

근로자의 청력보호

청력의 측정 및 평가



한림의대 재활의학과 교수
김진숙

청력의 측정은 청력손실의 유무를 판별하고, 청력손실이 존재할 경우 그 정도와 유형을 평가하여 정확한 진단, 치료 및 재활의 기본적인 자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 측정법은 크게 두 가지로 나뉘는데, 환자의 주관적 반응이 필수적인 주관적 방법과, 검사에 환자의 능동적 참여가 불

필요하고, 결과를 객관적으로 분석할 수 있는 객관적 방법이 있다. 각 방법의 검사 종류는 <표1>과 같으나, 본고에서는 이 중 가장 흔히 사용되는 순음청각 검사, 어음청각 검사, 중이검사중 그 일부만 다루기로 하겠다.

1. 순음청력검사(Pure tone audiometry)

순음청력검사는 방음실에서 청력검사기기로 실시하며, 각 검사당 자극후 환자가 약 50%정도 반응하는 가장 약한 소리인 역치를 찾아내어 결과를 청력도(Audiogram)에 기록한다. 청력도는 가로축에 소리의 고저를 표시하는 주파수(단위:Hz), 세로축에 소리의 강약을 구분하는 강도(단위:dBHL)로 구성되어 있으며, 각 검사의 결과는 국제적으로 통용되는 기호로 청력도의 적절한 공간에 표기하며, 빨간색은 오른쪽 역치를 파란색은 왼쪽 역치를 나타낸다. 그외의 기록은 검정색으로 표기하는 것이 원칙이다(표2).

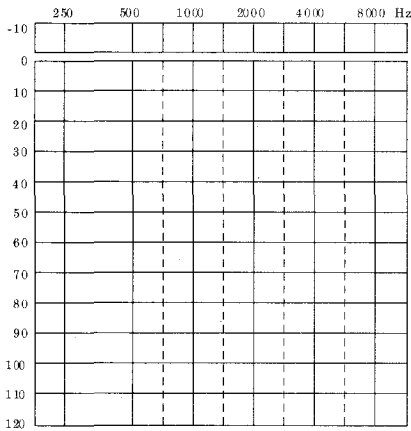
검사를 실시하기전에 준비하여야 할 사항으로 첫 번째는 청력검사기의 보정점검이다. 청력검사기는 매일 청력검사 실시전에 간단히 기능의 이상유무를 점검하여 검사결과와 기계적 변수를 제거하여야 한다. 두번째는 청력과 관계된 병력이나, 이경검사소견 등을 미리 파악하여 환자의 상황에 대비한다. 세번째로 환자가 역치에서 반응할수 있도록 친숙한 관계를 형성하면서 주지사향을 일러둔다(예, 소리가 너무 작아서 들었는지 확신이 안가도..., 삐소리를 들은것 같으면....등등).

검사는 좋은쪽 귀나, 양귀에 차이가 없으면 오른쪽 귀부터 실시하며, 주파수는 1kHz에서 시작하여 한 옥타브 단계로 보통 2, 4, 8, 0.5, 0.25kHz나, 고주파수청력손실이 의심되면 0.5, 0.25, 2, 4, 8kHz의 차례로 실시한다. 그러나 각옥타브의 검사결과가 20dB 이상 차이가 나면 반옥타브(0.75, 1.5, 3, 6kHz)에서도 검사를 해야 한다. 검사법으로는 신뢰도는 증가하지만 시간이 오래걸리는 상승법(청력검

주관적 검사	객관적 검사
음차청력검사(Tuning Fork Test)	중이검사(Immittancetest)
순음청력검(PureToneAudiometry)	
기도(Air)/골도(Bone)/그외특수검사	청성유발반응검사(Auditory Evoked Potential Test)
어음청력검사(Speech Audiometry)	
아동청력검사: 유희(Play Audiometry)	
행동관찰검사(Behavioral Observation Audiometry)	이음향방사검사(Otoacoustic Emission Test)
시각강화검사(Visual Reinforcement Audiometry)	

