

# Effectiveness of Stapes Mobilization in Tympanosclerotic Stapes Fixation

Hun Yi Park, Hyung Jin Jun, Yun-Hoon Choung and Keehyun Park

Department of Otolaryngology, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

## 고실경화증으로 인한 등골 고정에서 등골 가동술의 유용성

박헌이 · 전형진 · 정연훈 · 박기현

아주대학교 의과대학 이비인후과학교실

Received February 7, 2011

Revised March 14, 2011

Accepted March 16, 2011

### Address for correspondence

Keehyun Park, MD, PhD  
Department of Otolaryngology,  
Ajou University School of Medicine,  
San 5 Woncheon-dong,  
Yeongtong-gu, Suwon 443-721,  
Korea

Tel +82-31-219-5265

Fax +82-31-219-5264

E-mail parkkh@ajou.ac.kr

**Background and Objectives:** Tympanosclerosis is a nonspecific and irreversible result of chronic inflammation or infection of the middle ear. However, there remains disagreement about how best to surgically treat tympanosclerotic ossicular fixation, with the controversy over its management when stapes is involved. The aim of this study was to evaluate operative findings and hearing results of tympanosclerosis involving the ossicular chain, which in turn would establish better surgical treatment of tympanosclerotic ossicular fixation. **Subjects and Methods:** In this prospective study conducted from Mar 2000 to Dec 2007, 38 patients with tympanosclerosis who had undergone surgical treatment were evaluated. The clinical and operational records and pre- and postoperative pure tone audiograms were reviewed. **Results:** Operative findings showed stapes fixation is the most common. In 8 patients (21.1%), stapes was mobile, while, in the remaining 30 patients (78.9%), stapes fixation was found. In all cases with stapes fixation, stapes mobilization was possible. Following hearing result reporting guideline by the Korean Otological Society, the success rate of middle ear surgery was 68.4% (26 of 38 patients). In cases with stapes fixation, the success rate was 66.6% (20 of 30 patients), while, in cases with no stapes fixation, the success rate was 75.0% (6 of 8 patients). However, there was no statistical significance between the two groups. **Conclusion:** Stapes fixation was found in 78.9% of tympanosclerotic ossicular fixation. In management of tympanosclerotic stapes fixation, meticulous excision of tympanosclerotic plaques and removal of new bone formation around stapes footplate after adequate exposure could achieve a relatively good hearing result without stapes surgery.

Korean J Audiol 2011;15:19-24

**KEY WORDS:** Stapes mobilization · Ossicular replacement.

## 서 론

고실경화증은 만성 염증으로 인한 결과로 중이 점막의 고 유층에 교원질이 국소 침착 되어 형성되는 중이의 이상 상태로, 대부분의 고실경화증은 반복되는 급성중이염과 만성 중이염, 그리고 삼출성 중이염의 결과로 발생하게 된다. 고실 경화증은 점막이 있는 중이강 내의 어느 곳에서도 발생할 수 있으며, 때로는 이소골을 침범하기도 한다. 이러한 경우에

는 이소골연쇄에 영향을 주어 전음성 난청 내지는 혼합성 난청을 유발한다.

이소골 고정을 유발한 고실경화증의 치료로는 고실경화 병변의 제거와 함께 이소골 성형술을 시행하여 중이의 소리 전달기전의 기능을 재구축하는 것이 가장 이상적인 치료라고 볼 수 있으며, 중이의 소리전달기전의 기능을 재건하는 과정에서는 고실경화 병변에 의한 등골고정의 치료가 술 후 청력회복의 결과에 가장 큰 영향을 미친다. 고실경화 병변

이 등골 족판과 그 주위 점막에 침범한 경우, 관찰된 병변의 제거 후에 족판의 운동성이 유지될 수 있으나, 그렇지 못한 경우에는 등골 수술이 필요할 수 있다. 이러한 경우, 반복된 염증의 결과로 발생한 부산물인 고실경화 병변으로 인해 내이로의 염증 파급과 등골의 재고정의 문제가 있을 수 있다.<sup>1-3)</sup> 최근 고실경화성 등골고정에서 시행한 등골 수술에 대한 보고가 많아지고 있으며, 그 결과도 다양하게 나오고 있다.<sup>1-7)</sup>

