KISEP Special Articles
臨床耳鼻：第14卷 第2號 2003
J Clinical Otolaryngol 2003;14:161-167

난청의 진단

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실
고 의 경

Diagnosis of Hearing Loss

Eui-Kyung Goh, MD
Department of Otolaryngology, College of Medicine, Busan National University, Busan, Korea

머 리 말

외이부터 대뇌 피질까지 청각전도로의 어느 부분의 장해에 의해서도 발생할 수 있는 난청은 귀 질환에서 가장 중요한 증상이며, 그 원인 질환과 난청의 정도, 발생부위는 매우 다양하다.

난청은 발생 부위에 따라 전음성난청과 감음신경성 난청으로 대별하며, 감음신경성 난청은 내이성 난청, 신경성 난청, 중추성 난청으로 분류된다. 그리고 난청은 그 정도에 따라 Table 1과 같이 정상, 경도, 중등도, 중등고도, 고도, 농으로 분류한다. 그리고 난청의 원인도 중이염, 내이염, 약물 중독, 소음성 난청 등 매우 다양하다.

따라서 이러한 다양한 원인과 정도, 그리고 발생부위가 다른 난청에 대한 정확한 진단은 귀질환의 적당한 치료의 선택과 예후를 예측하기 위해서도 필요하지만 장해의 판정과 재활을 위해서도 매우 중요하다. 난청을 정확히 진단하기 위해서는 신중한 문진과 국소소견, 영상소견과 더불어 다양한 청력검사에 대한 적당한 선택과 판정이 필요하다.

이에 난청을 정확히 진단하기 위하여 알고 있어야 할 기본적인 사항에 대해 요점만을 간략히 기술하고자 한다.

교신저자 : 고의경, 602 - 739 부산광역시 서구 아미동 1가 10번지 부산대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (051) 240 - 7331 · 전송 : (051) 246 - 8668
E - mail : gohek@pusan.ac.kr

문 진

Table 2와 같이 난청에 대하여 발현시기, 경과, 정도, 동반증상, 가족력, 기왕력, 직업력에 대한 문진이 필요하다.[1] 난청이 발현한 시점이 언제인지 정확히 알 수 없는 경우도 있지만 선천성, 후천성인지를 물어봐야 한다. 선천성이라면 유전적 소인, 다른 기형 유무, 임신 중 감염과 투약 유무, 출산력 등을 자세히 물어 봐야 한다. 난청의 경과는 진행성인지 혹은 갑자기 발생했는지를 묻는다. 갑자기 발생한 난청은 소아에서는 mumps virus에 의한 난청, 성인에서는 돌발성 난청이 대표적이다. 또한 수영 후 귀지가 외이도를 막아서 갑자기 난청을 일으킬 수 있으며, 노인성난청과 더불어 귀지가 문제되는 경우도 있다. 돌발적으로 발생한 난청이 있는 경우는 원인 질환을 알기 위해 갑자기 난청이 발생했을 때의 상황을 잘 물어봐서, 외림프루공(perilymphatic fistula), 항공성 중이염, 음향외상, 외상 등의 원인 질환을 감별해야 한다.

난청의 정도는 큰 소리로 대화가 가능하면 전음성난청을, 불가능하면 감음신경성 난청을 생각할 수 있다.

난청에 동반하는 증상으로는 어지러움, 이명, 이루 등이 대표적이며, 이루가 반복적으로 동반하면 만성중이염을, 난청에 이명, 어지러움이 동반하면 돌발성난청과 메니에르병을 생각할 수 있다. 코막힘 등의 감기 증상을 동반하면 삼출성 중이염을 생각할 수 있다.

