

어지럼 환자에서 기본적인 검사의 해석

단국대학교 의과대학 이비인후과학교실

나우성, 정재윤, 서명환

Interpretation of Basic Laboratory Tests in Dizzy Patients

Woo Sung Na, MD, Jae Yun Jung, MD, PhD, Myung-Whan Suh, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

• Corresponding Author:
Myung-Whan Suh, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-Head
and Neck Surgery, Dankook University
College of Medicine, San 16, Anseo-dong,
Dongnam-gu, Cheonan 330-715, Korea
Tel: +82-41-550-7678
Fax: +82-41-41-556-1090
E-mail: drmung@naver.com

• Copyright© 2012 by
The Korean Balance Society.
All rights reserved.

Dizziness is one of the most common complaint leading patients to visit their primary care physicians in older people. Despite its frequency, symptoms of dizziness can be difficult for the physician to categorize. Also many dizzy patients have hearing loss. The evaluation of patients with dizziness depends on not only the history of dizziness, physical findings but also basic laboratory tests such as audiometry, caloric test and ocular motor test. Based on these considerations, this article outlines the interpretation of basic laboratory tests which is fundamental in evaluating dizzy patients.

Research in Vestibular Science 2012;11 Suppl 1:S10-S18

Key Words: Pure tone audiogram; Caloric test; Ocular motor test

서 론

어지러운 환자를 이해하는 데 있어 병력 청취와 이학적 검사 다음으로 중요한 것이 전정기능검사와 청력검사이다. 전정기능검사의 종류로는 비디안진검사, 온도안진검사, 회전일자검사, 주관적시수평/시수직, 전정유발근전위, 동적 자세검사 등이 있다. 한편 청력검사의 종류로는 순음청력검사, 어음청력검사, 임피던스 청력검사, 전기와우도검사, 청성 뇌간반응검사, 이음향방사검사 등이 존재한다. 어지럼 환자에서 이상의 검사를 모두 시행하는 것은 아니며, 병원 프로토콜에 따라 또는 의심되는 질환에 따라 몇 가지 검사를 선별하여 시행하는 것이 일반적이다. 이 중 본 글에서는 가장 기본이 되는 순음청력검사, 온도안진검사, 안구운동검사의 정상과 비정상을 알아보고, 의미를 알아보고자 한다. 비디안진검사 또한 가장 기본이 되는 검사이나 이는 별도로 설명이 이루어질 예정이어서 본 글에서는 생략하기로 한다.

순음청력검사

순음청력검사는 청력검사 중 가장 기본이 되는 검사로서 난청의 정도를 정량화하고 난청의 원인을 분류하며, 주파수별 난청의 특성을 알게 해준다. 특히 어지럼의 환자를 진료하는 경우 순음청력검사는 어지럼의 발생 원인을 추정하는데 중요한 정보를 제공한다. 검사의 과정은 방음실 안에서 125-8,000 Hz 사이 7-8개 주파수의 소리를 다양한 강도로 들려주고 피검사자가 소리를 인지하였을 때 버튼을 누르는 것이다. 어느 쪽 귀인지, 기도 청력 역치인지, 골도 청력 역치인지, 차폐를 시행하였는지에 따라 서로 다른 기호로 표기한다. 예를 들어 동그라미는 우측 귀의 기도 역치, X표시는 좌측 귀의 기도 역치, 좌측으로 열린 디근 표시는 좌측 귀의 골도 역치, 우측으로 열린 디근 표시는 우측 귀의 골도 역치를 의미한다. 또한 빨간색은 우측 귀를 의미하고, 파란색은 좌측 귀를 의미한다.

Figure 1은 난청의 종류별 순음 청력검사 결과를 나타낸

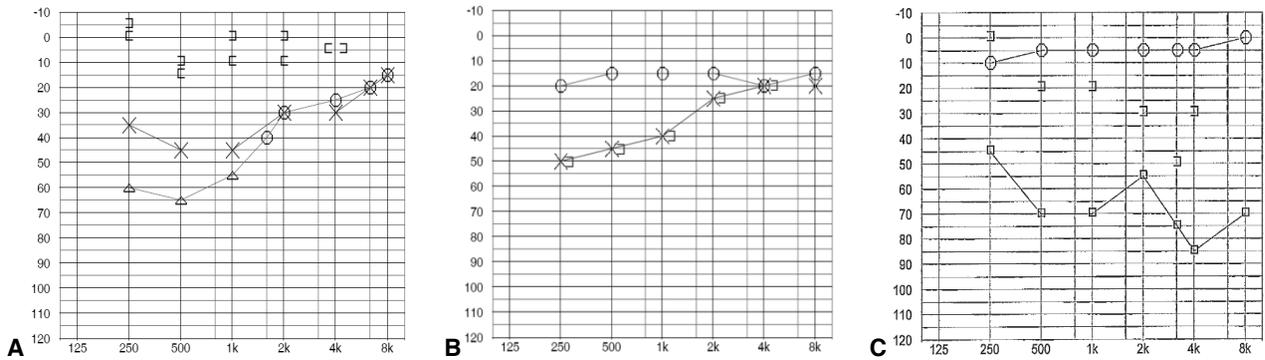


Figure 1. Pure tone audiometry results of different types of hearing loss. Audiometry A is characterized by an air-bone gap indicating conductive type hearing loss. Audiometry B shows a low tone sensorineural type hearing loss. When air-conduction and bone-conduction thresholds are the same and both elevated, it is referred as sensorineural hearing loss. Audiometry C shows a mixed type hearing loss. Air-conduction and bone-conduction thresholds are both elevated, however there also is an air-bone gap.

것이다. 골도 청력검사 역치는 정상 범위 이내이지만, 기도 청력검사 역치가 높아진 경우는 전도성 난청이라고 부르며, 골도와 기도 청력 사이의 차이를 골도-기도차라고 부른다. 전도성 난청을 동반하는 어지럼으로는 진주종성 중이염, 급성 중이염, 상반고리관파열증후군 등 다양한 원인이 있을 수 있다. 청력검사 결과만으로 이들 질환 사이 감별진단을 하는 것은 어렵다. 그러나 Figure 1A의 경우는 비교적 전형적인 상반고리관파열증후군 환자의 순음청력검사 결과이다. 그 특징을 열거하자면 저주파수 영역에서만 전도성 난청이 발생하였고, 좌측귀의 저주파수 골도청력이 -5 dB HL까지 측정되어 매우 예민해져 있음을 알 수 있다. 이 경우 등골반 응검사와 전정유발근전위 역치 검사를 시행하면 상반고리관 파열증후군을 진단하는데 추가적인 도움이 될 수 있다.

