



편측 중이염환자의 건측 Impedance 특성

이동훈¹ · 김민성² · 조봉구¹ · 오세준^{1,3} · 공수근^{1,3}

부산대학교병원 이비인후과,¹

부산대학교 인지과학과정,²

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실³

Impedance Characteristics of Normal Ear in Patients with Unilateral Otitis Media

Dong-Hoon Lee¹, Min-Sung Kim², Bong-Goo Cho¹, Se-Joon Oh^{1,3}, Soo-Keun Kong^{1,3}

¹Department of Otorhinolaryngology and Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

²Major in Cognitive Science, Pusan National University, Busan, Korea

³Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Pusan National University, Busan, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives: The normal ear of patients with unilateral otitis media is also often abnormal. Therefore, using the Williams test (Y-226 Hz), we compared the impedance of the normal ear of patients with unilateral otitis media with the impedance of subjects with bilateral normal ears to provide additional data for the evaluation of the normal ear of patients with unilateral otitis media. **Materials and Methods:** The Williams test (y-226 Hz) impedance characteristics of the normal E-tube (40 ears) and the normal E-tube (33 ears) of patients with unilateral otitis media were compared and analyzed using t-test. **Results:** The static compliance (SC) in the normal ear of patients with unilateral otitis media was significantly higher than the SC in both normal ears. And the ears of the unilateral otitis media group were located at relatively significantly negative pressure in all atmospheric pressure eustachian tube function test (ETFT), positive pressure ETFT, and negative pressure ETFT. Additionally, pressure changes and symmetry were relatively good in the ears of the normal group. **Conclusion:** Even in the normal ear of a patient with unilateral otitis media, there is a possibility that there may be a minor problem with the tympanic cavity, so care must be taken during examination and diagnosis.

KEY WORDS: Eustachian tube; Acoustic impedance tests; Otitis media; Audiometry.

서론

이관은 중이강 내의 압력을 조절하여 대기압과 중이강 내의 균형을 조절하며, 중이강 내에 발생하는 노폐물을 비강을 통해 배출하는 환기의 기능을 하고 있다. 이관이 정상적인 기능

을 하지 못하는 경우에는 중이강 내의 압력 조절 부전과 노폐물의 배출이 원활하지 않아 중이염이 발생할 수 있다.¹⁾ 이관 기능 부전으로 인한 중이염의 유병률은 국내에서 2.85%까지 보고되고 있으며,²⁾ 이관의 기능이 중이염 수술 예후에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어 이관 기능과 중이염의 상관

Received: September 21, 2023 / Revised: October 4, 2023 / Accepted: November 6, 2023

Corresponding author: Soo-Keun Kong, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University Hospital, Busan 49241, Korea

Tel: +82-51-240-7332, Fax: +82-51-246-8668, E-mail: entkong@gmail.com

Copyright © 2023. 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.

성이 높다는 것을 알 수 있다.³⁾

이관이 정상적인 개폐 부전으로 중이염이 발생하는 경우, 발열, 이통, 난청, 이명, 이루 등의 증상을 동반하며, 특히 중이강 내의 삼출물로 인해 전음성 난청의 양상을 보이는데, 중이염의 정도가 심한 경우 정원창을 통해 염증이 내이로 파급되어 감각신경성 난청이 동반되기도 하고, 이폐색감이나 자성강청 등이 나타나기도 한다. 중이염은 지속기간에 따라서 3주 미만일 경우 급성, 3주 이상 3개월 미만인 경우 아급성, 3개월 이상 지속되는 경우 만성으로 분류하고, 증상이 지속되어 만성으로 진행되는 경우는 전체 중이염의 2.19%로 보고되고 있다.⁴⁾ 중이염이 발생하는 귀의 방향에 따라서는 이관의 구조적인 특성으로 유아기에는 양측으로 빈번하게 발생하며, 연령이 증가할수록 일측성 중이염의 비율이 늘어나게 되면서,⁵⁾ 성인의 경우에는 편측 중이염이 85.5%, 양측 중이염이 14.5%로 보고되고 있다.⁶⁾

