

자기청력계기검사

한양대학교 의과대학 이비인후과학교실

박철원

Bekesy Audiometry

Chul-won Park, M.D.

Department of Otolaryngology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

서 론

자기청력계기검사 (Bekesy audiometry, automatic audiometry, tracking audiometry)는 1947년 Bekesy가 고안하여 "A new audiometer"로 소개한 이후 1952년 Reger가 임상용 자기청력계를 만들어 개선시키고 발전시켰다. 1952년 Reger와 Kos는 Bekesy 기계를 이용하여 제8 뇌신경종양 환자에서 비정상적으로 나타난 급속한 일과성 역치변동 (rapid temporary threshold shift)을 관찰하였고, 시간이 지나면서 후미로성 병변 (retrocochlear pathology)을 검사하는데 대중화되었다.

이 검사법은 청력검사를 받는 피검자를 자신이 직접 스위치로 음의 자극강도를 조절하여 청력역치를 구한다는 특징이 있다. 따라서 자기청력계기 검사의 장점은 한 검사자가 2명이상을 동시에 검사가능하다는 것이며 특히 많은 수의 사람들을 검사하기에 용이하다. 또 청력역치를 결정하면서 청력기능을 감별평가하여 병변의 위치를 결정하는데 도움이 되고 보청기 사용성 기능성 이득 (functional gain)을 측정할 수도 있다.

이 검사법이 개발된 이후 수많은 연구들로 인해 기계의 미세조절능력 등의 성능향상과 기록방법의 발달, 비용에 대한 효과의 증가 및 검사의 정확도가 개선되어 꼭 필요한 청력검사법으로 부각되기도 하였으나 1970년대 후반부터 그 이용이 감소 추세를 보여 현재는 특별한 경우가 아니면 보통 시행하지 않는 검사법이 되었다. 그 이유는 아마도 Bekesy 청력검사의 진단적 정확도가 떨어지고 더 정밀한 검사법들이 개발되어 그 유용성이 감소된 것과 연관된 것으로 생각된다.

Bekesy 청력계기와 작동방법

검사기계의 구성은 크게 순음 발전기 (pure tone oscillator)와 감쇠기 (attenuator)로 되어 있다. 주파수 발전기 (frequency oscillator)는 작은 전기모터로 조정되어지고 주파수 선택 조절은 보통의 주파수절환식 청력계기에서는 다이알에 표시된 주파수에 한하여 검사가 이루어지나, Bekesy 청력계기에서는 모든 주파수를 연속적으로 발전할 수 있게 되어 있다. 일

KEY WORDS : Bekesy audiometry · Recruitment · Forward backward Bekesy sweeps · Bekesy comfortable level · Pseudohypacusis

반적으로 검사하고자 하는 가장 낮은 주파수 부터 점차 높은 주파수쪽으로 진행시키는데 보통 100~10,000 Hz까지의 주파수범위에서 자동적으로 증가하며 그 반대방향으로 주파수가 감소하는것도 가능하다. 또 고정주파수로 자극 할 때에는 주파수절환식 청력계기에서처럼 원하는 주파수를 지정하면 주파수의 변화없이 일정시간동안 발진할 수 있게 되어 있다.

음의 강도를 조절하는 감쇠기 또한 작은 전기모터로 조정되는데 이것은 회전방향의 전환이 즉각적으로 이루어져 음의 강도를 순간적으로 조절할 수 있는 특성을 가지고 있다.

감쇠기 스위치(push button)는 피검자에 의해 작동되는데 스위치를 누르면 자극 음의 강도가 감소하고 스위치를 놓으면 감쇠기의 모터가 반대방향으로 회전하여 음의 강도가 증가한다. 따라서 환자에게 음이 들리는 동안은 단추를 계속 누르고 있고 음이 들리지 않으면 즉시 단추를 놓으라고 지시한다.

청력도는 X-Y그래프로 기록되는데 X축에는 주파수 범위가 표시되고 Y축에는 음의 진폭이 표시되어 검사시간에 따른 주파수와 음의 진폭의 변화가 동시에 특정 양식에 그려지게 된다. 검사시간이 지남에 따라 자극음의 주파수가 증가하면서 청력도양식이 그려진 종이 수평으로 움직이고 이 위에 표시펜(marking pen)이 음의 진폭에 따라 수직으로 움직이면서 청력도가 그려진다. 따라서 그 역치가 자동적으로 기록되어지는데 순음청력검사에 상승법과 하강법의 역치차이가 나타나듯이 감쇠 속도에 따른 역치의 변동이 그래프에 상하폭(vertical range)으로 나타나게된다(그림 1, 2). 자극음은 일반적으로 연속음(continuous tone)과 단속음(interrupted tone; 200 msec on, 200 msec off)을 사용하여 청력역치나 역치의 상하폭 등의 반응결과를 비교평가하며, 주파수는 연속적으로 변화시키면서 측정하는



Fig. 1. Typical Bekesy tracing. All rising limbs (thick lines) indicate periods of hearing. All falling limbs (thin lines) represent periods of no hearing. Arrows show movement of pen.

