

# 노인성 이명

부산대학교 의학전문대학원 이비인후과학교실,<sup>1</sup>  
부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 이비인후과학교실<sup>2</sup>

오세준<sup>1</sup> · 이일우<sup>2</sup>

## Age-Related Tinnitus

Se-Joon Oh, MD<sup>1</sup> and Il-Woo Lee, MD, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University School of Medicine, Pusan National University Hospital, Busan; and <sup>2</sup>Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Pusan National University School of Medicine, Yangsan Pusan National University Hospital, Yangsan, Korea

### 서 론

인구의 고령화는 전세계적인 추세이며 이로 인해 이비인후과를 방문하는 환자에서 차지하는 노인환자의 수도 점진적으로 증가 추세에 있고 65세 이상의 이비인후과 노인환자 중에 이과영역의 환자가 차지하는 비중이 가장 높다.<sup>1)</sup> 2011년 미국에서 조사한 바에 따르면 이과적 문제로 외래 방문한 65세 이상의 노인 환자 중 가장 많은 질병은 감각신경성 난청이었으며, 그 다음으로 이명, 메니에르병, 전정신경염, 양성돌발성두위변환성현훈의 순이었다.<sup>2)</sup> 노인에서의 이명의 유병률은 약 10% 이상으로 보고 되고 있는데, 실제 임상 혹은 생활에서 이명을 경험하는 경우는 이보다 훨씬 많을 것으로 생각된다.<sup>3)</sup>

감각신경계에서 발생하는 여러가지 질환의 가장 흔한 발병 원인은 노화와 관련된 변화(Age-related changes)이다. 청각에서의 노화에 의한 가장 흔한 변화는 고음역에서 시작하는 청력 역치의 상승이며, 역치의 상승은 고주파 뿐 아니라 점차 낮은 주파수로도 진행하면서 전체적인 청력 역치는 점점 높아진다. 또한 청력 역치가 상승

하고 소리처리능력이 저하되어 음운감퇴(phonemic regression)현상이 발생할 수 있다. 청각에서 노화는 이명과 동반하는 경우가 아주 흔하지만 반드시 그런 것은 아니며, 청력저하가 미미할 때에도 이명은 동반될 수 있다.

노인에서 이명은 그 자체로 삶의 질을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 기억력이나 주의력이 필요한 행위에 영향을 미치고, 우울증의 독립적인 위험 인자로도 보고되고 있다.<sup>4-6)</sup> 최근에는 소리의 위치를 파악하는데(sound localization)에도 부정적인 영향을 미친다고 알려졌다.<sup>7)</sup> 일반적으로 청력저하가 소리 위치파악 능력을 감소시키는 것은 이미 알려진 사실이지만, 노인의 경우 이명 자체가 소리의 방향 구분에 영향을 미칠 수 있음이 확인된 것이다. 노화로 인해 소음환경에서 청각수행력은 저하되는데, 이명자체가 내부 소음으로서 소리위치 파악을 더욱 어렵게 하여 청각수행력은 더욱 악화된다.<sup>8)</sup>

여기서는 노인이비인후과 영역에서 흔한 문제인 이명에 대한 여러 문헌 및 최신지견의 고찰을 통하여 청각계의 노화에 대한 병리를 살펴보고 이에 따른 임상적인 특징도 알아보려고 한다.

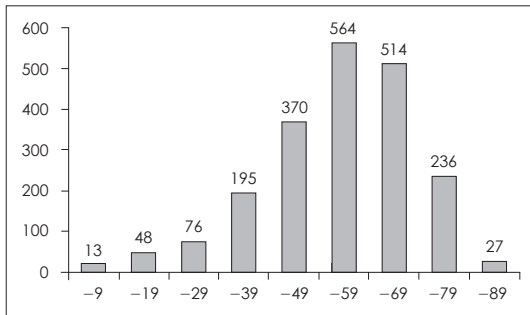
### 노인성 이명의 유병률(Epidemiology of Age-Related Tinnitus)

이명의 유병률에 대한 정확한 자료는 부족하며 특히

교신저자 : 이일우, 626-770 경남 양산시 물금읍 금오로 20  
부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 이비인후과  
학교실

전화 : (055) 360-2651 · 전송 : (055) 360-2162

E-mail : entgate@gmail.com



**Fig. 1.** Age distribution of tinnus patients at Pusan National University Yangsan Hospital during 2009-2013 at outpatient clinic.