직업력으로는 소음 사업장 근무 경력과 군대에서의 경

Table 1. Degrees of hearing loss (dBHL, ISO 1964)

정 상	Normal	25 이하
경 도	Mild	26 - 40
중등도	Moderate	41 - 55
중등고도	Moderately severe	56 - 70
고 도	Severe	71 - 90
농	Profound	91 이상

Table 2. History taking of hearing loss

1. Onset time : congenital, acquired
2. Progression : sudden, progressive
3. Degree : mild - profound
4. Symptom : otorrhea, nasal obstruction, vertigo, tinnitus, otalgia, tinnitus
5. Family history
6. Past history
7. Occupational history

Table 3. Averaging methods of Hearing Loss in Pure Tone Audiometry

4분법	0.5K+2×1K+2K/4
6분법	0.5K+2×1K+2×2K+4K/6
AAOHNS (1995)	0.5K+1K+2K+3K/4
장해자 판정기준 (한국)	0.5K+1K+2K+3K+4K+6K/6

력에 대해서 물어봐야 한다. 기왕력은 결핵, 바이러스질환 유무, 외상 등과 당뇨병과 고혈압을 비롯한 현병력에 대해서 자세히 문진해야 한다.

청력검사

난청을 주소로 내원한 환자에서 가장 기본적인 것은 고막과 외이도의 국소소견 검사와 임피던스 청력검사, 순음청력검사이며, 이들을 해석하여 종합적으로 판정해야 한다.

청력의 정도를 표기하는 단위는 dB을 사용하며 SPL (sound pressure level), HL(hearing level), SL(sensation level)이 있다. SPL은 음의 강도를 나타내는 물리학적인 단위이며 각 주파수의 0 dBSPL의 물리적 양은 모든 주파수가 같다. HL은 청력검사의 단위로 그 주파수에서 0 dBHL은 정상 청력을 가진 사람의 50%가 들을 수 있는 최소한의 강도로서 주파수마다 SPL이 다르다. 즉 250 Hz에서 0 dBHL은 26.5 dBSPL이며, 1000 Hz에서 0 dBHL은 7.5 dBSPL이다. SL은 각 개인의 역치로서 어떤 사람이 1000 Hz에서 30 dBHL의 역치라면 70 dBHL은 40 dBSL과 같다.

환경 소음은 조용한 사무실은 40 dBSPL, 회화음 66 dB, 지하철 90 dB, 제트기는 140 dB 정도이다.[2)]

순음청력검사(Pure tone audiometry)

청력검사 중 가장 많은 정보를 얻을 수 있는 검사로서 청력 손실의 정도, 유형, 양상을 알 수 있다. 해당 주파수의 청력 역치는 피검자가 들려준 횟수의 50% 정도를 들을 수 있는 최소한의 강도이다.

기도와 골도를 측정하며 반드시 청력검사는 차폐를 시행해야 한다. 차폐의 원칙은 1) 기도 측정에서는 검사귀의 기도가 비검사귀의 골도보다 40 dB 이상 차이가 있을 때 비검사귀를, 2) 골도는 검사 귀의 기도골도차가 10 dB 이상 있을 때 비검사귀를 차폐하여 검사해야 한다.[2)]

기도는 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8 KHz를 보통 측정하지만 미국의 AAOHNS (1995)[3)]는 순음 역치 평균을 0.5, 1, 2, 3 KHz의 평균으로 규정하고 있고, 우리나라의 장애등급 판정 기준[4)]은 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 KHz의 평균을 기준으로 규정하고 있어 3, 6 KHz까지 10개 주파수를 측정해야 한다(Table 3). 골도는 250 Hz 0.5, 1, 2, 4 KHz를 보통 차폐하여 검사하며 자극음의 최대 강도는 대개 60 dB 정도이다.

