



Part 3. Research on Analyzing the Current Status and Problems of Implantable Hearing Devices in Patients With Severe Hearing Loss for Hearing Rehabilitation Guidelines in Korea

Junhun Lee^{1,2} , Chul Young Yoon^{1,2} , Jiwon Kim^{1,2} , In-Ki Jin³ , Michelle J. Suh⁴ ,
Wan-Ho Cho⁵ , Hyo-Jeong Lee⁶ , Seong Jun Choi⁷ , Dongchul Cha^{8,9} , Kyung Ho Park¹⁰ ,
Soo Hee Oh^{11,12} , Young Joon Seo^{1,13} , and Tae Hoon Kong^{1,2,13}

¹Research Institute of Hearing Enhancement, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju; and

²Department of Medical Informatics and Biostatistics, Yonsei University, Wonju; and

³Division of Speech Pathology and Audiology, Research Institute of Audiology and Speech Pathology, College of Natural Sciences, Hallym University, Chuncheon; and

⁴Department of Otorhinolaryngology, Jeju National University College of Medicine, Jeju; and

⁵Division of Physical Metrology, Korea Research Institute of Standards & Science, Daejeon; and

⁶Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Hallym University College of Medicine, Anyang; and

⁷Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan; and

⁸Healthcare Lab, Naver Corporation, Seongnam; and

⁹Healthcare Lab, Naver Cloud Corporation, Seongnam; and

¹⁰Department of Otorhinolaryngology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul; and

¹¹Department of Audiology and Speech Language Pathology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul; and

¹²Hallym University of Graduate Studies Center for Hearing and Speech Research, Seoul; and

¹³Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Korea

Part 3. 국내 청각 재활 지침을 위한 난청 환자에서 이식형 청각기기 현황 및 문제점 분석 연구

이준현^{1,2} · 윤철영^{1,2} · 김지원^{1,2} · 진인기³ · 서지영⁴ · 조완호⁵ · 이효정⁶

최성준⁷ · 차동철^{8,9} · 박경호¹⁰ · 오수희^{11,12} · 서영준^{1,13} · 공태훈^{1,2,13}

¹연세대학교 원주의과대학 청각재활연구소, ²연세대학교 의료정보통계학과, ³한림대학교 언어청각학부, 언어청각연구소,

⁴제주대학교 의과대학 이비인후과학교실, ⁵한국표준과학연구원 물리측정본부, ⁶한림대학교 의과대학 이비인후과학교실,

⁷순천향대학교 의과대학 이비인후과학교실, ⁸네이버 헬스케어, ⁹네이버 클라우드, ¹⁰가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실,

¹¹한림국제대학원대학교 청각언어치료학과, ¹²한림국제대학원대학교 청각언어연구소, ¹³연세대학교 원주의과대학 이비인후과학교실

Received November 7, 2024

Revised November 21, 2024

Accepted November 22, 2024

Address for correspondence

Tae Hoon Kong, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology,
Yonsei University Wonju College of
Medicine, 20 Ilsan-ro,
Wonju 26426, Korea
Tel +82-33-741-0642
Fax +82-33-732-8287
E-mail cochlear84@gmail.com

Background and Objectives This study aims to analyze the trends and economic burden of implantable hearing devices (IHDs) for patients with severe hearing loss in South Korea using the National Health Insurance Service (NHIS) data from 2010 to 2020.

Subjects and Method We examined NHIS records of 6424491 cases involving cochlear implants, bone conduction implants, and middle ear implants. We analyzed IHD usage across different age groups, genders, and regions. Medical costs associated with IHDs and distribution disparities were also evaluated.

Results Cochlear implant procedures increased annually by 3.35%, with bone conduction and middle ear implants showing rapid growth following insurance policy changes. Sensory hearing loss was the most common indication for cochlear implants, accounting for over 70%

of cases. Regional disparities were observed, with surgeries concentrated in metropolitan areas, reflecting access inequalities. While initial costs of IHDs are substantial, they demonstrated long-term cost-effectiveness compared to hearing aids.

Conclusion The findings highlight the critical role of IHDs in improving hearing rehabilitation and quality of life for patients with severe hearing loss. This study underscores the need for enhanced accessibility to IHDs and provides insights for policy adjustments to promote equitable hearing healthcare access in South Korea.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2025;68(9):351-61

Keywords Cochlear implants; Hearing aids; Middle ear implant; National Health Insurance, non-U.S.

서론

이식형 청각기기(implantable hearing devices)는 일반적으로 중등도에서 심도(41 dB 이상) 감각신경성 난청을 겪고 있는 환자들을 위해 고안된 장치로, 주로 귀에 삽입되어 음향 신호를 증폭하거나 직접 청신경에 자극을 전달함으로써 청력을 개선한다.^{1,2)} 대표적인 이식형 청각기기에는 인공와우, 골전도 임플란트, 인공중이가 포함된다. 특히, 인공와우(cochlear implant)는 손상된 달팽이관의 기능을 대체하여 소리를 직접 청각 신경에 전달하는 이식형 청각기기이다. 이 장치는 외부 마이크로 수집된 소리를 전자 신호로 변환하여 내부 전극을 통해 청각 신경을 자극함으로써 소리를 인식하게 한다.³⁾ 인공와우는 심각한 난청 환자들에게 중요한 역할을 하며, 청각 기능의 복원뿐만 아니라 언어 발달, 사회적 상호작용, 학습 능력 향상에도 긍정적인 영향을 미치며, 인지 기능과 전반적인 생활 만족도에서도 큰 개선을 가져온다.⁴⁾ 전 세계적으로 이식형 청각기기 중에 인공와우 이식 건수가 가장 많으며, 이는 지속적으로 증가하는 추세를 보이기 때문에, 이식형 청각기기 중에 주로 인공와우에 대한 분석들이 많이 보고되고 있다.

세계적으로 인공와우의 현황은 다양한 연구를 통해 보고되고 있다. 인공와우는 전 세계적으로 약 70만 명 이상의 사람들이 사용하고 있으며, 청각장애인들에게 중요한 의료 기기로 자리잡고 있다.⁵⁾ 2014년까지 전 세계 청각장애 아동의 40%가 인공와우 이식을 받은 것으로 알려졌으며, 유럽 전역의 인공와우 이식 환자 수는 대부분 유럽 국가에서 2010년에 비해 2016년에 증가하였고 신생아 1000명당 1건의 발생률을 보였다.^{6,7)} 반면 성인의 인공와우 환자 수는 같은 기간 동안 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 국내에서는 인공와우와 관련된 연구가 상대적으로 부족하여 정확한 현황을 파악하는데 어려움이 있다.