노인에서의 이명은 체계적인 검사와 지속적인 추적관찰이 어려워 잘 알려져 있지 않다. 이명은 노인성 난청(presbycusis)과 연관이 많으며 유병률(prevalence)은 8%에서 17%까지 다양하게 알려져 있으며, 이환율(Incidence)은 6% 정도로 보고 된다.<sup>9)</sup> 양산부산대학교 병원에 2009년부터 2014년 까지 이명을 주소로 내원한 2043명의 이명 환자 중의 연령별 분포는 50대가 564명 60대가 514명으로 5~60대에 가장 많은 분포를 보였다(Fig. 1).

이 중 65세 이상 노인환자는 473명으로 23.2%를 차지하였는데 이는 18세 이하의 소아청소년의 55명(2.7%)과는 차이를 보였다. 전체 이명환자 2043명 중 남자는 968명(47.4%), 여자는 1,075명(52.6%)이었는데, 65세 이상 노인 474명 중 남자는 182명(38.4%), 여자는 292명(61.6%)의 분포를 보여 나이가 많을수록 여성에서 이명이 많은 것을 알 수 있었다. 이와 같이 연구자마다 유병률이 다양한 이유는 각각의 연구 별로 나이나 성별 분포가 다르고, 이명에 대한 정의가 일관되지 못하다는 점, 이명 증상을 기술하는 방법에서 연구자 별로 통일되지 않고 차이가 있기 때문이다.<sup>10)</sup> 이명은 난청처럼 객관적인 방법으로 측정될 수 없고, 그 평가는 환자 본인의 심한 정도에 대한 스스로의 판단에 좌우되는데 이것 또한 이명의 유병률에 대한 연구자마다 다양한 차이의 주원인이 되는 것으로 보인다. 65세 이상의 대부분의 사람들은 어떤 형태로든 이명을 경험하지만, 유병률에 대한 연구의 대부분은 일정 강도 이상의 심한 이명을 가진 환자만을 포함시키고 있다. 대부분의 유병률에 대한 연구는 설문조사로 이루어지며 그 조사 결과는 이명강도에 따른 심한 정도의 정의뿐만 아니라 환자본인의 이명 인식에 대한 설

문의 말투나 표현 방식에도 영향을 받는다. 한가지 흥미로운 결과는 연령이 증가함에 따라 이명의 이환율(incidence)은 의미 있게 감소한다는 것이다.<sup>9)</sup> 이것은 노인에서 이명의 유병률(prevalence)의 증가가 이명이 나이가 많아질수록 반드시 증가한다는 것은 아니라는 의미이다. 선택적인 사망률이 연령이 증가함에 따라 이환율이 감소하는데 역할을 하는 것으로 생각되는데, 예를 들면 이명과 심혈관계 질환 사이의 유사성에 대한 연구에서 이명을 가진 환자들은 심혈관계질환으로 조기에 사망하게 되고 이로 인해 이명의 이환율은 연령에 따라 감소하게 된다.<sup>11)</sup> 하지만 나이가 증가하거나 소음에 노출될수록 이명의 유병률은 증가하는 것으로 보인다.<sup>12)</sup> 이명은 난청의 정도뿐만 아니라 청력도의 형태와도 관계가 있다. 즉, 평평한 청력도(flat audiogram)를 가지는 환자보다는 고주파 난청이 심한 경우(high frequency steeply sloping audiogram)에서 더 흔하다.<sup>13)</sup> 이명은 약물의 사용에 따라 영향을 받기도 하는데, 이뇨제(특히 loop diuretics), 살리실산(아스피린)처럼 이명과 관련된 약물의 사용은 연령에 따라 증가하고 이것도 나이가 증가함에 따라 이명 발생이 늘어나는 원인이 될 수 있다.<sup>14)</sup> 노인성 난청에서처럼, 소음, 여러 화합물, 환경물질의 노출 같은 환경적인 요인도 난청을 유발하고 이명 발생에 영향을 미친다. 이러한 요인들은 여성보다는 남성에서 흔하므로 이명도 남성에서 더 호발한다.<sup>13)</sup>