이렇듯 등골을 침범한 고실경화증의 적절한 치료에 대한 논란이 많지만, 아직 우리나라는 이에 대한 보고가 없는 실정이다. 이에 저자들은 고실경화성 이소골 고정환자, 특히 등골고정 환자를 대상으로 고실경화증의 임상적 특징과 수술적 치료의 결과를 분석하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 대상환자

2000년 3월부터 2007년 12월까지 만성중이염으로 진단된 환자 중에 최근 1년 이상 이루 등의 염증 발생의 과거력이 없으며, 유양동 삭개술을 고려치 않고 고실 성형술을 시행 받은 환자 중 수술 시 확인된 38예의 고실경화성 이소골 고정 환자를 대상으로 하였다. 환자의 병력, 이경 검사, 청력 검사 및 측두골 전산화 단층촬영검사 그리고 수술 소견 등을 통하여 고실경화증의 임상적 특징을 분석하고, 그에 따른 수술 후 청력 개선 여부를 전향적으로 분석하였다. 본 연구는 헬싱키 선언의 윤리기준을 준수하였다.

### 수술 방법

모든 환자에서 다음과 같은 방법으로 수술을 진행하였다. 전신마취 하에 먼저 이내절개술을 사용하여 고실기도 피판을 만든 후, 이개후 접근을 하여 측두골을 노출하였다. 고막을 들어 올리고 중이 내의 상태를 확인하고, 이관주위 점막의 상태가 양호한 것을 확인한 후에 이소골 연쇄의 가동성을 확인하였다. 침등골 관절을 분리한 후 등골의 운동성이 있는 경우에는 침골 또는 추골, 혹은 양 이소골을 다 뽑아내고 부분이소골대치물(partial ossicular replacement prosthesis)을 삽입하였다. 등골의 운동성이 관찰되지 않는 경우에는 등골 주위의 병변을 세밀하게 제거할 수 있는 좋은 시야를 확보하기 위해서 외이도 후벽을 부분적으로 제거하였으며, 경우에 따라서는 상고실 개창술(atticotomy)을 시행하였으며, 외이도 후벽을 부분적으로 제거한 경우에는 모든 조작이 끝난 후, 결손 부위를 이주연골로 재건을 하였다. 등골고정에 대해서는 관찰되는 고실경화 병변을 최대한

제거한 후, 우선적으로 등골가동술(stapes mobilization)을 시도하였다. 모든 예에서 등골가동술이 가능하여 등골 수술을 시행하지 않았으며, 이소골 연쇄재건을 위하여 부분 이소골대치물을 사용하였다. 고막에 존재하는 고실경화편에 대해서는 그 위치에 관계없이 최대한 제거하였으며, 고막 천공이 있는 경우에는 이소골 연쇄재건시에 이주연골과 연골막을 이용하여 고막을 재생하였다.

### 통계학적 분석

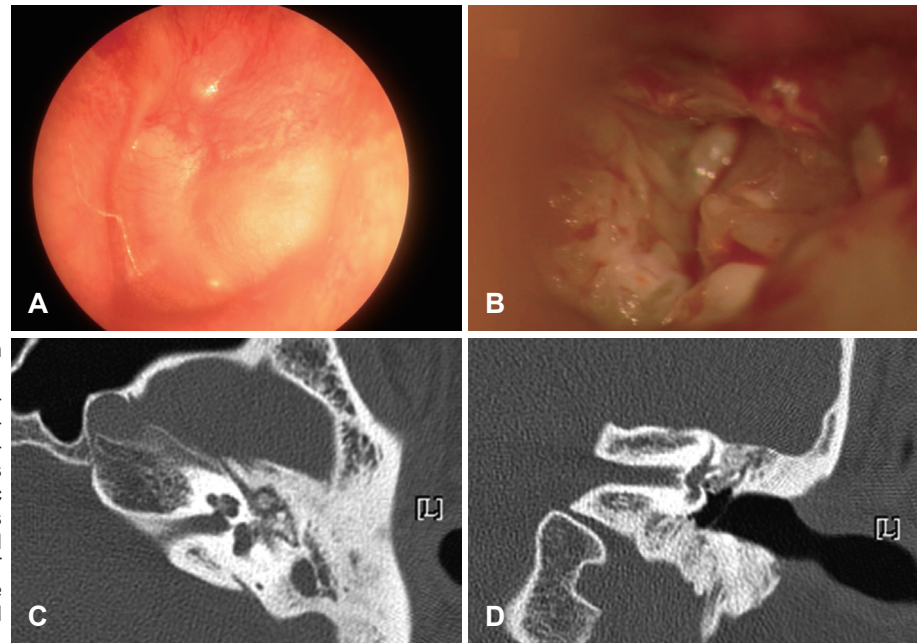
Carhart절은 술전 순음청력검사서 2 kHz의 골도청력이 1 kHz와 4 kHz의 골도청력보다 10 dB 이상 청력역치가 크고, 2 kHz의 기도청력에서는 골도와 부합하는 절이 없을 때로 정의하였으며, 수술 후 청력개선여부는 대한이과학회의 “만성중이염 수술의 분류와 결과 보고의 표준 지침”에 따라 수술 전후 시행한 순음청력검사서 500, 1,000, 2,000, 3,000 Hz에서의 평균 기도골도 역치차가 20 dB 이내로 감소한 경우로 정의하였다.<sup>8)</sup> 수술 후 청력검사는 술 후 3개월에서 1년 사이에 시행하였다. 통계학적 분석은 SPSS v12.0(SPSS inc., Chicago, IL)을 사용하여 Fisher's exact test를 시행하였으며, 유의확률이  $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