청력의 정도는 Table 1과 같이 정상, 경도, 중등도, 증등고도, 고도, 농의 6 단계로 판정한다. 40 dB 이내의 청력 손실을 최저 사회 생활을 위해 필요한 serviceable hearing이라고 한다.[5)]

기도 역치는 이개부터 뇌간까지의 청력을, 골도는 외이와 중이를 bypass하여 와우부터 뇌간까지의 청력을 반응하며, 골도는 유양동 혹은 이마의 골도 진동자를 장착하여 검사한다. 전음성난청은 기도만 나빠져 있는 경우로 외이와 중이의 병변을 나타내며, 감각신경성난청은 기도와 골도가 비슷한 정도로 나빠져 있으며 와우성 혹은 신경성난청이다. 혼합성 난청은 기도와 골도가 같이 나빠져 있으나 골도에 비해 기도가 더 많이 나빠져 있는 경우이다. 청력도는 수평형(flat type), 상승형(rising

type), 하강형(sloping type), 절흔형(notched type), 급하강형(falling type), 접시형(saucer type)으로 나눌 수 있다.[2)]

순수한 전음성난청에서 난청은 60 dB를 초과하지 않는다.[2)] 청력도는 전음성난청은 대개 상승형을 보이고, 감각신경성난청은 하강형, 혼합성난청은 수평형을 보인다.[6)] 삼출성중이염같이 중이의 stiffness를 증가시키는 경우는 주로 저음역에 영향을 주며, ossicular disruption 같이 stiffness를 감소시키는 경우는 수평형의 청력도를 보인다.[2)] 그러나 부분적인 ossicular disruption인 경우는 예외적으로 고음역 난청을 보인다. mass만을 변화 시키는 경우는 드물지만 고음역 난청을 보인다. stiffness와 mass lesion을 같이 보이는 심한 삼출액은 저음역과 고음역의 청력손실로 2000 Hz에서 peak 형을 보인다. 이경화증의 초기는 2000 Hz에서 절흔형을, 소음성난청의 초기에는 4000 Hz에서 절흔형을 보인다.[2)] 메니에르병의 초기에는 특징적으로 저음이 저하된 상승형을 보이지만 점차 수평형으로 변한다.

어음청력검사(Speech audiometry)

어음을 자극음으로 사용하여 어음에 대한 청취와 이해 정도를 직접적으로 측정하는 검사로 어음청취역치(speech reception threshold, SRT)와 어음명료도(discrimination score) 등을 측정한다. 어음청취역치는 발성학적으로 양 음절의 음압이 비슷한 2 음절어인 spondee word를 사용하여 50%를 알아들을 수 있는 역치를 dB로 나타낸다. 이는 순음평균역치와 비슷하며 10 dB 이내의 차를 보인다.

어음명료도는 발성시 강도가 동일한 단음절어인 phonetically balanced word(PB word)를 사용하며 피검자가 가장 편안하게 들을 수 있는 최적안정역치(most comportable level)에서 측정한다. 알아들을 수 있는 단어를 백분율(%)로 표시하여 가장 좋은 명료도(최대명료도, maximum discrimination score)를 구한다. 대개는 어음청취역치보다 30~40 dB에서 최대명료도를 구할 수 있다. 정상청력이나 전음성난청에서는 어음 강도를 높여주면 100%의 명료도를 보이며, 감각신경성난청에서는 100%에 이르지 못하거나 어음 강도를 높여주면 최대명료도를 보이다가 명료도가 떨어지는 roll-over phenomenon이 나타난다.[6)7)] 특히 이 roll-over phenomenon은 신경성난청에서 많이 나타난다. 순음역치로 예견되는 것보다 어음 명료도가 떨어지는 phonemic regression 현상도 감각신경성 난청에서 나타난다.

누가현상검사(Recruitment test)

자극음의 강도를 일정하게 증가시킴에 따라 음의 크기가 비정상적으로 크게 느껴지는 현상을 누가현상 혹은 보충현상이라 하며 내이의 유모 세포의 장애로 생기는 현상이다. 좁은 의미의 누가현상(abnormally rapid loudness growth)을 검사하는 alternate binaural loudness balance test(ABLB test)와 음의 강도의 미세한 변화를 감지하는 능력을 검사하는 short increment sensitivity index(SISI) 검사와 difference limen test가 있으며 자기청력검사도 이 현상을 검사할 수 있다. 양성은 내이의 병변임을 시사한다.