반면 Figure 1B의 좌측 귀와 같이 골도와 기도 청력역치가 모두 높아진 경우는 감각신경성 난청이라고 부른다. 감각신경성 난청을 유발할 수 있는 질환으로는 돌발성난청 동반 어지럼, 메니에르병, 청신경종양, 외림프누공 등 다양한 질환이 있을 수 있다. 청력검사 결과만으로 이상의 질환 중 하나를 감별진단을 시행하는 것은 어렵다. 그러나 Figure 1B는 비교적 전형적인 메니에르병 환자의 청력검사 결과이다. 메니에르병 환자는 특징적으로 저주파수 영역의 난청을 동반하는 경우가 많다. 이상과 같이 Figure 1A와 Figure 1B는 동일하게 저주파수 영역의 난청이 발생하였지만, 난청의 유형으로부터 가장 의심되는 질환이 서로 다를 수 있다.

마지막으로 골도 청력 역치도 높고, 골도-기도차도 존재하는 경우는 혼합성 난청이라고 부른다. 혼합성 난청을 유발할 수 있는 질환으로는 진주종성 중이염, 급성중이염 등 다양한 질환이 있을 수 있다. Figure 1C의 청력검사 결과는 급성중

이염으로 인하여 급성 일측성 전정기능저하가 발생한 환자의 청력검사 결과이다. 중이내 화농성 액체로 인하여 기도-골도차가 발생하였으며, 염증이 내이로 파급되면서 감각신경성 난청을 함께 유발하였던 것으로 해석할 수 있다.

어지럼을 유발하는 질환 중 진주종성 중이염, 급성 중이염, 상반고리관 결손증후군 등은 전도성 난청을 동반할 수 있으며, 메니에르병, 돌발성 난청 동반 어지럼, 전정신경초종, 측두골 골절 등은 감각신경성 난청을 동반하는 경우가 많다. 그러나 진주종성 중이염, 급성중이염도 더욱 진행하면 감각신경성 난청을 유발할 수 있고, 측두골 골절도 이양을 침범하지 않는 경우는 전도성 난청만 발생할 수도 있다. 따라서 각 질환의 진행 정도나 동반 질환에 따라 난청의 유형이 달라질 수 있으므로, 질환 별로 어지럼의 발생 기전을 난청의 발생 기전과 연계하여 이해하는 것이 환자의 상태를 정확히 파악하는 데 있어 중요하다.

온도안진검사

전정기능검사 중 비디오안진검사를 제외하고 비교적 보편적으로 시행하는 검사가 온도안진검사이다. 온도안진검사는 외이도에 찬 물(30°C)과 따뜻한 물(44°C)을 넣어 온도차를 이용하여 수평반고리관을 자극하는 검사이다. 사람의 체온이 37°C라고 가정하였을 때, 30°C는 체온보다 7°C 낮고, 44°C는 체온보다 7°C 높음을 알 수 있다. 따뜻한 물이 외이도로 관류되는 상황을 가정해 보면, 44°C의 따뜻한 물은 외이도와 중이를 점차 체온보다 높은 온도로 데우게 된다. 반면 몸의 내부 온도는 37°C이기 때문에 내이 안쪽과 내이 바깥쪽에 온도 차이가 발생하게 된다. 수평반고리관의 내측은

상대적으로 차갑기 때문에 대류 현상에 의해 내림프가 아래 방향으로 흐르게 된다. 반면, 수평반고리관의 외측은 상대적으로 따뜻하기 때문에 대류 현상에 의해 내림프가 윗쪽으로 상승하게 된다. 결국, 내림프의 움직임이 팽대부릉을 난형나쪽으로 밀게 되는 효과가 나타난다. 수평반고리관은 kinocillium이 난형나 쪽에 위치하기 때문에, 이러한 팽대부릉의 움직임은 수평반고리관을 자극하여 검사를 시행하는 귀 쪽으로 안진이 발행하게 된다. 만약 반대로 동측귀에 차가운 물을 관류하게 되면 이상의 설명과 정 반대로 내림프 흐름이 발생하고 따라서 안진도 검사하는 귀 쪽에서 멀어지는 방향으로 나타나게 된다. 이상과 같은 온도안진검사의 원리를 대류기전이라고 한다.¹ 그러나 실제로는 이상과 같은 대류 기전 외에도 온도 자극에 의한 직접적인 자극도 안진을 유발하는데 기여하는 것으로 생각되고 있다. 이를 반증하는 가장 대표적인 연구는 무중력 상태의 우주 공간에서 온도안진검사를 시행한 미국 NASA의 연구이다. 만약 대류 현상에 의해서만 안진이 나타나는 것이라면 무중력 상태에서 안진이 나타나지 않아야 하지만, 예상과 다르게 무중력 상태에서도 안진이 나타난다는 사실을 확인하였다.² 대류 외 온도안진검사에서 안진이 나타나는 기전에 대해서는 아직까지 정확히 알지 못하지만, 온도에 의한 직접적인 전정신경 말단 자극, 온도에 따른 내림프의 팽창 또는 수축이 모종의 역할을 할 것으로 생각되고 있다.