## 결 과

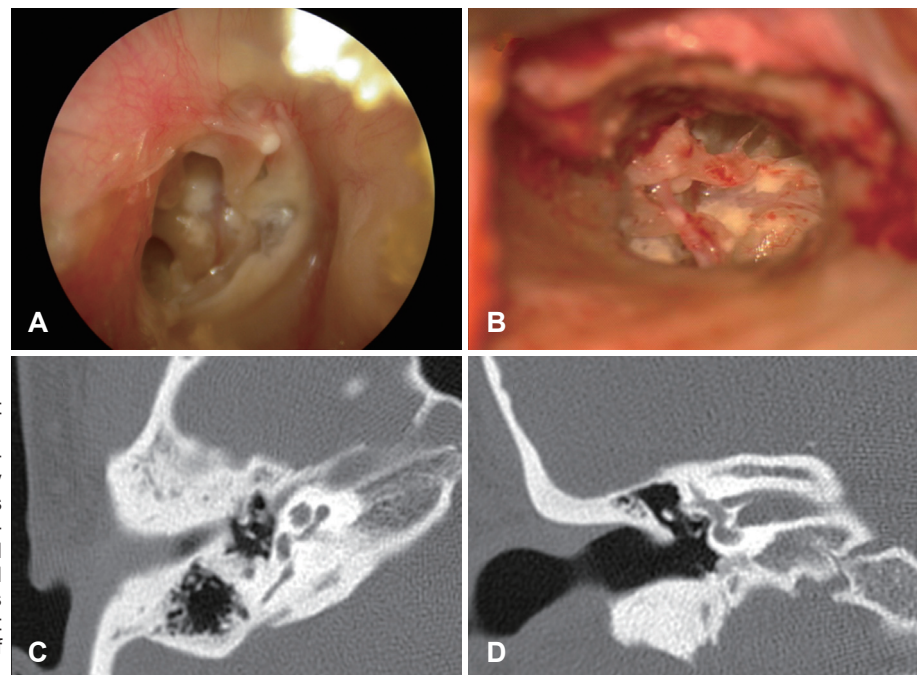
38예의 환자 중에 여자가 33예로 많았으며, 평균 나이는 42.1(27~63)세였다. 9명(23.7%)은 고실성형술을 받은 과거력이 있었다.

### 고실경화증의 특징 및 유형

고막의 상태를 천공의 유무와 고실경화편의 유무로 나누어 보았을 때, 천공이 없는 경우가 20예(52.6%)(Fig. 1), 천공이 있는 경우가 18예(47.4%)(Fig. 2)였으며, 고막에 고실경화편이 관찰된 경우가 13예(34.2%), 고실경화편이 관찰되지 않은 경우가 25예(65.8%)였다. 천공이 없으며, 고실경화편도 관찰이 되지 않았던 경우는 11예(28.9%)였고, 천공과 고실경화편이 동반된 경우는 4예(10.5%)였다(Table 1). 술 전 순음청력검사서 Carhart 절흔이 관찰된 경우는 모두 26예(68.4%)였다. 측두골 전산화단층촬영에서는 16예(42.1%)에서 석회화 소견이 관찰되었으며, 이중 3예에서는 난원창 주변에만, 3예에서는 상고실에 국한되었고, 나머지 10예는 상고실과 난원창 주변에 석회화 소견이 관찰되었다(Table 2). 수술 중 이소골 연쇄의 유동성을 확인해 보았을 때, 추골과 침골이 고정된 경우가 8예(21.1%)였으며, 등골 고정만 있는