이식형 청각기기에 대한 실태 조사뿐만 아니라 그 경제적

비용에 대한 분석도 필요할 것이다. 인공와우는 심각한 난청 환자들에게 청각 기능을 회복시켜주는 중요한 장치이지만, 그 경제적 비용은 상당한 부담으로 작용한다. 인공와우의 직접 및 간접 비용은 환자와 그 가족에게 큰 경제적 부담을 주며, 이는 특히 저소득층에서 더 큰 문제가 된다.⁸⁾ 실제로 저소득 국가에서는 수술 비용과 장치 자체 비용, 그리고 이식 후 지속적인 유지 비용으로 인해 인공와우 이식의 비용 대비 효과가 제한적이며, 이는 많은 잠재적 사용자에게 큰 부담이 된다.⁹⁾ 그럼에도 불구하고, 인공와우의 비용 효용 분석 결과, 인공와우는 삶의 질을 평가하는 질보정수명(quality-adjusted life year)당 약 \$15928의 비용이 발생하는 것으로 계산되었다. 이는 다른 의료 개입과 비교했을 때 매우 긍정적인 결과로, 인공와우가 삶의 질을 크게 개선하며 비용 효율성이 높다는 것을 나타낸다. 민감도 분석 결과, 실제 값의 범위는 \$12000에서 \$30000 사이로 제시되었다. 인공와우 사용이 심각한 청력 손실로 인한 삶의 질 저하를 상당히 개선한다는 점에서, 이 기술은 매우 비용 효과적인 치료법으로 평가된다.¹⁰⁾ 따라서 인공와우가 제공하는 삶의 질 향상과 사회적 통합의 혜택은 이러한 비용을 상쇄할 만큼 중요하므로, 의료 비용 부담에 대한 정확한 분석은 사회적 비용을 경감시키고 필수적인 의료 개입을 촉진하기 위한 효과적인 지원 정책의 근거가 될 것이다.

2005년 1월, 인공와우 이식술이 요양급여 대상으로 지정되면서 국민건강보험(National Health Insurance Service)의 적용을 받기 시작하였고, 2009년 7월에는 2세 미만 소아를 포함한 말·언어 발달 시기의 영구적 양측 고도 또는 심도 난청 환자에게 두 세트의 인공와우 시술에 대한 건강보험 급여가 인정되었다. 이어서, 2015년 5월에는 보건복지부가 난청 환자의 삶의 질을 개선하고 시술비의 보장성을 강화하고자 건강보험 인정 기준을 대폭 확대하였다.^{11,12)} 특히, 2017년 2월부터는 건강보험 적용 연령이 기존 15세 미만에서 19세 미만으로 확대되었으며, 이로써 반대측 또는 양측 인공와우 시술

대상 및 방법

이 필요한 환자에 대한 급여 인정 범위가 한층 넓어지게 되었다. 급여 기준은 2세 미만, 2세 이상 19세 미만, 19세 이상으로 나뉘어 건강보험이 적용되며 20%만 본인이 부담하게 되었다.¹³⁾ 2018년 10월부터는 우리나라 모든 어린이에 대해 건강보험 비용을 전액 지원하기 시작했으며, 출생 후 1개월 이내 선별검사, 3개월 이내 확인청력검사, 6개월 이내에 개입을 권고하고 있다.¹⁴⁾ 국내에서 세계보건기구(World Health Organization)의 ear and hearing care situation analysis 도구를 사용하여 수행된 과거 연구에 따르면, 우리나라의 난청 관련 의료 전달 체계 및 관리 수준은 선진국 수준에 달하는 것으로 조사되었다.¹⁵⁾ 국내에서 이식형 청각기기에 대한 수술 정보는 국민건강보험공단 데이터베이스에 기록되며, 이 데이터베이스는 인구 통계, 의료 서비스 이용 내역, 진단 정보, 처방 및 치료 정보 등을 포함하고 있어 다양한 의학적 연구에 활용된다.¹⁶⁾ 이 데이터베이스는 인공와우 및 이식형 청각기기의 진료 행태와 현황을 파악하는 데 최적의 자료를 제공하며, 이를 통해 국내 난청 환자 관리와 치료의 질을 향상시키는 데 중요한 자원이 될 수 있다.

본 연구는 국민건강보험 빅데이터를 활용하여 난청의 진료 행태를 바탕으로 국내의 연령대별, 성별에 따른 인공와우 및 이식형 청각기기의 현황에 대하여 최근 11년간(2010–2020년)의 연도별 추세 현황을 보고하고자 한다. 이를 통해 청각 장애 및 난청 환자들에게 보다 효과적인 의료 지원과 정책적 개선 방안을 마련하는 데 기여하고자 한다.

대한민국 국민의 약 97%가 건강보험에 가입된 국민건강보험공단(National Health Insurance Service)의 데이터베이스는 사실상 대한민국 전체 인구를 포함한다.¹⁶⁾ 국민건강보험 데이터는 건강보험 대상자(전국)의 병력(상병코드), 의약품 처방, 진료 행위, 건강검진 정보를 포함하고 있으며, 정보 주체를 알아볼 수 없도록 비식별화한 후 정책 및 학술연구를 위한 데이터셋을 제공한다. 본 연구는 대한청각학회-국민건강보험공단의 업무협약(MOU)을 통해 수행되었으며, 기관생명윤리위원회(IRB)의 연구 승인을 받아 수행하였다(CR321338).

난청의 조작적 정의는 이전 연구와 동일하게 세계보건기구의 제10차 국제질병분류 개정판(ICD-10)에 따른 진단코드를 사용하였다(Table 1).¹⁷⁾ 건강보험공단에서 제공한 맞춤형 데이터셋의 주진단 및 부진단에 H90, H91, H930, H833, F446의 상병코드를 포함하는 대상자는 총 6424491명이었다(Fig. 1). 이를 바탕으로 이식형 청각기기 연도별 건수, 난청의 유형 및 원인별 이식형 청각기기 건수, 연도별 인공와우 환자 수를 산출하였다. 또한, 성별 및 연령의 결측치 및 표기 오류를 포함하여 유형 및 원인별로 정의한 조작적 정의에 따라 5784429명의 난청 진단을 받은 대상자를 추출하였다. 이를 바탕으로 인공와우 환자의 주진단명에 따른 상병코드, 연령 그룹(2세 이하, 3–17세, 18세 이상)에 따른 인공와우 환자 수, 난청과 청각 장애 또는 보청기 처방에 따른 인공와우 환자 수, 의료기관과 지역별 인공와우 건수, 인공와우 환자의 보험료 20분위수, 보

Table 1. ICD-10 codes by types of hearing loss

Types of hearing loss	ICD-10	Headword
Conductive hearing loss	H90.0	Conductive hearing loss, bilateral
	H90.1	Conductive hearing loss, unilateral with unrestricted hearing on the contralateral side
	H90.2	Conductive hearing loss, unspecified
Sensorineural hearing loss		
Sensorineural	H90.3	Sensorineural hearing loss, bilateral
	H90.4	Sensorineural hearing loss, unilateral with unrestricted hearing on the contralateral side
	H90.5	Sensorineural hearing loss, unspecified
Ototoxicity	H91.0	Ototoxic hearing loss
Presbycusis	H91.1	Presbycusis
Sudden	H91.2	Sudden idiopathic hearing loss
Noise-induced	H83.3	Noise effects on inner ear
Mixed	H90.6	Mixed conductive and sensorineural hearing loss, bilateral
	H90.7	Mixed conductive and sensorineural hearing loss, unilateral with unrestricted hearing on the contralateral side
	H90.8	Mixed conductive and sensorineural hearing loss, unspecified
Other hearing loss	H91.3	Deaf mutism, NEC
	H91.8	Other specified hearing loss
	H91.9	Hearing loss, unspecified