청각피로현상(Auditory adaptation or fatigue)

청력역치상 음을 계속하여 들려주면 역치가 일과성으로 상승한다. 이는 청신경섬유의 비정상적 순응 혹은 피로 때문이며 이 현상을 이용하여 청신경병변을 검사한다.

이 검사에는 tone decay test(TDT), Suprathreshold adaption test(STAT), 자기청력검사, 등골근반사 피로검사(acoustic reflex decay test) 등이 있다. TDT 의 민감도는 썩 좋지는 않으며 acoustic reflex decay test의 민감도가 좋다.

임피던스 청력검사(Impedance Audiometry)

중이에 의해 reject 되는 energy(impedance), 혹은 중이에 의해 받아들이는(accepted) energy(admittance)에 의해 중이 기능을 측정한다. 일반적으로 tympanometry와 acoustic reflex를 측정한다. tympanometry는 외이도에 가해진 압력에 의해 변화하는 중이의 고막의 움직임(loosely termed compliance)를 측정하며 다음과 같이 나눌 수 있다(Fig. 1).

등골반사는 강한 소리가 들어왔을 때 내이를 보호하기 위해 등골근이 수축하는 반사로 Fig. 2와 같은 반사로에 의해 나타난다. 정상은 70~100 dB HL에서 나타나며, 감각신경성난청은 정상보다 낮은 65 dB SL에서

나타나고 청력손실이 65 dB HL보다 높으면 나타나지 않는다. 이 반사는 전음성난청에서는 나타나지 않는다. 등골반사의 교차, 비교차 반사를 조합하여 난청의 유형을 판별하기도 한다.

등골반사피로 검사(acoustic reflex decay test)를 이용하여 후미로성 병변의 판정에 응용하기도 한다.

자기청력검사(Bekesy audiometry)

100 Hz부터 10 KHz까지 주파수의 순음을 이용하여 피검자가 직접 자극음의 강도를 조절하면서 시행하는 검사로 순음청력검사에 비해 여러 가지 장점이 많다. 고정

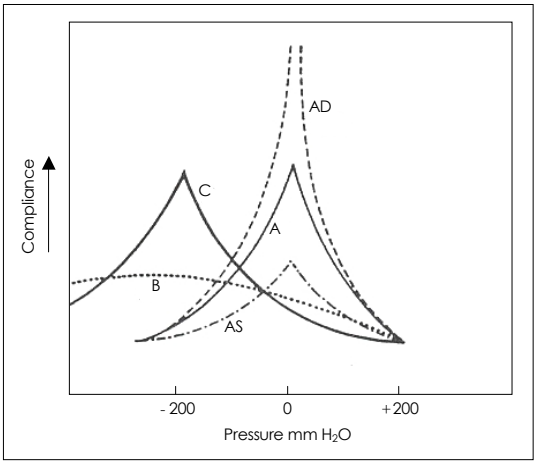

Fig. 1. Basic 5 types of tympanogram. A형 : compliance의 peak가 -100-100 mmHg에서 관찰되며 정상이다. As형 : A형과 같은 범위내에 peak가 있으나 compliance가 감소된 것. 중이강의 부피가 감소되어 있거나 강직성의 증가된 형으로 고막유착, 이소골의 유착, 이경화증에서 나타난다. Ad형 : peak는 A형과 같은 범위 내에 있으나 compliance가 증가된 것으로 치유성 고막이나 이소골 단절에서 볼 수 있다. B형 : Fig. 1과 같이 peak를 보이지 않는 형으로 고막의 비후, 액체의 저류 등에서 볼 수 있다. C형 : peak가 -100 mmHg 보다 낮은 것으로 액체의 저류, 이관 폐쇄 등에서 보인다.

주파수를 이용하여 시행할 수도 있다. 순음역치의 측정, 위난청검사, 누가현상검사, 청각피로 현상을 한번의 검사로 알 수 있다. 각각 단속음(interupted tracing, Ⅰ)과 연속음(Continuous tracing, C)을 측정하여 결과에 따라 청력도는 Fig. 3과 같이 Ⅰ형부터 Ⅴ형까지 다섯 가지 형으로 분류한다.