편측 중이염으로 진단받았다고 하더라도 건측 또한 중이염 발병위험이 높다는 선행연구들이 있으며,^{7,8)} 측두골 전산화 단층촬영을 통해 편측성 중이염 환자의 건측 중이강을 평가한 국내 선행연구에서는 건측 또한 상고실의 높이, 전상고실의 발달 정도, 유양동의 함기화 상태에 차이가 있다고 하였으며,⁹⁾ Williams test(Y-226 Hz)를 통한 편측성 중이염 환자의 건측 이관기능을 비교한 연구에서도 37.4%만이 양성으로 나타나 62.6%의 대상자에서 이관기능의 부전이 있는 것으로 나타났다.¹⁰⁾

이관이 개폐가 정상적으로 이루어지는지를 확인하기 위한 방법으로는 발살바나 토인비, 프렌젤 등의 호흡법을 통해 고막의 움직임을 직접 관찰하거나, 영상의학적 검사를 이용하여 측정하는 방법, 압력의 변화에 따른 고막운동의 운동성을 확인하여 이관의 개폐 여부를 확인하는 생리적인 검사로 나누어진다. 특히 생리적인 검사는 비교적 적은 비용과 짧은 검사시간으로 이관의 기능을 확인하기 위해 임상에서 주로 사용되고 있으며, 대표적인 생리적 검사로는 Williams test(Y-226 Hz)가 있다.

Williams test(Y-226 Hz)는 검사시간이 5분 이내로 짧고, 반복적인 고막의 운동성을 확인하여 압력의 변화에 따른 impedance를 확인할 수 있으며, 비침습적으로 중이강 내 생리를 확인할 수 있는 방법이다.¹¹⁾ Williams test(Y-226 Hz)에서 측정되는 impedance는 외이도 내 가압과 감압을 통하여 고막을 중간에 두고, 중이강 내 압력을 조절해가며 고막에서 반사되는 소리를 재측정하여 구할 수 있으며, 가압과 감압 시 측정되는 정적 탄성(static compliance, SC)의 압력지점

(daPa)을 분석하여 이관의 기능을 효과적으로 평가할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Williams test(Y-226 Hz)를 통해 측정된 편측 중이염 환자의 건측 impedance와 정상군의 impedance의 차이를 통계적으로 비교분석하여, 중이강 내 상태를 확인하고, impedance를 통한 편측 중이염 환자의 건측 귀 평가에 필요한 추가적인 기초 자료를 제공하고자 하였다.

대상 및 방법

연구대상

본 연구의 정상집단군 대상자는 2023년 본원 이비인후과에서 공고문을 통하여 모집하여 만 40세 이하 남성과 여성 각 10명씩 총 20명으로 총 40귀(평균 30.75세)를 대상으로 시행하였으며, 편측 중이염군은 2019년 본원 이비인후과에서 편측 중이염 진단을 받고 고실 유양돌기 절제술(tympanomastoidectomy)을 시행한 대상자 중 건측귀에 문제가 나타나지 않은 만 40세 이하 남성 16귀, 여성 17귀, 총 33귀(평균 28.79세)를 대상으로 하였다.

본 연구에 앞서 우선적으로 시행된 문진에서 정상 대상군은 과거와 현재 이과, 비과적 병력이 발견되지 않은 대상자만 선별하였으며, 편측 중이염군 또한 과거부터 현재까지 건측귀의 문제가 전혀 발견되지 않았던 대상자를 선별하였다.

대상자 모두 고막운동성 계측에서 정적 탄성의 위치가 ± 100 dapa 사이에 위치하는 A type이었으며, 순음청력검사 결과, 골기도 차이가 10 dB HL 이하로 나타나 중이강 내 문제가 없음을 확인하였다. 또한 Table 1에서 보여주는 것처럼 두 집단군의 순음청력검사 역치평균(pure tone threshold average, PTAave)에서 통계적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

연구방법

문진과 순음청력검사를 통해 대상자 선별 후 시행된 Williams test(Y-226 Hz)는 기존의 Williams method(G-660 Hz)에서 자극음 주파수를 조절한 검사로, Bluestone의 9

Table 1. Differences in age and hearing ability between the two groups

	Air conduction (SD)	Bone conduction (SD)
Normal	6.46 (3.184)	6.20 (3.156)
Unilateral COM	8.51 (4.050)	8.32 (4.253)
t-value	-2.421	-2.435

SD: standard deviation, COM: chronic otitis media.