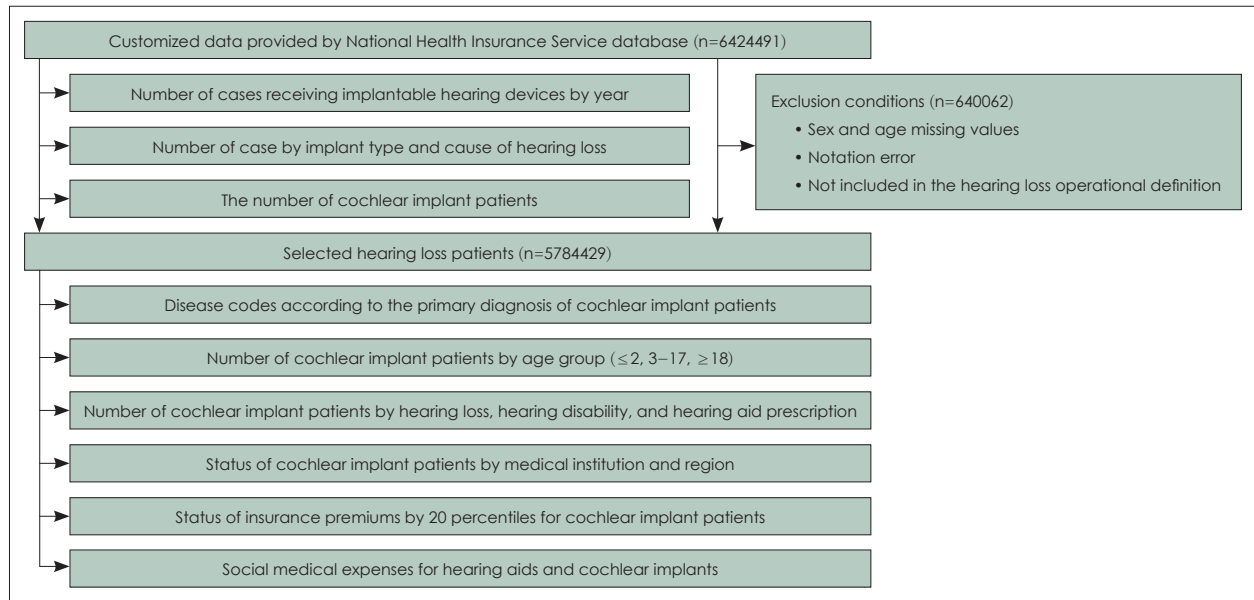


Fig. 1. Flowchart of the article. This figure illustrates the systematic flow of the research article.

Table 2. Definition of cochlear implant and devices for hearing loss patients

Classification	Code	Name
Devices		
Cochlea implant	S5800	Cochlea implant
	S5685	Cochlea implant
Bone conduction hearing aid	SZ711	Bone conduction hearing aid
Middle ear implant	S5801	Middle ear implant

Adapted from Yoon, et al. Front Neurol 2023;14:1215494.

청기와 인공와우의 사회 의료비용을 한눈에 쉽게 이해하고 파악할 수 있도록 도표로 정리하였다.

청각장애는 건강보험 청구자료의 주장애유형에서 청각장애(04)에 해당하는 환자를 포함하였으며, 보청기 및 이식형 청각기기는 질병진료 행위코드에 따라 대상자를 포함하였다 (Table 2). 인공와우이식술 시행에 따른 의료기관 데이터는 건강보험심사평가원(Health Insurance Review and Assessment Service) 빅데이터개방포털에서 환자가 진료받은 진료 행위에 대한 통계를 진료행위별로 조회하여 데이터를 추출하였다. 국민건강보험제도의 소득 수준 등 부담 능력에 따라 보험료의 차등 부과가 적용된 보험료 20분위수를 통해 소득 수준에 따른 환자 수를 구하였다. 사회 의료비용은 인공와우 코드에 해당하는 환자의 명세서를 연도별로 합산하여 계산하였다. 또한 이와 관련하여, 본 연구에서 환자 수는 명세서 기준으로, 2010년부터 2020년 사이에 한 번이라도 진료 내역이 있는 환자들을 연구 대상자에 포함하였다. 연평균 증감률은 연도별 (전년도 값-올해 값)/올해 값을 나눈 뒤 평균을 계

산하였다. 나이는 진료일자에서 출생연도를 뺀 값으로 계산하였으며, 연령대를 10세 미만, 10-19세, 20-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70-79세, 80-89세, 90세 이상으로 분류하였다. 통계 분석은 SAS 소프트웨어 버전 9.4 (SAS Institute)를 사용하였다.

결 과

이식형 청각기기 현황

2010년부터 2020년까지 11년 동안, 국내에서 시행된 이식형 청각기기인 인공와우, 골전도 임플란트, 인공중이의 연간 건수를 분석하였다(Fig. 2). 인공와우 이식 건수는 2010년 653건에서 2020년 868건으로, 연평균 3.35% 증가하였다. 골도 보청기 건수는 2014년 13건에서 2020년 108건으로, 연평균 84.19%의 급격한 증가율을 보였다. 인공중이 이식 건수는 2015년 22건에서 2020년 39건으로, 연평균 126.62% 증가하였으며, 2015년 22건에서 2016년 177건으로 약 88% 급증한 이후 2020년까지 감소하는 경향을 나타냈다.

2010년부터 2020년까지 11년간의 난청 유형 및 원인별 이식형 청각기기 시행 건수를 분석한 결과, 인공와우, 골전도 임플란트, 인공중이 모두 감각신경성 난청이 각각 약 70%, 51%, 74%로 절반 이상을 차지하였다. 세부적으로, 인공와우는 감각신경성 난청이 5836건으로 가장 많았으며, 이는 전체의 약 65%를 차지하였다. 그 다음으로 기타 난청이 약 24%로 나타났으며, 다른 난청 유형 및 원인들의 건수는 대부분 낮게 나타났다. 골도 보청기는 감각신경성 난청이 181건으로 가장

많았으며, 전체의 약 31%를 차지하였다. 기타 난청이 약 19%, 이독성 난청이 약 16%, 전음성 난청이 약 11%를 차지하였고, 난청으로 정의한 유형 및 원인별 상병코드 이외 건수는 19%로 고르게 분포하였다. 인공중이는 감각신경성 난청이 298건으로 약 71%를 차지하였으며, 기타 난청이 약 19%로 인공와

우와 유사한 비율을 보였다(Table 3).

인공와우 현황

2010년부터 2020년까지 11년간 인공와우 이식 환자의 상병코드에서 주진단 코드로 따른 건수를 분석하였다(Fig. 3). 총 8380건 중 주진단 코드로 사용된 코드는 117개로 분류되었다. 이 중 1% 이상의 비중을 차지하는 코드를 추출하였으며, 그 외 진단 코드는 총 12%를 차지하였다. H90.5 (36%), H90.3 (27%), H91.99 (11%), H91.91 (8%), H93.28 (3%) 순서대로 높은 비중을 보였다.

인공와우 환자 수는 2010년 628명에서 2020년 761명으로 연평균 2.43% 증가하였다. 연령별 연평균 증감률을 분석한 결과 10세 미만(-3.69%)과 10대(-1.37%)의 인공와우 환자 수는 11년간 대체로 감소하는 추세를 보였다. 반면, 80대(61.76%), 70대(22.57%), 60대(10.7%), 50대(6.29%), 40대(6.08%), 20대(4.91%), 30대(4.13%)에서는 연평균 증가율이 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 4).

