

소음성 난청

충남대학교 이비인후과교실
박 찬 일

Noise Induced Hearing Loss

Chan Il Park, M. D.

Dept. of Otolaryngology, College of Medicine,
Chungnam National University

제2차 세계대전 이후 소음에 의한 피해는 중요한 문제점으로 대두되었으며 소음에 의한 청력손실은 성인 감각신경성난청의 가장 흔한 원인중의 하나가 되었다.

소음은 원하지 않는 피로하는 음을 말하나 청각학에서는 청력에 유해할 가능성이 있는 과도한 크기의 어느 음이나 소음으로 취급한다¹⁾.

기계문명의 발달로 기계는 고속화 되고, 용량이 커지고 보다 효율적이 됨에 따라 소음은 점차 증가하게 되었고 청각학의 발전에 따라 소음에 의한 난청과 이의 관리에 대하여 많은 관심을 가지게 되었다²⁾. 그리고 소음은 작업능률의 저하, 심박동수와 혈압등의 생리적변화, 정신적인 고통등 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다³⁾.

청력손실을 초래하는 가장 흔한 소음원은 작업장 소음이나 일상생활의 환경소음도 고려하여야 하며 소음성난청은 사회의 모든 사람에게 영향을 주는 사람에 의한 질환이다⁴⁾.

소음의 청력에 미치는 영향은 일반적으로 일시적 청력역치상승(TTS), 영구적 난청(PTS), 음향의상으로 나눌수 있다. 자극음보다 0.5~1음계 높은 주파수에 TTS의 최대점을 가진다는 데는 이론이 있으나 일반적으로 받아들여지고 있다⁵⁾.

2000~6000Hz의 소음이 다른 주파수의 소음보다 더 많은 TTS를 초래하고⁶⁾ 자극음의 주

파수가 낮을 수록 TTS를 유발할 수 있는 음의 강도는 커진다고 하며⁷⁾ 일반적으로 소음의 강도가 60~80dB를 초과하여야만 TTS를 초래하고 소음의 강도가 이 이상일때 TTS는 음의 강도 증가와 노출시간의 연장에 따라 증가된다¹⁷⁾.

일정 수준의 TTS 발생 후 회복은 개인차가 많아 어떤 경우에는 아주 긴 회복시간을 필요로 하여 40dB 이상의 TTS를 보일 때에는 이의 회복은 16시간 이내에 이루어지지 않으며 일정한 회복속도를 보이지는 않는다고 하였고 이들은 소음에 감수성이 더 클 것으로 생각된다고 하였다⁸⁾.

소음성난청을 예측하기 위한 방법으로 TTS와 PTS의 관계에 대하여 많은 연구가 있었으나 일정한 자극음에 의한 TTS가 동일자극에 의한 최대 PTS를 나타내는 지는 아직도 이론이 많으며, 단지 TTS를 초래하지 않는 소음에서는 PTS를 초래하지 않는다고 알려져 있고 TTS가 나타나지 않는다고 와우감각기관의 영구손상을 배제할 수는 없다고 하였다¹⁷⁾. 즉 TTS와 PTS는 상호 유의한 관계를 보이지 않는다고 하며⁹⁾ 소음성난청에 대한 신뢰성있는 검사방법은 아직 개발되지 않았다.

소음이 청력을 악화시키는 기전에 대하여는 아직 확실히 알려져 있지않으나 가능성 있는 소음성난청의 기전은 와우기적막의 심한 운동에 의한 기계적 손상, 황색화된 와우세포의 대

사성 탈진¹⁰⁾, 허혈에 의한 혈관수축²¹⁾, 내이의 화학적 변화도(chemical gradient) 단절에 의한 이온독성⁶⁾등 여러 설이 있으며, 와우 기저회전부의 외유모세포가 소음 뿐만아니라 이독성 약물에도 감수성이 높다는 사실은 난청의 기전이 단순히 기계적인 것 뿐만아니라 대사성이라는 것을 강하게 제시해준다²⁾. 소음폭로 후 내이의 이온균형의 변화도 관찰되었으나 이는 미세구조의 변화, 기계적 손상에 의한 유출 또는 혈관변화에 의한 것인지 알려져 있지 않다고 하였다⁶⁾. Shaddock등²¹⁾은 소음에 의한 와우혈류의 유의한 감소를 관찰하고 이는 유모세포손실 정도와 관계가 있었으며 이러한 혈관변화는 영구적이었다고 하였으나, Prazma등¹⁹⁾, Prazma등²⁰⁾, Vertes등²³⁾은 이때까지 보고된 소음의 와우혈관에 대한 효과는 일정하지 않으며 모순점이 있고, 소음은 와우혈류의 자동조절 때문에 와우혈관에 영향을 주지 않는다고 하였다.

