



Functional Results and Learning Curve of Endoscopic Ossiculoplasty

Min Ki Lee^{ID}, You Young An^{ID}, Young Jeong Lee^{ID}, Jeong Hyun Lee^{ID},
Se A Lee^{ID}, and Jong Dae Lee^{ID}

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon Hospital, Bucheon, Korea

내시경을 이용한 이소골성형술의 기능적 결과 및 학습곡선

이민기 · 안유영 · 이영정 · 이정현 · 이세아 · 이종대

순천향대학교 의과대학 부천병원 이비인후-두경부외과학교실

Received June 19, 2021
Revised September 23, 2021
Accepted November 4, 2021
Address for correspondence
Jong Dae Lee, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,
Soonchunhyang University
College of Medicine,
170 Jomaru-ro, Wonmi-gu,
Bucheon 14584, Korea
Tel +82-32-621-5015
Fax +82-32-621-5016
E-mail ljdent@schmc.ac.kr

Background and Objectives Endoscopes are recently being used to manage various middle ear surgeries including ossiculoplasty. Here, we investigated hearing results of endoscopic ossiculoplasty and surgeon's learning curve in gaining endoscopic ossiculoplasty proficiency. We compared the results with those of microscopic ossiculoplasty.

Subjects and Method We analyzed 48 patients of ossiculoplasties performed from 2010 to 2020. Patients were divided into three groups: microscopic technique group (n=16); endoscopic early phase group (n=16); endoscopic late phase group (n=16). Operation time and hearing results including postoperative air-bone gap (ABG) and ABG closure were analyzed. Hearing outcomes were considered "successful" when the postoperative ABG was less than 20 dB and considered "excellent" when ABG was less than 10 dB. The learning curve of the outcomes were analyzed.

Results Both operation time and postoperative ABG showed decreasing tendency, but only operation time showed statistical significance. The ratio of successful and excellent operations improved, but did not show statistical significance. Improvement in learning curve was not statistically significant presumably due to the lack of patient numbers.

Conclusion Surgeon's proficiency of endoscopic ossiculoplasty was correlated with the improved clinical outcomes, and proficiently conducted endoscopic ossiculoplasty could be used as a surgical technique comparable to microscopic ossiculoplasty.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2022;65(11):678-83

Keywords Conductive hearing loss; Endoscopy; Learning curve; Microscopy; Ossicular replacement.

서론

이소골성형술은 이소골 연쇄의 이상으로 발생한 전도성 난청 혹은 혼합성 난청 환자들에게서 청력 개선을 위하여 시행

되어 왔다. 전통적으로 수술현미경이 이소골성형술을 포함한 다양한 이과 질환의 수술에 사용되어 왔다. 현미경을 이용한 수술은 술자로 하여금 양손을 자유롭게 사용할 수 있고, 양안시를 제공한다는 장점이 있지만, 외이도 골벽에 가려져 현미경을 통한 관찰이 제한되는 이소골, 정원창, 난원창, 그리고 후고실의 안면신경와, 고실동, 상고실 등의 부위로의 접근이 어렵다.^{1,2)} 내시경 장비와 기술이 발달하고, 여러 장점으로 인

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

하여 이과 술자들이 점점 내시경을 선호하는 비율이 증가하고 있는 추세이다. 내시경은 다양한 각도의 렌즈를 사용하여 수술장에서 더 나은 시야를 제공하며 또한 경외이도 접근법을 통해 수술을 진행하기 때문에 이개후 접근법에서처럼 큰 절개선이 필요하지 않아 더 빠른 수술 시간과 미용적인 장점도 있다.³⁻⁶⁾ 그러나 내시경을 이용한 이소골성형술은 아직 발전중인 분야로 안전성 및 유효성을 보고한 체계적 문헌고찰은 많지 않은 상황이다. 본 연구에서 내시경을 이용한 이소골성형술의 유용성을 알아보고자 내시경과 현미경을 이용한 이소골성형술에서 각각 수술 시간과 수술 전, 후의 청력검사 결과를 비교하였다. 또한 수술 건수 누적에 따른 학습곡선을 분석함으로써 중례 수가 어느 정도 쌓이게 되면 수술 시간과 결과가 비교적 일정하게 나타나는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