2010년부터 2020년까지 성별에 따른 인공와우 환자 수의 비율은 남성(50.5%)과 여성(49.5%)이 유사하게 나타났다. 남성의 연령별 연평균 증감률은 80대(91.52%), 70대(23.76%), 20대(11.47%), 60대(11.45%), 50대(11.22%), 40대(4.78%), 30대(3.41%), 10대(2.79%), 10세 미만(-4.82%) 순으로 분석되었으며, 90세 이상의 환자는 2015년, 2017년, 2019년, 2020년 각각 한 명씩 관찰되었다. 여성의 연령별 연평균 증감률은 80대(50.96%), 70대(24.91%), 60대(12.36%), 30대(9.94%), 40대(9.34%), 50대(4.87%), 10세 미만(-1.74%), 10대(-2.59%) 순으로 분석되었으며, 90세 이상의 환자는 2018년과 2019년에 각각 한 명씩 관찰되었다.

2010년부터 2020년까지 인공와우 환자의 연령을 2세 이하, 3-17세, 18세 이상으로 분류하여 연도별 환자 수를 분석하였다(Fig. 5). 2세 이하의 환자 수는 2010년 75명에서 2020년 125명으로 연평균 6.5% 증가하였다. 3-17세 환자 수는 2010년 125명에서 2020년 99명으로 연평균 5.86% 감소하였다. 18세

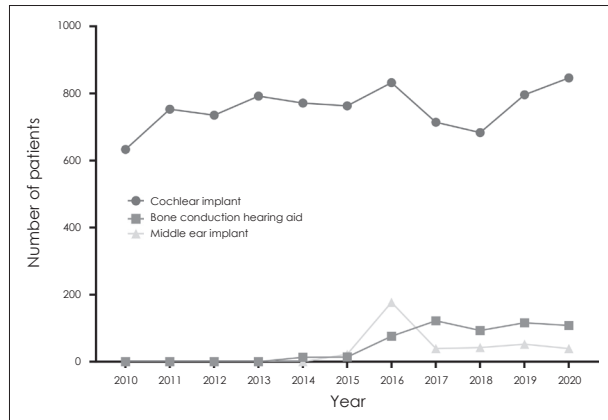


Fig. 2. Number of cases receiving implantable hearing devices by year (2010–2020): trends in cochlear implants, bone conduction hearing aids, and middle ear implants.

Table 3. Number of cases by implant type and cause of hearing loss

Types of hearing loss	Cochlea implant	Bone conduction	Middle ear implant
Conductive hearing loss	24 (0.27)	65 (11.23)	8 (1.90)
Sensorineural hearing loss			
Sensorineural	5836 (64.95)	181 (31.26)	298 (70.78)
Ototoxicity	185 (2.06)	91 (15.72)	9 (2.14)
Presbycusis	11 (0.12)	-	-
Sudden	3 (0.03)	4 (0.69)	2 (0.24)
Noise-induced	237 (2.64)	17 (2.94)	1 (0.24)
Total	6272 (69.80)	293 (50.60)	310 (73.63)
Mixed hearing loss	2 (0.02)	-	-
Other hearing loss	2155 (23.98)	111 (19.17)	81 (19.24)
Others	533 (5.93)	110 (19.00)	22 (5.23)

Data are presented as n (%).

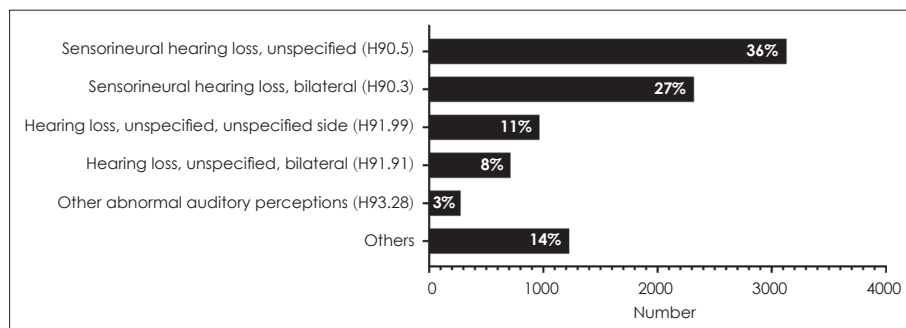


Fig. 3. Disease codes according to the primary diagnosis of cochlear implant patients (2010–2020): analysis of major ICD codes.

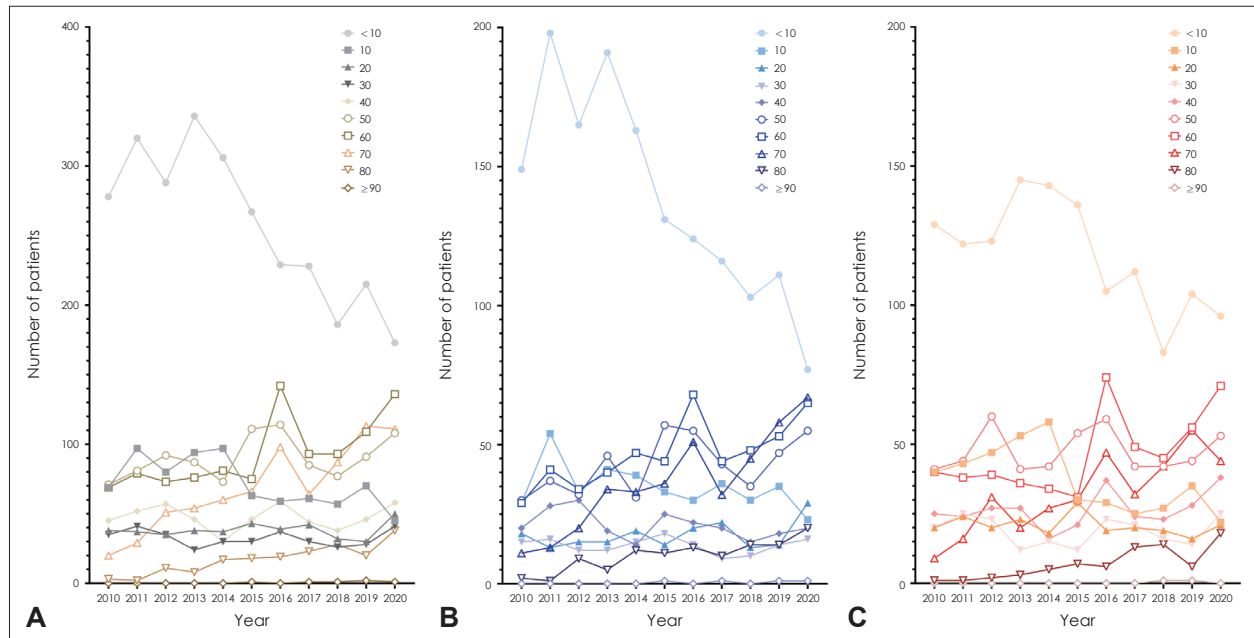


Fig. 4. Current status of cochlear implant patients. A: Total hearing aid patients. B: Male hearing aid patients. C: Female hearing aid patients. This figure represents the number of prescribed hearing aid patients by age from 2010 to 2020 over 11 years. The y-axis maximum values are the same for both males and females. The number of cochlear implant patients increased from 628 in 2010 to 761 in 2020, with an average annual growth rate of 2.43%. While the number of patients under 10 and in their teens decreased, there was a significant increase in patients in their 80s, 70s, and 60s. The distribution of male and female patients was similar.