최근 가장 신빙성 있는 형태학적 증가는 기계화학적설을 지지해준다. 와우관의 직접적인 기계적 미세파파 부분을 통하여 내입파와 외입파의 독성혼합을 초래하고 이결과 유모세포손상과 해당 신경섬유의 손상을 포함하는 이차적 효과를 초래할 것이라고 하였다^{3,4,15)}.

소음성난청의 병리과정은 처음 외유모세포의 손상이 추가 되고 점차 와우의 지지세포들을 침습하다가 내유모세포를 침습한 후 와우 신경핵의 위축을 초래할 수 있다고 하였으며¹⁷⁾ 소음성난청에서 가장 현저한 소견은 감각세포 주로 외유모세포의 손상과 변성이며 stereocilia의 강직성 상실, 융합, 전파파동이 포함된다¹⁰⁾.

일반적으로 소음성난청에서 소음 주파수에 해당하는 부위의 감각세포 손실은 가장 유의한 소견이며¹⁰⁾ 외유모세포의 손상은 항상 해당 특정주파수의 큰 역치변화를 동반한다고 알려져 있으나¹⁹⁾, 아직 소음성난청과 와우의 형태학적 변화와의 신빙성있는 상관관계를 찾지 못하고 있으며 경도 또는 중등도 감각세포 손실이 반드시 청력검사상 청력손실을 나타내는 것은 아니며 기저회전의 감각세포 손실이 청력검사

에 더 예민하게 반영되고, 청력검사상 청력손실이 없으면서 유의한 감각세포 손실이 있는 경우와 이와 반대되는 경우도 있다고 하였다¹⁴⁾. 그리고 소음노출 직후에는 기능적인 장애가 형태적인 변화보다 심하게 나타나며 시간경과에 따라 형태학적 변화는 유지되나 기능적 변화는 부분적인 회복을 보인다고 하였다²²⁾.

소음에 의한 내이손상의 양상과 정도는 소음의 특성, 수준 및 노출기간에 따라 결정된다¹⁴⁾. 노출소음의 특성은 매우 다양하여 고주파, 저주파, 혼합주파수로 구성된 충격소음, 간헐소음, 지속소음등이 있다. 실제 소음은 주파수 뿐만아니라 지속성에서도 혼합되어 있는 경우가 대부분이다.

자주 단절되는 소음노출이 지속적인 소음노출보다 적은 TTS를 보이며¹⁷⁾, 동일 energy 총량에서 간헐적 소음은 지속적 소음보다 더 적은 TTS를 초래하나 간헐적 소음이 같은 정도로 영구난청을 감소시키는 지는 아직 확실치 않으며²⁴⁾, Bohne등⁵⁾은 저주파 소음에 의한 와우손상의 양상은 일정한 휴식시간을 준 단절노출과 지속적 소음노출과 차이가 없었으나 손상정도는 단절소음 노출에서 감소됨을 보였다고 하였다.

소음성난청에서 4KHz의 청력손실에 대한 기전은 여러가지로 설명되고 있는데, 4KHz부위 와우의 특이한 혈관분포에 의한 혈액공급부전, 4KHz 부위에서 충분히 큰 증폭이 가지기 시작하는 travelling wave의 전파, 와우의 해부학적 구조에 의한 4KHz 부위에 대한 내이액의 충격, 외이와 중이의 공명특성등의 설이 있으며 이중 공명특성에 의한 가능성이 가장 많다¹⁰⁾.