## 노인성 난청의 병리 (Pathology of Presbycusis)

노인성 이명을 설명하기 위해서는 노인성 난청의 병리 기전을 먼저 이해하고 이명과의 관련성을 아는 것이 필요하다. 많은 연구에서 유모세포, 특히 외유모세포가 노인성 난청에서 손상을 받으며 주로 외유모세포의 기능저하나 손상이 순음청력도로 표현되는 난청을 유발한다.<sup>15)</sup> 외유모세포는 기저막(basilar membrane)을 진동하면서 증폭하는 작용을 하지만 음성신호의 전달에는 참여하지는 않으며 이것은 내유모세포의 역할이다.<sup>16)</sup> 비록 노인성 난청 환자의 와우에서 형태학적 변화가 설득력이 있지만 그것이 노인성 난청의 유일한 원인은 아니다. 노화와 함께 정상적으로 발생하는 청각계의 다른 변화 또한

청력저하를 유발할 수 있다. 외유모세포의 풍부한 원심성(efferent) 신경분포는 외유모세포의 기능이 중추신경계로부터의 신호에 의해 조절 될 수 있게 한다. 그래서 청각신경계에 영향을 주는 뇌의 가소성변화(plastic change)는 와우 증폭기(amplifier)에서 증폭의 변화를 유발하고 이는 와우에서 신호전달과정에 영향을 줄 수 있다. 이것은 노화와 함께 청력이 나빠지는 병인은 와우 뿐만 아니라 중추신경계에도 존재함을 의미한다. 구심성(afferent) 신경전달물질인 글루타메이트(glutamate)의 증가는 그 농도가 높을 때 직간접적인 신경독성 효과를 발휘할 수 있다.<sup>17)</sup> 노화에 따른 도파민(dopamine) 수용체의 감소 또한 이명 발생에 관여한다.<sup>18)</sup> 뿐만 아니라 억제성 신경전달물질인 GABA(Gamma-AminoButyric Acid)의 소실도 노인성 난청과 이명을 촉진시킨다.<sup>19)</sup> 여성 호르몬도 난청에 관여할 수 있는데,<sup>20)</sup> 에스트로겐(Estrogen)은 뇌간유발반응(ABR)에서 그 영향을 보인 것처럼 청각신경 기능에 영향을 미친다.<sup>21)</sup> 여성호르몬은 GABA 수용체의 기능을 조절할 수 있는 것으로 알려져 있는데, 여성호르몬의 노화에 따른 변화가 노인성 난청에 영향을 주고 이런 효과가 노인성 난청 발달에서 남성과 여성의 차이를 유발한다.<sup>22)</sup> 이렇듯 노인성 난청의 병리는 단순히 유모세포가 손상을 받는 것 보다 훨씬 복잡하다. 청각신경계는 어떤 형태론든 정상유모세포(특히 외유모세포)가 손상을 받거나 비정상적인 기능을 가지게 되는데 영향을 미칠 수 있다. 와우 유모세포에 대한 손상이 그 자체로 증상을 유발하지만 한편으로는, 유모세포의 병적인 상태 역시 과활동성(hyperactivity), 정보의 재방향성(redirection)의 증상을 유발하는 신경 가소성의 과정을 촉진시킬 수 있다. 이것이 와우 유모세포의 손상이 노화와 관련된 증상에 대한 유일한 원인이 아니라는 것에 대한 설명이 될 수 있다. 그러므로 유모세포가 손상되었을 때 발생하는 청력저하는 이런 손상에 의해서뿐만 아니고 청각 중추 경로의 기능이 변화됨으로서 발생한다. 따라서 노인성 난청과 이명은 와우의 손상과 청각중추의 변화의 복잡한 조합의 결과라고 할 수 있다.<sup>23,24)</sup>

청각계 질환에 대한 지식이 발전할 수록 이제는 점점 와우와 신경계질환 사이의 경계가 불분명해지고 있다. 노인은 비록 보청기의 사용으로 음은 증폭되어 소리크기