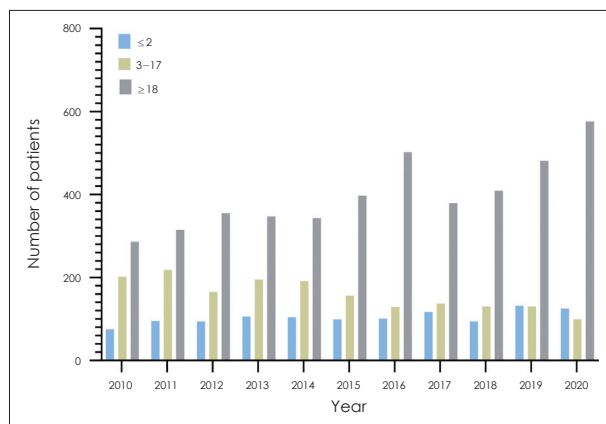


Fig. 5. Number of cochlear implant patients by age group (≤ 2 , 3-17, ≥ 18). From 2010 to 2020, the number of patients aged 2 years or younger and 18 years or older increased annually by 6.5% and 8.24%, respectively, while the 3 to 17-year-old group decreased by 5.86%.

이상 환자 수는 2010년 286명에서 2020년 576명으로 연평균 8.24% 증가하였다.

2010년부터 2020년까지 11년간 난청, 청각장애, 보청기 유무에 따른 인공와우 환자 수를 분석하였다(Fig. 6). 인공와우 이식 전 난청과 청각장애 진단 환자 수를 비교한 결과, 청각장애를 진단받지 않고 인공와우 이식을 받은 환자 비율이 2010년 18%에서 2020년 26%로 연평균 6.1% 증가하였다. 또한, 인공와우 이식 전 보청기 처방 환자 수는 2010년 67명

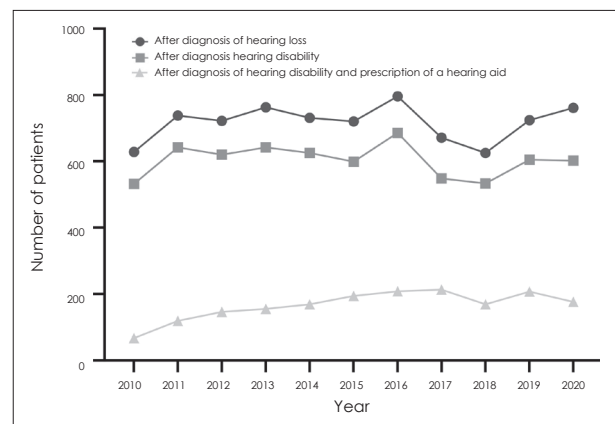


Fig. 6. Number of cochlear implant patients by hearing loss, hearing disability, and hearing aid prescription. From 2010 to 2020, the proportion of patients receiving cochlear implants without a hearing disability diagnosis increased from 18% to 26%. The number of patients with a hearing aid prescription before implantation also increased by an average of 12.68% annually.

서 2020년 176명으로 연평균 12.68% 증가하였다. 첫 청각장애 진단 후 첫 인공와우 이식까지의 평균 기간은 약 850일이었으며, 첫 보청기 처방 후 인공와우 이식까지의 평균 기간은 약 631일이었다.

건강보험심사평가원에서 제공하는 인공와우 진료행위코드 'S5800' 데이터 분석 결과, 2010년 568건에서 2022년 1044건으로 연평균 6.15% 증가율을 보였다. 2022년 기준으로 서울

이 566건으로 전체의 약 54%를 차지하여 가장 높은 비율을 보였으며, 경기도가 314건으로 약 30%, 부산이 약 5%로 나타났다(Fig. 7A).

건강보험공단의 'S5800', 'S5685' 진료행위코드 분석 결과, 2010년 653건에서 2020년 843건으로 연평균 3.06%의 증가율을 기록하였다. 2020년 기준으로 경기도가 239건으로 전체의 약 28%를 차지하여 가장 많은 비율을 보였으며, 서울이 192건으로 약 23%를 차지하였다. 그 외에도 충남(5.1%), 경북과 경남(4.97%), 인천과 강원(4.39%), 충북(4.15%), 전북(3.91%), 대구(3.56%), 부산(3.44%) 등 다양한 지역에서 거주하는 환자가 포함되었다(Fig. 7B).

2010년부터 2020년까지 11년간 인공와우 이식 환자를 대상으로 보험료 20분위수를 분석하였다(Fig. 8). 보험료 19분위의 환자 수가 514명으로 전체의 7.93%를 차지하며 가장 높은 비율을 보였다. 보험료 1분위의 환자 수는 589명으로 전체의 6.24%를 차지한 반면, 보험료 2분위는 176명으로 전체의 2.72%를 차지하여 낮은 환자 수를 보였다. 이후 보험료 20분위에서는 463명으로 전체의 7.15%를 차지하며 분위수가 높아질수록 환자 수가 증가하는 경향을 나타냈다.

난청 및 장애진단 환자를 대상으로 첫 보청기 처방 환자와 첫 인공와우 이식 환자의 사회의료비용을 총 의료비용과 평균 의료비용으로 나누어 분석하였다(Fig. 9). 첫 보청기 진단 후 총 사회의료비용은 2010년 4782백만 원에서 2020년 51680백만 원으로 연평균 28.87%의 증가율을 보였다. 반면, 첫 인공와우 이식 후 총 사회의료비용은 2010년 12630백만 원에서 2020년 24070백만 원으로 연평균 7.33%의 증가율을 보였다. 평균 사회의료비용 분석 결과, 첫 보청기 진단 환자의 평균 비용은 2010년 75352원에서 2020년 93865원으로 연평균 2.44% 증가하였다. 첫 인공와우 이식 환자의 평균 비용은 2010년 1405750원에서 2020년 278440원으로 연평균 11.58% 감소하였다.

고 찰

본 연구는 국민건강보험공단 빅데이터를 활용하여 2010년부터 2020년까지 11년 동안 인공와우 및 이식형 청각기와 관련된 전반적인 현황을 파악하였다. 국민건강보험 빅데이터는 전 국민의 약 97%가 가입되어 있어 국가적 데이터를 통해 국내 현황 파악하는 데 유용하지만, 병·의원 접근성이 좋은 국내 의료환경에서도 질환은 있지만 병·의원에 내원하지 않은 환자들의 현황은 집계되지 않는다는 일반적 한계가 있어 해석에 주의가 필요하다.¹⁶⁾ 그럼에도 불구하고, 국내에서는 보험 적용을 통한 시술이 가능해짐에 따라 국내 이식형 청각

기기 현황을 더욱 효과적으로 파악할 수 있게 되었다.

