

정상 성인에서 전정기능검사에 대한 정량적 분석 —냉온교대안진검사 및 정현파회전안진검사—

원광대학교 의과대학 이비인후과학교실·생리학교실*
이정현·강금위·김종길·이문영*·김민선*·박병림*

= Abstract =

Quantitative Analysis of Vestibular Function in Normal Adults —Bithermal Caloric Test and Sinusoidal Rotation Test—

Jung Hun Lee, M.D., Keum Wee Kang, M.D., Jong Kil Kim, M.D.,
Moon Young Lee, M.D., Min Sun Kim, M.D., Byung Rim Park, M.D.

Department of Otolaryngology · Physiology, College of Medicine,
Wonkwang University*

The maintenance of body equilibrium and posture depends on information from vestibular system, vision, proprioceptive system and other sensory organs. These informations are integrated in the central nervous system and relay on the eye muscles through vestibulo-ocular reflex, postural muscles through vestibulo-spinal reflex. Quantitative analysis of vestibular function has been extensively evaluated on the vestibulo-ocular reflex because it is the easiest reflex to stimulate and record. The caloric test by Fitzgerald-Hallpike method using 250ml amount of water, 30°C cold, 44°C warm and rotation test by sinusoidal rotation stimuli using frequency of 0.05, 0.1, 0.2Hz. were performed to evaluate the vestibular function in 23 adults.

The obtained results were as follows:

1) Vestibulo-ocular reflex induced by bithermal caloric stimuli was quantified in values of maximum velocity of slow component, amplitude, canal paresis and directional preponderance. Maximum velocity of slow component was $26.4 \pm 2.3 \sim 28.9 \pm 1.4^\circ/\text{sec}$ (Mean \pm SE), maximum amplitude was $7.6 \pm 0.7 \sim 8.7 \pm 0.9^\circ$. Also, canal paresis was $6.1 \pm 1.2\%$ and directional preponderance was $4.9 \pm 1.4\%$ within normal range.

2) The direction of nystagmus induced by sinusoidal rotation stimuli was the same to the direction of rotation and the velocity of nystagmus was proportioned to the velocity of rotation. Gain, phase difference and directional preponderance were calculated. Gain was 0.62 ± 0.02 at frequency of 0.05Hz, 0.64 ± 0.03 at 0.1Hz, 0.59 ± 0.01 at 0.2Hz and phase difference was $28.5 \pm 0.7^\circ$ at 0.05Hz, $19.1 \pm 0.8^\circ$ at 0.1Hz, $12.2 \pm 0.5^\circ$ at 0.2Hz, directional preponderance was $3.0 \pm$

KEY WORDS : Vestibulo-ocular reflex · Bithermal caloric test · Sinusoidal rotation test · Electronystagmography

서 론

전정기관, 시기, 근육 및 관절에 있는 심부 지각기, 기타의 감각기로 부터 오는 구심성 정보는 뇌중추에서 통합되고 여기서 나오는 원심성 정보는 전정안 반사와 전정척수반사를 통하여 자세조절에 관여한다. 전정기능검사는 이러한 반사회로의 관계를 검사하는 것으로 검사 형태도 다양하고 복잡하다. 전정기능검사는 전정안반사와 전정척수반사를 측정하지만 전정안반사가 보다 용이하며 객관적으로 표시할 수 있기 때문에 많이 사용되고 있다.^{4,6,10,17,23)}

온도안진검사는 1906년 Barany⁷⁾에 의해 기술되었으며 검사방법이 간단하고 좌우 내이 기능을 분리하여 검사할 수 있는 방법으로 널리 이용되고 있다. 온도안진검사는 30℃ 냉수와 44℃ 온수를 외이도에 주입함으로써 출현하는 안진을 관찰하는 검사로 30℃ 냉수를 주입하면 주입반대 방향으로 향하는 안진을 44℃ 온수를 주입하면 주입방향으로 향하는 안진을 초래한다. 외이도에 냉수, 온수를 주입하면 온도변화에 의하여 반규관내에서 내임파액의 대류가 발생하고 팽대부등의 감각세포가 흥분 또는 억제되어 안진이 나타난다.