온도안진검사를 시행하는 방법은 우선 피험자를 양와위로 눕히고 베개를 베어 머리를 30° 거상한다. 이후 관류 장비의 노즐을 피험자의 귀에 넣고 다른 손으로는 귀에서 흘러나온 물을 받는 곡반을 지지한다. 먼저 우측 귀에 차가운 물을 관류하고 이후 좌측 귀에 차가운 물을 관류한다. 이후 우측 귀에 따뜻한 물을 관류하고 마지막으로 좌측 귀에 따뜻한 물을 관류하게 된다. 안진을 측정하기 위해 피험자는 비디오안진검사 고글을 착용하고, 시고정에 의한 안진억제를 방지하기 위해 암시야 상태에서 검사를 시행한다. 검사의 순서는 이전 검사의 영향이 이후 검사에 최소한으로 남도록, 우측 귀와 좌측 귀를 번갈아 가며 시행하는 것이 권장된다. 또한 안진의 방향이 동일한 검사를 연달아 시행하는 경우 뒤에 시행한 검사의 반응이 이전 검사의 안진이 남아서 더 크게 측정되는 오류가 있을 수 있기 때문에, 가급적 안진의 방향이 서로 반대로 나타나는 순서로 검사를 구성하는 것이 권장된다. 또한 이전 검사의 영향을 최소화하기 위하여 각 관류 이후 5분 정도 휴식 시간을 갖는 것이 좋다. 장비마다 관류되는 물이 양이 조금씩 다를 수 있으나 일반적으로 약

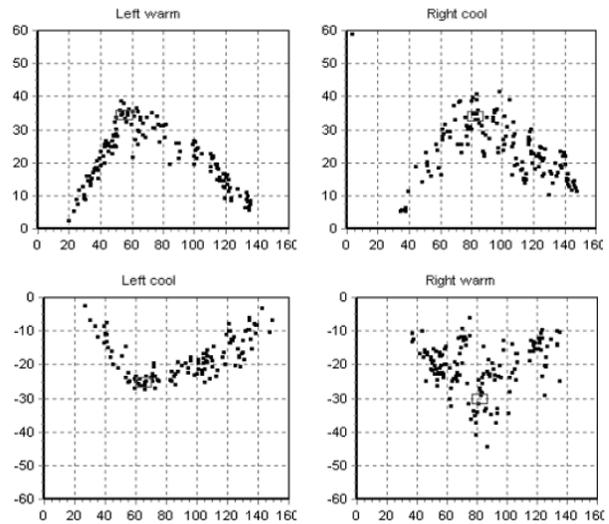


Figure 2. Caloric responses in a patient with normal vestibular function. Both ear responses to warm and cool irrigations were normal. The horizontal axis is time and the unit is seconds. The vertical axis is the amplitude of slow-phased velocity and the unit is degree per second. The canal paresis was 3.6%.

250 mL의 물이 항온 수조 속에 저장되어 있다가, 검사자가 관류 버튼을 누르면 노즐을 통해 물이 분사된다. 물이 관류되는 시간은 대략 40초이며, 관류가 시작되고 나서 10-40초가 지나면 안진이 나타나기 시작하여 점점 강해지는 것을 관찰할 수 있다. 관류되는 물이 멈추어도 약 30-60초 정도 안진의 크기는 계속 커지고 안진이 가장 강한 꼭지점을 지나면, 서서히 안진이 작아지기 시작한다. 우측 귀에 찬물을 관류하였을 때 안진이 가장 강했던 꼭지점의 완서상 속도가 우측 귀 찬물에 대한 대표값이 된다. 마찬가지로 우측 귀 따뜻한 물, 좌측 귀 차가운 물, 좌측 귀 따뜻한 물에 대해 대표값을 얻으면, 총 4개의 값이 얻어진다.

온도안진검사의 결과로 반고리관마비값(canal paresis, CP)과 방향우위값(directional preponderance, DP)이 가장 많이 사용된다. CP값은 Jongkee's formula에 의해 산출되며, $CP = [(Lt\ warm + Lt\ cool) - (Rt\ warm + Rt\ cool)] / (Lt\ warm + Lt\ cool + Rt\ warm + Rt\ cool)$ 이다.³ 공식이 복잡해 보이지만, 간략하게 정리하면 좌측 귀에서 측정된 값의 합에서 우측 귀에서 측정된 값의 합을 빼주고 이를 전체 모두 더한 값으로 나누어 준 것이라고 이해하면 쉽게 기억할 수 있다. 검사실마다 조금씩 정상 범위가 다를 수 있지만, 일반적으로 20-30% 사이의 값을 사용하는 경우가 가장 흔하다(Figure 2). CP값이 정상보다 크게 측정되는 경우 대부분은 측정값이 작게 나타난 측이 병측이고, 병측의 전정기능이 약해진 것으로 해석한

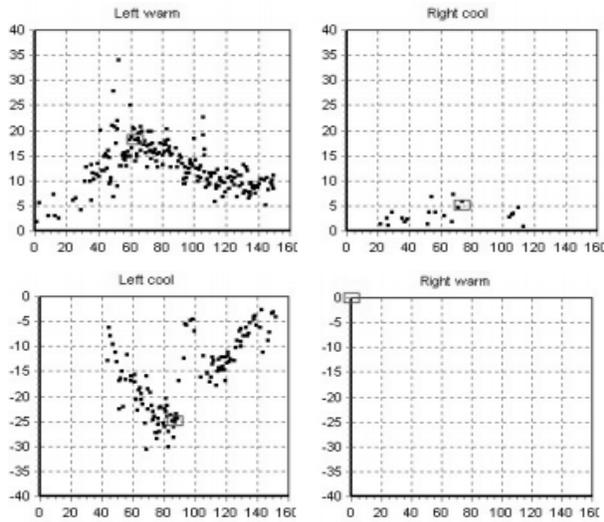


Figure 3. Caloric responses in a patient with unilateral vestibular hypofunction. The patient had little response in the right ear, although left ear responses to warm and cold irrigations were normal. The canal paresis was 78.4%.