이식형 청각기기 중에 골전도 임플란트와 인공중이는 각각 2014년과 2011년에 국내에서 첫 수술이 시행되었으며, 이에 대한 건강보험 급여 기준은 2013년과 2015년에 최초로 도입되었다.^{18,19)} 이에 따라 건강보험공단 데이터베이스에는 각각 2014년과 2015년부터 집계되기 시작하였다. 2010년부터 2020년까지 이식형 청각기기의 현황을 검토한 결과, 2016년 모든 이식형 청각기기의 이식 건수가 증가한 주요 원인으로 2015년 정부의 보청기 급여 기준 금액 상승이 청각장애 환자 수 증가에 영향을 미친 것으로 추정된다.¹⁷⁾ 이 중 인공와우 이식 건수가 가장 많았으며 지속적으로 증가하는 추세를 보였다. 이에 본 연구는 인공와우에 대한 면밀한 검토를 주요 분석 대상으로 삼았다. 난청 유형 및 원인별로 이식형 청각기기 이식 건수를 분석한 결과, 감각신경성 난청으로 진단받은 환자가 절반 이상을 차지했으며, 그 다음으로 기타 난청 환자가 뒤를 이었다. 인공와우와 인공중이는 기본적으로 마이크로폰을 통해 소리를 받아 신호처리(signal process)에서 처리한 후 진동체를 통해 소리를 중이에 전달하는 구조를 가지며, 주로 감각신경성 및 혼합형 난청자에게 쓰인다. 반면, 골전도 임플란트는 측두골에 부착된 골전도 진동체를 이용해 음향 신호를 기계적 진동으로 변환하여 외이도와 이소골을 거치지 않고 내이로 직접 전달한다. 이 때문에 중이에 문제가 있는 전음성 난청 환자에게도 사용되며, 전음성 난청의 비율이 인공와우와 인공중이에 비해 높은 것으로 나타났다.²⁰⁾ 또한, 세 가지 이식형 청각기기 모두에서 기타 난청 비율이 높게 나타났다. 인공와우의 주진단 코드에 따른 상병코드에서도 감각신경성 난청이 65%, 기타 난청이 21%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 비특이적 진단명이 실제 감각신경성과 혼합성 난청 등에 포함하고 있음을 시사한다.

인공와우 환자 수는 2010년부터 2020년까지 연평균 2.43%의 증가율을 보이며 매년 일정한 증가 추세를 유지하였다. 연령별 분석 결과, 2010년에는 10세 미만 환자 수가 278명으로 가장 많았으나, 이후 몇 년간 증감을 반복하다가 2020년에는 173명으로 급격히 감소하는 양상을 보였다. 반면, 20대 이상 연령층에서는 전반적으로 환자 수가 증가하는 경향을 보였으며, 특히 고령층에서 환자 수의 급격한 증가가 관찰되었다. 이러한 변화는 초기에는 주로 신생아를 대상으로 수술이 이루어졌으나, 최근 고령층에서도 인공와우의 효과가 입증됨에 따라 수술이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석된다.²¹⁾ 2세 이하, 3-17세, 18세 이상의 연령대로 구분하여 건강보험 급여 기준에 따른 동향을 파악한 결과, 유아기 및 청소년기에 해당하는 3-17세의 환자 수는 2010년부터 2020년까지 11년 동안 감소하는 추세를 보였다. 반면, 영아에 해당하는 2세 이하와

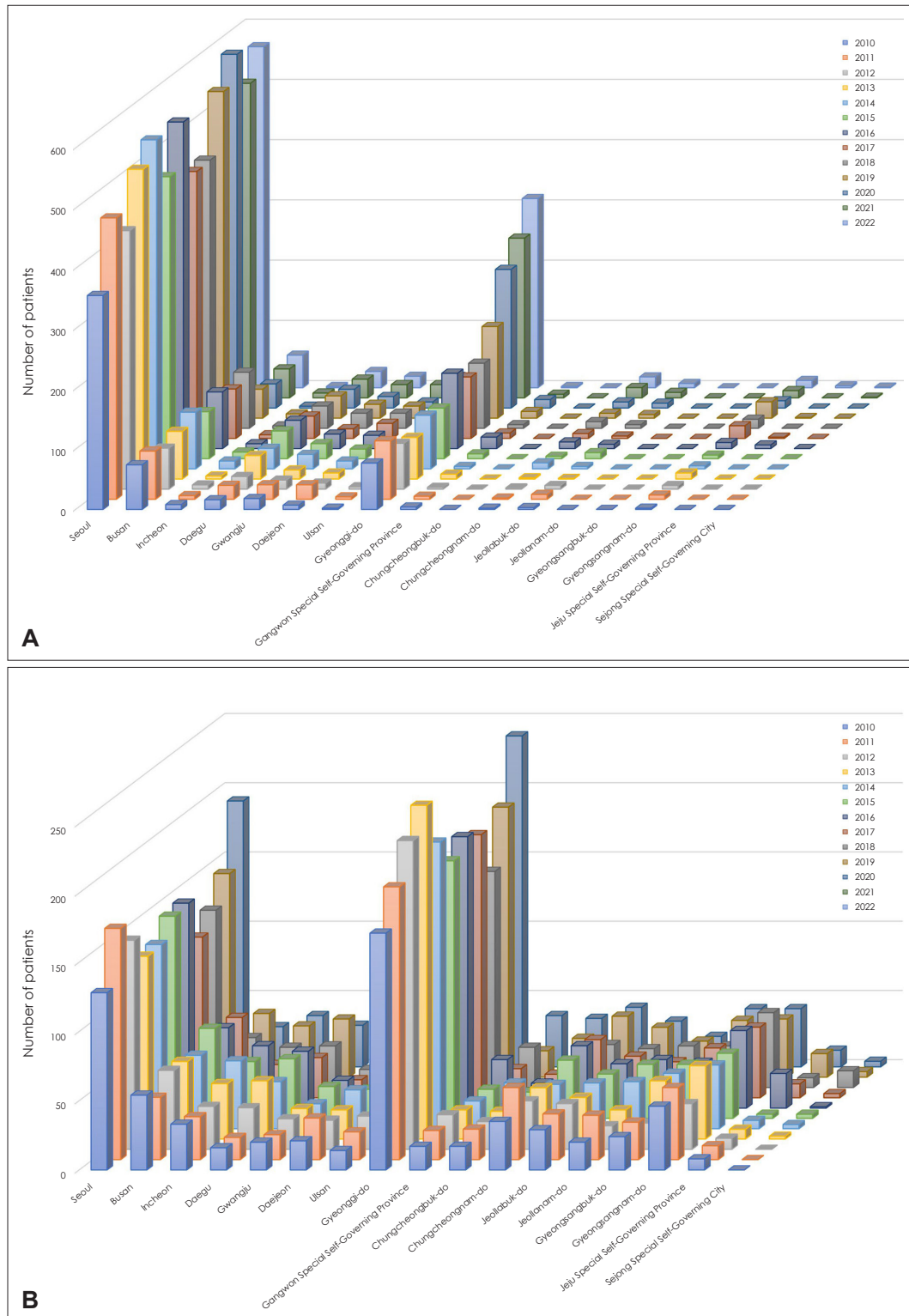


Fig. 7. Status of cochlear implant patients by medical institution and region. A: Number of cochlear implant procedures by medical institution and region extracted from Health Insurance Review and Assessment Service. B: Number of cochlear implant patients by residential area extracted from National Health Insurance Service. From 2010 to 2022, cochlear implant procedures increased by an average of 6.15% annually, with Seoul accounting for 54% of cases in 2022. Similarly, from 2010 to 2020, the number of patients grew by 3.06% annually, with Gyeonggi-do and Seoul having the highest patient numbers.