회전안진검사는 1907년 Barany⁸⁾에 의해 시도되었으며 회전자극은 두부운동과 비슷하여 자연상태와 동일한 자극을 가할 수 있으므로, 오심, 구토, 현기증의 발생율이 적고 어린이와 같이 전정기능검사를 수행하기 어려운 경우에도 널리 사용할 수 있다. 회전안진검사로 회전자극의 방법에 따라 3유형으로 나눌 수 있으며 이중 정현파회전자극법이 많이 이용되고 있다. 개체의 수직축을 중심으로 좌측과 우측 방향으로 자극을 가하면 일측 전정기관의 수평반

규관을 흥분시키고 반대측은 억제시키므로써 출현하는 안진을 분석하여 평가한다. 회전자극에 의한 안구운동은 자극방향과 동일한 방향으로 출현하는 급속상과 반대방향으로 출현하는 완서상을 유발한다.

최근 전정기능검사는 자극을 정량화하고 정량화된 자극을 가하므로써 출현하는 안진을 컴퓨터 작업을 통하여 정량적으로 분석하려는 노력과 여기서 얻어진 자료를 체계화하여 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과를 판정하는 객관적 자료를 얻으려는 많은 노력이 이루어져 왔다.

본 연구는 냉온교대안진검사와 정현파회전안진검사를 이용하여 정상 성인으로부터 전정안반사를 측정하여 전정기능을 양적으로 분석하고 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과를 판정하는 지표로 삼고자 하였다. 냉온교대안진검사의 온도자극은 30℃ 냉수와 44℃ 온수 250 ml를 사용하여 잠복시간, 지속시간, 완서상 속도, 진폭을 관찰하고 네가지 반응의 상호관계인 좌우측 미로의 반응사이의 차이, 즉 반규관마비(canal paresis)와 좌우로 향하는 안진반응사이의 차이 즉, 방향우위성(directional preponderance)을 산출하였다. 정현파 회전안진검사의 회전자극은 0.05, 0.1, 0.2Hz의 빈도로 자극을 정량화하여 완서상 속도, 안구운동의 이득(gain, 안구운동속도/회전자극속도), 위상의 차이(phase difference, 회전자극의 최대속도점과 안구운동의 최대속도점의 차이) 및 방향우위성(directional preponderance)을 산출하였다.^{3,4,10,20,23)} 정상 성인으로부터 전정안반사를 측정하여 전정기능을 양적으로 분석하고 본 교실의 기준치로 삼아 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과 판정에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

이학적 소견상 귀의 질환이나 전신 질환이 없고 검사 3일 전부터 진정제나 항히스타민제의 약물복용에 대한 기왕력이 없는 젊고 건강한 20~30세 사이의 남자 12명, 여자 11명을 대상으로 하였다.

2. 온도자극

피검자는 암실에서 양와위로 하고 두부를 30° 전굴시켜 수평반규관이 수직이 되도록 하였다. 10분 동안 암실에서 적응시킨 후 검사하고자 하는 검사측의 귀가 상부에 오도록 한 후, Fitzgerald-Hallpike 법에 의하여 30°C 냉수 좌측, 30°C 냉수 우측, 44°C 온수 좌측, 44°C 온수 우측의 순으로 5분 간격을 두고 시행하였다. 이때 물의 주입 시간은 30초 동안, 주입 양은 250 ml를 사용하였다.

3. 회전자극

정전기관에 회전자극을 위하여 정현파회전의자(sinusoidal rotatory chair)를 제작하여 0.05, 0.1, 0.2Hz의 회전범위내에서 정현파회전자극을 가하였다(그림 1). 피검자는 앉은 자세에서 머리를 30° 전굴시켜 수평반규관이 수평이 되도록하여 고정시킨 후 좌우 방향으로 $\pm 120^\circ$ 씩 회전시켰다¹²⁾.

4. 안구운동의 기록

온도자극 및 회전자극에 의하여 출현하는 안구운동을 기록할 목적으로 직경 2mm의 Ag-AgCl 표면전극을 이용하였다. 우측 안구와 좌측 안구의 안외각체 피부(lateral epicanthus)에 탐색전극과 무관전극을, 이마의 정중앙부위에 접지 전극을 부착하였다. 이러한 전극은 안진기록용 예비증폭기를 통하여 Polygraph(Dynograph R511, Sismomedics)상에 기록하였으며 안구가 우측 방향으로 회전하면 안진곡선은