소음성난청은 보통 4KHz 주위에서 시작되어 점진적 진행하여 주변 주파수에 파급된다. 처음에는 증상이 없으나 청력손실이 3KHz 또는 2KHz로 파급되면 불편을 호소하기 시작하여 초기에는 사회적 모임이나 군중이 모여 있는 곳에서 언어판별에 어려움을 경험하게 된다.

순음청력검사상 3KHz와 6KHz 사이에 notch를 형성하나 시간이 지나면 고주파에서 전반적인 역치저하를 보인다. 이러한 notch는 소

음성난청에서 자주 관찰되나 진단에 필수적인 것은 아니다.

4KHz에서 청력손실은 약 10년간 지속적 비율로 증가하며 그 이후 진행속도는 더욱 늦어진다. 그러나 이때 청력손실은 다른 주파수로 파급되어 1KHz 또는 그 이하의 침습되는 데는 30년이 걸릴 수 있다³⁾.

10년 이상 소음 노출후에 1000Hz 또는 그 이하의 주파수에서 10dB미만, 2000Hz에서 15dB 미만 또는 3000Hz 이상에서 20dB미만의 청력손실을 초래하는 소음 환경은 허용할만하다고 하였다¹⁾.

소음에 대한 감수성은 개인차이가 많아 수년간 강한 소음에 노출된 후에도 청력손실을 보이지 않는 경우도 있다. 따라서 소음노출 허용한계는 불분명하다.

소음허용한계를 85dB로 할 것인가 90dB로 할 것인가에 대하여는 많은 논란이 있다. 1일 8시간 동안 90dB 소음에 노출되어 10년 경과 후에는 85%에서, 85dB 소음에 노출되었을 때는 95%에서 청력 손실을 보이지 않는다는 데는 의견이 일치되고 있으나⁴⁾ 소음허용한계를 85dB로 하는데는 많은 비용이 들기 때문에 대부분의 공장에서는 불가능하다는 문제점이 있다. 따라서 소음허용한계를 90dB로 하기로 하였고 실제로는 85dB 노출까지 청력보전계획에 포함시켜 주기적인 청력검사를 받도록하고 있다^{7,8)}.

유럽에서는 3dB증가에 따라 음압이 두배 증가함으로 3dB-rule이 제시되었으나 북미에서는 지속적인 음보다 간헐적음에서 TTS가 적게 생기며 실제 작업장 소음은 간헐적 음이므로 5dB-rule을 제시하였다⁴⁾. 소음노출 허용한계에서 5dB-rule은 소음노출에서 의한 동일 유해성에 대한 시간과 소음강도의 상관관계를 나타낸 것으로 5dB 소음을 증가 시켰을 때 허용 노출시간은 반감된다. 그리고 115dB가 절대적 최대소음강도가 되며 이 이상의 소음에는 아무리 짧은 시간이라도 노출을 허용하지 않는다. 그러나 대부분의 작업장 소음은 지속적이거나 변동성을 가지며¹⁾, 현재 서양에서는 대부분 주당 40시간 일하는 근로자가 거의 없고, 더욱 실제

전 작업시간을 통하여 계속 지속적 소음에 노출되는 경우는 거의 없다고 하였다³⁾. 작업장에서 흔히 관찰되는 충격소음의 영향에 대하여는 아직 잘 알려져 있지 않다. 충격소음은 순간 최대 소음강도를 지속적 소음과 같이 취급하고 같은 허용한계를 적용하는 것이 좋을 것 같으며³⁾, 지속적 소음보다 충격소음에 대한 감수성의 개인차는 더욱 많은 것 같고 지속적 소음과 충격소음은 서로 상호작용을 가질 가능성이 있다고 하였다⁴⁾.

최대 소음노출시간은 12시간을 초과해서는 안되며 최소한 12시간의 회복시간을 가져야 하며 대체적으로 실제 소음노출시간보다 휴식시간이 짧아서는 안된다⁴⁾.

흔히 위험성 있는 소음환경하에서 10~15년간의 지속적 근무가 초기의 TTS에서 소음성난청이 이루어지는 데 필수적이라고 말하나 실제적으로는 소음크기 및 개인 감수성에 의하게 된다³⁾.

소음성난청의 발생 및 진행 정도는 소음의 형태 개인의 감수성에 의하며 개인적인 감수성은 아주 차이가 많으나 이를 예측할 수 있는 방법은 없다.