<표1> 주관적 및 객관적검사방법의 종류

사기의 가장 작은소리에서 시작하여 처음 듣기 시작하는 곳을 역치로 정하는 법)과 신속하지만 신뢰도가 감소하는 하강법(충분히 들을 수 있는 강한 소리에서 시작하여 못듣는 곳보다 한 단계 큰소리를 역치로 정하는 법)을 혼합한 수정 상승법이 널리 사용되고 있다. 이 방법은 각 주파수마다 30 이나 50dB에서 시작하여 처음 듣거나 못들을때까지 20dB 간격으로 자극하여 검사를 시작할 레벨을 정한 후 들으면 10dB 적게, 못들으면 5dB씩 크게하면서 반응을 관찰한다. 이 일련의 방법을 세 번 시행했을 때, 두 번 반응하면 역치로 결정한다. 이때, 자극은 1내지 2초의 일정한 자극을 불규칙한 간격으로 제공하도록 한다.



검사종류 \ 귀	오른쪽	왼쪽
기도청력검사	○	×
차폐된 기도청력검사	△	□
골도청력검사	<	>
차폐된 골도청력검사	{	}

※ 각 기호에 화살표를 붙이면 청력기기관계치에서도 반응이 없음을 뜻한다.

〈표2〉 청력도(Audiogram) 및 그 기호

(1) 기도전도청력검사(Air conduction audiometry)

위의 순음검사절차를 그대로 인용하며, head-

phone이나 insertphone을 pinna나 외이도에 착용시킨 후 검사한다. 청각의 모든경로, 즉, 외이, 중이, 내이 및 중추청각신경의 청각능력을 총괄적으로 검사하여 역치를 결정하므로, 전체경로중 한 곳만 이상이 있어도 비정상 청력으로 나타난다. 기도청력의 역치로 청력손실의 정도를 평가하는데, 여러 가지 주파수중 0.5, 1, 2kHz를 중심으로 평균순음역치(Pure Tone Average: PTA)를 산출하여 평가한다 〈표3〉.

청력손실정도	청력역치
정 상	15 dB HL 이하 (normal)
미 도	16-25 (slight HL)
경 도	26-40 (mild)
중 도	41-55 (moderate)
중고도	56-70 (moderately severe)
고 도	71-90 (severe)
심 도	91 이상 (profound)

〈표3〉 평균순음역치로 평가하는 청력손실의 정도

양귀청력의 차이가 Interaural Attenuation (IA: headphone은 40dB, insert-phone은 50~60dB) 이상 차이가 나면 나쁜쪽 귀를 검사할 때, 좋은쪽 귀의 불필요한 참여를 제거하기 위해 좋은쪽 귀를 차폐(masking)한다. 이때, 차폐음은 narrow band 소음을 사용하고, 차폐음의 최소치(역치검사귀 - IA + 기도골도역치차이비검사귀)와 최대치(역치검사귀 + IA)를 구하여 최소나 최대치를 벗어나지 않도록 하여야 효과적인 차폐를 한 것이다.

(2) 골도전도청력검사(Bone conduction audiometry)

진동체를 유양돌기 부위에 밀착시킨 후 역시 순음 검사절차를 그대로 인용하되, 검사하는 주파수는 0.25 혹은 0.5에서 4kHz까지 검사한다. 골도검사의 원리는 진동체로 두개골을 진동시켜 두개골에 내재한 내이의 반응을 보는 것이다. 두개골은 진동체에 의해 오른쪽이나 왼쪽이 분리진동 되지 않으므로, 진

동체의 부착위치가 두개골의 어느 부위이든지(오른쪽, 왼쪽 유양돌기 혹은 이마) 상관없이 양내이가 동시에 반응한다. 만일 양내이의 청력역치에 차이가 있을 경우, 진동체를 나쁜쪽 귀에 부착시켜도, 양내이가 동시에 반응하므로 좋은쪽 귀의 역치가 기록된다.