내이성 병변은 민감도가 93%로 높으나 청신경병변은 49%로 다소 낮다. 그러나 역치상에서 시행하는 것보다 최적 안정역치에서 시행하면 청신경병변에 대한 민감도는 85%로 높아진다.[2)]

이음향방사(Otoacoustic emisson)

1978년 Kemp에 의해 처음 기술된 이음향방사(otoacoustic emission, OAE)는 와우의 외유모세포에서 유래하여 중이를 거쳐 외이도에서 나타난다. 외유모세포가 정상일 때만 나타나며, 40 dB 이상의 감각성신청이 있을때는 나타나지 않는다.

OAE는 자극음이 없는 상태에서 와우에서 외이도로 방사되는 자발이음향방사(spontaneous OAE)와 음자극으로 발생하는 유발이음향방사(evoked OAE)로 나눌 수 있다. 유발이음향방사에는 transiently evoked OAE (TOAE), stimulus frequency OAE, 변조이음향방사(distortion product OAE, DPOAE)의 세 가지가 있다. 자발이음향방사는 정상 청력을 가진 귀의 35~60%에서만 나타나며 외유모세포로 인한 40 dB 이상의 와우성난청에서는 나타나지 않는다. 자발이음향방사는 이명과는 무관하게 나타난다. 또한 이 방사는 임상에 거의 이용되지 않으며, 유발이음향방사인 TOAE와 DPOAE가 임상에 널리 쓰인다.

TOAE는 click(transient)이나 tone pip 자극 후 4~15 msec에 유발되며 자극음의 주파수를 반영하므로 여

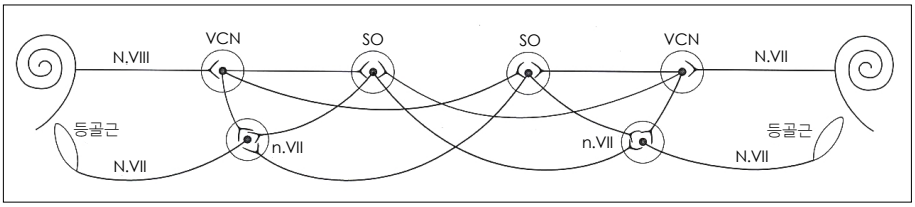

Fig. 2. Stapedial re-flex arc (VCN : ventral cochlear nucleus, SO : superior olive, n.VII : facial neuron, N.VII : facial nerve, N.VIII : cochlear nerve).