다. 전정신경염과 같이 급성 일측성 전정기능 저하가 발생하면, 병측의 전정기능이 약해지고 이로 인하여 CP값이 커지게 된다(Figure 3). 커진 CP값은 일반적으로 시간이 지나도 잘 회복되지 않고 남는 것으로 알려져 있다. 그러나 일부 환자는 회복되기도 하며 1년간 추적 관찰 시 약 30%의 환자에서 회복되는 것으로 알려져 있다.⁴

DP는 CP와 달리 우측으로 향하는 안진들의 크기에 비해 좌측으로 향하는 안진들의 크기가 얼마나 차이가 나는지를 분석하는 지표이다. 즉 $DP = [(Lt\ warm + Rt\ cool) - (Rt\ warm + Lt\ cool)] / (Lt\ warm + Lt\ cool + Rt\ warm + Rt\ cool)$ 이다. 임상적으로는 CP가 중요하며, DP는 진단적 가치가 높지 않다. DP 값이 유의하게 한쪽으로 치우친 것으로 나타나는 경우 가장 흔한 원인은 자발안진이 있는 환자에서 온도안진검사를 시행한 경우이다. 이 경우 온도자극을 주지 않더라도 이미 일측으로 향하는 자발안진이 있기 때문에 DP값을 산출하면, 0보다 큰 값이 나타나게 된다. DP값의 정상 범위도 검사실마다 다를 수 있지만, 일반적으로 30-40%보다 작으면, 정상으로 간주하는 것이 일반적이다(Figure 4).⁵

네 가지 조건에서 얻어진 측정값을 모두 더하여 12°/sec 보다 작은 경우는 양측성 전정기능 저하로 해석한다. 이는 온도 자극에 대한 양측 내이의 반응이 비정상적으로 작음을 의미한다. 검사실에 따라서는 이 기준을 조금 너그럽게 22°/sec 이하인 경우 정하는 경우도 있다. 그러나 양측 반응이 모두 작기 때문에 CP값은 정상, 즉 0에 가깝게 산출되는 경

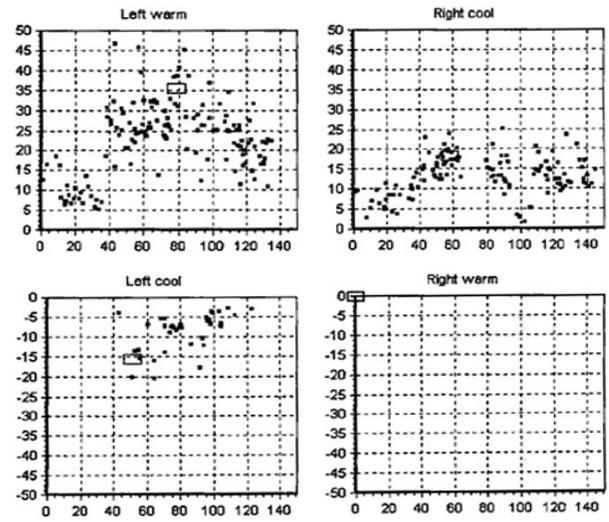


Figure 4. Caloric responses in a patient with a large directional preponderance (DP) due to left spontaneous nystagmus. The patient had normal responses on the left ear, but left cool and right warm responses were abnormally small. It is also noticeable that the tracings have moved upward due to the left beating spontaneous nystagmus. The DP was 55.2%.

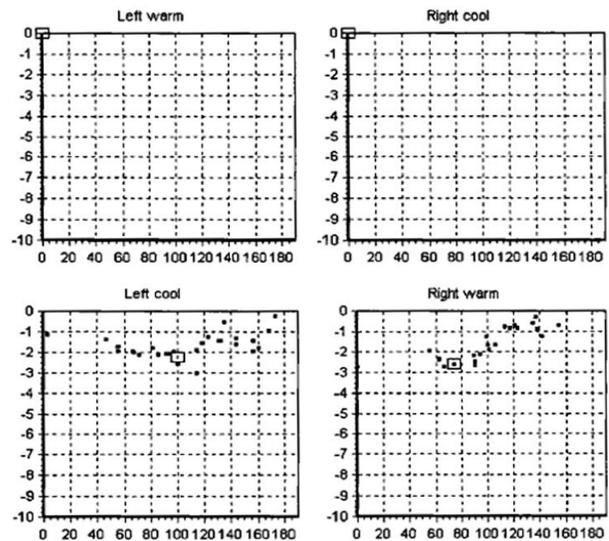


Figure 5. Caloric responses in a patient with bilateral vestibular hypofunction. The patient had little responses in both ears. The sum of warm and cold irrigations in both ears was 4.9°/sec and that value was below 12°/sec.

우가 많다(Figure 5).

온도안진검사 중 추가적으로 시행할 수 있는 검사가 시고정에 의한 안진 억제(fixation suppression)이다. 전정기원의 말초성 안진의 경우 피험자가 한 점을 주시하면, 안진이 줄어들게 된다. 이를 평가하기 위해, 안진의 크기가 가장 큰 쪽

지점을 지나면, 피험자의 눈을 가리고 있던 고글의 차안 마개를 열어 피험자가 한 점을 주시할 수 있도록 지시한다. 암시야에서 크게 측정되던 안진은 시고정을 하면 즉시 줄어들게 되며, 시고정 이후 측정된 안진의 크기를 시고정 직전에 측정된 안진의 크기로 나누어준 백분율 값이 시고정 지수 (fixation index)이다. 시고정 지수의 정상값은 50-60% 이하이다. 즉 암시야에서 나타났던 안진이 시고정 이후 절반 이하로 줄어야 정상적으로 시고정에 의한 억제가 작동한 것으로 판단할 수 있다. 만약 시고정 억제가 잘 되지 않는 환자가 있다면, 이는 중추성 어지럼을 시사하는 소견으로 소뇌에 문제가 있을 가능성이 높다.

온도안진검사로 인한 팽대부릉의 움직임은 산술적으로 표현하면, 약 0.002-0.004 Hz이다. 사람이 일상적인 생활에서 경험하는 머리의 움직임은 대략 0.5-8.0 Hz이고 이 구간 내에서 머리 움직임에 대한 안구 움직임의 이득이 가장 높다. 회전의자검사는 0.01-0.64 Hz 정도로 피험자를 회전시키게 된다. 즉 팽대부릉의 움직임 측면에서 바라보면, 온도안진검사는 실제 우리가 가장 많이 사용하는 전정기능의 범위에서 벗어난, 매우 낮은 주파수의 검사임을 알 수 있다. 전정과 좌우를 완전히 동일하게 간주할 수는 없지만, 이는 마치 청력 검사를 하는 경우 125 Hz의 매우 낮은 주파수만 검사를 시행하고 이를 바탕으로 환자의 청력을 추정하는 것과 비슷하다. 따라서 온도안진검사가 보편적으로 많이 시행되는 검사임에는 분명하지만, 전정기능을 완전하게 대변할 수 있는 검사라고 간주하기에는 어려움이 있다. 온도안진검사의 또 다른 단점으로는 검사가 피험자에게 매우 불편하다는 것이다. 실제 검사실에서 검사를 하다 보면, 피험자가 검사 중 토하거나, 너무 힘들어하여 검사를 중단해야만 하는 경우가 종종 발생한다. 또 귀에 물을 관류해야 하기 때문에 고막에 천공이 있는 경우 검사 결과가 실제 환자의 전정기능을 반영하지 못하거나, 검사로 인하여 중이염이 악화되는 경우가 발생할 수도 있다.