**Fig. 1.** 32-year-old male patient with hearing impairment for 10 years. A: Myringoscopic finding shows an intact but thickened eardrum. B: Operative finding shows a new bone formation anterior to the long process of the incus and a tympanosclerotic plaques posterior to the long process of the incus. Axial (C) and coronal (D) views of the temporal bone CT show abnormal calcification in the epitympanum, the oval window and stapes area.



**Fig. 2.** 30-year-old female patient without otorrhea for 12 years. A: Myringoscopic finding shows a central drum perforation with the chalky plaques. B: Operative finding shows the tympanosclerotic plaques on promontrium, the oval window area, and the tympanic segment of the facial nerve. Axial (C) and coronal (D) views of the temporal bone CT show intact ossicular chain and good aeration of the middle ear cleft.

경우가 13예(34.2%)였고, 나머지 17예(44.7%)는 추골, 침골, 그리고 등골이 모두 고정되어 있어, 30예(78.9%)에서 등골 고정을 확인하였다(Table 3).

#### 고실경화증 치료 후 청력개선 효과

수술 소견에서 신생골 생성은 18예(47.4%)에서 관찰되었다. 모든 예에서 수술 시 관찰된 고실경화 병변을 최대한 제거한 후, 이소골 성형술을 시행하였으며, 등골 수술을 시행

한 경우는 없었다. 수술 후 장기추적은 되지 않았으나, 술 후 3개월에서 1년 사이에 시행한 청력검사를 분석하였을 때, 술 전 공기전도가 평균 57 dB에서 술 후 평균 33 dB로 호전되었으며, 전체적으로는 38예 중 26예(68.4%)에서 술 후 평균 기도골도 역치차가 20 dB 이내로 청력개선이 되었다. 등골고정을 동반하지 않은 8예 중 6예(75%)에서 술 후 평균 기도골도 역치차가 20 dB 이내로 청력개선이 되었으며, 등골고정을 동반한 30예 중 20예(66.6%)에서 술 후 평균

기도골도 역치차가 20 dB 이내로 청력개선이 되었으나(Table 4), 두 집단 간의 통계적 유의성은 없었다( $p=1.000$ ). 술 후 골전도 역치가 악화된 경우가 2예(6.7%) 있었으며, 2예 모두 등골고정이 동반된 경우로 술 전보다 40 dB 정도 골전도 역치가 악화되었다.

## 고찰

모든 이과외들이 그동안 많은 중이 수술을 시행하면서 고실경화 병변을 알게 모르게 많은 경험을 해 왔고, 실제로 고실경화 병변으로 인한 등골고정이 있는 경우는 염증이 있던 없던 간에 순차 수술을 생각해왔다. 우리나라에서도 그동안 중이 수술과 그와 관련된 수많은 보고가 있었으나 고실경화증과 연관된 논문은 드문 실정이다. 1965년 Kwak 등<sup>9)</sup>에 의하여 고실경화증에 대한 증례보고가 처음 있었으며, 그 후 기니피그를 이용한 고실경화증의 실험적 연구가 Chang<sup>10)</sup>에 의하여 이루어졌고, 최근 Park 등<sup>11)</sup>에 의하여 환기관 삽입 후 고실경화증의 발생에 영향을 미치는 인자에 대한 보고는 이루어져 있지만, 고실경화증의 치료 결과에

대한 보고는 전무한 상태이다.