는 보강되더라도 말소리 이해도가 떨어져 어음인지가 어려운 점이 흔하다. 청신경의 노화와 관련된 변화는 청신경의 지름에서의 변화가 연령과 함께 증가하며 이는 청력문제를 야기할 수 있다. 또한 청각신경섬유 지름의 더 큰 변화는 전도 속도에서 차이를 야기시킨다. 그 다음에는 와우핵으로 신경활동의 도착 시간이 손상의 정도와 종류에 따라 다양하게 될 것이다. 이러한 시간적 분산(temporal dispersion)의 결과는 와우 핵 세포의 활성화에 다른 영향을 미칠 것이다. 시간분산(temporal dispersion)의 증가는 목표 뉴런(neuron)의 흥분을 감소시키기도 하고 증가시키기도 한다. 흥분을 증가시킬 경우 어떤 형태의 이명의 원인이 될 수 있다. 다른 핵이나 청각 중추에서의 처리(processing)는 노화의 결과로서 변화될 수 있고 이는 어음을 인지하는데 어려움을 야기시킨다.

### 노인성 난청과 이명의 관련성 (Relationship between Age-Related Hearing Loss and Tinnitus)

일반적으로 청력저하가 이명을 유발하는 것으로 알려져 있는데 이는 소리의 박탈(deprivation of sound)이 신경가소성(plasticity)를 활성화 하기 때문이다. 하지만 청력저하가 심하더라도 이명을 가지지 않는 환자도 존재하므로 항상 난청이 이명을 유발한다고 생각해서는 안된다. 노인성 난청 또한 다른 이명의 원인과 마찬가지로 청각로로의 소리 유입(input) 감소가 뇌가소성을 활성화 함으로서 이명을 유발할 수 있다. 또한 고령에 의한 GABA 활동성의 저하는 신경계에서의 억제(inhibition)이 저해되고 결과적으로 과활성(hyperactivity), 즉 이명을 일으키게 된다. 다양한 형태의 치매 같은 질환을 일으키는 노화와 관련한 중추신경계 기능저하에 대한 위험인자들은 심혈관계 질환의 위험인자와 중복된다는 것이 명백하다는 보고도 있었다.<sup>25)</sup> 치매와 난청 사이의 관계 또는 노인성 난청과 치매 위험인자 사이의 관계에 대해서는 아직 알려진 것이 별로 없지만, 연령이 증가하면서 발생하는 많은 변화들은 소리에 대한 적절한 노출로서 진행을 늦추거나 막을 수 있다고 밝혀졌다.<sup>26)</sup>

## 이명이 항상 난청과 동반되지 않는 이유

이명이 신경활성증가의 결과이고 귀에서 뇌의 청각중추로의 유입되는 정보의 소실로 유발된 동시성(synchrony) 증가 또는 과도한 자극 때문이지만 난청이 있는 환자 중 이명을 호소하지 않는 경우도 있다. 이는 와우 손상 후 흥분과 억제 사이 균형의 이동방향이 와우 손상의 형태에 의존하기 때문이다. 이명의 유발은 중추의 흥분 뉴런 보다는 억제 뉴런의 퇴행이 탈억제를 유발하여 흥분을 증가하게 될 때 발생할 것으로 생각된다. 그러나 어떤 형태의 말초손상은 흥분과 억제의 균형을 움직이기에 충분치 않고 오히려 억제를 더욱 크게 하는 방향으로 이동시킬 것으로 생각해 볼 수 있다. Kaltenbach 등<sup>27)</sup>은 소음에 의한 역치 변화 후 이명과 관련된 과활성이 처음에는 없었지만 시간이 흐르면서 서서히 발생하였다고 보고하였다. 더구나 cisplatin에 의한 와우 손상이 외유모세포에 국한되어 있을 때 외유모세포 손상의 정도와 중추에서 기록된 과활성의 정도에는 강한 연관성이 있었다. 그러나 외유모세포 뿐만 아니라 내유모 세포에도 약한 손상 있을 때 중추에서의 활성은 증가하지 않았다. 하지만 내유모세포 손상이 더욱 심해지면 과활성이 뚜렷해졌다.<sup>28)</sup> 이는 중추 청각 활성에 대한 말초 손상의 영향이 내, 외 유모세포 손상의 형태와 균형 및 일차 구심신경계로의 연결에 의존한다는 것을 의미한다.