골도 검사는 외이나, 중이를 우회하여 내이의 반응을 직접 검사하여 역치를 결정하므로 외이나 중이가 비정상이라도 내이에 이상이 없으면 정상으로 나타난다. 그러므로, 기도와 골도청력차이(Air conduction - Bone conduction Gap:ABG)의 존재 유무가 외이나 중이의 이상 유무를 판정하는 결정적인 단서가 된다. ABG은 기도와 골도의 청력차이가 10dB 이상이면 존재하는 것이며, 외이나 중이에 이상이 있는 것으로 판정된다. 기도와 골도의 청력차이가 없거나 10 dB 이내이면, 외이나 중이에 이상이 없는 것으로 해석된다.

기도와 골도의 청력차이가 10dB이상으로 기록되면, 골도검사의 원리에서 언급한대로, 골도의 역치가 어느쪽 내이의 반응인지 판단할 수 없으므로 검사하지 않는 귀의 반응을 차폐하여야 한다. 골도검사귀의 차폐음은 비검사귀의 기도로 headphone을 통해 전달되는데, 이때 headphone이 외이도를 막아 일시적으로 소리가 더 잘 들리는 Occlusion Effect(OE)가 나타난다. 이 OE는 주로 중저주파수에서 나타나는 효과로 0.25와 0.5kHz에서 각각 15dB씩, 1kHz에서 10dB씩 청력이 증강된다. 음차폐시에는 증강된 청력만큼 더 크게 차폐를 해주어야 한다. 효과적인 차폐를 위해 narrow band 소음을 사용하며, 차폐음의 최소치(골도역치검사귀 + OE혹은ABG비검사귀)와 최대치(골도역치검사귀 + IA)를 구해 차폐음의 강도를 점검해야 한다.

그외 순음청력기기로 할 수 있는 특수검사는 병변 부위를 감별하는 검사로 역치청각피로검사(Threshold Tone Decay test : TTD), 역치상순음소실검사(Supra-Threshold Adaptation Test : STAT), 미세증가감성지수검사 (Short Increment

Sensitivity Index : SISI) 등이 있다.

		기도청력	
		정상	비정상
골도청력	정상	정상	전음성
	비정상	불가능	감각신경성 혼합성

		ABG	
		있다	없다
골도청력	정상	전음성	정상
	비정상	혼합성	감각신경성

(3)청력도의 해석

청력손실의 정도는 기도청력역치를 기준으로 유형은 골도청력역치와 ABG의 존재유무로 판단할 수 있다. 소리의 전도기관인 외이나 중이에 이상이 있으면 전음성 난청, 소리의 감음기관인 내이에 이상이 있으면 감각신경성 난청, 전도와 감음기관에 복합적인 이상이 있으면 혼합성난청으로 분류된다. 기도와 골도의 청력역치관계와 그 차이(ABG)로 풀어보면 <표4>와 같다.

<표4> 기도골도청력역치와 청력손실의 유형. 좌: 기도와골도청력역치의 상관관계, 우:기도와 골도의 청력역치차이(ABG)와 골도청력역치의 상관관계.

전음성난청으로 분류되는 가장 흔한 질병은 중이염이고, 감각신경성 난청으로는 노인성이나 소음성 난청이다. 그 중에 소음성 난청은 초기에 4kHz를 중심으로 난청이 발생하여, 진행할수록 그 주변의 2, 8kHz까지 청력손실을 초래하는 고주파수성 청력손실이 보편적이다.