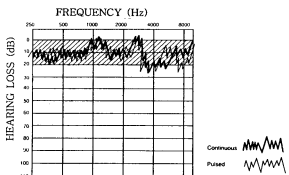


Fig. 2. Typical Bekesy sweep frequency tracing using pulsed and continuous pure-tone signals.

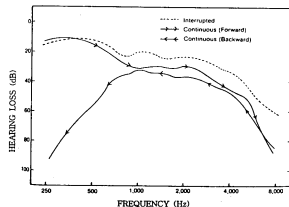


Fig. 3. Three Bekesy tracings (interrupted, continuous-forward, and continuous-backward).

방법 (conventional tracing)을 주로 사용하고 있으나 일정 시간동안 몇가지의 고정 주파수의 음을 주어 측정하는 방법 (fixed-frequency tracing)도 사용되며 연속검사 때는 저주파음 (100 Hz)에서 고주파음 (10,000 Hz)으로 가면서 측정하는 전진법 (forward tracing)과 그 반대로 측정하는 후진법 (backward tracing)이 있다 (그림 3). 고정주파수 tracing은 자극음의 주파수를 일정하게 고정시키고 보통 4분을 초과하지 않게 음을 주고 역치를 구한다 (그림 4).

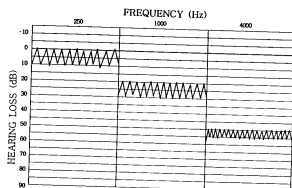


Fig. 4. Fixed-frequency Bekesy audiograms for three frequencies.

검사와 해석

1. 청력역치의 측정 및 해석

Bekesy의 자기청력도에 의한 청력역치추정에 대하여 Reger (1952)는 거치상추적 측 역치의 상하폭의 중간치를 택하였으며 Burns와 Hinchcliffe (1959)는 최고치를, Harbert와 Young (1966)은 최저치를 각각 취하고 있으며 최 등 (1976)의 보고에서는 중간치가 순음청력역치와 가까웠다 하였다.

1955년 Lierle와 Reger는 청신경종양환자에서 고정주파수로 20분간 음을 주었을때 청력역치가 점점 나빠지는 것을 발견하였는데 와우병변 환자와 비교해 볼때 큰 차이가 없었다. 이후 1958년에 Jeger 등은 청신경종양환자에서 고정주파수로 연속음으로 자극했을때 3분안에 과도한 역치저음이 일어나나 초당 3회의 단속

음으로 자극했을 때는 적응현상이 나타나지 않는 것을 보고하였다. 반면에 와우병변으로 발생한 감각신경성 청력소실 환자에서는 3분 안에는 적응효과가 증가하지 않았다.

1960년 Jeger는 434귀를 대상으로 전통적인 자기청력계기검사인 단속음과 연속음의 청력역치와 주파수분석 (pulsed vs continous threshold frequency sweep)에 기초하여 4가지 진단적 기본 유형을 기술하였는데, 이 분류와 이에 따른 해석은 자기청력검사의 활용도를 더욱 높여 주었고 임상적으로 널리 이용되고 있다 (그림 5). 이러한 Jerger의 분류는 전 검사대상에서 분류할 수 있는 것은 아니다. Jerger도 434검사례중 16검사례에서 분류가 불가능했으며 그 이유로 1.부적당한 교육, 2.검사음과 이명과의 혼동, 3.환자반응의 지연, 4.집중력 결여, 5.수면 (졸음), 6.검사결과의 조작기도 등을 들었다.

I형 청력도는 conventional이나 fixed frequency tracing에서 연속음과 단속음의 자극으로 얻어진 청력역치 사이에 큰 차이를 보이지 않고 중첩되는 유형으로 역치의 상하폭이 3 dB에서 20 dB로 평균 10 dB이내이며 정상인이나 전음성난청에서 주로 관찰된다. 그러나 약 47%에서는 미로성병변과 원인불명의 감각신경성난청을 의심케하는 경우도 있다.