고실경화증의 분류는 Wielinga와 Kerr<sup>12)</sup>에 의하여 4가지로 분류되었는데, 첫 번째 유형은 병변이 고막에 국한된 경우이고, 두 번째는 추골과 침골에만 있는 경우, 세 번째는 등골에만 있는 경우, 네 번째 유형은 모든 이소골에 있는 경우이다. 고막에만 국한된 경우는 이번 연구에서 제외하였으며, Albu 등<sup>3)</sup>의 결과와 마찬가지로 저자들의 결과도 세 번째, 네 번째 유형, 즉 등골을 침범한 경우가 가장 많았다. 술 전의 고막소견에서는 38예 중 단지 13예(34.2%)에서만 고막의 고실경화편을 확인할 수 있었으며, 11예(28.9%)에서는 정상고막이 관찰되었다. 이는 정상고막을 가진 전음성 난청환자에서 감별질환의 하나로 고실경화증을 염두에 두어야 함을 보여준다. 술 전 시행한 고해상도 측두골 단층촬영에서는 16예(42.1%)에서 석회화 병변을 확인할 수 있었으며, 이러한 석회화 병변의 크기와 위치 등의 술 전 정보는 수술 시에 매우 유용하였다. 하지만, 석회화 병변의 크기가 전음성 난청의 정도와 관계가 있지는 않았다. 측두골 단층촬영의 석회화 병변은 대다수가 수술 소견상 신생골 생성으로 판명되는데, 수술 소견의 18예에서 신생골 생성을 확인하였으며, 이중 16예는 측두골 단층촬영에서 석회화 병변이 관찰되었으며, 나머지 2예는 관찰되지 않았다. 신생골 생성과 고실경화편의 형성이 서로 다른 조직학적 생성기전에 의하여 다른 부위에서 이루어지지만 다 같은 급만성 염증으로 인한 최종 산물이므로, 항상 같이 존재할 수 있음을 염두에 두어야 할 것으로 사료된다.

**Table 1.** Eardrum finding of tympanosclerotic ossicular fixation

	Tophi (+)	Tophi (-)	Total (%)
Intact drum	9	11	20 ( 52.6)
Perforated drum	4	14	18 ( 47.4)
Total (%)	13 (34.2)	25 (65.8)	38 (100.0)

**Table 2.** Distribution of calcified CT lesion of tympanosclerotic ossicular fixation

	Cases (%)
Oval window only	3/38 (7.9)
Epitympanum only	3/38 (7.9)
Both epitympanum and oval window	10/38 (26.3)
Total	16/38 (42.1)

**Table 3.** Operative findings show that stapes fixation is the most common

Involved ossicle	Cases (%)
Malleus and incus only	8/38 (21.1)
Stapes only	13/38 (34.2)
All ossicles	17/38 (44.7)

**Table 4.** Hearing result of tympanosclerotic ossicular fixation according the status of stapes

	Without stapes fixation (n=8)	With stapes fixation (n=30)	Total (%)
Hearing gain (%)	6 (75.0)	20 (66.6)	26 (68.4)
No hearing gain (%)	2 (25.0)	8 (26.7)	10 (26.3)
Worse (%)	0 ( 0.0)	2 ( 6.7)	2 ( 5.3)

Hearing gain: postoperative air-bone gap<20 dB, No hearing gain: postoperative air-bone gap≥20 dB, Worse: postoperative sensorineural hearing loss

이소골 고정을 유발한 고실경화증의 치료로는 고실경화 병변의 제거와 함께 이소골 성형술을 시행하여 중이의 소리 전달기전의 기능을 재구축하는 것이 가장 이상적인 치료라고 볼 수 있다. 고실경화 병변의 제거 후에도 새로운 고실경화 병변이 생성되어 장기적으로는 술 후 청력개선의 효과가 떨어질 수 있다는 우려가 있지만,<sup>3,7)</sup> 고실경화 병변 제거 후에 장기적인 추적관찰을 시행한 일부 연구들은 술 후 청력개선이 장기적으로 안정적으로 유지됨을 보여주고 있다.<sup>13,14)</sup> 하지만 중이의 소리전달기전의 기능을 재건하는 과정에서 그 결과에 가장 크게 영향을 미치는 고실경화 병변에 의한 등골고정의 경우에는 어떤 치료를 시행해야 하는지에 대해 의견이 분분한 실정이다. 등골을 침범한 고실경화증의 치