환자군 선택 및 포함/제외 기준

2010년 2월부터 2020년 6월까지 순천향대학교 부속 부천병원에서 이소골 연쇄의 이상으로 진단하고 이소골성형술을 시행한 48명의 환자들에 대하여 후향적으로 분석하였다. 모든 환자에서 수술 전 순음청력검사를 시행하였고, 측두골 전산화단층촬영, 이내시경 검사를 시행하여 고막 및 중이강의 상태와 이소골 상태를 일차적으로 확인하였다. 그리고 수술 후 3개월째 순음청력검사를 시행하였다. 환자군은 만성 중이염으로 인해 발생한 이소골 연쇄의 단절, 이소골 고정, 그리고 이전에 진주종 혹은 중이염으로 인하여 수술 후 청력 개선을 위한 2차 수술을 시행 받은 환자들에 포함되었다. 수술 전 측두골 전산화단층촬영을 시행하여 활성 상태의 만성 중이염 환자와 중이강에 육아조직 혹은 염증성 병변이 광범위하게 분포되어 있는 경우는 증례에서 제외하였고, 후에 기술하는 수술 과정 외에 추가적인 처치가 필요하였던 경우 또한 증례에서 제외되었다. 이소골성형술을 시행할 당시의 모든 환자의 이내시경 소견상 고막은 정상이었다. 환자군은 8세에서 70세까지 분포하였으며, 평균 연령은 43.2세였다.

환자들은 총 3군으로 분류하였다. 현미경을 이용하여 이소골 재건을 시행받은 환자들은 대조군으로 분류하였고, 내시경을 이용하여 이소골성형술을 시행한 환자들은 수술 시기에 따라 초기군과 후기군으로 분류하였다. 모든 수술은 단일 술자에 의해 같은 방식으로 시행되었다. 본 연구는 인증된 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(IRB No. 2021-06-034).

수술 과정

모든 수술은 경외이도 접근법으로 진행하였고, 1:100000으로 희석된 epinephrine 용액을 포함하는 2% lidocaine으로 국소마취 후 진행하였다. 고실륜으로부터 약 1 cm 외측인 골부 외이도의 중간 부위에 고실륜과 평행하게 12시 방향부터 6시 방향으로 절개를 하여 고실외이도 피판을 거상하여 중이강을 노출시켰다. 중이강이 적절히 노출시킨 후 고삭신경을 확인한 후 보존하였다. 그 후 이소골의 움직임과 이소골 연쇄가 보존되어 있는지 확인하였고 2차 수술 같은 경우 잔존 병변이나 진주종이 없는지 확인하였다. 정원창 반사가 있는지 확인한 후 모든 환자에서 이소골 상태에 따라서 티타늄 부분 이소골 대체물(partial ossicular chain replacement prosthesis, PORP) 혹은 티타늄 전이소골 대체물(total ossicular replacement prosthesis, TORP)을 이소골 재건에 사용하였다. 반면 현미경적 이소골성형술의 경우에는 모든 증례에서 합성이소골(polycel)을 사용하였다. 등골 상부구조가 존재하고 있으며 등골의 움직임이 정상적인 때는 PORP를 사용하였고, 등골 상부구조가 없이 등골 족판만 남아있는 경우 TORP를 사용하였다. 내시경을 이용한 수술에서는 다양한 각도의 내시경을 사용하여 중이강 내부의 시야를 최대한으로 확보하였고, 잔여 병변을 확인 및 제거하였다.

이소골 모형을 이용하여 적절한 길이의 대체물을 결정한 후 장력이 적절하게 걸리도록 정확한 각도로 이소골을 재건하였다. 또한, 대체물과 고막 사이에 직접적인 접촉을 막아 대체물의 탈출을 방지하기 위하여 얇은 이주 연골을 대체물과 고막 사이에 위치시켰다. 마지막으로 고실외이도 피판을 보강하기 위하여 연골막을 사용하였고, 외이도에 gelfoam을 패킹하고 수술을 종료하였다.