II형 청력도는 1,000 Hz이하의 자극에서는 I형과 같으나 1,000 Hz이상의 자극에서는 연속음 자극에 대한 역치가 단속음 자극에 대한 역치보다 나빠져서 청력도상 아래로 그려지게 되는데 20 dB이상 차이가 나지는 않는다. 고주파수 음역에서는 연속음으로 자극했을때 상하폭이 작아져서 5 dB이내로 좁아지나 단속음으로 자극했을 때는 그렇지 않다.

고정주파수 자극에서 1,000 Hz이하에서는 같은 양상을 보이고 1,000 Hz이상에서는 연속음으로 자극했을때 단속음으로 자극한 것보다 1분안에 5~20 dB아래로 역치가 낮아지고 나머지 3분간의 자극에서는 역치를 일정하게 유지한다. 이 유형은 주로 미로성난청에서 관찰되고 정상청력이나 청신경종양에서는 전혀 불

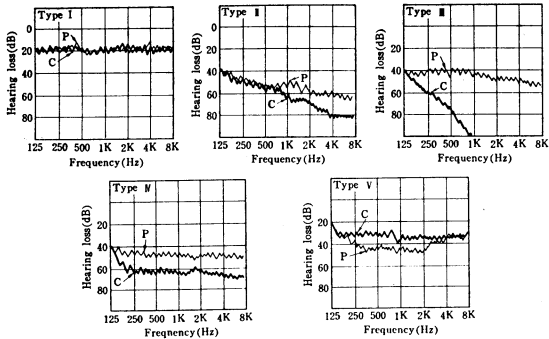


Fig. 5. Five types of Bekesy sweep frequency tracings.

수 없으나 증이에 병변이 있는 2례에서 이러한 유형을 볼 수 있었다고 한다.

III형 청력도는 연속음으로 자극했을 때 얻어진 tracing이 단속음으로 한 것보다 매우 낮은 주파수 범위에서부터 심하게 떨어지고 고음역으로 갈수록 더욱 심해지는 형이다. conventional tracing에서 연속음과 단속음자극에 의한 역치차이가 현저히 증가되어 1,000 Hz와 같이 비교적 낮은 주파수에서 청력계의 최대강도한계에 도달할 정도가 되어 역치측정이 불가능하게 되지만 역치의 상하폭에서는 큰 차이가 나지 않는다.

고정주파수 자극에서는 단속음때는 3분동안 수평적인 역치를 보이지만 연속음때는 자극시 직후 곧 바로 역치가 급경사로 내려가기 시작하여 청력계의 자극강도 한계를 넘게 되는데 이러한 현상은 모든 주파수에서 나타난다. 주로 후미로성 난청에서 관찰되어 청신경종양과 급성 감각신경성 난청 환자에서 나타났다고 한다.

IV형 청력도에서는 연속음과 단속음자극시 역치가 일정한 범위내 (20 dB이내)의 차이를

보이는 것은 II형과 유사하나 IV형에서는 1,000 Hz이하의 저음역에서도 역치차이가 발생하는 것이 다르다. 연속음 자극시 고주파수 음역에서 역치의 상하폭이 약간 작아질 수도 있으며 고정주파수 자극에서도 모든 주파수 범위에서 역치가 일정한 차이를 보인다. III형과 같이 후미로성 난청에서 나타나나 III형과 다른 것은 자극시간이 경과함에 따라 역치 차이가 증가하지 않는다는 것이다.

이후 1961년에 Jerger와 Herer는 V형을 보고하였는데 이것은 일반적 유형과는 반대로 연속음자극보다 단속음자극에서 청력역치가 더 나쁜 경우이고 이것은 비기질적 (non-organic) 난청이나 기능성난청, 사칭 (malingering) 과 관련된다 하였다. 그 후에도 여러 연구자들에 의해 이 V형 청력도가 기능성난청의 선별검사 (screening test)로 유용하게 사용될 수 있다는 것이 밝혀 졌다.

V형 청력도가 발생하는 이유에 대한 완전한 설명은 아직 없으나 1964년 Rintelmann과 Carhart는 가장 쾌적한 음에 대한 환자 자신의 내적기준이나 연속음에 대한 상기된 강도 (re-

called loudness)와 연관된다고 하였다. 또 1968년 Hattler는 연속음과 단속음의 강도에 대한 기억이 다르기 때문일 것이라고 하였다. 어떤 경우에는 정상청력임에도 불구하고 연속음에 대한 강도와 일치시키기 위해 더 큰 음의 단속음을 필요로 하는 경우도 있다. 1967년 Rintelmann과 Harford는 V형 청력도는 고정 주파수 tracing보다는 연속주파수 tracing에 기준을 두고 분류하여야 한다고 하였는데 V형 청력도의 기준은 연속음과 단속음의 차이가 최소 2옥타브에서 나며 그 중간부위의 차이는 10 dB이상으로 하였다. 이 기준을 적용한 결과 정상청력자에서는 0%, 전음성난청환자에서는 2%, 감각신경성난청환자에서는 3%, 비기질적 난청환자에서는 76%에서 V형 청력도가 나타나서 유용한 것으로 평가된다.