## 노인성 이명의 임상적 특징(Clinical Characteristics of Geriatric Tinnitus)

국내에서 이 등<sup>29)</sup>이 2007년 노인성 이명의 청각학적 특징에 대한 보고에 의하면 이명은 절반이상에서 4~8 kHz의 순음 형태로 나타났고 76%에서 매미우는 소리를 호소하였다. 특히 청력 소실이 함께 있는 경우가 대부분(96.8%) 였는데, 4 kHz 이상의 고주파수에서의 청력 소실을 더 많았다. 2011년 권 등<sup>30)</sup>에 의하면 노인의 이명이 성인과 비교해서 통계학적으로 의미 있게 차이가 있었던 것으로 유병기간이 길고, VAS(visual analogue scale)상의 불편감(annoyance)도 큰 것으로 나타났다. 노인군에서 이명은 서서히 발생하고, 이명의 종류는 오히려 성인

군에서 노인군에 비해 한 가지 이상으로 소리를 느끼는 경우가 많았다. VAS와 함께 이명평가에 많이 사용되는 이명불편감척도(Tinnitus handicap inventory, THI)에서는 성인군이 노인군에 비해 오히려 높았는데, 노인군들은 상대적으로 정상을 보인 경우가 많았다. 노인군에서 정서하위척도와 연관성이 가장 높다는 것은 주목해야 하는데 이명이 우울증과 연관성이 있고, 특히 노인에서 자살률이 높다는 점에서, 노인 이명환자에서 정서적 장애에 대한 평가 및 치료가 필수적이라는 것을 시사한다.<sup>31,32)</sup>

또한 노인 이명환자 중 지속적인(persistent) 이명을 가지는 환자는 새로 발생한 이명환자에 비해 아주 성가신(annoying) 이명이 통계학적으로 의미 있게 높았다.<sup>33)</sup> 이것은 이명치료를 초기에 적극적으로 해야 한다는 의미가 될 수 있을 것으로 보인다. 그리고 같은 노인 이명환자라도 성별에 따라 임상적 양상이 다른 형태를 보였는데, 여성일 경우 나이가 증가할수록 수면장애, 정서, 인지, 신체적 불편감이 증가하는 양상이었지만, 남성은 오히려 고령일 경우 줄어드는 양상이었다.<sup>33)</sup>

## 노인성 이명의 치료(Management of Age-Related Tinnitus)

노인성 이명 환자의 10% 미만이 치료나 도움을 원하는 것으로 조사 되었는데, 대부분의 환자들이 이명을 조용할 때만 인지하게 되는 내부에서 나는 소리라고 대수롭지 않게 여기므로 약물치료 같은 것을 적극적으로 하지 않게 된다.<sup>9)</sup> 그럼에도 불구하고 조기 진단 및 치료가 중요한데, 대부분의 급성 이명증상을 치료하지 않고 3개월간 증상이 지속하게 될 경우 만성 이명으로 도달하게 되기 때문이다.

노인의 이명은 신체 각 장기의 노화에 따른 심리적인 요인을 고려하여야 한다. 만성적인 내과질환, 신경질환에 대한 체계적인 관리와 함께 대부분의 노인이명환자에서 난청이 동반되는 것을 고려하여 난청에 대한 치료를 우선적으로 시행하는 것이 필요하다.

치료방법을 세가지 카테고리로 분류를 하면 첫째, 난청의 주관적 객관적 정도를 잘 파악하여 이를 실질적으로 해결해 주는 것이다. 각종 설문지를 활용하여 생활에서 난청이 미치는 영향을 확인하고 우선 감각 자극(sen-