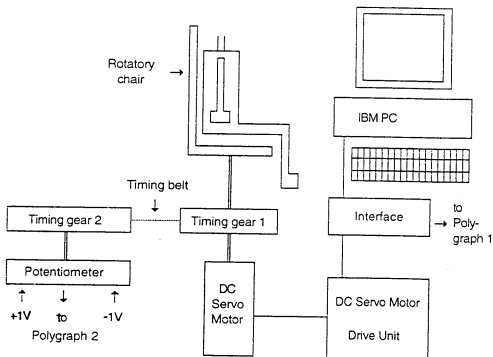


Fig. 1. Sinusoidal rotatory chair system

상방을 좌측 방향으로 회전하면 하방을 향하였다. 모든 안구운동은 전극을 부착한 후 10분 동안 암실에서 적응을 시킨 후 검사를 시행하였다. 검사를 시행하는 동안 피검자의 각성을 유도하기 위하여 비슷한 단어를 나열하게 하거나 숫자를 셈하도록 하였으며 검사자의 질문에 응답하도록 요구하였다^{4,11,20,22,23)}. 회전자극의 위치 즉 정현파회전자극곡선은 전위차계를 이용하여 Polygraph상에 함께 기록하였다.

5. 온도 안진검사의 분석

피검자로 부터 상방에 30°를 이루는 두곳에 LED lamp를 설치하여 안구가 30° 이동할 때 기록되는 높이를 기준으로 안진의 완서상의 속도를 각속도로 계산하였다. 안진의 진폭, 완서상 속도는 온도자극시 출현한 5개의 명확한 안진을 10초 간격으로 선택하여 가장 빠른 속도와 느린 속도의 안진을 1개씩 제외한 3개의 안진에서 안진의 진폭, 완서상 속도에 대한 평균치를 계산하여 최대치를 구하였다. 좌우측 미로의 반응사이의 차이 즉, 반규판 마비(canal paresis)는 완서상 속도를 계속하여 $\{[(30^{\circ}\text{ 좌측}+44^{\circ}\text{ 좌측})-(30^{\circ}\text{ 우측}+44^{\circ}\text{ 우측})]/[(30^{\circ}\text{ 좌측}+30^{\circ}\text{ 우측})+(44^{\circ}\text{ 좌측}+44^{\circ}\text{ 우측})]\times 100\}$ 으로 %로 환산하였다. 좌우로 향하는 안진 반응사이의 차이, 즉 방향우위성(directional preponderance)은 $\{[(30^{\circ}\text{ 좌측}+44^{\circ}\text{ 우측})-(30^{\circ}\text{ 우측}+44^{\circ}\text{ 좌측})]/[(30^{\circ}\text{ 좌측}+30^{\circ}\text{ 우측})+(44^{\circ}\text{ 좌측}+44^{\circ}\text{ 우측})]\times 100\}$ 으로 %로 환산하였다.

6. 회전 안진검사의 분석

피검자로 부터 전방에 30°를 이루는 두곳에 LED Lamp를 설치하여 안구가 30° 이동할 때 기록되는 높이를 기준으로 안진의 완서상의 속도를 각속도로 계산하였다. 일측 방향으로 회전때 출현한 5개의 명확한 안진을 선택하여 완서상 속도를 구한 다음, 가장 빠른 속도와 가장 느린 속도의 안진을 1개씩 제외시키고 3개의 안진에서 평균치를 구하였다. 회전자극은 3회이상 반복하여 다시 평균하여 안구운동의

속도를 구하였다. 안구운동의 이득(gain)은 (안구운동의 속도)/(회전자극속도) 산출하였으며 위상(phase)은 (회전자극의 최대 속도점)/(안구운동의 최대 속도점의 차이) 즉 각 회전자극 곡선상에서 최대의 자극 속도점을 기준으로 하여 최대 속도의 안구운동을 갖고 시점과의 차이를 측정하여 일측 방향으로 회전때 소요되는 시간으로 나누어 180° 곱하였다⁹⁾. 위상의 차이에서 음의 값은 Phase lag를, 양의 값은 Phase lead를 뜻하며 수치가 작을 수록 최대 자극시점에서 최대 반응을 나타냄을 의미한다. 방향우위성(directional preponderance)은 (우측 회전자극때 안구속도-좌측 회전자극때 안구속도)/(우측 회전자극때 안구속도+좌측 회전자극때 안구속도) $\times 100$ 으로 %로 환산하였다.