Bekesy 청력도상의 역치와 진폭에 영향을 미칠 수 있는 요인은 변환속도, 검사시간, 음의 자극시간 (stimulus duration: on time) 및 휴지시간 (stimulus duration: off time), 자극음의 종류, 차폐 (masking)의 종류 및 방법, 검사순서, 검사 개시음의 강도 (starting intensity)와 검사방향 (tracking direction) 등이다.

각 요인별로 보면 변환속도의 영향으로 Bekesy (1947)는 변환속도를 1.5 dB/sec에서 3.66 dB/sec로 증가시키기에 따라 진폭의 증가가 왔다고 했고 Harbert와 Young (1968)은 변환속도가 2배로 되면 진폭이 62% 증가된다고 했으며 (그림 6) 그 관계는 다음과 같은 공식으로 이루어 지고 이 때 청력역치도 낮은 강도로 떨어진다고 했다.

Pen reversals (per unit time) + Attenuation rate / Amplitude (dB)

검사시간의 영향에 대해서 Corso (1957)는 검사시간이 2.7분일때 11.0분일때 보다 평균 역치가 약간 낮아졌다고 했다. 또 Epstein (1960)은 검사시간이 10분 이내이면 좋지 않다고 했다. 자극시간의 영향으로 Zwislacki (1960)는 자극시간이 감소함에 따라 역치는 증가되며

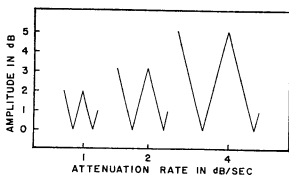


Fig. 6. Amplitude of Bekesy tracing for different attenuation rates. Doubling the attenuation rate increases the amplitude by 62 percent. Note that at 4 dB attenuation rate, subject hears in the area between 2 dB and 5.2 dB, an area where he does not hear with 1 dB attenuation rate.

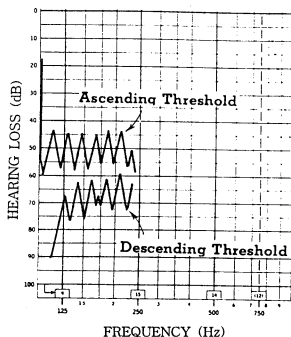


Fig. 7. Bekesy ascending-descending threshold tracings

이러한 현상은 미로성병변이 있을때 더욱 현저하다고 했다.

한편 휴지기간은 Harbert와 Young (1962)에 의하면 정상인에서는 특별한 영향을 미치지 않으나 제8 뇌신경 병변을 가진 환자는 휴지기간이 감소함에 따라 역치는 다소 증가한다고 한다.

자극음의 종류에 따른 영향에 대하여 Corso와 Wilson (1958)은 음의 종류에 따라 3dB이하의 차가 있었다고 했으며 Palva (1957)는 별 차이가 없었다고 했다.

차폐의 종류 및 방법에 대해서 Young (1968)은 동측의 차폐는 진폭에 영향을 미치지 않으며 종말장기의 병변이 있을 때는 반대측 차폐에 의해 영향을 받는다고 하였다.

검사순서의 영향은 Wright (1969)에 의하면 연속음검사를 단속음검사보다 먼저 실시했을 때 후자가 영향을 받을 수 있다고 한다.

검사 개시음의 강도에 대해서 Rosenblith와 Miller (1949)는 단속음검사 때 개시강도를 감소시키는 것(하강법)이 증가시키는 것(상승법)보다 4dB가량 더 좋은 청력역치를 나타낸다고 했고 연속음검사에서는 반대로 하강법이 더 나쁜 청력역치를 나타낸다고 하였다(그림 7). Harbert와 Young (1968)은 개시강도를 20 dB sensation level로 증가시키면 정상인에서 역치는 1.5 dB 상승되나 미로성병변 환자에서는 5 dB 상승되며 후미로성 병변에서는 더욱 상승된다고 했다.