step test를 임상 환경에 맞춰 간단하게 변형한 것이다. Fig. 1에서 보여주는 것처럼, 대상자가 편안한 상태로 착석하여 대기압에 의한 자연스러운 고막운동도(tympanometry)를 측정 한 후(Fig. 1①), 외이도에 +400 daPa의 양압을 넣고 마른침을 두 번 삼키게 한 후 양압을 제거하고 고막운동도를 재측정한다(Fig. 1②). 마지막으로 외이도에 -400 daPa의 음압을 넣고 마른침을 두 번 삼키게 한 후 음압을 제거하고 고막운동도를 측정(Fig. 1③)하는 것으로 검사를 마친다. 이 때 자극음은 226 Hz, 75 dB SPL, 측정 속도는 50 daPa/sec으로 설정하여 검사를 진행한다. 이렇게 측정된 결과는 대기압 Eustachian Tube Function Test (ETFT)(① 결과), positive pressure ETFT(② 결과-① 결과), negative pressure ETFT(③ 결과-① 결과)로 분류하였다. 분류된 자료는 선행연구에 따라 양압과 음압 모두 대칭적으로 6-25 daPa 변화가 나타나는 경우 이관의 기능이 정상적인 것으로 분류하고,¹⁰⁾ 추가로 집단 간의 impedance의 특성을 비교하기 위해 외이도 용적과 정적 탄성을 집단 간 비교분석하였다.

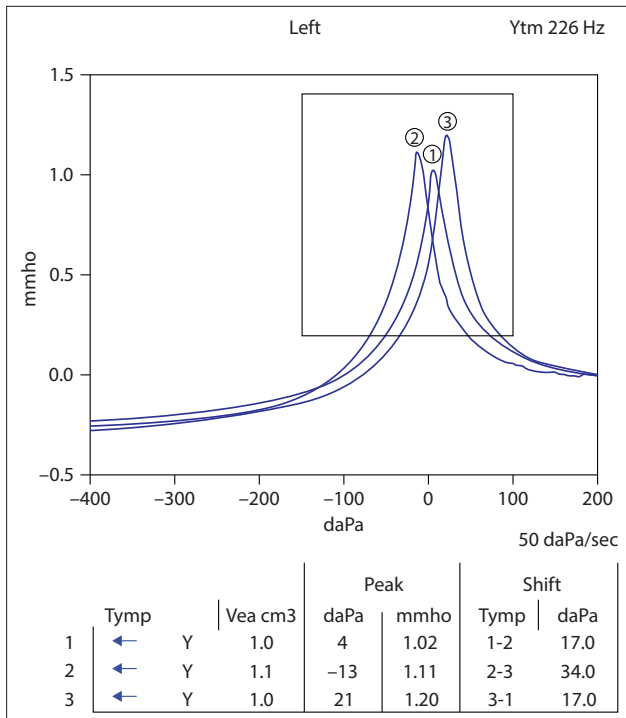


Fig. 1. Williams test (Y-226 Hz) normal result. Measure tympanometry at atmospheric pressure (Fig. 1-①), apply +400 daPa pressure to the external ear, then measure tympanometry after swallowing 2-3 times repeatedly (Fig. 1-②). Next, reduce the pressure by -400 daPa in the external ear, then measure tympanometry after swallowing 2-3 times repeatedly (Fig. 1-③).

연구절차

본 연구는 2023년 임상연구심의위원회의 승인을 받고 진행하였다(2211-023-120). 문진을 통하여 본 연구의 대상자로 선별된 경우, AC40(Interacoustics, Middelfart, Denmark) audiometer를 이용하여 순음청력검사를 진행하고, 2차적으로 연구 대상자를 선별하였다. 선별된 대상자들은 이관 기능을 확인하기 위하여 TymstarPro(GSI, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 Williams test(Y-226 Hz)를 시행하였고, 두 집단 간 impedance의 특성을 분석하여 이관기능의 차이를 비교하였다. 이후 대상군에게 양압과 음압을 외이도에 가한 후 ETFT를 대조하여, 똑같은 양의 음압과 양압을 가한 이후 고막의 위치와 중이강내 상태에 대한 대칭 정도를 비교해 보았다. 이때, 양측 모두 6-25 daPa 범위에서 대칭적으로 변화한 경우 Type I, 양측 모두 0-5 daPa 범위로 정점의 변화가 나타나지 않거나 오차범위 내에서 변화하는 경우 Type II, 양측 모두 25 daPa를 초과하여 변화하는 경우 Type III, 한 쪽만 6-25 daPa 범위로 변한 경우 Type IV, 양측이 대칭적이지 않으면서 정상범위에 해당되지 않는 경우나 반대로 작용하는 경우에는 Type V로 분류하여 비율을 비교해 보았다.