료로는 더 이상 수술적 제거를 진행하지 않고 보청기 등의 청각재활 방법, 등골가동술, 등골수술 등을 생각해 볼 수 있다. 보청기 등의 청각재활을 선호하는 다수의 술 자들은 고실경화 병변을 제거하는 것은 쉽지 않으며, 등골을 조작함으로써 와우의 손상이 발생할 수 있어 수술을 하지 않아야 한다고 주장하며,<sup>15)</sup> 등골가동술을 선호하는 술 자들은 고실경화 병변의 수술적 제거가 가능하며 수술 후 다시 등골이 고정되는 확률은 낮으므로 등골가동술이 우선적으로 시행되어야 한다고 주장하고, 등골수술을 선호하는 술 자들은 등골가동술 후 등골이 다시 고정되는 경향이 있어 전음성 난청을 유발할 수 있으며, 술 후 감각신경성 난청이 발생할 가능성이 크므로 등골수술을 시행해야 한다고 주장한다.<sup>1,15)</sup> 그러나, Giddings 등<sup>2)</sup>은 10년 이상 추적 관찰한 154예를 분석하여, 등골가동술이나 등골절제술의 수술 결과에는 별 차이가 없다고 하였다. 그러므로, 수술 시 충분한 시야를 확보하고 조심스럽게 고실경화 병변을 다루면 술 후 감음신경성 난청이나 시간이 지남에 따라 청력이 나빠지는 것을 막을 수 있으며, 술 후 다시 청력이 나빠지더라도 보청기 등의 청각재활을 차선의 선택으로 고려할 수 있다고 생각된다.<sup>4)</sup> 이번 연구에서는 30예의 고실경화 병변으로 인한 등골고정의 치료로 등골가동술을 우선적으로 시행하였으며, 30예 모두 등골가동술이 가능하여 등골수술을 시행한 경우는 없었다. 등골가동술 후 2예(6.7%)에서 술 후 순음청력검사 상 골전도 역치가 상승하였으나, 전농의 경우는 없었다. 이전의 연구들에서 등골가동술 후 감각신경성 난청의 발생은 0~36%까지 보고되고 있다.<sup>15-18)</sup> 이러한 감각신경성 난청의 발생은 등골조작 시 외림프액에 가해지는 압력이나 외림프누공의 발생으로 여겨지고 있으며,<sup>16)</sup> 이러한 합병증을 줄이기 위해 몇몇 방법들이 고안되었다. Sheehy와 House<sup>19)</sup>는 등골가동술시에 등골인대를 유지하는 것을 강조하였으며, Tos 등<sup>20)</sup>은 침등골 관절을 유지함으로써 등골의 안정을 유지할 수 있다고 하였다. 고실경화 병변을 제거한 후에도 고실경화성 변화가 진행되어 장기적인 청력개선의 효과가 떨어질 수 있다는 주장이 있지만, 고실경화 병변으로 수술 받은 경우와 고실경화 병변이 없는 만성 중이염으로 수술 받은 환자간의 술 후 청력개선의 안정성에서는 차이가 없다는 보고도 있어 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 생각된다.<sup>13,14)</sup> 술 후 청력개선의 정도는 등골고정을 동반하지 않은 8예 중 6예(75%)에서 성공적인 청력개선이 이루어졌으며, 등골고정을 동반한 30예 중 20예(66.6%)에서 성공적인 청력개선이 되었으나, 두 집단간의 통계적 유의성은 없었다. 이러한 결과는 다른 저자의 보고와도 일치하는데, Teufert 등<sup>14)</sup>은 고실경화 병변의 위치에 따라 추골, 침골, 등골고정이 있는

경우를 분석하였는데, 술 전 기도골도 역치차가 통계적으로 의미 있는 차이를 보이더라도 술 후 성공적인 청력개선율은 등골고정의 경우 65.0%, 침골고정의 경우 68.3%, 추골고정의 경우 70.3%로 통계적 유의성이 없다고 보고하였다. 본 연구에서 등골고정이 확인된 30예 모두에서 고정된 등골 족판 주위의 고실경화편을 제거함으로써 등골의 가동성을 확보할 수 있었으며, 등골 윤상 인대의 골화가 관찰된 경우는 없어 등골 수술이 필요한 경우가 없었다. 이로 인하여 등골수술과 등골가동술을 비교할 수는 없었으나, 우선적으로 등골가동술을 시행하여 약 70%에서 성공적인 청력회복을 얻을 수 있었다. 이는 고실경화성 등골고정의 치료로서 등골가동술의 유용성을 보여준다고 할 수 있다. 하지만 저자들의 수술 성적이 단기추적으로 이루어졌기 때문에, 고실경화 병변이 다시 생성되어 장기적으로는 청력 개선의 효과가 없을 수 있다는 우려가 있다. 하지만 고실경화 병변이 다시 발생한다는 것은 염증이 다시 발생한다는 것을 의미하고, 활동성염증이 없는 상태에서 수술을 시행하고 다시 염증이 생기지 않는다면 급만성 염증의 결과로 발생하는 고실경화 병변으로 인한 추후 청력저하의 가능성이 줄어들 것으로 생각하며, 보다 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 사료된다.