그럼에도 불구하고 온도안진검사가 어지럼 환자 진료 시 중요한 검사로 평가되는 이유는 좌우 귀를 각각 따로 검사를 할 수 있다는 점이다. 온도안진검사와 유사하게 수평반고리관의 기능을 평가하는 회전의자검사의 경우, 의자가 우측으로 돌면 우측 수평반고리관은 자극되고 좌측 수평반고리관은 억제된다. 즉 의자가 일측으로 돌 때 나타나는 안진도, 우측 귀의 기능과 좌측 귀의 기능이 함께 반영된 결과라고 할 수 있다. 우리가 일반적으로 경험하는 모든 머리의 움직임은 회전의자검사와 같이 우측 귀와 좌측 귀의 상호 작용

에 기반한다. 이러한 측면에서 회전의자검사는 보다 생리적인 검사(physiologic)라고 평가된다. 반면 온도안진검사가 피험자에게 심한 어지럼을 유발하는 중요한 이유 중 하나는 비생리적인 자극이라는 점이다. 사람은 일상적인 생활에서 온도안진검사와 같이 한쪽 귀만 선별적으로 자극되는 상황에 노출되지 않기 때문에 검사과정에서 피험자는 일전에 느껴본 적이 없는 심한 어지럼과 불편감을 경험하게 되는 것으로 추정하고 있다. 그럼에도 온도안진검사는 우측 귀와 좌측 귀의 기능을 완전히 별개로 검사할 수 있기 때문에 환자의 전정기능을 이해하는데 많은 도움을 준다.

안구운동검사

안구운동검사는 엄밀한 의미로 전정기능을 평가하는 검사는 아니다. 그럼에도 전정기능검사를 시행할 때 다른 여러 검사와 함께 시행하는 경우가 많다. 어지럼 환자에서 안구운동검사를 시행하는 임상적 의의는 크게 두 가지이다. 첫째, 안구운동검사 결과가 정상이어야만 이후의 다른 여러 전정기능검사 결과를 신뢰할 수 있다. 온도안진검사, 회전의자검사, 두부충동검사 등 많은 전정기능검사는 전정안반사에 기반을 두고 있다. 전정안반사는 구심성 신경경로와 원심성 신경경로로 구성되어 있는데, 구심성 신경경로는 말초 전정계이고 원심성 신경경로는 동안신경계와 외전신경계이다(수평안진의 경우). 만약 특정 질환으로 인하여 일측 동안신경과 외전신경이 정상적으로 작동하지 않는 환자라면 온도안진검사 결과 전정기능 저하 소견이 발견되어도 이를 단순히 전정기능 약화 때문으로 해석할 수 없다. 둘째, 안구운동검사는 중추성 어지럼을 감별하는데 도움을 준다. 안구를 움직이는 중요 신경핵들은 중뇌와 교뇌/연수에 분포한다. 따라서 뇌간에 뇌경색이 발생하는 경우 안구의 움직임에 이상을 동반하는 경우가 종종 있다.

정상적인 안구운동의 종류로는 saccade, smooth pursuit, fixation, vergence, vestibule-ocular reflex, optokinetic reflex 등이 존재한다.⁶ 이 중 전정기능검사의 일환으로 시행하는 안구운동검사는 1) saccade, 2) smooth pursuit, 3) optokinetic reflex가 가장 일반적이다. 그러나 안구의 움직임을 전문적으로 평가하는 검사실에 따라서는 보다 다양한 안구의 움직임을 측정하는 경우도 있다. 이 글에서는 일반적인 이비인후과 검사실을 기준으로 수평 안구운동검사의 종류와 해석 방법을 정리하고자 한다.

1. Saccade

Saccade는 원안구위치(current eye position)로부터 먼 거리에 있는 시각 목표를 빠른 속도로 주시하기 위한 안구 움직임이다. 예를 들어 횡단보도에서 차가 오는지 좌우를 살피는 것이 saccade를 이용한 목표물 주시 방법이다. 정상적이고 수의적 saccade가 이루어지기 위해서는 대뇌부터 뇌간에 이르기까지 다양한 뇌영역의 역할이 모두 중요하지만, 그 중에서도 가장 중요한 신경핵은 excitatory burst neuron (EBN)과 neural integrator (NI)이다. EBN은 폭발적인 신경 탈분극으로 안구의 갑작스러운 움직임을 시작하게 만드는 역할을 한다. 반면, NI는 일단 움직이기 시작한 안구를 특정한 목표물에서 멈추게 하는 역할을 한다. 만약 EBN이 정상적으로 작동하지 않으면, 순간적으로 움직여야 하는 안구가 느리게 움직이거나 목표물까지 도달하지 못하는 현상이 발생하게 된다. 만약 NI가 정상적으로 작동하지 않으면, 중심에서 변방을 주시하는 경우 변방을 향하는 안진이 발생하게 된다(주시안진). EBN과 NI는 수평 주시와 수직 주시의 경우 서로 담당하는 신경핵의 위치가 다르다. 수직 주시의 경우 EBN은 rostral interstitial nucleus of the medial longitudinal fasciculus (riMLF)이고, NI는 interstitial nucleus of Cajal (INC)이다. 이들 구조물은 모두 중뇌에 위치하는 신경핵이다. 한편 수평 주시의 경우는 EBN이 paramedian pontine reticular formation (PPRF)이고, NI는 medial vestibular nucleus (MVN)과 nucleus prepositus hypoglossi (NPH)이다.⁷⁻¹⁰ 이들 구조물은 교뇌와 연수에 위치한다. 따라서 순수한 수직 안구운동 이상이 발생하였다면 중뇌의 이상이 보다 의심되고, 순수한 수평 안구운동 이상이 발생하였다면 교뇌/연수 부위의 이상을 보다 의심할 수 있다.