연구 지표

수술 시간은 처음 절개를 가한 시간부터 외이도 패킹을 하는데까지 걸리는 시간으로 측정하였다. 순음청력검사를 통해 수술 전과 후 3개월째 각각의 기도-골도 청력차이 및 수술 전후 기도-골도 청력 차이의 변화를 확인하였다. 순음청력검사 결과는 0.5, 1, 2, 4 kHz의 청력 역치의 평균을 기준으로 계산하였다.⁷⁾ 또한 청력 결과는 술후 기도-골도 청력차가 20 미만인 경우 “successful”로, 10 미만인 경우 “excellent”로 판정하였다.^{8,9)} 이러한 임상적 결과들을 바탕으로 회귀 분석을 이용해 대수 곡선추정을 하여 환자 수 누적에 따른 학습곡선을 분석하였다.

통계 방법

통계학적 분석은 SPSS ver. 24.0 (IBM Corp., Armonk,

NY, USA)을 이용하였다. 환자 수가 적어 정규분포를 따르지 않아 연속형 변수들은 Mann-whitney U test, Kruskal-Wallis test를 사용하여 각 집단 간의 차이를 분석하였고, 중앙값과 사분위수(interquartile range, IQR)로 표현하였다. 범주형 변수는 빈도수와 비율로 표현하였으며, Fisher's exact test를 사용하여 각 집단 간의 차이를 비교하였다. 유의 수준은 0.05를 기준으로 통계적 유의성을 확인하였다. 사후 분석은 Wilcoxon signed rank test를 이용하여 분석하였고, 사후 분석 비교 결과는 Bonferroni correction method를 이용하여 보정하였다. p -value는 소수점 둘째 자리까지 반올림하여 표기하였다.

결 과

총 48명의 환자의 인구학적 분포 및 질환의 분포는 Table 1과 같다. 대조군(현미경 수술을 받은 집단)의 연령의 중앙값은 45세(IQR 35.5–54.5세)였으며, 내시경 수술 초기군은 48세(IQR, 34.0–62.0세), 후기군은 51세(IQR, 32.0–70.0세)로 나타났다. 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다($p=0.698$).

수술 시간

대조군의 수술 시간의 중앙값은 65분(IQR, 53.5–76.5분)이었으며, 내시경 수술 초기군은 59분(IQR, 45–73분), 후기군은 50분(IQR, 42–58분)으로 나타났다. 수술 시간은 수술 건수 누적에 따라 점차 감소하는 경향이였다. 대조군과 내시경 수술 후기군을 비교하였을 때 $p=0.013$ 으로 유의미한 차이가 있었고 내시경 수술 초기와 후기군 사이에도 $p=0.049$ 으로 통계학적으로 유의미한 차이가 있었다(Fig. 1A). 그러나 대조군과 내시경 수술 초기군 사이에는 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다($p>0.999$).

청력 결과

세 군의 청력 결과는 Table 2와 같이 요약되어 있다. 세 군의 수술 전 기도-골도 청력차의 중앙값은 각각 대조군 29.5 dB (IQR, 22.0–37.0 dB), 내시경 수술 초기군 34.0 dB (IQR, 23.0–45.0 dB), 후기군 30.5 dB (IQR, 21.5–39.5 dB)로 집단 간 유의미한 차이는 없었다($p=0.316$). 세 군의 수술 후 기도-골도 청력차 또한 유의미한 차이는 나타나지 않았다(15.5 dB [IQR, 6.5–24.5] vs. 15.0 [IQR, 9.0–21.0] vs. 7.5 [IQR, -1.5~16.5] dB) ($p=0.086$) (Fig. 1B). 대조군의 수술 전후 기도-골도 청력차 변화의 중앙값은 15.0 dB (IQR, 4.5–25.5 dB), 내시경 수술 초기 및 후기군의 수술 전후 기도-골도 청력차의 변화는 각각 20.0 dB (IQR, 6.0–34.0 dB), 20.5 dB (IQR, 13.0–28.0 dB)로 마찬가지로 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p=0.421$) (Fig. 1C).

각 군의 successful 및 excellent 비율은 Fig. 1D와 같이 나타났다. 대조군에서 successful 비율은 62.5%였고, excellent 비율은 31.25%였다. 반면 내시경 수술 초기 및 후기군은 대조군보다 좋은 결과를 보였다. 초기군의 successful 및 excellent 비율은 81.25%, 37.5%였고, 후기군은 87.5%, 62.5%로 나타났다. 그러나 successful 및 excellent 비율 모두 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p=0.319$, $p=0.266$).