통계분석

정상집단과 편측성 중이염 집단의 건축 impedance의 특성과 이관 기능의 차이를 비교하기 위해 SPSS version 27(IBM, Armonk, NY, USA) 통계프로그램을 이용하여 독립표본 T검정을 시행하여 비교하고, 각 집단의 Williams test(Y-226 Hz)의 양성비율을 비교하기 위해 카이제곱 검정을 시행하였다.

결과

외이도 용적(ear canal volume, ECV)은 정상집단에서 1.22 cm³, 편측 중이염 집단에서는 1.06 cm³로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

정적 탄성(SC)의 경우, 정상집단에서 0.51 mmho, 편측 중이염 집단에서는 0.73 mmho로 나타나 편측 중이염이 정상 집단의 정적 탄성에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다.

대기압 ETFT의 정적 탄성의 위치는 정상집단에서 -5.20 daPa, 편측 중이염 집단에서 -9.52 daPa로 편측 중이염 집단이 유의하게 음압인 것으로 나타났으며, 양압 ETFT 또한 정상집단 -16.85 daPa, 편측 중이염 집단 -23.70 daPa로 편

측 중이염 집단이 유의하게 더 낮은 음압이 형성되었고, 음압 ETFT 경우에도 정상집단에서 5.53 daPa, 편측 중이염 집단 -0.36 daPa로 편측 중이염 집단의 중이강 내 압력이 유의하게 음압에 위치한 것으로 나타났다(Table 2).

대기압에서의 ETFT를 기준으로 양압을 가한 후 측정된 정적 탄성의 위치 변화(positive pressure ETFT)와 음압을 가한 후 측정된 정적탄성의 위치 변화(negative pressure ETFT)를 선행연구의 기준에 따라 $\pm 6-25$ dapa 범위 안에서 변화한 경우를 비교해 보았을 때,¹⁰⁾ Type I의 경우 정상집단에서는 23 귀(57.5%), 편측 중이염환자의 건측 이관에서 11귀(33.33%)에서 대칭적으로 변화하여 정상집단이 편측 중이염의 건측 이관기능에 비해 양성의 비율이 유의하게 높은 것으로 나타났으며(Table 3), 정상집단과 편측 중이염 집단에서 Type II에서 각각 5귀(12.5%), 3귀(9.1%), Type III 3귀(7.5%), 1귀(3%), Type IV 5귀(12.5%), 7귀(21.2%), Type V 4귀(10%), 11귀(33.3%)로 나타났다(Table 4).

고찰

일반적으로 이관의 기능이 저하가 되는 경우에는 중이강 내 환기가 잘 되지 않음으로 인해서 반복적인 삼출성 중이염부터 유착성, 진주종성까지 다양한 종류의 중이염이 유발될 수 있다.¹²⁾ 따라서 본 연구는 이관의 환기능력을 확인할 수 있는 평가 중 하나로 이용되는 임피던스 검사를 통하여 편측성 중이염 환자의 건측 이관과 정상 집단의 이관의 기능을 비교하고자 시행하였다.

본 연구 결과, 정상집단보다 편측 중이염 집단의 정적 탄성(SC)이 유의하게 높은 것으로 나타나, 편측 중이염 집단이 상대적으로 고막으로의 소리 투과율이 좋은 것으로 해석될 수 있으나, 두 집단 모두 정상범주에 위치하고 있었고, 정적 탄성은 중이염집단군과 같은 경우 편측의 결과만으로는 해석하기에 어려움이 있어 크게 중요한 지표로 보여지지 않는다.