추적방향의 영향에 대해서 Rose (1962)는 단속음검사는 추적방향과 관계가 없다고 했으며 Karja와 Palva (1970)는 감음 신경성 난청환자를 대상으로 저음에서 고음으로 상행 검사하는 것(진진법)과 고음에서 저음으로 하행 검사하는 것(후진법)과의 차이를 조사해 본 결과 하행시의 역치가 더 나빴으며 이러한 현상은 특히 후미로성 병변과 관계가 있다고 했다.

이러한 여러가지 요인 이외에도 환자의 감정상태, 경험, 맥박, 호흡, 소음, 검사자의 숙련도 등 일반청력검사와 비슷한 요인들을 고려해야 한다.

어린이의 Bekesy 청력검사에 대하여 Price와 Falch (1963)은 보통지능을 가진 7세된 정상 어린이들을 대상으로 시행한 결과 그 중 93%가 I형이라고 하였고 Swisher와 Stephens (1968)은 난청 어린이를 대상으로 Bekesy 청력검사를 실시한 결과 III형만을 제외하고는 성인에서 볼 수 있는 모든 유형을 다 찾아 볼

수 있었다고 한다.

Bekesy 청력검사로 전 주파수를 검사하면 순음청력검사 때는 검사하지 않은 주파수 영역에서 난청을 보이는 경우가 적지 않다. 전 (1993)의 보고에 따르면 표준순음청력검사에서 난청을 보이지 않는 무난청성이명 환자에게 Bekesy 청력검사를 시행한 결과 이상소견을 보인 것이 70%이었고 대부분 dip을 보였는데 고음역 특히 4~8 KHz에 집중된다고 하였다. 따라서 무난청성이명 환자의 청력검사는 반드시 Bekesy 청력검사가 동반되어야 한다고 하였다.

2. 누가현상 검사

Bekesy 청력검사는 청력역치를 측정하는데 사용되기도 하고 Fowler (1928)가 처음 지적한 음의 누가현상(recruitment)도 추측할 수 있으며 청력소실의 발병장소를 규명하는데도 도움을 준다. 이것은 Bekesy 청력도에서 강도의 판별력(difference limen)의 크기로 정보를 얻을 수 있기 때문인데 이 tracing의 수직이동 즉 연속음 tracing의 상하폭은 감쇠기의 변화 속도(초당 dB의 변화)에 의존하는 것으로 정상 청력이나 전음성 난청일 경우 8~12 dB 혹은 그 이상의 범위(5~15 dB)를 가지며 비정상적인 강도의 판별력은 표시펜의 움직임 폭이 적게 나타나서 누가현상이 있으면 5dB이내의 상하폭을 보인다.

Bekesy (1947)는 이 현상이 강도의 판별력에 의한 것이라고 하였으나 Hirsh 등 (1954)과 Landis (1958)는 이 설에 반대하여 감소된 추적폭은 강도의 판별력이 아니라 단순히 절대역치 주위의 변화도(variability)에 대한 측정이라고 주장하였고 Harbert와 Young (1962)은 감소된 추적폭은 신속한 적응(adaptation)에 기인한다고 주장하고 있다. 즉 감소된 추적폭은 정상(耳)에서 들을 수 있는 강도를 병변이 있는 이(耳)에서 들을 수 없으므로 나타난다고 하였고 이 신속한 적응은 수상돌기(dendrite)나 수상돌기와 유모세포의 접합부(synapse)의 병변을 가르킨다고 하였다.

Lundborg (1952)는 누가현상이 있으면 4,000 Hz에서의 tracking폭은 1,000 Hz이하에서의 2분의 1내지 3분의 1로 줄어든다고 하였고 축소된 진폭의 정도에 따라 4가지 유형으로 분류하여 I형은 진폭이 평균 6~9 dB이며 누가현상이 없는 군으로 하고 IV형은 진폭이 2~dB이고 누가현상이 있는 군으로 나누었다.

1964년 Miskolczy-Fodor는 Bekesy tracking으로 ABLB (alternate binaural loudness balance) 방식을 이용하여 누가현상을 검사하였는데 이것은 반대측 귀의 참고음 (reference tone)의 크기에 맞추어 피검자가 다양하게 변화하는 음에서 Bekesy tracking을 하는 것으로 전통적 방법의 ABLB보다 변이성 (variability)이 더 크다.

3. Bekesy 전진법 및 후진법 (Forward backward Bekesy sweeps; FBB)

Jerger와 그의 공동연구자들은 전통적인 Bekesy 청력검사 방법을 약간 변형시켜 후미로성 질환을 더 민감하게 찾아낼 수 있도록 하였다. 그 중 한가지 변형은 전진법 (forward)과 후진법 (backward) 연속자극 측정을 비교평가하는 것으로 Harbert와 Young (1962) 및 Jerger (1972)가 발전시킨 방법이다. 전진법은 일반적인 방법대로 저음역에서 고음역으로 자극하는 것이고 후진법은 반대로 고음역에서 저음역으로 자극하는 것이다.