실제 검사를 시행하기 위해서는 양측 주먹을 어깨 높이로 든 상태에서 한 번은 우측 손 검지를 펴고, 다른 한번은 좌측 손 검지를 펴면서 피험자가 머리를 가만히 둔 채 눈만 목표물을 주시하도록 지시하는 방법이 있다. 매우 큰 saccade 이상은 이상과 같은 이학적 검사만으로도 발견 가능하지만,

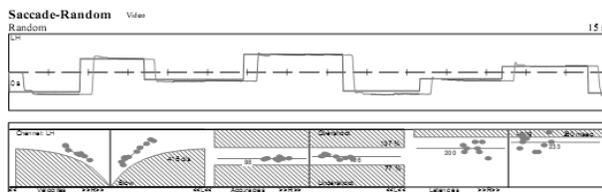


Figure 6. Normal saccade results. The eye movement generally matched with the target. Saccade velocities, accuracies and latencies were within normal range.

미세한 이상은 육안으로 평가하기 어렵다. 이러한 점을 보완하기 위해 비디오안진검사 장비를 착용하고 안구의 움직임을 정량적으로 분석하는 검사가 매우 유용하다. 피험자는 LED가 점멸하는 막대를 주시하게 되며, 주시 목표가 좌우로 무작위 위치에서 깜박일 때 피험자가 이를 잘 주시하는지 비디오안진검사 장비를 이용하여 측정하게 된다.

Saccade는 다시 세 가지의 검사 지표로 분석이 이루어진다(Figure 6). Latency는 목표물이 이동한 이후 안구가 움직이기 시작할 때까지의 시간차를 의미한다. 정상적인 사람도 목표물이 이동하고 대략 200 msec 정도 시간차 이후 안구가 움직이기 시작한다. 만약 260 msec 이상 지연이 발생하는 경우 saccade에 이상이 있는지 확인이 필요하다. 그러나 latency는 환자의 의식 명료도나 나이에 영향을 많이 받는다. 또한 환자가 검사에 얼마나 집중하고 있는지, 검사의 방법과 목표물을 정확히 이해하였는지, 검사에 성실하게 임하고 있는지의 영향을 받기 때문에 병소 국소화 가치가 높지 않다. 또 헌팅턴 병, 파킨슨병, 알츠하이머병과 같은 질환에서 특징적으로 latency가 늦어질 수 있다(Figure 7).

Accuracy는 안구가 목표물을 정확히 주시하였는지, 못 미치거나 지나쳐서 안구가 정확히 목표물을 주시하지 못하였는지를 분석하는 지표이다. 안구가 목표지점을 지나쳐서 갔다가 다시 뒤돌아 와서 목표물을 주시하는 것을 overshoot dysmetria 또는 hypermetria라고 지칭한다. 이러한 소견이 발견되는 경우 가장 의심되는 것은 소뇌 병변이다. 소뇌 위축이나 소뇌 뇌졸중 등 소뇌 기능에 이상이 발생하는 경우 안구의 지나친 움직임을 억제하는 기능이 상실되어 이상과 같은 hypermetria가 발생하게 된다(Figure 8).

반대로 안구가 한번에 목표물을 주시하지 못하고 계단과 같이 점진적으로 목표물에 도달하는 경우 undershoot dysmetria 또는 hypometria라고 지칭한다. 이 경우 뇌간으로부터 기저

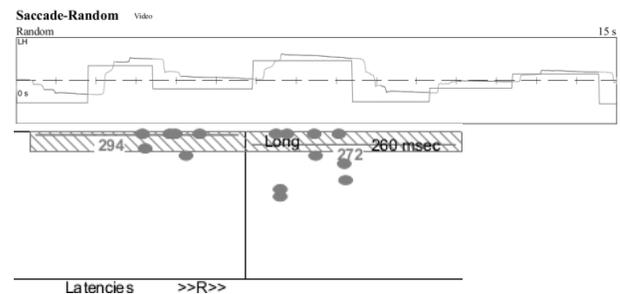


Figure 7. Prolonged latency of saccades. The initiation of eye movement is significantly delayed when compared to that of the target movement. Shaded zone means abnormally delayed latency which was >260 msec in this setting.

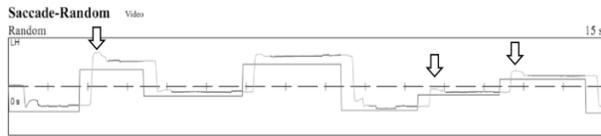


Figure 8. Horizontal overshoot dysmetria. The eye passes the target and moves too far and then comes back to the target.



Figure 9. Horizontal undershoot dysmetria. The eye cannot reach the target with a single movement. It takes several steps of movement to reach the target.

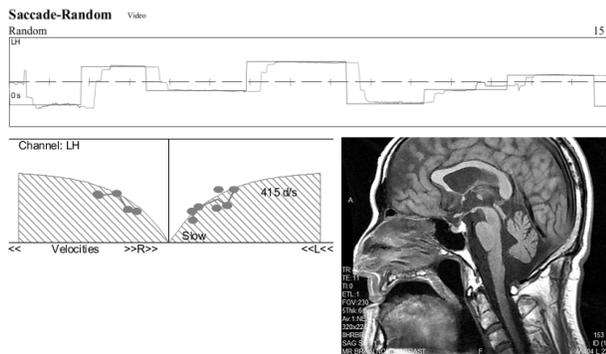


Figure 10. Mildly slowed horizontal saccades. The velocity of the saccadic eye movement is slower than normal (shaded zone means abnormally slow velocity). Olivo-ponto-cerebellar atrophy was found in this patient.

핵에 이르기 까지 다양한 뇌병변이 원인이 될 수 있기 때문에 병변을 정확히 국소화하는 데는 큰 도움이 되지 않는다. 그러나 최근에는 교뇌 병변으로 인하여 hypometria가 발생하는 경우가 가장 대표적이라는 보고도 있다(Figure 9).¹¹

마지막으로 Velocity는 안구가 목표물까지 움직일 때 안구 움직임의 속도를 의미한다. Saccade로 안구가 움직이는 경우는 안구의 움직임 속도는 불수의적으로 결정되며 피험자가 임의로 조절할 수 없다. 만약 velocity가 늦어진 소견이 보인다면, 이는 뇌기능 장애를 의미하기는 하지만 정확히 병소를 국소화하기는 어렵다(Figure 10).