이관의 기능을 비교하기 위하여 시행한 Williams test(Y-226 Hz) 대기압 ETFT, 양압 ETFT, 음압 ETFT를 분석해 보았을 때, 편측 중이염 집단에서 정적 탄성의 위치가 정상집단에 비해 유의하게 음압 쪽으로 치우친 것으로 나타났다. 이러한 결과는 편측 중이염집단의 경우 중이강 내 압력이 비교적 음압상태를 유지하고 있으며, 이관의 개폐가 잘 수행되고 있다고 하더라도, 고막의 위치가 정상집단에 비해 중이강 안쪽으로 살짝 더 밀려들어가 있는 것으로 볼 수 있다.

또한 정상집단과 편측 중이염 집단의 대기압 ETFT를 기준으로 양압 ETFT와 음압 ETFT로의 변화 정도와 대칭성을 살

Table 4. Williams test Y-226 Hz for normal group and unilateral COM group, static compliance peak point change degree

	Normal (%)	Unilateral COM (%)
Type I	23 (57.5)	11 (33.3)
Type II	5 (12.5)	3 (9.1)
Type III	3 (7.5)	1 (3)
Type IV	5 (12.5)	7 (21.2)
Type V	4 (10)	11 (33.3)
Total	40 (100)	33 (100)

Values are presented as number (%).
COM: chronic otitis media.

Table 2. Differences in impedance and ETFT between the two groups

	Normal (SD)	Unilateral COM (SD)	t
E.V	1.22 (0.338) cm ³	1.06 (0.273) cm ³	2.073
S.C	0.51 (0.221) mmho	0.73 (0.406) mmho	-2.927 [†]
Atmospheric pressure ETFT	-5.20 (10.901) daPa	-9.52 (24.758) daPa	0.993 [‡]
Postive pressure ETFT	-16.85 (11.356) daPa	-23.70 (22.908) daPa	1.661 [‡]
Negative pressure ETFT	5.53 (19.407) daPa	-0.36 (36.608) daPa	0.879*

*p<.05, [†]p<.01 [‡]p<.001.

SD: standard deviation, ETFT: eustachian tube function test.

Table 3. Difference between Williams test Y-226 Hz between unilateral COM group and normal group

	Postive (%)	Negative (%)	p-value
Normal (n=40)	23 (57.5)	17 (42.5)	0.039
Unilateral COM (n=33)	11 (33.3)	22 (66.7)	

COM: chronic otitis media.

해보았을 때, 정상집단에서는 57.5%, 편측 중이염 집단의 경우 33.33%에서 대칭적으로 정적 탄성이 이동한 것으로 나타나 정상적인 이관 기능을 가진 비율이 편측 중이염 집단에 비해 정상 집단의 비율이 유의하게 더 높은 것으로 나타났다.

똑같은 마른침삼킴을 음압과 양압을 가한 상태에서 실시하였을 때, 압력지점의 변화가 대칭성을 보이지 않는다는 것은 중이강 내 압력상태를 대기와 일치시키는 이관의 기능에 미세한 손상이 있을 수 있음을 의미할 수 있다.

결과를 종합해 보았을 때, 편측 중이염 집단의 건측귀의 이관은 정상 개폐 기능으로 보인다고 하더라도 정상집단의 귀보다 전체적으로 고막이 중이강쪽으로 밀려 있으며, 압력의 변화에 따른 이관의 기능 또한 대칭적이지 않고, 약해진 상태로 나타났다. 이러한 결과는 만성중이염으로 수술한 전 연령 182명을 대상으로 Williams test(Y-226 Hz)를 통해 건측의 이관 기능을 평가했을 때, 37.3%에서만 정적 탄성의 위치의 변화가 있었던 선행연구에 더하여 편측 중이염 환자의 건측 귀 이관에 보이지 않는 문제가 있을 것이라는 시사점을 가지고 있으며, 10) 편측 중이염 환자의 건측 귀를 평가하기 위해 측두골 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)를 촬영하여 40.4%에서만 구조상 문제가 없었던 선행연구에서 확인하지 못한 미세한 문제를 확인하였다는 점에 그 의의가 있다.²⁾

따라서 본 연구의 결과를 종합해 보면 편측성 중이염이 있는 경우 건측의 청력이 정상이더라도 정상집단에 비해 이관의 기능이 저하가 되어 있을 수 있다는 점과 편측성 중이염이 있는 환자의 건측 검사를 시행할 경우에도 검사 시 주의를 요하며, 이관기능의 저하로 인한 중이염 발병에 유의하여 지속적으로 모니터링 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