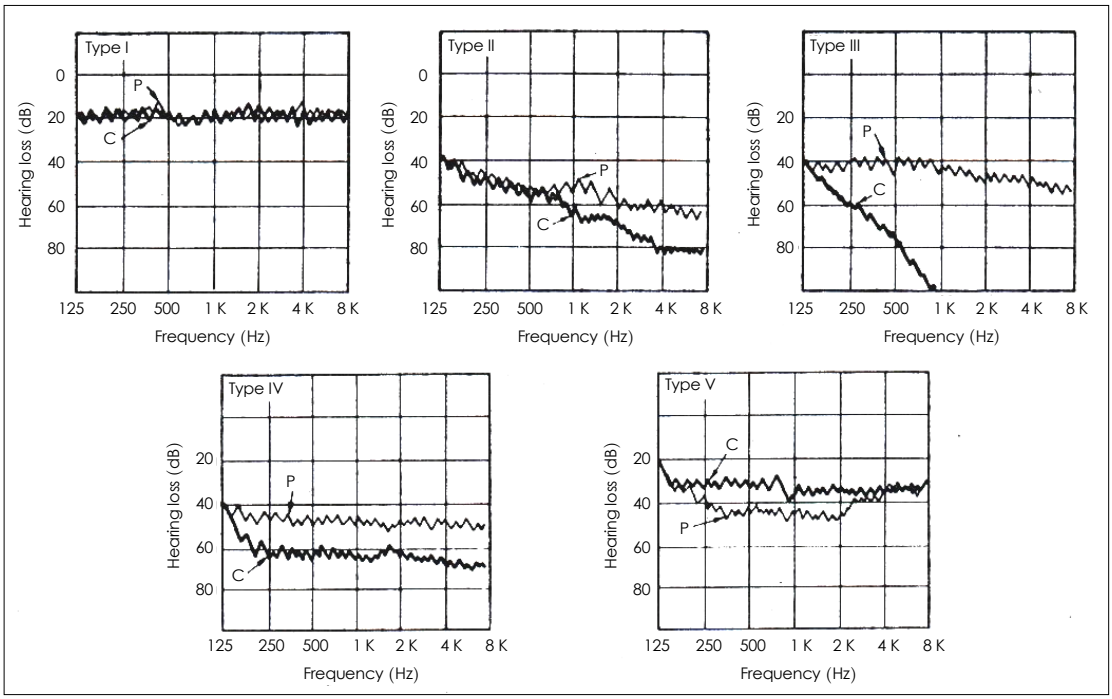

Fig. 3. 5 Types of Bekesy audiometry. I형 : I와 C가 중복되어 나타남. 정상, 전음성병변, II형 : 1 KHz 이상에서 C가 10 - 20 dB 낮게 나타남. 내이성병변, III형 : 저주파부터 C가 낮게 나타나 점점 간격이 벌어짐. 신경성병변, IV형 : 저주파부터 C가 30 dB 정도로 수평으로 낮게 나타남. 신경성병변, V형 : C가 I보다 높게 나타남. 위난청.

러 주파수대를 반영한다. 양성 기준은 echo response 5 dB SPL, 50% 이상의 reproducibility를 기준으로 한다.

DPOAE는 두 개의 다른 주파수 f1 과 f2로 동시에 자극하면 내이에서 여러 주파수의 방사음이 발생한다. 이 중 2f1~f2의 주파수의 변조음이 가장 강하며, f2/f2가 1.22이고 f1의 강도가 f2보다 10~15 dB 강할 때 가장 잘 발현한다. 주파수 특성을 가지고 있으며 청력손실이 10~15 dB를 넘지 않으면 발현하고 50~60 dB를 넘으면 발현하지 않으며, 그 사이에서는 자극음의 강도를 높여주면 대부분 발현할 수 있다. 일반적으로 방사음이 평균 배경 소음보다 3~4 dB 이상이거나 1~2 표준편차 이상이면 의미있는 이음향방사로 본다.

이음향 방사의 임상적 적용은 와우 기능의 객관적 평가이며, 중이 기능이 정상임이 확인되야만 OAE의 소실이 와우 기능이 비정상이라고 할 수 있다. 신생아 청능선별검사에 이용되며, 청신경병변(auditory neuropathy)의 드문 경우에서는 비정상적인 ABR, 등골반사의 소실, 감각신경성난청이 있는 경우에도 OAE가 존재하는 경우도 있다. 청신경병변과 와우병변의 감별, 술중 와우기능의 monitoring, 이독성약물의 monitoring에도 이용할 수 있다.[6)8)]

유발반응검사(Evoked response audiometry)

음자극 후 청각전도로에 나타나는 전기적 변화를 기록하는 청성 유발반응(auditory evoked response)에는 자극 후 반응이 나타날 때까지의 잠복시간에 따라 초기반응(early response), 중기반응(middle response), 후기반응(late response)의 세 종류로 나눌 수 있다.