2. Smooth pursuit

Smooth pursuit는 느리게 움직이는 목표물을 지속적으로 주시하는 안구의 움직임을 의미한다. 예를 들어 자전거가 지

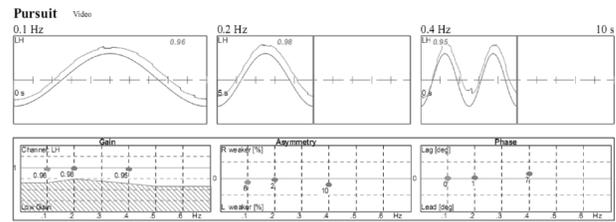


Figure 11. Normal pursuit. The eye movement generally matched with the target. Gain and phase is within normal range and there is no asymmetry.

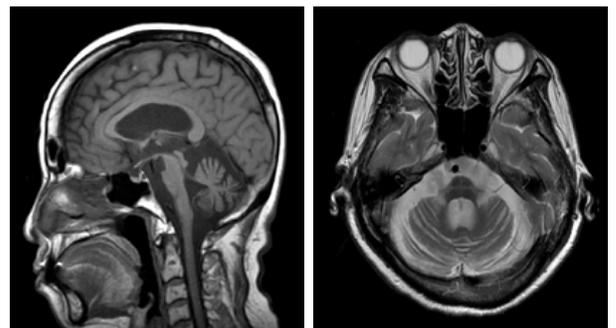
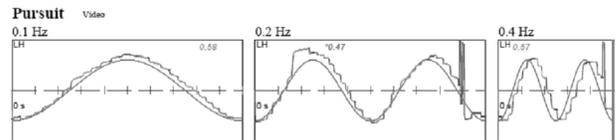


Figure 12. Symetrically impaired pursuit. Saccadic pursuit can be detected when the eye moved toward both the right side and left side. In this patient spinocerebellar ataxia was detected.

나가는 것을 지속적으로 바라보는 것은 smooth pursuit를 이용한 안구의 움직임이다(Figure 11). Smooth pursuit를 관장하는 뇌신경계 회로는 매우 복잡하며, 아직까지 정확한 경로가 알려져 있지 않다. 따라서 이상 소견이 발견되더라도 병변을 국소화하기 어렵다. Smooth pursuit는 피험자의 나이, 집중도, 검사에 대한 이해도, 약물 섭취 등의 영향을 받는다. 따라서 뇌기능 이상을 진단하는 경우 주의가 필요하다.

Smooth pursuit 이상은 크게 두 종류로 구분이 가능하다. 첫 번째는 양측성 이상으로 안구가 우측으로 움직이는 경우와 좌측으로 움직이는 경우 모두 단속성 안구운동(saccadic pursuit)이 나타나는 경우이다. 이를 대칭성 이상이라고 지칭하며 전반적인 뇌기능 저하, 소뇌 기능 저하, 약물, 주의 산만 등 다양한 원인에 의해 발생 가능하다. 따라서 대칭성 이상이 발견되는 경우는 병소의 국소화가 어렵다(Figure 12).

두 번째 이상은 일측으로 안구가 움직일 때만 단속성 안구운동이 나타나고 반대 방향으로 움직이는 경우는 이상이 없는 경우이다. 이를 편측성 또는 비대칭성 이상이라고 부르

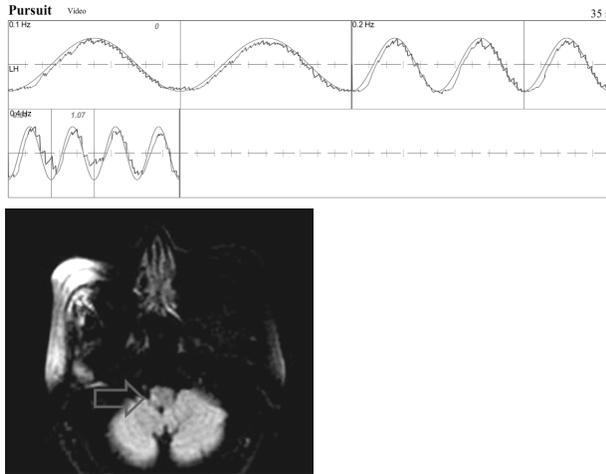


Figure 13. Asymmetrically impaired pursuit. Smooth pursuit is generally normal when the eye moved to the right side. But Saccadic pursuit can be detected when the eye move to the left side. Wallenberg's syndrome was detected in this patient.

며, 뇌의 구조적 병변, 자발안진이 있는 경우 발견될 수 있다. 예를 들어 교뇌/연수 병변이 있는 경우 비대칭성 이상이 발견될 수 있다(Figure 13).¹² 그러나 이러한 이상 소견을 관찰할 수 있는 가장 흔한 원인은 자발안진이 있는 환자에서 안구운동검사를 시행한 경우이다. 만약 우측을 향하는 자발안진이 있는 환자라면, smooth pursuit 검사를 시행하였을 때 좌측으로 안구가 움직이는 동안에는 큰 문제가 없으나, 우측으로 안구가 움직일 때 단속성 안구 운동이 발생하게 된다. 즉 말초성 어지럼 환자에서도 비대칭성 이상을 발견할 수 있다. 또한 측방돌진(lateropulsion)이 있는 경우에도 비대칭성 이상이 관찰될 수 있다.

장비에 따라서는 이상과 같은 smooth pursuit의 결과를 gain, asymmetry, phase로 정량화하여 분석하는 수단을 제공하기도 한다. 그러나 이상의 지표들 보다는 실제 안구의 움직임을 기록한 그래프를 보고 판단하는 것이 보다 좋은 방법으로 생각된다.