하지만 본 연구는 만 40세 미만의 대상자만을 대상으로 시행하여, 전체연령에 따른 비교가 시행되지 않았으며, 대상자의 수가 정상집단 40귀, 편측 중이염 집단 33귀로 연구 결과를 일반화하고 민감도 및 특이도를 확인하기에는 제한적인 부분이 있다. 또한 Williams test(Y-226 Hz)를 통한 이관의 기능만을 살펴보았기 때문에 정확한 이관의 기능을 판단하였다고 보기에는 어려움이 있다. 따라서 후속연구에서는 연령이 증가할수록 이관의 기능이 보다 저하될 가능성이 높기 때문에 연령의 범위를 확대한 후속적인 연구가 필요할 것으로 생각되며, 조금 더 정확한 이관의 기능을 평가하기 위해 내시경과 영상의학적 검사, 초음파이관계측(sonotubometry), 이관고실공기역학조영술(tubo tympano aerodynamic graphy, TTAG) 등 이관의 기능을 평가할 수 있는 다양한 방법을 동원하여 비교한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgements

Not applicable.

Funding Information

Not applicable.

Conflicts of Interest

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

ORCID

Dong-Hoon Lee, <https://orcid.org/0000-0003-3678-5738>

Min-Sung Kim, <https://orcid.org/0000-0001-7459-4233>

Bong-Goo Cho, <https://orcid.org/0009-0008-3232-6837>

Se-Joon Oh, <https://orcid.org/0000-0001-8910-0064>

Soo-Keun Kong, <https://orcid.org/0000-0002-6783-3766>

Author Contribution

Conceptualization: Lee DH.

Data curation: Lee DH, Cho BG.

Formal analysis: Lee DH.

Methodology: Kong SK.

Validation: Kong SK.

Writing - original draft: Lee DH.

Writing - review & editing: Lee DH, Kim MS, Cho BG, Oh SJ, Kong SK.

Ethics Approval

Research was conducted according to all ethical standards, and written informed consent was obtained from all patients. This study was approved by the Institutional Review Board (IRB) of the Pusan National University Hospital, Korea (Approval No. 2211-023-120).

References

1. Kong SK. Diagnosis and management of the patulous eustachian tube. *J Clin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;20(2):149-56.
2. Kang S. A clinical evaluation and mastoid pneumatization of contralateral ear in the unilateral cholesteatoma

- patient [Master's thesis]. Seoul: The Graduate School Hanyang University; 2008.
3. Oh YS, Choi JS, Jang TY, Kim KS. Aerotitis media. *Korean J Aerosp Environ Med* 2010;19(3):81-6.
 4. Kim CS, Jung HW, Yoo KY. Prevalence and risk factors of chronic otitis media in Korea: results of a nation-wide survey. *Acta Otolaryngol* 1993;113(3):369-75.
 5. Moon SH, Lee JS, Kim HJ, Ju YS. A longitudinal study of prevalence rate of otitis media with effusion among elementary school children in Anyang area. *Korean J Audiol* 2003;7(2):109-15.
 6. Kim J, Park SK, Park JH, Lee DW, Choi YS, Shin SO. Clinical characteristics of bilateral chronic otitis media. *Korean J Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2014;57(12):821-5.
 7. Khalil HM, Saleh MA, Sakr AA. A clinico-radiological study of the contralateral ear in acquired unilateral cho-
lesteatoma. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 2004;125(1):17-22.
 8. Selaimen da Costa S, Rosito LPS, Dornelles C, Sperling N. The contralateral ear in chronic otitis media: a series of 500 patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134(3):290-3.
 9. Min HJ, Kim SG, Jung JH, Jeong JH, Lee SH, Park CW. Epitympanic development and mastoid pneumatization in chronic otitis media with and without cholesteatoma. *Korean J Audiol* 2011;15(1):25-31.
 10. Lee DH, Kim MS, Jang MH. Eustachian tube function test of normal ear in patients with unilateral chronic otitis media. *Audiol Speech Res* 2023;19(1):51-5.
 11. Heo SD, Yoo YS. *Audiology*. 3rd ed. Busan: Dong-A University; 2004. p. 241-51.
 12. Bluestone CD. *Eustachian tube: structure, function, and role in middle-ear disease*. Raleigh, NC: Peoples Medical Publishing House; 2017.