결 과

1. 온도안진검사

온도자극에 의한 안구운동의 일반적 양상은 30℃ 냉수 주입시 안진의 방향은 반대방향으로 향하는 안진이, 44℃ 온수를 주입하면 동일방향으로 향하는 안진이 출현하였다(그림 2). 주입 시작부터 측두골내의 열 전도에 의하여 내임파액의 대류가 발생하고 Cupula가 편향되어 맨 처음 안진이 출현하기까지의 시간, 즉 잠복시간은 $19.2\pm 5.7\sim 24.1\pm 3.1(\text{Mean}\pm\text{SE})$ 초 이었다. 전정기관의 반응정도를 나타내는 지속시간은 101~172초 범위로서 $123.6\pm 12.9\sim 132.7\pm 3.5$ 초 이었다. 잠복시간보다 전정기관의 반응정도를 더 정확하게 평가할 수 있는 최대 완서상의 속도는 $26.4\pm 2.3\sim 28.9\pm 1.4^{\circ}/\text{sec}$, 최대 속도에 도달하는 시점은 $64.3\pm 1.5\sim 68.9\pm 1.5$ 초, 안진의 크기인 최대 진폭은 $7.6\pm 0.7\sim 8.7\pm 0.9^{\circ}$ 이었다. 좌우측 미로의 반응사이의 차이, 즉 내이미로에서 전정신경에 이르는 부위의 장애를 나타내는 반규판마비(canal paresis; CP)는 $6.1\pm 1.2\%$ 였으며 좌우로 향하는 안진반응사이의 차이를 나타내는 방향우위성(direc-

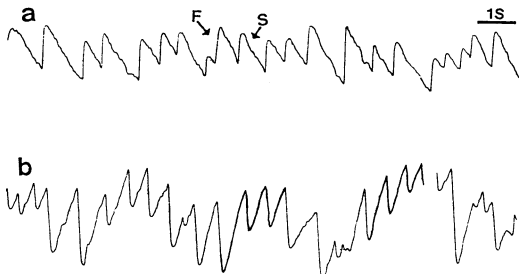


Fig. 2. Eye movement induced by bithermal stimuli with irrigation of 250ml of 30°C water (a), 44°C water(b) into the left ear of normal subject. F is fast component and S is slow component.

Table 1. Mean values obtained from bithermal caloric test using 250ml amount of 30°C cold, 44°C warm water in normal subjects

	(M±SE)				
	Latency (seconds)	Duration (seconds)	Time reaching at Max. SCV (seconds)	Amplitude (degrees)	Max. SCV (degrees/sec)
LC	21.3±3.0	132.7± 3.5	65.6±2.4	8.0±0.6	28.9±1.4
RC	19.2±5.7	130.1± 4.6	64.3±1.5	8.7±0.9	26.4±2.3
LW	24.1±3.1	125.7±11.2	68.9±1.5	7.6±0.7	28.1±1.1
RW	22.4±3.4	123.6±12.9	67.8±2.1	7.8±0.6	27.8±2.0

$$\text{CP(Canal paresis)} = \frac{[(\text{LC}+\text{LW}) - (\text{RC}+\text{RW})]}{(\text{LC}+\text{RC}+\text{LW}+\text{RW})} \times 100$$

$$= 6.1 \pm 1.2\%$$

$$\text{DP(Directional preponderance)} = \frac{[(\text{LC}+\text{RW}) - (\text{RC}+\text{LW})]}{(\text{LC}+\text{RC}+\text{LW}+\text{RW})} \times 100$$

$$= 4.9 \pm 1.4\%$$

LC; Left cold, RC; Right cold, LW; Left warm, RW; Right warm

Max. SCV; Maximum velocity of slow component

tional preponderance; DP)은 4.9±1.4%로 정상범위였다(표 1).

2. 회전안진검사

회전자극에 의한 안구운동의 일반적 양상은 안진의 방향을 가르키는 급속상은 회전자극과 동일한 방향으로 완속상은 회전자극과 반대 방향으로 출현하였다. 또한 회전자극의 방향이