소음에 의한 감수성의 다양성은 각 개체마다 특이한 생체적 요소에 의할 것이라고 생각되며 와우의 이학적 특성의 불완전, 와우구조의 다양성등이 관계될 것이다²⁴⁾.

실험동물에서 aminoglycoside 등 몇몇 이독성 약물은 소음과 같이 투여하였을 때 현저한 청력손실을 초래한다고 알려져 있다.

많은 실험에서 kanamycin과 neomycin을 여러 종류의 소음과 같이 주었을 때 현저하고 강력한 상호작용을 초래한다. 그리고 이러한 강력한 상호작용을 가지는 약물은 소음노출과 동시에 투여하거나 수개월 후에 투여하였을 때에도 같은 효과를 가진다고 하였고^{15,24)}, 소음폭로 후 kanamycin을 투여하면 서로 상호작용을 보이거나 kanamycin을 먼저 투여하였을 경우에는 같은 효과를 보이지 않는다고 하였다³⁾. 이러한 효과는 부가적이라기 보다는 상승작용에 의한 것으로 생각되며^{6,11)} 소음에 의한 와우손상과 kanamycin 독성에 의한 와우손상 부위는

일치한다. 이는 동물실험 결과로 사람에서도 일반적으로 적용되는 지는 알수 없으며 neomycin도 소음과 상승효과를 가지는 것 같다³⁾.

loop diuretics도 소음과 상호작용을 가지나 상승작용을 가지는 것 같지는 않으며³⁾, aspirin은 가장 광범위하게 사용되는 이독성약물로 소음과의 관계에 관심이 집중되고 있다¹¹⁾. 소음폭로 중 salicylate를 투여하였을 때 더 큰 TTS를 보이며³⁾, 사람에서 aspirin 투여와 소음노출을 동시에 하였을 때 추가적인 청력손실을 초래할 가능성이 있다고 하였으나^{15,16)}, Woodford등²⁰⁾은 salicylate투여 후 소음을 주었을 때 유의한 차이를 볼 수 없었다고 하였고 aspirin과 소음의 상호작용으로 즉각적인 보다 큰 TTS를 초래할 가능성은 있으나 aspirin과 소음의 상호작용으로 즉각적인 보다 큰 TTS를 초래할 가능성은 있으나 aspirin 단독투여나 소음 단독노출에서 더 큰 와우손상 위험성은 없었다고 하였다¹¹⁾. 그러나 다량의 aspirin투여와 소음노출을 병용하였을 경우 실험동물에서 유의한 유모세포손실을 보였고 이는 aspirin투여 또는 소음노출을 단독으로 하였을 경우보다 더 컸다. aspirin의 지속적인 투여는 만성 소음노출에 의한 유모세포 손상을 더 심하게 할 수 있으나 단지 투여량이 독성을 보일 때이므로, 인간은 이러한 극단적인 상황에 처하는 경우는 거의 없으나 aspirin을 장복하는 사람이 때로는 장기간의 소음환경에 노출되어 있을 경우 동물실험에서와 같은 손상을 초래할 가능성이 있다⁶⁾. 따라서 소음환경하에서의 근로자에게 salicylate를 함유한 일반적인 약제의 사용은 비록 그 효과가 경미한 것 같으나 어느 정도 고려하여야 할 것이다.

어떤 mineral 또는 vitamine 결핍과 와우혈류에 영향을 주거나, 청각기의 생화학적 불균형을 초래하는 질환은 소음성난청에 대한 저항성을 감소시키는 것 같으나 확실한 근거는 없다고 하였고²⁰⁾, 식생활과 고혈압은 소음에 대한 감수성에 상승적 영향을 주며 이는 고주파에서 더욱 현저한 효과를 보이고, 식생활 자체로 사람에서 난청을 초래하지는 않으나 고혈압, 동맥경화증을 초래하는 음식 및 소음은

소음이 비록 중등도의 강도라도 청력에 많은 영향을 준다고 하였다¹⁸⁾.