2. 어음청각검사(Speech Audiometry)

어음 청력검사는 크게 두 가지로 분류될 수 있는데, 어음청취역치검사와 어음명료도검사이다. 어음청취역치검사는 Speech Reception Threshold (SRT)라고 흔히 불리며 보편적인 어음을 이해하기

위하여 필요한 가장 적은 소리의 정도를 검사한다. 어음명료도검사는 Speech Discrimination Test (SDT), Speech Recognition 혹은 Word Recognition Test (WRT)라고도 표기하며, 어음에 대한 이해능력을 측정한다. 그 결과는 백분율(%)로 표시하며, 어음명료도치라고 한다 (Speech Discrimination Score: SDS, Speech Reception Score: SRS, Word Recognition Score: WRS).

(1) 어음청취역치검사(Speech Reception Threshold: SRT)

강세가 같은 이음절어인 표준화된 강강격어 (Spondee word), 예를 들자면 '약국', '눈물', '육군' 등을 사용하여 피검자가 검사어음의 50%를 정확히 따라하는 음의 강도를 역치로 정한다. 양측귀의 청력손실에 차이가 있을 경우 더 좋은 귀를 먼저 검사하는 것이 원칙이며, 검사전 피검자에게 간단한 설명과 검사할 단어를 미리 알려주어야 한다. 검사할 단어 10개 정도를 선정하여 가청정도의 소리강도(평균 순음역치보다 20 혹은 25dB 높은 곳)에서 미리 들려준 후 순음검사절차에 의거하여 검사한다. 음차폐는 기도청력검사에 준한다.

순음의 세 개의 주파수(0.5, 1, 2kHz)나 두 개의 주파수(앞의 세 개중 청력이 우수한 주파수 두 개)의 평균 역치(PTA)와 어음청취 역치와의 차이가 10dB 이상 보이면 청력검사의 신뢰도가 없는 것으로 판정된다. 어음청취역치 검사의 목적으로는 청력검사의 신빙성을 분별하고 어음명료도 검사의 기준수치를 정하며, 어린이나 검사하기 어려운 환자의 다른 검사보다 먼저 시행하여 PTA를 예측하는데 있다.

(2) 어음명료도 검사(Speech Discrimination Test: SDT)

검사어음은 표준화된 단음절어로, 예를 들자면, 북, 점, 벼, 물 등이다. 어음검사의 강도는 어음청취역치보다 40dB 높은 곳에서 검사하는 것이 원칙이나, 청력손실이 심한 경우 최고유쾌강도음(Most Comfortable Level : MCL)에서 검사하여야만 어음

명료도의 참 최대치를 구할 수 있다. 50개 혹은 25개의 목록중 선택하여 사용하는데 틀린수가 2개 이하이면 25개에서 검사를 종료하여도 무방하다. 피검자가 정확히 들은 검사어음의 수를 백분율(%)로 표시하여 이를 어음명료도치(Discrimination Score)라고 하고 부정확한 반응을 보인 검사어음의 백분율을 어음판별손실(Discrimination Loss)이라고 한다. 50개 모두를 사용한 경우 맞은 수에 2를 곱하고, 25개를 사용한 경우 4를 곱하여 백분율을 정한 후, 80% 이상은 정상, 60~79% 보통, 59%이하는 저조로 판정한다. 충분한 가청영역인 어음청취 역치상에서 하는 검사이므로 거의 모든 경우에 비검사귀의 차폐가 요구되는데 차폐음의 정도는 검사음에서 20dB 감소시켜 어음소음이나 White noise를 이용한다.

검사의 목적은 크게 다음 다섯 가지로 분류된다. 병변의 부위감별, 유효한 대화소통의 타당성 분석, 수술후보자의 결정, 난청재활의 평가와 계획, 보청기 보조기의 선택, 평가 및 착용등이다. 그러나 어음명료도 검사 하나만으로써는 제한된 정보만을 제공하므로, 이 다섯 가지 영역을 판정하는데 어려움이 있으므로, 어음명료도 검사 이외에 다른 청력검사나 의과적 검사나 진단이 상보적인 역할을 하여야만 임상적 적용으로써 그 의의가 있다.