sory input)을 조정해주어야 한다. 즉 청각교육(Auditory training), 보청기(Hearing aids), 중이내 이식형 장치(Middle ear implant devices), 인공와우이식(Cochlear implantation), 내이기능을 향상시키는 약물 등은 청각감각 자극을 증가시킴으로써 이명에 대한 집중과 인식정도를 조정하여 이명 인식을 낮추는 치료이다. 악관절(TMJ)에 대한 치료, 피부자극(cutaneous stimulation) 등은 이명에 영향을 미치는 체성 감각에 영향을 주는 치료들이다. Zalgolski 등<sup>34)</sup>은 난청을 가진 60세에서 89세까지의 노인성 이명 환자 33명에 대해 보청기를 이용해 난청과 이명이 좋아지는 현상을 보고하였는데, 28명(84.8%)의 환자에서 청력의 증가와 함께 이명의 감소를 확실하게 인지한다고 하였다. Olze 등<sup>35)</sup>은 70세 이상의 난청과 이명을 가진 환자에서 인공와우이식을 하여 이명의 정도(severity)가 감소하였음을 보고하였다.

둘째는 심리적인 요인을 조절 하는 것이다. 이명의 성공적인 치료를 위해 이명에 대한 걱정을 줄이고 생각하는 원인에 대한 분노를 분리시키는 것이 필요하다. 우울, 근심, 두려움, 분노와 같은 감정적인 면과 이명을 분리시키는 것은 필수적이고, 이명에 대해 설명하고 이해시키는 것이 환자의 감정적인 면을 줄여서 이명으로부터 벗어나는데 도움을 준다. 심리적인 요인을 조절하는 방법에는 상담(counseling), 인지행동치료(cognitive behavioral treatment, CBT), 음악치료(music treatment) 등의 의식수준(conscious level)에서 접근하는 방법과 “신경생리모델(neurophysiologic model)”을 이용한 이명재활훈련(tinnitus retraining therapy, TRT) 같은 무의식 수준(unconscious level)에서 접근하는 방법이 있다. Andersson 등<sup>36)</sup>은 만성 이명을 가지는 노인 환자를 대상으로 인지행동치료를 하여 그렇지 않은 군에 비해 의미 있는 호전을 보고 하였다. 하지만 양산부산대학교 병원에서 이명으로 인해 이명재활훈련 치료를 받은 248명의 환자 중 65세 이상은 40명으로 1.6% 만 이명재활훈련 치료를 받은 것으로 조사되어 성인군의 11.9%(208/1750) 보다 현저하게 낮았으며 이는 노인군에서의 이명 치료로 이명재활훈련 치료가 쉽게 선택되지 않고 있음을 의미한다.

셋째, 중추신경계 내에서 신경활성(neural activity)의 변화를 주는 방법이다. 여러가지 치료에도 불구하고 이명이 지속되며 일상생활에 영향을 주는 경우 감각자극,

심리적인 인자의 조절에 의한 치료 만으로는 충분치 않다. 이런 경우 뇌가소성을 변화시키기 위한 몇몇 방법이 필요하다. 가장 쉽게 사용하는 방법은 약물치료가 있으며, 더욱 직접적으로는 전기적 자극(electrical stimulation)이나 자기장 자극(transmagnetic stimulation, TMS)가 알려져 있고 그 효과도 소개되고 있다. 비록 이런 직접적인 방법들이 가소성 변화(neuroplastic change)를 돌릴 수 있을 지라도 앞서 말한 두 가지 방법과 함께 사용해야 한다.

이렇게 다양한 치료법과 효과가 보고되고 있지만 Gopinath 등<sup>9)</sup>은 1,214명의 호주 노인이명환자를 대상으로한 연구에서 5년의 치료기간동안 85.2% 환자가 증상의 호전을 경험하지 못했다고 하였다. 물론 그 치료가 주로 약물 또는 보청기가 주를 이루었다는 한계는 감안하더라도 치료는 여전히 쉽지 않음을 의미한다.

## Conclusion

노인성 난청의 빈도와 비례하여 노인에서의 이명도 증가하는 추세에 있다. 노인에서의 이명은 청각계에 국한되어 그 인과관계를 찾는 것 보다 신체 각 부위 및 장기의 노화와 만성질환과 관련지어 생각해야 하며 기존 내외과계 전신질환에 대한 적극적인 진단과 치료가 이명의 치료에 도움을 준다. 노인성 이명에 관여하는 요인이 다양해서 치료가 쉽지는 않지만 그렇다고 방치하거나 치료에 소극적이라면 기억력이나 주의력이 필요한 행위에 영향을 미치고, 우울증의 위험인자가 될 수 있으므로 적극적으로 치료에 임하는 것이 필요할 것이다.