학습곡선

결과들의 학습곡선은 회귀 분석을 이용해 대수 곡선추정을 하여 분석하였다. 학습곡선은 $y=-4.367 \ln(x)+68.818$ 의 수식으로 정리하였다. 상관계수 R^2 값은 0.0479, $p=0.229$ 로 상관도는 낮은 편이었고, 통계학적으로도 유의미하지 않았지만, 환자 수 누적에 따라서 소요되는 수술 시간이 감소하는 경향을 보였다. 수술 시간 외의 다른 결과들에서도 비슷한 양상의 곡선으로 나타났다(Fig. 2).

Table 1. Demographics and characteristics of study population (n=48)

Variables	Type of ossiculoplasty			p-value
	Microscopic (n=16)	Endoscopic early phase (n=16)	Endoscopic late phase (n=16)	
Male:female ratio	9:7	1:1	9:7	
Age (yr)	45 (35.5–54.5)	48 (34.0–62.0)	51 (32.0–70.0)	0.698
Right ears	56.25	62.5	50	0.933
COM history	50	50	56.25	>0.999
Cholesteatoma present	31.25	31.25	18.75	0.551
Staged op.	68.75	62.5	56.25	0.933
Intact canal wall mastoidectomy	43.75	37.5	37.5	0.781
Open cavity mastoidectomy	25	25	18.75	0.850
PORP:TORP ratio	10:6	10:6	11:5	>0.999

Data are presented as median (IQR) or percentage. COM, chronic otitis media; PORP, partial ossicular chain replacement prosthesis; TORP, total ossicular replacement prosthesis