3. Optokinetic nystagmus

Optokinetic nystagmus는 연속적으로 끊김 없이 지나가는 목표물을 주시하는 경우 처음에는 목표물을 따라 안구가 이동하다가, 안구를 회전하여 목표물을 주시할 수 없는 곳까지 목표물이 이동하면 안구가 다시 처음 위치로 빠른 속도로 돌아와 다음 목표물을 주시하는 안구 운동이다. 일상 생활 중 optokinetic nystagmus를 경험할 수 있는 상황은 달리는 자

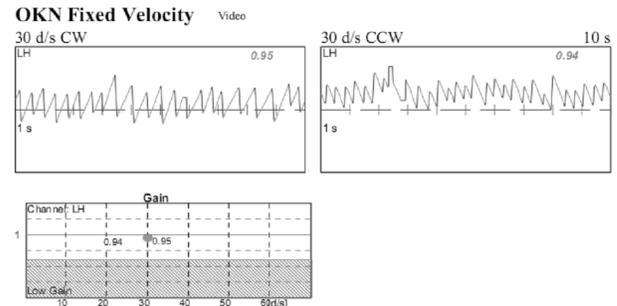


Figure 14. Normal optokinetic nystagmus (OKN). From the tracing results, regular and rhythmic eye movements can be detected. Also the gain is both within the normal range (white area).

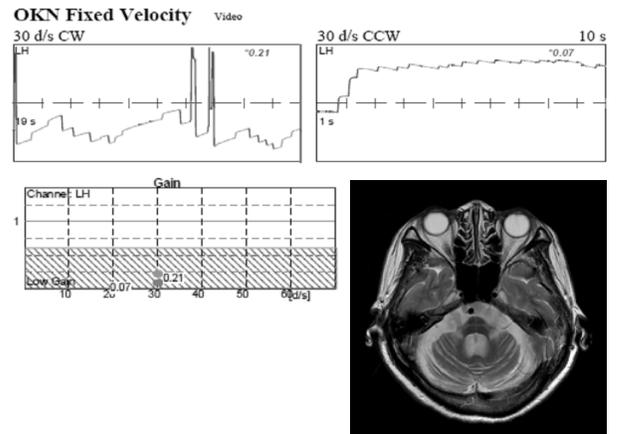


Figure 15. Abnormal optokinetic nystagmus (OKN). The nystagmus is slightly irregular and there seems to be a difference between the clockwise rotation and counter clockwise rotation. Also the gain is below normal range. Spinocerebellar ataxia was detected in this patient.

동차 안에서 창문을 통해 바깥 건물을 쳐다보는 경우이다. 하나의 건물을 주시하는 경우 처음에는 느린 성분의 안구 운동을 통해 지나가는 건물에 초점을 맞출 수 있지만, 해당 건물이 지나가 버리면 빠른 성분의 안구 운동을 통해 다음 건물에 초점을 맞추게 된다. Optokinetic nystagmus는 saccade와 smooth pursuit의 조합이라고 생각되고 있다. 즉 optokinetic nystagmus의 빠른 성분은 saccade에 해당되고, 느린 성분은 smooth pursuit으로 이루어진 복합적인 안구 운동이다. 목표물이 우측으로 지나가는 조건과 좌측으로 지나가는 조건을 검사하게 되며, 이 때 나타나는 안진의 크기를 측정하여 이득값을 구하게 된다(Figure 14).

Optokinetic nystagmus는 saccade와 smooth pursuit의 조합이기 때문에, saccade 또는 smooth pursuit 검사에서 이상이 발견되었다면 optokinetic 검사에서도 함께 이상 소견을 보일

수 있다. 즉 optokinetic nystagmus의 이상은 병변을 국소화하는 데 큰 도움이 되지 못한다. 전형적인 이상 소견으로는 안진이 나타나지 않거나, 안진의 모양이 비특이적이거나 불규칙적으로 나타날 수 있다. 또는 이득값만 낮게 측정되기도 한다(Figure 15).

REFERENCES

1. **Barany R.** Untersuchung Uer den vom vetibularapparat des ohres reflektorish ausgelten rhythmischen nystagmus und serine begleiterscheinungen. *Monatsschr Ohrenheikd* 1906;40: 193-297.
2. **von Baumgarten R, Benson A, Berthoz A, Brandt T, Brand U, Bruzek W, et al.** Effects of rectilinear acceleration and optokinetic and caloric stimulations in space. *Science* 1984; 225:208-12.
3. **Jongkees LB, Maas JP, Philipszoon AJ.** Clinical nystagmography. A detailed study of electro-nystagmography in 341 patients with vertigo. *Pract Otorhinolaryngol (Basel)* 1962;24: 65-93.
4. **Choi KD, Oh SY, Kim HJ, Koo JW, Cho BM, Kim JS.** Recovery of vestibular imbalances after vestibular neuritis. *Laryngoscope* 2007;117:1307-12.
5. **Halmagyi GM, Cremer PD, Anderson J, Murofushi T, Curthoys IS.** Isolated directional preponderance of caloric nystagmus: I. Clinical significance. *Am J Otol* 2000;21:559-67.
6. **Bienfang DC.** Crossing axons in the third nerve nucleus. *Invest Ophthalmol* 1975;14:927-31.
7. **Horn AK, Bruckner G, Hartig W, Messoudi A.** Saccadic omnipause and burst neurons in monkey and human are ensheathed by perineuronal nets but differ in their expression of calcium-binding proteins. *J Comp Neurol* 2003;455:341-52.
8. **Horn AK, Buttner-Ennever JA.** Premotor neurons for vertical eye movements in the rostral mesencephalon of monkey and human: histologic identification by parvalbumin immunostaining. *J Comp Neurol* 1998;392:413-27.
9. **Strassman A, Evinger C, McCrea RA, Baker RG, Highstein SM.** Anatomy and physiology of intracellularly labelled omnipause neurons in the cat and squirrel monkey. *Exp Brain Res* 1987;67:436-40.
10. **Belknap DB, McCrea RA.** Anatomical connections of the prepositus and abducens nuclei in the squirrel monkey. *J Comp Neurol* 1988;268:13-28.
11. **Strupp M, Hufner K, Sandmann R, Zwergal A, Dieterich M, Jahn K, et al.** Central oculomotor disturbances and nystagmus: a window into the brainstem and cerebellum. *Dtsch Arztebl Int* 2011;108:197-204.
12. **Ahn BY, Choi KD, Kim JS, Park KP, Bae JH, Lee TH.** Impaired ipsilateral smooth pursuit and gaze-evoked nystagmus in paramedian pontine lesion. *Neurology* 2007;68:1436.