어린동물에서 말초청각기관이 완전히 발육한 후 소음노출에 더 큰 영향을 받는것 같다고 하였으나³⁾ 아주 어리거나 또는 아주 노령에서 그리고 이미 소음손상을 받은 귀가 특히 감수성이 크다는 증거는 없다고 하였다²⁴⁾.

노년층의 난청에서 연령증가와 소음노출의 상관관계는 잘 알려져 있지 않으나 소음과 연령증가의 효과는 부가적이며 젊은 시절 경미한 소음노출 경험이 실제로 후에 노인성난청의 효과를 배가시킬 수 있다²⁵⁾.

그리고 소음하에서 작업하는 사람의 청각기는 점차 소음에 저항성을 가져 적은 감수성을 가진다는 실험적 근거는 없으며, 만성중이염같은 중이 문제를 가지고 있는 사람은 일반적으로 와우로 전달되는 음을 감소시키므로 감수성을 감소시킨다²⁴⁾.

청력에 대한 소음의 효과는 인종에 따른 유의한 차이가 없으며 남녀간의 차이도 없다⁹⁾. 동일 소음환경에서 작업하는 여자는 남자보다 좋은 청력을 가지고 있으나 이는 여자가 남자보다 소음에 저항성을 가지는 것이 아니고 여자가 사회소음환경에 노출되는 기회가 적기 때문이라고 할 수 있다²⁴⁾.

최근 취미 및 여가활동의 다양화로 소음성 난청의 직업성난청뿐만 아니라 소음성 오락에 의한 오락성 난청과 현대사회에서 일상생활의 일부분으로서 경험하는 환경 소음에 의한 난청을 구별할 필요가 있게 되었다.

비교적 조용한 환경에서 일하는 사람도 여가시간에 여러 형태의 소음성 여가활동을 즐기거나 환경소음 속에서 생활하게 된다.

사회적 소음노출의 축적효과에 의한 난청은 사회적 난청(socioacusis)으로 명명되고 산업장 또는 군복무에 의한 소음성 난청, 노인성 난청과 같이 난청의 원인을 찾는데 고려할 사항이다.

많은 오락 기구가 위험수준의 소음을 낼 수 있으며 특히 폭죽, 장난감 총, 모형 비행기, engine, motor cycle, 경주용자동차 등이 높은 소음을 내며 실제로는 소음이 즐거움을 가져

다주는 일면이 있다. 따라서 이비인후과 의사는 이들 위험성의 본질을 이해하지 않으면 안 된다. 그리고 작업장에서 소음환경에 노출되고 있는 사람에서는 부가적인 효과를 가지므로 매우 중요하다.

교향악단에서 짧은 시간이나 90dB~120dB의 소음이 날 수 있어 교향악단 연주자에서는 위험가능성이 있는 소음에 노출될 수 있으며 소음성난청이 발생할 수 있다. 그러나 대부분 그 정도는 경미하여 무중상이다²⁰⁾.

대중음악에 전자 음증폭기를 사용하게 되면서부터 더 큰 음을 낼 수 있게 되었고 강한 음의 목적은 인상적인 음을 준다는 것과는 다르게 일반적으로 말초적 효과를 가져다 주며 이러한 말초적 효과를 위하여는 안전수준보다 높은 강도의 음을 필요로 하게 된다. discotheque에서 소음노출량은 정확히 측정하기 어려우나 2KHz이하에서 최대 강도를 가지며 평균 소음수준은 110dB로 청중석에서는 5dB정도 약하다고 하며 일시적 소음수준은 122dB까지 도달하고 확성기에 가까이 있을 경우 더욱 난청의 위험성이 있다. 1.5시간 노출되었을 때 TTS가 발생하며 이는 95dB의 지속적 소음 노출과 같은 결과라고 하였다¹⁹⁾. 따라서 이러한 환경에 장시간 그리고 빈번히 노출되었을 경우 난청을 초래할 수 있다.

discotheque에 가는 평균연령이 낮아지고 있으며 직업을 가지기 전에 수년간 소음노출을 경험하게 될 수 있고, 특히 소음환경하에 작업하는 직장인에서는 보다 심각한 문제점이 될 수 있다.