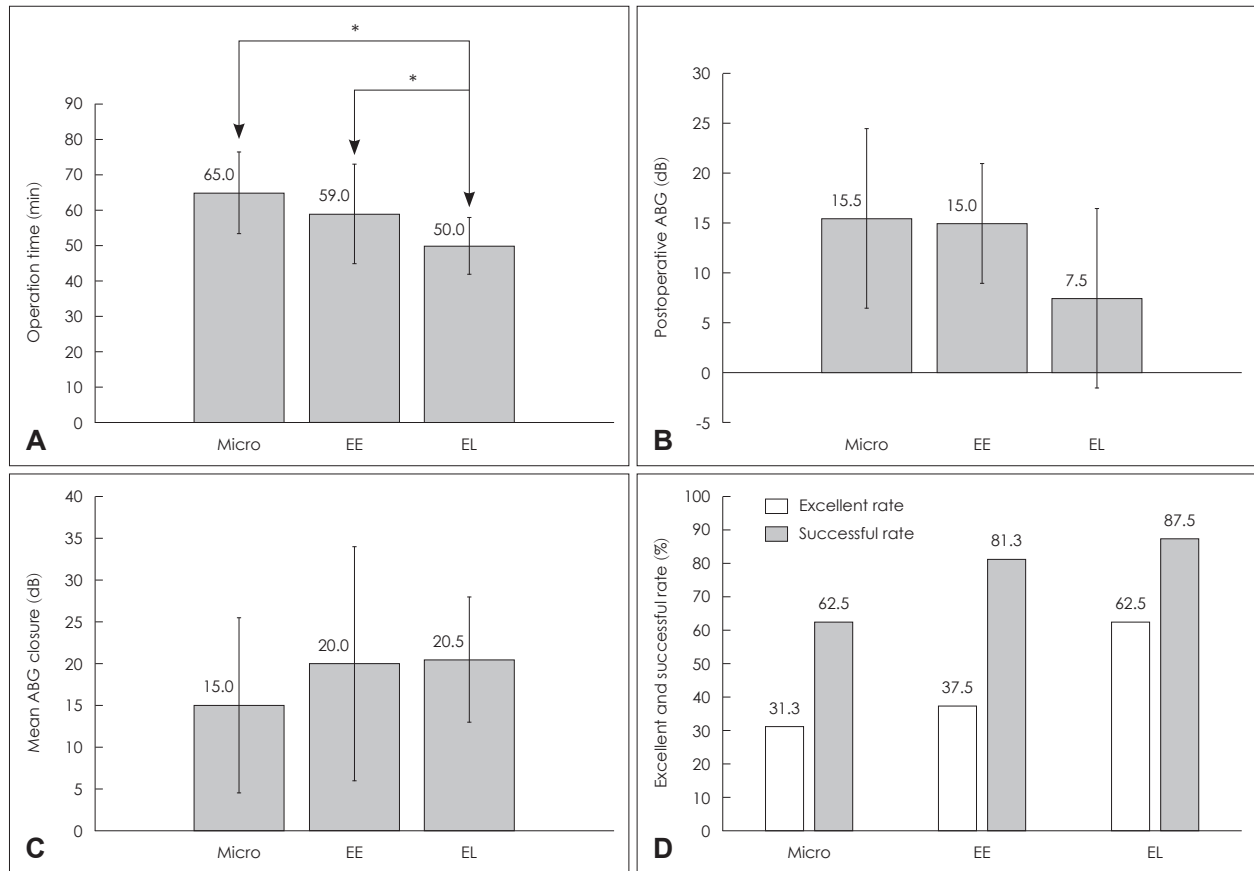


Fig. 1. Results of ossiculoplasty according to technique. A: Operation time. B: Postoperative ABG. C: ABG closure. D: Excellent and successful rate. * $p < 0.05$. ABG, air-bone gap; EE, endoscopic early phase group; EL, endoscopic late phase group.

Table 2. Clinical outcomes and statistical significance

Variables	Type of ossiculoplasty			p-value
	Microscopic	Endoscopic early phase	Endoscopic late phase	
Preoperative ABG (dB)	29.5 (22.0–37.0)	34.0 (23.0–45.0)	30.5 (21.5–39.5)	0.316
Postoperative ABG (dB)	15.5 (6.5–24.5)	15.0 (9.0–21.0)	7.5 (–1.5–16.5)	0.086
Mean ABG closure (dB)	15.0 (4.5–25.5)	20.0 (6.0–34.0)	20.5 (13.0–28.0)	0.421
Operation time (min)	65.0 (53.5–76.5)	59.0 (45.0–73.0)	50.0 (42.0–58.0)	0.009*
Excellent case	5.0 (31.3)	6 (37.5)	10.0 (62.5)	0.266
Successful case	10.0 (62.5)	13.0 (81.3)	14.0 (87.5)	0.319

Data are presented as median (IQR) or n (%). * $p < 0.05$

고찰

1950년대 처음 이소골성형술이 소개된 이후로 수술 결과 및 청력 개선을 향상시키기 위하여 지속적으로 다양한 측면에서 연구되어왔다. 전도성 난청 환자에서 청력 개선이 이소골성형술의 본래 목적이기 때문에 성공적인 이소골 재건에 영향을 주는 다양한 요소들에 대해서도 연구가 진행 중이다. 대표적인 예후인자로는 이소골 연쇄의 상태, 중이 점막의 상태, 이관의 기능상태, 대치물의 길이, 대치물의 종류, 재수술 여부, 고막 천공 혹은 진주종 유무 등이 연구되었다.¹⁰⁻¹³⁾ 본

논문의 경우 이러한 요소들 중 통계학적으로 유의미한 차이를 보이는 것은 없었다(Table 1).

기존에는 중이 수술을 비롯하여 각종 이과 수술에 현미경을 사용하였지만 시야의 제한이 있어 잔존 병변이 남아 재발이나 실패를 야기하는 경우가 있었다. 내시경은 깊이감각이 떨어지고, 열원에 의한 손상 가능성 및 한손으로만 기구를 사용할 수 있다는 단점이 있고, 대량 출혈 시에 지혈이 어려운 측면이 있다. 반면, 다양한 각도의 내시경을 사용하여 이개후 접근법이나 이내 접근법과 같이 큰 절개창 없이도 중이강을 쉽게 확인할 수 있고, 중이강 내에 원거리에 위치한 곳