## 결론

고실경화성 이소골 고정이 있을 때, 약 80%에서 등골고정을 동반하고 있었으며, 고실경화성 등골고정증 치료에 있어서 고실강내에 염증이 없는 환자를 선택하여 수술시야를 잘 확보한 후 등골 족판 부위에 있는 고실경화 병변을 세밀하게 제거함으로써 모든 예에서 등골가동술을 시행할 수 있었다. 본 연구에서는 술 후 청력도 다소 호전이 있었으나, 추적관찰기간이 짧아 한계가 있다. 향후 장기추적을 통하여 다시 청력이 악화될 경우 보청기를 통한 청각재활을 염두에 두어야 할 것으로 생각한다.

## REFERENCES

- 1) Gormley PK. Stapedectomy in tympanosclerosis. A report of 67 cases. *Am J Otol* 1987;8:123-30.
- 2) Giddings NA, House JW. Tympanosclerosis of the stapes: hearing results for various surgical treatments. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;107:644-50.
- 3) Albu S, Babighian G, Trabalzini F. Surgical treatment of tympanosclerosis. *Am J Otol* 2000;21:631-5.
- 4) Vincent R, Oates J, Sperling NM. Stapedotomy for tympanosclerotic stapes fixation: is it safe and efficient? A review of 68 cases. *Otol Neurotol* 2002;23:866-72.
- 5) Kawano H, Nakanishi H, Komatsubara S, Kimitsuki T, Komune S. Results of stapedectomy for tympanosclerotic stapes fixation. *Otol*

## Stapes Mobilization in Tympanosclerotic Stapes Fixation

- Jpn 2004;14:70-4.
- 6) Tsuzuki K, Yanagihara N, Hinohira Y, Sakagami M. Tympanosclerosis involving the ossicular chain: mobility of the stapes in association with hearing results. *Acta Otolaryngol* 2006;126:1046-52.
  - 7) Yetiser S, Hidir Y, Karatas E, Karapinar U. Management of tympanosclerosis with ossicular fixation: review and presentation of long-term results of 30 new cases. *J Otolaryngol* 2007;36:303-8.
  - 8) Kim HJ. Classification and hearing result reporting guideline in chronic otitis media surgery. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2006;49:2-6.
  - 9) Kwak SS, Lee JC, Park JJ, Kim CK. Tympanosclerosis. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 1965;8:27-34.
  - 10) Chang IW. Experimental study of tympanosclerosis. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 1981;24:546-50.
  - 11) Park CW, Park IB, Chio JS, Gi JY, Ahn KS. Factors that affect the development of tympanosclerosis after ventilation tube insertion. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2000;43:15-9.
  - 12) Wielinga EW, Kerr AG. Tympanosclerosis. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1993;18:341-9.
  - 13) House JW, Teufert KB. Extrusion rates and hearing results in ossicular reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;125:135-41.
  - 14) Teufert KB, De La Cruz A. Tympanosclerosis: long-term hearing results after ossicular reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;126:264-72.
  - 15) Smyth GD. Tympanosclerosis. *J Laryngol Otol* 1972;86:9-14.
  - 16) Smyth GD. Tympanomastoid disease. In: Gibb AG, Smith MFW, editors. *Otology*. London: Butterworths;1982. p.3-18.
  - 17) Poncet E, François M, Receveur M, Candau P, Roulleau P. [Surgery of the footplate of the stapes excluding otospongiosis: critical study of a series of 60 cases]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1983;100:587-92.
  - 18) Sterkers JM, Sterkers O, Corlieu P. [Results of surgery in tympanosclerosis (77 cases)]. *J Fr Otorhinolaryngol Audiophonol Chir Maxillofac* 1979;28:239-42.
  - 19) Sheehy JL, House WF. Tympanosclerosis. *Arch Otolaryngol* 1962;76:151-7.
  - 20) Tos M, Lau T, Arndal H, Plate S. Tympanosclerosis of the middle ear: late results of surgical treatment. *J Laryngol Otol* 1990;104:685-9.