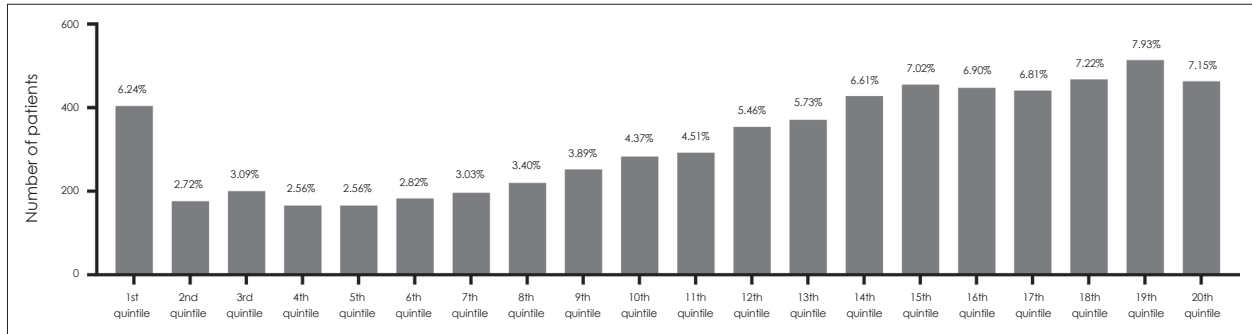


Fig. 8. Status of insurance premiums by 20 percentiles for cochlear implant patients. From 2010 to 2020, the number of patients in the 19th quintile was the highest at 7.93%. The number of patients generally increased with higher insurance premium percentiles.

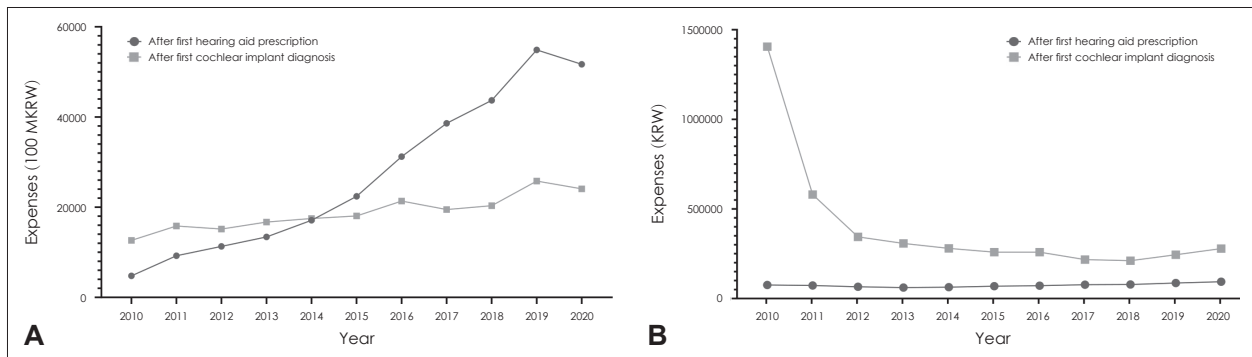


Fig. 9. Social medical expenses for hearing aids and cochlear implants. A: Total social medical expenses. B: Average social medical expenses. From 2010 to 2020, total social medical expenses for hearing aids increased by an average of 28.87% annually, while those for cochlear implants grew by 7.33%. The average expenses for hearing aids slightly increased, whereas those for cochlear implants significantly decreased over the same period.

성인에 해당하는 18세 이상의 환자 수는 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 선천성과 후천성 요인 모두에서 환자 수가 증가하고 있음을 시사한다.

난청 진단, 청각장애 진단, 그리고 보청기 처방을 모두 고려하여 인공와우 이식을 받은 환자 수를 분석한 결과, 난청 진단만 받고 청각장애 진단이나 보청기 처방 없이 인공와우 이식을 받은 환자 수가 가장 많았다. 또한, 보청기 처방 후 인공와우 이식을 받은 환자 수 역시 증가하는 추세를 보였는데, 이는 청력이 악화되는 환자가 점차 늘어나고 있음을 시사한다. 더불어, 첫 청각장애 진단 후 인공와우 이식까지의 평균 기간과 첫 보청기 처방 후 인공와우 이식까지의 평균 기간을 비교한 결과, 보청기 처방을 받은 환자가 더 짧은 기간 내에 인공와우 이식을 받는 경향이 확인되었다. 이는 인공와우가 필요할 정도로 청력이 손상된 환자들이 보청기 처방 과정에서 불필요한 시간이 소요될 가능성을 보여주며, 청력 관리 과정에서 효율성을 향상시킬 필요성을 시사한다.

본 연구에서 인공와우 시술 환자들이 주로 수도권, 특히 서울과 경기도에 집중되어 있음을 확인하였다. 이는 다양한 지역에 거주하는 환자들이 인공와우 이식을 위해 서울과 경기 지역의 의료기관으로 집중된다는 것을 시사한다. 2022년

까지 수집된 건강보험심사평가원의 진료행위코드 'S5800' 데이터를 분석한 결과, 인공와우 시술 건수는 꾸준히 증가하고 있으며, 수도권에서의 시술 비율이 전체의 80% 이상을 차지하고 있었다. 이러한 결과는 수도권 의료기관에 대한 높은 의존도를 반영하며, 인공와우 이식의 접근성을 개선하기 위해 지역별 의료 인프라를 강화할 필요성을 시사한다.

인공와우 이식 환자를 소득 계층별 건강보험료 기준으로 분석한 결과, 소득에 따른 인공와우 이식의 접근성에 격차가 존재함을 확인하였다. 특히, 보험료 1분위에 해당하는 환자 수가 상대적으로 많았으며, 보험료 수준이 높아질수록 환자 수가 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 결과는 소득이 높은 환자들이 인공와우 이식에 대한 접근성이 더 우수하다는 것을 시사한다.

첫 보청기 처방 환자와 첫 인공와우 이식 환자의 사회의료 비용을 총 의료비용과 평균 의료비용으로 나누어 분석한 결과, 인공와우 이식 후 초기 의료비용이 높게 나타났다. 이는 인공와우 기기 자체의 높은 가격 외에도 수술 전 검사와 재활 과정(맵핑과 언어치료)에 소요되는 비용이 포함되었기 때문으로 해석된다. 장기적으로 인공와우 이식은 보청기와 같은 대체 치료에 비해 난청이 있는 개인에게 비용 효율적인 중

재임을 시사한다. 특히, 2010년에는 보청기 처방 환자보다 인공와우 이식 환자의 사회의료비용이 더 높았으나, 이후 보청기의 사회의료비용이 급격히 증가하면서, 2020년에는 보청기 처방 환자의 총 사회의료비용이 인공와우 이식 환자보다 더 높은 수준을 보였다. 이는 보청기 처방 환자들이 이비인후과 외 다른 질병으로 인해 병원을 자주 방문함에 따라 추가적인 의료비용이 발생했기 때문으로 분석된다. 반면, 인공와우 이식 환자들의 경우, 초기 높은 비용 이후 상대적으로 안정적인 의료비용을 유지하는 경향이 나타났다. 이러한 결과는 인공와우 이식이 초기 비용은 높지만 장기적으로는 보청기보다 비용 효율적인 치료 방법이 될 수 있음을 시사하며, 심도 난청 환자들에게 인공와우 이식이 보다 효과적인 중재로 작용할 가능성을 보여준다.

본 연구는 건강보험공단 빅데이터를 활용하여 2010년부터 2020년까지 국내 인공와우 및 이식형 청각기기의 현황을 심층적으로 분석한 결과를 제시한다. 이를 통해 인공와우와 같은 청각기기가 국내에서 어떻게 활용되고 있으며, 그 사회적 및 경제적 영향이 어떻게 변화해왔는지를 명확히 파악할 수 있었다. 특히, 지역별 및 소득 계층별 차이를 확인함으로써 인공와우 이식에 대한 접근성과 의료비용의 효율성에 대한 새로운 통찰을 제공하였다. 다만, 본 연구는 건강보험공단 빅데이터를 기반으로 의료기관을 통해 이루어진 행위만을 분석하였기에 비급여로 진행된 사례는 포함되지 않았음을 한계로 지낸다.