1962년 Rose는 전진법과 후진법을 시행하여 두 tracing간의 관계를 알아본 결과 어떤 청력 장애 환자들에서 두 tracing간에 의의있는 역치차가 있음을 알고 이 역치차의 정도에 따라 난청을 구별하는데 의의가 있을 것이라고 예측하였다. 이후에도 이러한 전진법과 후진법의 역치차로서 미로성 및 후미로성난청을 구별할 수 있고 또한 기능성난청의 진단에 도움이 된다는 여러 보고가 있었다. Harbert와 Young (1968)의 보고에 의하면 안면신경과 청신경 손상환자를 전진법과 후진법으로 측정해 본 결과 청신경이 손상된 환자들에서 의의있는 역치차가 있었음을 보고하였다. 그 후 Palva (1970)

등은 감각신경성난청 환자를 대상으로 같은 연구를 시행한 결과를 보고하였는데 특히 누가현상이 없는 감각신경성난청 환자들에서 의의있는 역치차가 있음을 보고하면서 두 tracing간의 역치차의 정상범위를 정하였다. 즉 두 tracing간의 역치차가 10 dB이상이 적어도 한 옥타브 (octave) 이상이면 비정상적인 tracing으로 간주하는 기준을 발표하였다. 그러나 이 기준은 너무 광범위하여 피검자간 변수 (intersubject variation) 및 피검자내 변수 (intrasubject variation)까지 비정상적으로 간주될 수 있는 단점이 있다.

제8뇌신경에 병변이 있으면 forward와 backward 연속자극사이에 차이를 보이는 경향이 나타난다. Jerger (1972)가 발표한 기준에 따르면 전진법과 후진법간의 역치차가 최소 2 옥타브 이상에서 10 dB이상 역치차이가 있는 경우, 최소 1 옥타브에서 30 dB이상 차이가 있는 경우, 1/2 옥타브 이상에서 50 dB이상 차이가 나면 의의가 있는 것으로 판단했다. Jerger의 발표에 의하면 정상인의 0%, 미로성난청의 1%, 후미로성난청의 78%, 기능성난청의 91%에서 비정상적인 소견을 나타내었고 Bekesy 유형별로 볼 때는 I형의 3%, II형의 3%, III형의 100%, IV형의 77%, V형의 100%에서 비정상적인 소견을 보였다. 보통 역치차이가 존재하게 되면 후진법때 역치가 더 나쁘다. 그러나 중요한 것은 전진법이나 후진법중 어느 쪽의 역치가 나쁜가 하는 것이 아니고 역치차이의 정도가 더 중요하다고 여겨지고 있다. 이러한 역치의 차이는 제 8 뇌신경 병변 환자뿐만이 아니고 비기질적난청 혹은 기능성난청환자에서도 특징적으로 나타난다.

4. Bekesy 쾌적역치 (Bekesy comfortable level; BCL)

후미로성 질환을 더 민감하게 찾아낼 수 있도록 한 다른 한가지 변형은 1974년 Jerger와 Jerger가 발표한 고역치상강도 (high suprathreshold level)에서의 연속음과 단속음 자극시의 비교평가이다. 이것은 Bekesy쾌적 역치

(Bekesy comfortable level, Bekesy comfortable loudness sweeps ; BCL)라고 하는 검사로 환자는 자신이 듣기에 가장 편안한 크기로 음의 강도를 유지시킨다.

Jerger는 이 검사의 결과로 6가지의 다른 Bekesy 청력도 유형을 보고하였는데 정상, 전음성 장애, 와우병변과 후미로성 병변에 해당되는 것들이다. 후미로성 병변의 유무에 따라 3가지는 음성 (negative)과 3가지는 양성 (positive)으로 분류된다. 정상과 전음성 장애, 와우병변에서 보이는 음성유형은 매우 낮거나 높은 주파수 범위에서도 연속음과 단속음 자극시의 반응이 비슷하거나 연속음 자극시의 반응이 약간 낮은 청력치를 보이는 것이다. 양성 유형은 후미로성 병변을 가진 경우 특징적인 것으로 1. 연속음자극시 청력계의 한계까지 갑자기 떨어지는것, 2. 낮은 주파수와 중간 주파수에서만 연속음과 단속음 자극시의 반응이 넓게 벌어 지는것, 3. 전진법과 후진법으로 연속음을 편안한 강도로 자극했을 때 넓게 차이나는 소견이 해당된다.