초기반응에는 전기와우도(electrochleography, ECoG), 청성뇌간반응(auditory brainstem response, ABR), 전기자극 청성뇌간반응(electrically evoked auditory brainstem response, EABR) 등이 있고 임상에 널리 쓰인다. 그러나 중기반응(40 Hz response), 후기반응(P300 response) 등은 마취, 수면, 각성상태에 영향을

받으므로 제한적으로 사용된다.[6)9)]

전기와우도(Electrochochleography)

와우의 인접한 곳에 위치시킨 전극을 통해서 음자극 후 와우에서 발생하는 cochlear microphonics(CM), summating potential(SP), action potential(AP)의 세 종류의 전위를 측정한다. CM은 가장 먼저 나타나며 자극음과 같은 주파수의 교류전위로 그 기원은 유모세포이다. SP는 역시 유모세포에서 기원하며 자극음의 지속시간과 일치하여 계속 나타나는 직류전위이다. AP는 청신경에서 발생하는 활동전위이다.

전기와우도는 전극의 위치에 따라 외이도유도법(extratympanic method, 고막유도법(tympanic method), 경고막유도법(transtympanic method) 등이 있다. 전극이 와우에 가까울수록 좋은 전위를 얻을 수 있으므로 경고막유도법이 가장 좋은 전위를 얻을 수 있으나 이과적 술기를 필요로 한다.[10)]

전기와우도는 와우와 청신경에 대한 많은 정보를 의식 수준에 관계없이 얻을 수 있으며, 검사 받지 않는 귀의 차폐가 필요하지 않으며, 전신마취나 수면 상태에서도 검사가 가능한 장점이 있다.[10)]

임상적으로는 -SP/AP의 비율을 이용하여 메니에르병 등의 내림프 수종의 진단에 이용하며, 외림프루의 진단, 청력 역치 측정과 술중 청신경의 monitoring 등에 응용한다.[10)]

-SP/AP가 0.25 이하이면 정상이고, 0.4 이상이면 내림프수종으로 진단이 가능하다(Fig. 4).[10)]

청성뇌간반응(Auditory brainstem response)

음자극후 10 msec 이내에 청신경과 뇌간에서 나타난는 반응으로 마취와 수면의 영향을 받지 않고, 비침습적으로 측정이 가능하다.

Ⅰ파부터 대개는 Ⅶ파까지의 파형 중 Ⅰ, Ⅲ, Ⅴ파가 잘 나타나며, 특히 Ⅴ파가 가장 안정적으로 잘 나타나 해석의 기본이 된다. 각 파의 기원에 대해서는 아직 연구되고 있으나, Ⅰ파는 청신경 말단부, Ⅱ파는 청신경 근위부, Ⅲ파는 와우핵(cochlear nucleus), Ⅳ파는 상올리브핵(superior olivary nucleus), Ⅴ파는 lateral lemniscus, Ⅵ파와 Ⅶ파는 inferior colliculus로 보는 것이 가장 유력하다.

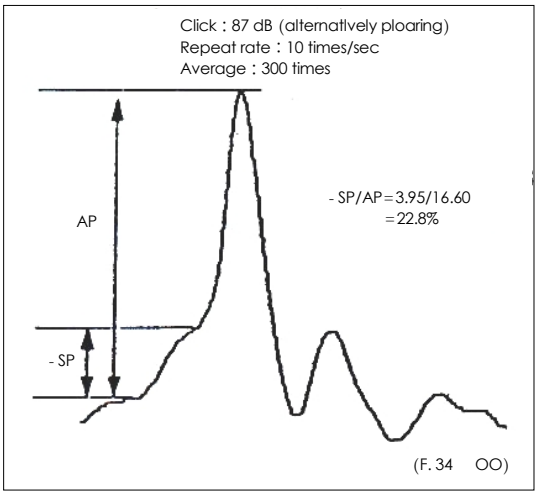

Fig. 4. Normal transtympanic electrochleography.

자극음은 click, filtered click, tone pip, tone burst 등이 사용되나 이중에서 click 음은 주파수 특성이 없으나 생성시간과 지속시간이 짧고 주로 1~4 KHz의 고음역을 자극하고 있어 청신경원을 동시에 널리 흥분시킬 수 있어 임상적으로 널리 사용된다. tone pip이나 tone burst는 주파수 특이성 검사, 특히 저음역 난청이 있는 경우 사용된다.