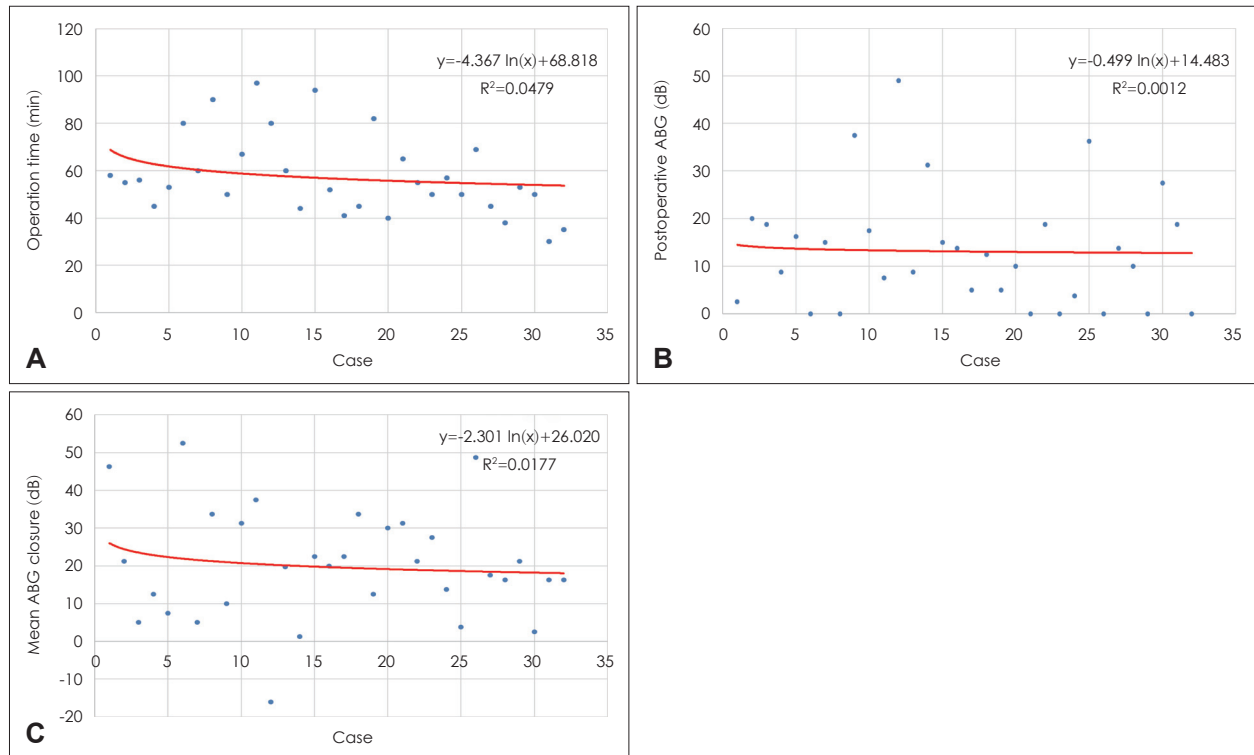


Fig. 2. Learning curves of endoscopic ossiculoplasty in relation to outcomes. A: Operation time. B: Postoperative ABG. C: Mean ABG closure. ABG, air-bone gap.

까지 접근할 수 있게 되었다. 또한 절개창이 없어 환자의 술 후 미용적인 측면에서의 만족도 또한 높고, 수술 시간이 단축되어 술 후 불편감이 적은 장점이 있다.^{4,6)} 성공적인 이소골 재건을 위하여 대치물을 올바른 각도 및 길이에 맞게 위치시키는 것이 중요하며 대치물의 중앙 부위는 소리 전달의 방향에 맞춰 등골 족판에 수직으로 위치해야 한다. 이러한 작업은 내시경을 사용하여 수술 시야를 넓게 확보한 상태에서 좀 더 용이하게 할 수 있다.¹⁴⁻¹⁶⁾

본 연구에서 세 집단의 수술 시간, 술 후 3개월째의 기도-골도 청력 차이, 수술 전후 기도-골도 청력 차이를 측정하였다. Jeon 등¹⁷⁾이 발표한 내시경 귀 수술의 안정성 및 효용성에 대한 체계적 문헌 고찰에 따르면 내시경 귀 수술이 현미경 수술과 비교하였을 때 청력 개선에 더 나은 결과를 보이는 경향이 있으며, 수술 경험이 쌓이면서 수술 시간이 줄어든다는 연구들이 보고되었다. 본 연구에서도 청력검사 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나진 않았지만, 전반적으로 내시경 수술을 받은 환자군에서 대조군에 비해 청력 호전이 더 높게 나타났고, 내시경 수술 초기군보다 후기군에서 청력 호전이 더 높은 경향을 보여 기존 연구 결과와 어느정도 일치하는 결과임을 확인할 수 있었다. 수술 시간만 내시경 수술을 받은 환자군이 대조군에 비해 유의미하게 감소한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 수술 시간 단축은 술자의 새로운 수술 기법에

대한 숙련도가 증가하고, 경험이 쌓이면서 나타난 것으로 볼 수 있을 것이다.