비록 후미로성 병변이 있거나 없는 환자에서 비정형적인 소견이 나타날 수도 있긴 하나 대부분은 음성소견과 양성소견에 잘 맞는 결과를 보인다.

1984년 Turner는 후미로성 병변에 대한 진단적중률 (calculated correct identification rate ; hit rate)를 보고하였는데 전통적인 Bekesy 역치청각피로검사 (threshold tone decay test)는 49% 이하인 반면 보통의 주파수결환식 청력계기로 시행한 역치청각피로검사는 70% 이하로 후미로성병변을 진단하는데 더 정확하였다. 그러나 BCL 검사의 적중률은 평균 85%로 제일 정확한 결과를 보여 주었다. 따라서 BCL검사는 후미로성병변을 검사하는데 유용한 검사법으로 계속 될 것이다.

5. 가성난청 (pseudohypacusis) 검사

사청검사법은 Lombard법, Stenger법, Hummel법, 청진기법, Erhard법 등 많은 방법들이 있으나 이들은 정신심리학에 기초를 둔 자각적

방법이 많으며 실제 적용에서 타각적인 성적이 없어 검자와 피검자간에 정점이 되는 수가 많고 부정확한 경우가 있다.

가성난청의 질적검사를 위한 자기청력계기 검사의 진단적 유용성은 1960년 Jerger에 의해서 처음으로 기술되었다. Bekesy청력계기를 이용한 사청검사방법에는 Jerger와 Herer가 보고한 제 V형 판별, Ister와 Burton이 보고한 tracing진폭의 크기 판별, Bekesy 상승법과 하강법 측정 등의 방법이 있다.

청각병변의 부위는 연속음과 주기적인 단속음의 자극으로 얻어진 역치의 비교 평가로 결정되는데 1961년 Jerger와 Herer는 비기질적난청환자는 때때로 연속음보다 단속음을 사용한 tracing에서 청력역치가 더 나쁜 Bekesy V형을 보인다고 하였다. 이런 양상은 1962년 Resnick과 Burke에 의해 가성난청환자에서도 보고되었고 이후 1963년 Stein은 성인 가성난청환자에서 Peterson은 소아 가성난청환자에서 계속 보고하였다.

특히 단속음 자극때 자극음간의 시간간격을 길게하면 역치차이가 5~6 dB이상으로 나타나는데 이러한 검사방법을 휴지시간연장검사 (lengthened off-time test ; LOT)라 하고 이 현상이 V형 청력도의 특징적인 소견으로 받아들여 진다.

이 검사는 1970년 Hattler가 고안하였는데 정상적인 단속음 주기 (200 msec on, 200 msec off)를 200 msec on, 800 msec off로 바꾼 결과 가성난청환자에서는 단속음에 대한 역치가 상승하였으나 정상청력자나 기질적난청환자에는 영향이 없었다. 보통의 방법으로는 비기질적난청환자의 50%를 판별하였으나 LOT검사로는 95%까지 판별이 가능하다고 하였다. 1990년 Chaiklin은 전통적인 LOT검사법을 자극강도를 감소시키는 방향으로 변형시켜 (DELOT) 검사한 결과 LOT보다 29% 더 민감하게 가성난청을 진단하였다고 하였다. Bekesy 상승법과 하강법 측정 (Bekesy ascending-descending gap evaluation ; BADGE)은 1964년 Hood 등이 처음 보고하였으며 고정 주파수 tracing의 연속

음 및 단속음으로 0 dB가까이의 정상역치하에서 상승법으로 1분간 측정한 후 상승법역치보다 30~40 dB 높은 음에서 하강법으로 측정하여 상승법과 하강법간의 역치차로서 사청여부를 판정하는 방법으로 보고자들은 Jerger와 Herer가 제안한 검사에서 V형을 나타내지 않았던 레에서도 상승법과 하강법측정에서는 양성을 나타내었다고 하였다.

이 (1983)의 결과보고에 의하면 사청청력역치는 하강법역치가 상승법역치보다 높았으며 그 차는 단속음측정에서 평균 7.3 dB이상, 연속음측정에서 평균 6.5 dB이상이었으며 상승법과 하강법간에 유의한 역치차가 없었다. 따라서 Bekesy 상승법과 하강법간의 역치차 사청청력검사법으로서 가장 간편하고 단시간에 검사할 수 있는 신빙성이 높은 방법이며 그 역치차가 5 dB이상일때 사청으로 판정할 수 있다고 하였다.