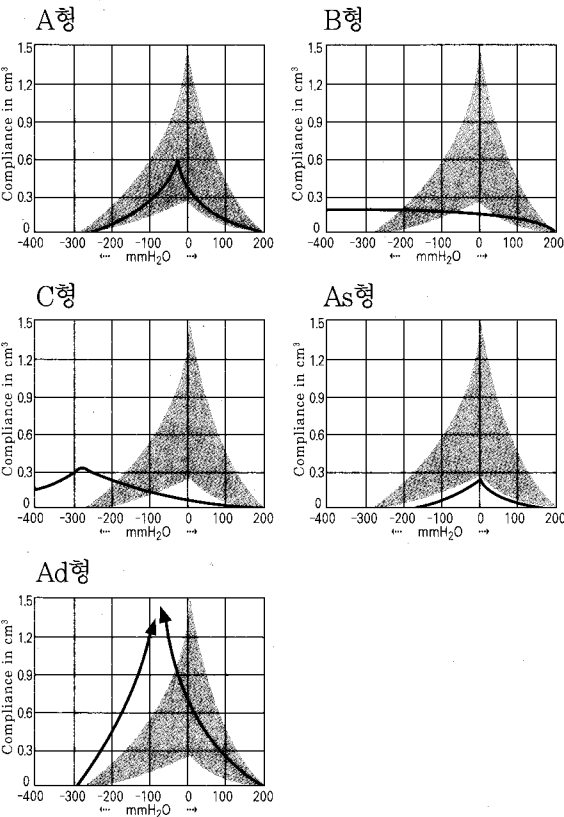
3. 중이검사(Immittance test)

Immittance는 고막에서 측정되는 두가지 대조적 성격의 저항(Impedance)과 수용(Admittance)에너지를 동시에 지칭하는 신생 복합어이다. 객관적 청력 검사방법중 하나인 이 검사는 외이도 입구에서 음향 자극을 주고 고막에서 반사되어 돌아오는 에너지를 분석하여 고막과 중이구조물의 저항과 수용에너지를 측정함으로써 중이상태를 간접적으로 분석할 수 있게 한다. 중이검사의 종류는 세가지로 고막운동성검사(Tympanometry), 등골근반사검사(Acoustic reflex threshold), 반사피로검사(Reflex decay) 등이

있는데, 청력평가에 자주 사용되는 고막운동성 검사
를 간단히 설명하고자 한다.

고막운동성검사는 probe로 외이도를 완전히 차단
하고 저주파수(220/226Hz 혹은 660/668Hz)
85dB SPL의 검사음을 지속적으로 주고 압력을
+200/+400mmH₂O 에서 -200/-600mmH₂O 변화시
키는 동안 고막에서 반사되는 에너지를 외이도에서
측정하는 법으로 외이도의 부피와 고막 및 중이구조
물의 상태를 진단하는데 이용된다. 검사결과는 크게
다섯가지로 아래 그림과 같이 분류된다.

- B형: 꼭지점이 없는 수평형으로 고막의 비후,
중이강내의 액체, 고막의 천공, 확산
귀지등을 암시
- C형: 중이강내가 저기압일 때 발견되며,
이관 불량, 중이강측으로 흡입된 고막,
초기 삼출성 중이염 등을 암시.
- AS형: 고막의 움직임이 둔화될 때 발견되며,
고실경화증, 이소골 유착 및 고정,
이경화증, 삼출성중이염등을 암시.
- Ad형: 고막의 움직임이 비정상적으로 커질 때
발견되며, 이소골의 연결이 절단되거나,
고막의 위축으로 인한 기능감퇴 등을 암시.



〈그림〉226Hz 소리를 사용하여 검사한 고막운동성
검사결과의 유형.
각그림의 진한부분이 고막의 정상 운동범위

A형: 정상 고막운동의 형태로 정상이나 감각
신경성 난청에서 발견