본 연구는 대한청각학회와 국민건강보험공단의 업무협약(MOU)에 따라 수행된 세 번째 정책 연구로, 저자들은 향후 연구에서 이러한 데이터를 더욱 심층적으로 분석하여 난청 및 청각장애인의 재활과 치료 접근성을 개선하고 효율적인 건강 정책 수립 방안을 모색할 계획이다. 또한, 본 연구의 결과는 국내를 넘어 국제적인 청각 연구와 협력의 기초 자료로 활용될 수 있으며, 이를 통해 글로벌 수준에서의 난청 빅데이터 연구에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

Acknowledgments

This study was conducted under the Memorandum of Understanding (MOU) between the Korean Audiological Society and the National Health Insurance Service.

Author Contribution

Conceptualization: Young Joon Seo, Junhun Lee, Tae Hoon Kong. Data curation: Junhun Lee, Chul Young Yoon, Jiwon Kim. Formal analysis: Junhun Lee, Chul Young Yoon, Tae Hoon Kong. Funding acquisition: Young Joon Seo. Investigation: Junhun Lee. Methodology: Junhun Lee, Tae Hoon Kong. Project administration: Young Joon Seo, Tae Hoon Kong. Resources: Junhun Lee, Chul Young Yoon. Software: Junhun Lee, Chul Young Yoon, Jiwon Kim. Supervision: Young Joon Seo, Tae Hoon Kong. Validation: all authors. Visualization: Junhun Lee, Chul Young Yoon, Jiwon Kim.

Writing—original draft: Junhun Lee. Writing—review & editing: all authors.

ORCIDs

Junhun Lee	https://orcid.org/0000-0002-7190-5312
Chul Young Yoon	https://orcid.org/0000-0003-0162-1741
Jiwon Kim	https://orcid.org/0009-0003-0673-7505
In-Ki Jin	https://orcid.org/0000-0002-0834-5981
Michelle J. Suh	https://orcid.org/0000-0001-6345-7671
Wan-Ho Cho	https://orcid.org/0000-0001-5606-6293
Hyo-Jeong Lee	https://orcid.org/0000-0003-2258-0803
Seong Jun Choi	https://orcid.org/0000-0003-4478-9704
Dongchul Cha	https://orcid.org/0000-0002-0043-5026
Kyung Ho Park	https://orcid.org/0000-0003-1485-3250
Soo Hee Oh	https://orcid.org/0000-0002-3745-1484
Young Joon Seo	https://orcid.org/0000-0002-2839-4676
Tae Hoon Kong	https://orcid.org/0000-0002-5612-5705

REFERENCES

- 1) Banakis Hartl RM, Jenkins HA. Implantable hearing aids: where are we in 2020? *Laryngoscope Investig Otolaryngol* 2020;5(6):1184-91.
- 2) Bruschini L, Forli F, Santoro A, Bruschini P, Berrettini S. Fully implantable Otologics MET Carina device for the treatment of sensorineural hearing loss. Preliminary surgical and clinical results. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2009;29(2):79-85.
- 3) Babajanian EE, Dornhoffer JR, Driscoll CLW. Fully implanted cochlear implants. *Curr Otorhinolaryngol Rep* 2024;12:61-5.
- 4) Almomani F, Al-Momani MO, Garadat S, Alqudah S, Kassab M, Hamadneh S, et al. Cognitive functioning in deaf children using cochlear implants. *BMC Pediatr* 2021;21(1):71.
- 5) Bekele Okuba T, Lystad RP, Boisvert I, McMaugh A, Moore RC, Walsan R, et al. Cochlear implantation impact on health service utilisation and social outcomes: a systematic review. *BMC Health Serv Res* 2023;23(1):929.
- 6) Humphries T, Kushalnagar P, Mathur G, Napoli DJ, Rathmann C. Global regulatory review needed for cochlear implants: a call for FDA leadership. *Matern Child Health J* 2020;24(11):1345-59.
- 7) De Raevle L, Archbold S, Lehnhardt-Gorjany M, Kemp T. Prevalence of cochlear implants in Europe: trend between 2010 and 2016. *Cochlear Implants Int* 2020;21(5):275-80.
- 8) Crowson MG, Semenov YR, Tucci DL, Niparko JK. Quality of life and cost-effectiveness of cochlear implants: a narrative review. *Audiol Neurotol* 2017;22(4-5):236-58.
- 9) Bodington E, Saeed SR, Smith MCF, Stocks NG, Morse RP. A narrative review of the logistic and economic feasibility of cochlear implants in lower-income countries. *Cochlear Implants Int* 2021;22(1):7-16.
- 10) Wyatt JR, Niparko JK, Rothman M, deLissovoy G. Cost utility of the multichannel cochlear implants in 258 profoundly deaf individuals. *Laryngoscope* 1996;106(7):816-21.
- 11) Health Insurance Review and Assessment Service. Increased health insurance coverage criteria for cochlear implants [online] [cited 2024 Oct 28]. Available from: URL: http://rulesvc.hira.or.kr/lmxsrvc/law/johistory.srv?SEQ=62&SEQ_HISTORY=1487&SEQ_CONTENTS=205724.
- 12) National Health Insurance Service. Eligibility for coverage of artificial ear cochlear implant under health insurance benefits [online] [cited 2024 Oct 28]. Available from: URL: <https://www.nhis.or.kr/nhis/policy/wbhaea03900m01.do?mode=view&article>

- No=10823360.
- 13) Ministry of Health and Welfare. Expanded age criteria for cochlear implant eligibility. 2017 [online] [cited 2024 Oct 28]. Available from: https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&act=view&list_no=219949&tag=&nPage=1.
 - 14) Korean Audiological Society. [Korean newborn hearing screening guideline update]. Seoul: Hyun Publisher;2018. Korean
 - 15) Lee J, Yoon CY, Lee J, Kong TH, Oh SH, Seo YJ. A situational analysis of ear and hearing care in South Korea using WHO ear and hearing care situation analysis tool. *Front Public Health* 2023; 11:1215556.
 - 16) Kyoung DS, Kim HS. Understanding and utilizing claim data from the Korean National Health Insurance Service (NHIS) and Health Insurance Review & Assessment (HIRA) database for research. *J Lipid Atheroscler* 2022;11(2):103-10.
 - 17) Yoon CY, Lee J, Kong TH, Seo YJ. Effect of changes in the hearing aid subsidy on the prevalence of hearing loss in South Korea. *Front Neurol* 2023;14:1215494.
 - 18) National Health Insurance Service. Criteria for approval of bone conduction hearing aid implantation surgery [online] [cited 2024 Oct 28]. Available from: URL: <https://www.nhis.or.kr/nhis/policy/wbhaea03900m01.do?mode=view&articleNo=10825735>.
 - 19) National Health Insurance Service. Reimbursement criteria for middle ear implantation [online] [cited 2024 Oct 28]. Available from: URL: <https://www.nhis.or.kr/nhis/policy/wbhaea03900m01.do?mode=view&articleNo=10826269>.
 - 20) Lee KY. [Implantable hearing devices]. *J Clinical Otolaryngol* 2015;26(2):147-53. Korean
 - 21) Issing C, Holtz S, Loth AG, Baumann U, Pantel J, Stöver T. Long-term effects on the quality of life following cochlear implant treatment in older patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2022;279(11): 5135-44.