아직까지 국내에서 내시경을 이용한 이소골성형술의 학습곡선을 분석한 연구는 보고되지 않았다. Dogan과 Bayraktar¹⁸⁾는 내시경 고실성형술에 대한 술자의 경험 및 숙련도에 따른 학습곡선을 다항함수 곡선추정으로 분석하였는데, 수술 시간에 대한 학습곡선에서 약 30번째 수술, 그리고 60번째 수술을 기점으로 수술 시간이 비슷하게 소요되는 변곡점을 나타내었다. 본 연구에서는 회귀분석을 통해 환자 수 누적에 따른 학습곡선도 분석하였다. 다항함수를 통해 분석한 학습곡선에서 수술 시간은 환자 수 누적에 따라 감소하는 경향을 보였지만, 낮은 상관계수를 보였고, 통계학적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 학습곡선에서 결과값이 일정하게 유지되는 지점인 변곡점을 구하지 못하였는데, 이는 환자군의 수가 적어 유의미한 학습 곡선 및 변곡점에 도달하는 증례의 수를 확인할 수 없었던 것으로 보인다. 이에 대한 보완책으로, 타과의 수술 기법에 대한 학습곡선을 분석한 자료를 참고하였을 때,^{19,20)} 이번 연구에서 분석한 학습곡선에 추가적으로 누적합 분석 기법을 이용하여 누적고장곡선을 구해 성공률을 비교해 보는 것도 필요하다고 생각하였다.

이번 연구에서 몇 가지 제한점들이 있었는데, 우선 환자군

의 수가 적었기 때문에 실제로 유의미한 차이가 있었더라도 구별하기 어려웠을 가능성이 있다. 따라서 추가적으로 더 많은 수의 환자군을 대상으로 하여 좀 더 설득력 있는 결과를 도출하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 뿐만 아니라, 이번 연구에서는 술후 3개월 쯤의 청력 검사 결과만을 이용하여 비교분석하였는데, 1년 이상의 장기적인 추적 관찰 결과 또한 비교하여 내시경을 이용한 수술의 이점을 평가할 필요가 있을 것이다. 그리고, 이번 연구에서는 포함되지 않았지만 수술 후 발생한 합병증 등을 비교하여 안정성 측면에서도 내시경 수술이 현미경 수술의 대안으로써 사용할 수 있을지 연구가 필요할 것으로 생각하였다.

결론적으로, 내시경을 이용한 수술은 현미경 수술에 비하여 결과가 전반적으로 향상되는 경향을 보였지만, 수술 시간만 유의미하게 감소한 것으로 나타났다. 내시경 수술에 대한 학습곡선을 분석한 결과, 환자 수의 부족으로 수술 결과가 일정하게 유지되는 증례의 수를 확인하지 못하였지만, 증례 수가 쌓임에 따라 수술 결과가 대체로 향상되는 양상을 확인할 수 있었다. 이에 본 저자들은 숙련된 내시경 수술은 기존의 현미경 수술과 비교해 보았을 때 유사한 결과를 보이며, 오히려 수술 시간은 단축할 수 있고, 최소 침습적인 수술 방법으로 사용할 수 있을 것으로 보았다.

Acknowledgments

This study was supported by the Soonchunhyang University Research Fund.

Author Contribution

Conceptualization: Jong Dae Lee. Data curation: Min Ki Lee, Young Jeong Lee, Jeong Hyun Lee, Se A Lee. Formal analysis: Se A Lee, Jong Dae Lee. Funding acquisition: Jong Dae Lee. Investigation: Min Ki Lee, You Young An. Methodology: Se A Lee, Jong Dae Lee. Project administration: Jong Dae Lee. Resources: Jong Dae Lee. Supervision: Jong Dae Lee. Visualization: Min Ki Lee, You Young An. Writing—original draft: Min Ki Lee. Writing—review & editing: Min Ki Lee, Se A Lee, Jong Dae Lee.