요 약

자기청력계기검사는 1947년에 개발된 이후 꼭 필요한 청력검사법으로 부각되기도 하였으나 1970년대 후반부터 그 이용이 감소 추세를 보여 현재는 많이 사용하지 않는 검사법이 되었다. 그러나 자기청력계기검사는 많은 수의 사람들을 검사하기에 용이하고 청력역치를 결정하면서 청력기능을 감별평가하여 병변의 위치를 결정하는데 도움이 되며 보청기 사용시 기능성 이득 (functional gain)을 측정할 수도 있는 장점이 있다. 물론 병변의 위치를 결정하는데 정확성이 더 높은 검사법들이 근래에 개발되었지만 자기청력계기검사를 잘 이해하고 그 장점을 활용한다면 후미로성병변, 기능성난청 및 사청 등의 진단에 많은 도움이 되리라 생각된다.

Reference

- 1) 고의경 : 자기청력검사의 분류법에 대한 제고. 대한이비인후과학회지 31 : 286~289, 1988
- 2) 노관택 : 이비인후과학 두경부외과. 일조각 75~77, 1996
- 3) 이종담 : 사청검사에서 Bekesy 상승법과 하강법 측정의 의의. 대한이비인후과학회지 26 : 10~16, 1983
- 4) 전경명 : 소위 무난청성이명의 청각학적 소견. 대한이비인후과학회지 36 : 527~534, 1993
- 5) 전경명 · 여계동 : Bekesy진전법 및 후진법 측정의 임상청각학적 의의. 대한이비인후과 학회지 28 : 416~419, 1985
- 6) 최생이 · 정진선 · 심윤주 등 : 자기청력검사의 청각학적 고찰. 대한이비인후과학회지 19 : 27~33, 1976
- 7) Dancer A, Grateau P, Cabanis A, et al : Effectiveness of earplugs in high-intensity impulse noise. J Acoust Soc Am 91 : 1677~1689, 1992
- 8) Fukaya T, Nomura Y, Fukushima T : Transient retrocochlear low-frequency sensorineural hearing loss: a new clinical entity. Laryngoscope 101 : 643-647, 1991
- 9) Harbert F, Young IM : Clinical application of Bekesy audiometry. Laryngoscope 78 : 487~497, 1968
- 10) Istre CO, Burton M : Automatic audiometry for detecting malingering. Arch Otolaryngol 90 : 326~332, 1969
- 11) Jerger J, Jerger S : Diagnostic value of Bekesy comfortable loudness tracings. Arch Otolaryngol 99 : 351~360, 1974
- 12) Jerger J, Jerger S : The forward-backward discrepancy. Arch Otolaryngol 96 : 400~406, 1972
- 13) Kanzaki J, Ogawa K, Ouchi T, et al : Hearing preservation in acoustic neuroma surgery by the extended middle

- cranial fossa method. *Acta Otolaryngol* (Stockh) Suppl 487 : 22~29, 1991
- 14) Katz J : *Handbook of clinical audiology*. 4th Ed. Williams & Wilkins, 178~179, 182~185, 557~559, 1994
- 15) Macrae JH : An investigation of temporary threshold shift caused by hearing aid use. *J Speech Hear Res* 37 : 227-237, 1994
- 16) Newby HA, Popelka GR : *Audiology*. Prentice Hall, 252~258, 1992
- 17) Okuno H, Watanabe I : Audiologic findings of prolonged Meniere's disease. *Auris Nasus Larynx* (Tokyo) 17 : 157~163, 1990
- 18) Palva T : Recruitment tests at low sensation levels. *Laryngoscope* 66 : 1519~1540, 1956
- 19) Palva T, Karja J, Palva A : Forward vs reversed Bekesy tracings. *Arch Otolaryngol* 91 : 449~452, 1970
- 20) Paparella MM, Shumrick DA, Gluckman JL, et al : *Otolaryngology*. 3rd Ed. WB Saunders Company, 964~966, 1991
- 21) Pierson LL, Gerhardt KJ, Rodriguez GP, et al : Relationship between outer ear response and permanent noise-induced hearing loss *Am J Otolaryngol* 15 : 37~40, 1994
- 22) Young IM, Harbert F : Forward and backward seep response in Bekesy audiometry. *Ann Otol* 80 : 612~617, 1971
- 23) Young IM, Harbert F : Time-intensity relations in Bekesy audiometry. *Yonsei Med J* 31 : 197~204, 1990
- 24) Yamamoto M, Kanzaki j, Ogawa K, et al : Psychological aspects of psychogenic deafness in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 21 : 113~120, 1991