearing loss. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 2020;63(9):403-8.