ORCIDs

Jong Dae Lee <https://orcid.org/0000-0003-2866-9841>
 Min Ki Lee <https://orcid.org/0000-0001-6109-124X>
 You Young An <https://orcid.org/0000-0001-6695-7655>
 Young Jeong Lee <https://orcid.org/0000-0003-1273-1946>
 Jeong Hyun Lee <https://orcid.org/0000-0003-1641-5924>
 Se A Lee <https://orcid.org/0000-0002-6263-1903>

REFERENCES

- 1) Kozin ED, Gulati S, Kaplan AB, Lehmann AE, Remenschneider AK, Landegger LD, et al. Systematic review of outcomes following observational and operative endoscopic middle ear surgery. *Laryngoscope* 2015;125(5):1205-14.
- 2) Sohn SJ, Park CM, Choe SH, Choi YS, Kwon SW. Endoscopic tympanoplasty. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2000; 43(6):598-603.
- 3) Akyigit A, Sakallioğlu O, Karlidag T. Endoscopic tympanoplasty. *J Otol* 2017;12(2):62-7.
- 4) Isaacson B, Wick CC, Hunter JB. Endoscopic ossiculoplasty. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg* 2017;28(1):39-43.
- 5) Nair S, Aishwarya JG. Endoscopic ear surgery: Our experience. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. In press 2020.
- 6) Bennett ML, Zhang D, Labadie RF, Noble JH. Comparison of middle ear visualization with endoscopy and microscopy. *Otol Neurotol* 2016;37(4):362-6.
- 7) Kim HJ, Lee YJ, Kang HT, Lee SA, Lee JD, Kim BG. Comparison of intratympanic, systemic, and combined steroid therapies for sudden sensorineural hearing loss in patients with diabetes mellitus. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2019;62(7): 379-84.
- 8) Yung M, Vowler SL. Long-term results in ossiculoplasty: An analysis of prognostic factors. *Otol Neurotol* 2006;27(6):874-81.
- 9) Yawn RJ, Hunter JB, O'Connell BP, Wana GB, Killeen DE, Wick CC, et al. Audiometric outcomes following endoscopic ossicular chain reconstruction. *Otol Neurotol* 2017;38(9):1296-300.
- 10) Dornhoffer JL, Gardner E. Prognostic factors in ossiculoplasty: A statistical staging system. *Otol Neurotol* 2001;22(3):299-304.
- 11) De Vos C, Gersdorff M, Gérard JM. Prognostic factors in ossiculoplasty. *Otol Neurotol* 2007;28(1):61-7.
- 12) Park K, Moon SK, Choung YH, Lee JH, Mo JY. Hearing result and its affecting factors of ossiculoplasty. *J Clin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;14(1):105-12.
- 13) Kim HC, Yoo MH, Kang WS, Ahn JH, Chung JW. Factors influencing hearing outcomes after ossiculoplasty using Polycel® prosthesis in patients with chronic otitis media. *Korean J Audiol* 2010;14(2):88-93.
- 14) Kartush JM. Ossicular chain reconstruction. *Capitulum to malleus*. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;27(4):689-715.
- 15) Emre IE, Cingi C, Bayar Muluk N, Nogueira JF. Endoscopic ear surgery. *J Otol* 2020;15(1):27-32.
- 16) Das A, Mitra S, Ghosh D, Sengupta A. Endoscopic ossiculoplasty: Is there any edge over the microscopic technique? *Laryngoscope* 2020;130(3):797-802.
- 17) Jeon MH, Chung S, Kim SH, Oh SH, Im GJ, Kim JR, et al. Safety and effectiveness of endoscopic ear surgery: Systematic review. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2019;62(7):367-78.
- 18) Doğan S, Bayraktar C. Endoscopic tympanoplasty: Learning curve for a surgeon already trained in microscopic tympanoplasty. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274(4):1853-8.
- 19) Ham DH, Chung WC, Choi BY, Choi JE. Learning curve of the direct anterior approach for hip arthroplasty. *J Korean Orthop Assoc* 2020;55(2):143-53.
- 20) Kim Y, Kim YG, Kim HJ, Shin JH, Han SB, Lee SJ, et al. Learning curves for strabismus surgery in two ophthalmologists. *Indian J Ophthalmol* 2015;63(11):821-4.

1) Kozin ED, Gulati S, Kaplan AB, Lehmann AE, Remenschneider