음자극에 의한 등골근의 수축은 소음과 관계가 있어 중이를 통한 음전달에서 30dB까지 소음을 감약시킬 수 있다. 다만 고주파음에서 수축된 등골근은 쉽게 피로하나 반복자극에서는 반복수축을 일으키는 것으로 알려져 있고 알코올 또는 진정제에 의하여 등골근의 수축반사기능이 소실된다. 나 등²¹⁾은 알코올 투여후 1 KHz 소음에서 대조군에 비하여 유의한 TTS증가를 보여 소음환경하에서의 음주가 더 큰 청력손실을 초래할 가능성이 있어 음주후 강한 저주파소음에 노출을 피해야 할 것이라고 하

였다.

휴대용 녹음기가 강한 음을 낼 수 있다는 것은 의심할 여지가 없으며 특히 earphone을 일반적으로 착용하기 때문에 더욱 문제가 될 수 있다.

손²²⁾은 휴대용녹음기와 헤드폰을 사용하는 고등학생에서 사용자가 가장 쾌적하다고 하는 음량의 평균은 73~105dB였고 90dB 이상인 예가 44%나 되어 청력에 손상을 줄 가능성이 있으나 헤드폰 사용자와 비사용자간의 유의한 청력차이는 없었다고 하였다. 실제로는 그렇게 위험한 것 같지는 않으나 장시간 사용할 경우 TTS를 초래할 수 있으며 소음환경하의 근로자에서는 축적손상의 위험성이 있을 수 있다.

그리고 실제로는 음량을 증가하였을 경우 다른 음을 차폐함으로써 거리에서나 철로에서 사교의 위험성이 매우 크다는 것이 보다 더 문제점이 된다.

많은 취미 및 여가활동의 소음수준은 장시간 노출되었거나 높은 수준의 소음에 보호구 없이 노출된 사람에서 유의한 위험성을 가질 수 있으나 소음성 여가활동은 전 인구에서 소음성 난청의 중요한 요인이 되지는 않은 것 같다. 그러나 앞으로 소음성 여가활동에 관한 요소 즉 노출회수, 양상, 시간등을 고려한 연구가 필요할 것이다.

환경소음은 공장소음보다 적으며 보다 많은 사람에게 영향을 준다. 기계문명의 발달에 따라 모든 기계의 힘이 증가되고 있다. 이에 따라 그 기계가 발생하는 소음은 비례하여 커지게 된다. 일반적 가정생활에서의 소음원은 진공청소기, blender, 냉난방기등이며 가장 일반적인 환경소음원은 자동차이다²³⁾.

그리고 출퇴근시 교통수단의 소음은 작업장 소음에 추가되기 때문에 소음노출 시간의 연장을 가져오므로 더욱 문제점이 될 수 있다.

Goycoolea등²⁴⁾은 동일년령군에서 산업화된 사회에서 생활한 사람에서보다 격리된 낮은 소음환경하에서 생활한 사람들에서 더 좋은 청력을 가지고 있었으며 현대화된 사회에서 후천성 청력손실의 정도는 그 사회에서 생활한 기간에 직접적으로 비례하는 것 같이 보였다고

하였다.

최근 소음성난청은 이비인후과영역의 유의한 부분으로 대두되었으며 65세 이상의 인구 증가에 따라 소음성난청의 정신적, 경제적 및 사회적 영향은 점차 증가되고 있다. 따라서 이비인후과 의사는 이 문제에 절대적 관심을 지속적으로 기울이지 않으면 안되게 되었다. 알려진 예방방법이 확실하게 있으나 기술적, 재정적 이유로 생활환경에서 소음을 감소시키는 데는 한계가 있는 것 같다. 이때 까지 확인된 치료 및 완치방법이 없으므로 조기에 발견하여 더 이상의 내이손상을 예방하는 것이 중요하다. 이비인후과 의사는 난청의 원인과 정도를 확인하고 소음의 위험성과 청력보호를 위한 예방방법 교육의 중요성을 인식하지 않으면 안된다¹⁵⁾.