중심 단어 : 이명 · 노인.

## REFERENCES

- 1) Creighton FX Jr, Poliashenko SM, Statham MM, Abramson P, Johns MM 3rd. *The growing geriatric otolaryngology patient population: a study of 131,700 new patient encounters. Laryngoscope* 2013;123(1):97-102.
- 2) Lin HW, Bhattacharyya N. *Otologic diagnoses in the elderly: current utilization and predicted workload increase. Laryngoscope* 2011;121(7):1504-7.
- 3) Ahmad N, Seidman M. *Tinnitus in the older adult: epidemiology, pathophysiology and treatment options. Drugs Aging* 2004;21(5):297-305.

- 4) Michikawa T, Nishiwaki Y, Saito H, Mizutari K, Takebayashi T. *Tinnitus preceded depressive symptoms in community-dwelling older Japanese: a prospective cohort study. Preventive Medicine 2013;56(5):333-6.*
- 5) Gabr TA, El-Hay MA, Badawy A. *Electrophysiological and psychological studies in tinnitus. Auris Nasus Larynx 2011;38(6):678-83.*
- 6) McKenna LM, Hallam RS, Shurlock L. *Cognitive functioning in tinnitus patients. Presented at the 5th international tinnitus seminar of American Tinnitus Association. Portland, USA, July 12Y15;1996. p.589-95.*
- 7) An YH, Lee LH, Yoon SW, Jin SY, Shim HJ. *Does tinnitus affect the sound localization ability? Otol Neurotol 2012;33(5):692-8.*
- 8) Killion MC, Niguette PA, Gudmundsen GI, Revit LJ, Banerjee S. *Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-tonoise ratio loss in normal-hearing and hearing impairment listeners. J Acoust Soc Am 2004;116(4 Pt1):2395-405.*
- 9) Gopinath B, McMahon CM, Rohtchina E, Karpa MJ, Mitchell P. *Incidence, persistence, and progression of tinnitus symptoms in older adults: the Blue Mountains Hearing Study. Ear Hear 2010;31(3):407-12.*
- 10) Sindhusake D, Mitchell P, Newall P. *Prevalence and characteristics of tinnitus in older adults: the blue mountains hearing study. Int J Audiol 2003;42(5):289-94.*
- 11) Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein R, Klein BE, Tweed TS. *Prevalence and 5-year incidence of tinnitus among older adults: the epidemiology of hearing loss study. J AM Acad Audiol 2002;13(6):323-31.*
- 12) Ahmad N, Seidman M. *Tinnitus in the older adult: epidemiology, pathophysiology and treatment options. Drugs Aging 2004;21(5):297-305.*
- 13) Demeester K, van Wieringen A, Hendrickx JJ, Topsakal V, Franssen E, Van Laer L, et al. *Prevalence of tinnitus and audiometric shape. B-ENT Suppl 2007;7:37-49.*
- 14) Borghi C, Brandolini C, Prandin MG, Dormi A, Modugno GC, Pirodda A. *Prevalence of tinnitus in patients with hypertension and the impact of different anti hypertensive drugs on the incidence of tinnitus: a prospective, single-blind, observational study. Curr Ther Res Clin Exp 2005;66(5):420-32.*
- 15) Johnsson LG, Hawkins JE Jr. *Sensory and neural degeneration with aging, as seen in microdissections of the human inner ear. Ann Otol Rhinol Laryngol 1972;81(2):179-93.*
- 16) Møller AR. *Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system, 2nd ed. 2006, Amsterdam: Academic Press.*
- 17) Pujol R, Rebillard G, Puel JL, Lenoir M, Eybalin M, Recasens M. *Glutamate neurotoxicity in the cochlea: a possible consequence of ischaemic or anoxic conditions occurring in ageing. Acta Otolaryngol Suppl 1990;476:32-6.*
- 18) Mukherjee JL, Christian BT, Dunigan KA, Shi B, Narayanan TK, Satter M, et al. *Brain imaging of 18F-fallypride in normal volunteers: blood analysis, distribution, test-retest studies, and preliminary assessment of sensitivity to aging effects on dopamine D-2/D-3 receptors. Synapse 2002; 46(3):170-88.*