Ⅴ파 잠복기의 latency-intensity curve를 이용하여 청력손실의 유형을 알 수 있으나 거의 사용되지 않고 있다. ABR의 임상적 이용은 1) 신생아 청능선별검사, 2) 유소아 청력 역치와 객관적 역치 측정, 3) 청신경종양의 진단, 4) 수술중 청신경 monitoring 등에 쓰인다.[6)]

Ⅴ파의 소실을 ABR의 역치라고 하며 성인에서는 순음 청력역치보다 5~10 dB, 소아에서는 10~20 dB 정도 높게 나타난다. 자극음으로 대부분 사용하는 click 자극음은 2 KHz 이상의 고음역을 반응하므로 난청의 정도를 판정할 때 명심해야 한다. 정상적으로 Ⅴ파의 양이간의 차이는 0.2 msec 이하이므로 이 차이가 0.2 msec 이상이면서 전음성난청이 없다면 청신경종양을 의심할 수 있다. 그 외에 Ⅰ~Ⅴ파의 연장 등을 청신경종양의 진단에 이용한다.[6)9)]

영상검사

난청의 진단에 있어서 영상진단은 특별한 경우에 확진하기 위해서 시행한다. 전음성난청에서는 만성중이염이나 진주종중이염에서 유양동의 침범 여부와 수술 범위와 내이루공 같은 합병증을 알기 위해서 시행한다. 외이도 기형의 정도와 수술을 위해서도 시행하며, 중이내 이소골의 선천적 기형이나 후천적 결손 여부를 위해서도 시행할 수 있다. 와우성 병변에서는 내이의 선천성기형을 진단하기 위해서 시행한다. 신경성난청에서는 청신경종양 같은 소뇌교각부 종양, 혹은 뇌혈관 병변, 특히 돌발성난청에서는 CT, MRI 등을 반드시 시행해야 한다.

맺 는 말

청력검사는 유소아 난청의 조기진단, 난청 원인 질환의 진단과 치료, 장애의 판정 등 여러 부분에 필요하다. 난청은 난청의 정도와 부위, 그리고 궁극적으로는 난청의 원인 질환을 진단해야 한다. 따라서 병력과 영상진단, 그리고 국소 소견을 청력검사 소견과 종합하여 종합적으로 판단해야 한다. 수많은 청력검사 중 적당한 검사를 선택하기 위해서는 청력검사 전반에 걸친 이해가 필요하다.

중심 단어 : 난청 · 청력검사 · 순음청력검사, Electrocochleography.

REFERENCES

1) Yagi T. *Vertigo, Hearing loss and tinnitus. 1st ed. Tokyo. Kanehara Co.; 1988. p.101-30.*
2) Peck JE, Lee KJ. *Audiology. In: Lee KJ, editor. Essential Otolaryngology. 8th ed. New Haven Magrow-Hill Co.; 2003. p.24-64.*
3) *Committee on hearing and equilibrium. Committee on hearng and equilibrium guidelines for evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. Otolaryngol Head Neck Surg 1995;113:186-7.*
4) 보건복지부. 장애등급판정기준; *2003.*
5) Chon KM. *Pure tone audiometry. Clin Oto 1996;7:219-31.*
6) Kim LS. *Audiometry. In: Kim JS, editors. Otorhinolaryngology head and neck surgery. 1st ed. Seoul, Korea. Iljogak Co.;2002. p.451-79.*
7) Lee JD. *Speech audiometry. Clin Oto 1996;7:232-41.*
8) Chang SO, Jang YJ. *Clinical applicartion of Otoacoustic emissions. Clin Oto 1996;7:294-307.*
9) Brakemann DE, Don M, Selters W. *Electric response audiometry. In: KJ Lee, editors. Essential Otolaryngology. 8th ed. New Haven Magrow-Hill Co.; 2003. p.65-87.*
10) Goh EK. *Clinical application of electrocochleography. Clin Oto 1996;7:308-15.*