References

1. 나기상, 박찬일 : 알코올이 소음에 의한 청력손실에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *한이인지* 32 : 218~225, 1989
2. 손태섭 : 시내 일부 고교생의 헤드폰 사용에 관한 실태조사. *한이인지* 25 : 147~155, 1982
3. Alberti PW : Noise and the ear : In Kerr AG(ed) *Scott-Brown's Otolaryngology* 5th ed Vol 2, Butterworth London p594, 1987
4. Alberti PW : Hearing conservation. In Alberti PW & Ruben RJ(ed) *Otologic medicine and surgery* Churchill Livingstone New York p1739, 1988
5. Bohne BA, Zahn SJ, Bozzay DG : Damage to the cochlea following interrupted exposure to low frequency noise. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 94 : 122~128, 1985
6. Carson SS, Prazma J, Pulver SH, Anderson T : Combined effects of aspirin and noise in causing permanent hearing loss.

Arch Otolaryngol Head Neck Surg 113 : 1070~1075, 1989

7. Dobies RA : Reliability and validity of industrial audiometry : implications for hearing conservation program design. *Laryngoscope* 93 : 906~927, 1983
8. Dobie RA : Industrial audiometry and the otologist. *Laryngoscope* 95 : 382~384, 1985
9. Goycoolea MV, Gotcoolea HG, Farfan CR et al : Effect of life in industrialized societies on hearing in natives of easter island. *Laryngoscope* 96 : 1391~1396, 1986
10. Koide Y, Konno M, Yoshikawa Y et al : Some aspects of the biochemistry of acoustic trauma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 69 : 661~697, 1960
11. Lambert P, Palmer PE, Rubel EW : The interaction of noise and aspirin in chick basilar papilla. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 112 : 1043~1049, 1986
12. Lebo CP, Oliphant KP : Music as a source of acoustic trauma. *Laryngoscope* 78 : 1211~1218, 1968
13. Liberman MC, Kiang NYS : Acoustic trauma in cats : Cochlear pathology and auditory nerve activity. *Acta Otolaryngol (suppl)* 385 : 1~63, 1978
14. Lim DJ, Dunn DE : Anatomic correlates of noise induced hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am* 12 : 493~513, 1976
15. Lonsbury-Martin BL, Martin GK : Auditory dysfunction from excessive sound stimulation. In Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA et al(ed) *Otolaryngology-Head and Neck Surgery Vol IV* CV Mosby St Louis p3173, 1986
16. McFadden D, Plattsmier MS, Pasanen EG : Temporary hearing loss induced by combinations of intense sounds and non-steroid antiinflammatory drugs. *Am J*

- Otolaryngol 5 : 235~241, 1983
17. Melnick W : Industrial hearing conservation : In Katz J(ed) Handbook of clinical audiology 3rd ed Williams and Wilkins Baltimore p721, 1985
 18. Pillsbury HC : Hypertension, Hyperlipoproteinemia, chronic noise exposure : Is there synergism in cochlear pathology ? Laryngoscope 96 : 1112~1138, 1986
 19. Prazma J, Rodgers GK, Pillsbury HC : Cochlear blood flow : Effect of noise. Arch Otolaryngol 109 : 611~615, 1983
 20. Prazma J, Vance SG, Bolster DE et al : Cochlear blood flow : the effect of noise at 60 min exposure. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 113 : 36~39, 1987
 21. Shaddock LC, Hamernik RP, Axelsson A : Effect of high intensity impulse noise on the vascular system of the chinchilla cochlea. Ann Otol Rhinol Laryngol 94 : 87~92, 1985
 22. Thorne PR, Gavin JB : Changing relationships between structure and function in the cochlea during recovery from intense noise. Ann Otol Rhinol Laryngol 94 : 81~86, 1985
 23. Vertes D, Axelsson A, Hornstrand C, Nilsson P : The effect of impulse noise on cochlear vessels. Arch otolaryngol 110 : 111~115, 1984
 24. Ward DW : General auditory effects of noise. Otolaryngol Clin North AM 12 : 473~492, 1976
 25. Westmore GA, Eversden ID : Noise-induced hearing loss and orchestral musicians. Arch Otolaryngol 107 : 761~764, 1981
 26. Woodford CM, Henerson D, Hamernik RP : Effects of combinations of sodium salicylate and noise on the auditory threshold. Ann Otol Rhinol Laryngol 87 : 117~127, 1978