- 19) Caspary DM, Raza A, Lawhorn Armour BA, Pippin J, Arneric SP. *Immunocytochemical and neurochemical evidence for age-related loss of GABA in the inferior colliculus: implications for neural presbycusis. J Neurosci 1990;10(7): 2363-72.*
- 20) Hultcrantz M, Simonoska R, Stenberg AE. *Estrogen and hearing: a summary of recent investigations. Acta otolaryngol 2006;126(1):10-4.*
- 21) Elkind-Hirsch KE, Stoner WR, Stach BA, Jerger JF. *Estrogen influences auditory brainstem responses during the normal menstrual cycle. Hear Res 1992;60(2):143-8.*
- 22) Malyala A, Kelly MJ, Rønnekleiv OK. *Estrogen modulation of hypothalamic neurons: activation of multiple signaling pathways and gene expression changes. Steroids 2005; 70(5-7):397-406.*
- 23) Syka J. *Plastic changes in the central auditory system after hearing loss, restoration of function, and during learning. Physiol Rev 2002;82(3):601-36.*
- 24) Mazelová J, Popelar J, Syka J. *Auditory function in presbycusis: peripheral vs. central changes. Exp Gerontol 2003; 38(1-2):87-94.*
- 25) Fillit H, Nash DT, Rundek T, Zuckerman A. *Cardiovascular risk factors and dementia. Am J Geriatr Pharmacother 2008;6(2):100-18.*
- 26) Willott JF, Hnath Chisolm T, Lister JJ. *Modulation of presbycusis: current status and future directions. Audiol Neurotol 2001;6(5):231-49.*
- 27) Kaltenbach JA, Afman CE. *Hyperactivity in the dorsal cochlear nucleus after intense sound exposure and its resemblance to tone-evoked activity: a physiological model for tinnitus. Hear Res 2000;140(1-2):165-72.*
- 28) Kaltenbach JA, Rachel JD, Mathog TA, Zhang JS, Falzarano PR, Lewandowski M. *Cisplatin-induced hyperactivity in the dorsal cochlear nucleus and its relation to outer hair cell loss: relevance to tinnitus. J Neurophys 2002;88(2):699-714.*
- 29) Lee SJ, Lee SK. *Relationships to tinnitus to frequency and hearing loss in elderly patients. Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2007;50(10):869-75.*
- 30) Kwon KN, Moon IH, Kim YG, Lee BD, Lee JD, Lee H, et al. *Clinical characteristics of tinnitus in elderly. Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2011;54(12):835-9.*
- 31) Gopinath B, McMahon CM, Rohtchina E, Karpa MJ, Mitchell P. *Incidence, persistence and progression of tinnitus symptoms in older adults: the Blue Mountains Hearing Study. Ear Hear 2010;31(3):407-12.*
- 32) Sindhusake D, Mitchell P, Newall P, Golding M, Rohtchina E, Rubin G. *Prevalence and characteristics of tinnitus in older adults: the Blue Mountains Hearing Study. Int J Audiol 2004;42(5):289-94.*
- 33) Seydel C, Haupt H, Olze H, Szczepek AJ, Mazurek B. *Gender and chronic tinnitus: differences in tinnitus-related distress depend on age and duration of tinnitus. Ear Hear 2013;34(5):661-72.*

- 34) Zagolski O. *Management of tinnitus in patients with presbycusis. Int Tinnitus J* 2006;12(2):175-8.
- 35) Ölze H, Gräbel S, Förster U, Zirke N, Huhnd LE, Haupt H, et al. *Elderly patients benefit from cochlear implantation regarding auditory rehabilitation, quality of life, tinnitus, and stress. Laryngoscope* 2012 ;122(1):196-203.
- 36) Andersson G, Porsaeus D, Wiklund M, Kaldo V, Larsen HC. *Treatment of tinnitus in the elderly: a controlled trial of cognitive behavior therapy. Int J Audiol* 2005;44(11):671-5.