전환되면 안진의 방향도 전환되었다. 안진의 완서상 속도는 회전자극의 빈도가 증가함에 따라 점차 증가하였으며 자극의 속도가 감소하면 완서상의 속도도 감소하였다. 회전자극의 위치를 나타내는 정현파회전자극 곡선은 우측 방향으로 회전자극을 가하면 회전자극의 위치곡선은 상방을, 좌측방향으로 회전하면 위치곡선은 하방을 향하였다. 회전자극의 속도에서 위치곡선의 최상점과 최하점은 회전자극의 방향이 변환하는 위치로써 속도는 ($0^\circ/\text{s}$ 에 해당하며 최상점과) 최하점의 중앙점이 최대 자극 속도를 갖는 시점으로 자극속도가 최상점과 최하점에 접근 하였을 때는 안진이 소실되었고 최대 자극속도를 갖는 중앙점에서 안진의 속

도가 증가 하였다(그림 3). 회전자극에 의한 최대 완서상 속도는 0.05Hz 에서 $15.1 \pm 0.2^\circ/\text{sec}$, 0.1Hz 에서 $28.4 \pm 1.0^\circ/\text{sec}$, 0.2Hz 에서 $52.8 \pm 1.5^\circ/\text{sec}$ 이었다. 회전자극의 속도가 증가할수록 완서상 속도는 증가하였다. 안구운동 속도를 회전자극 속도로 나눈 안구운동의 이득(gain)은 0.05Hz 에서 0.62 ± 0.02 , 0.1Hz 에서 0.64 ± 0.03 , 0.2Hz 에서 0.58 ± 0.02 를 보였다. 이는 회전자극의 속도가 증가함에 따라 안구운동의 속도가 증가함을 보여준다. 안구운동의 최대 속도를 나타내는 시기와 최대 자극 속도의 시기에서 차이를 나타내는 위상의 차이(phase difference)는 0.05Hz 에서 $27.5 \pm 0.7^\circ$, 0.1Hz 에서 $19.1 \pm 0.8^\circ$, 0.2Hz 에서 $12.1 \pm 0.5^\circ$ 이었다. 위

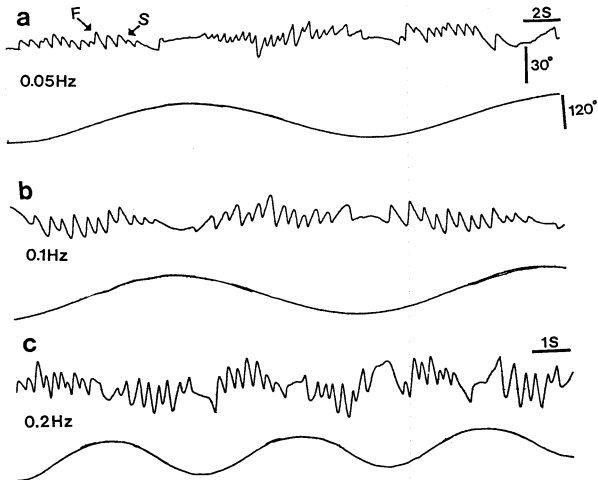


Fig. 3. Eye movement induced by sinusoidal rotation at frequencies 0.05, 0.1, 0.2Hz in a normal subject. Upward deflection represent a rotation toward right and downward deflection represents a rotation toward left in nystagmogram. Upper panel is horizontal eye movement and lower panel is sinusoidal rotatory chair position.

Table 2. Mean values obtained from rotation test by sinusoidal rotation stimuli using frequency of 0.05, 0.1, 0.2Hz in normal subjects

(M±SE)

	Gain	Phase (degrees)	Max. SCV (degrees/sec)	DP (%)
0.05Hz	0.62±0.02	28.5±0.7	15.1±0.2	5.5±1.2
0.1 Hz	0.64±0.03	19.1±0.8	28.4±1.0	3.2±0.6
0.2 Hz	0.59±0.01	12.2±0.5	52.8±1.5	3.0±0.4

Max. SCV; maximum velocity of slow component

DP; directional preponderance

상의 차이는 회전자극의 속도가 증가함에 따라서 감소되는 양상을 보였다. 좌우 전정기능의 대칭성을 나타내는 방향우위성(directional preponderance)은 평균 3.1±0.4~5.5±1.2%의 정상범위로서 좌우전정기능이 대칭성을 이루고 있음을 알 수 있었다(표 2).

고 안

전정기관 즉, 내이미로, 시기, 고유수용체 및 기타의 감각세포로부터 오는 구심성 정보는 뇌중추에서 통합되고 여기서 나오는 원심성 정보는 전정안반사와 전정척수반사를 통하여 개체의 자세조절에 관여한다. 즉 전정안반사는 개체가 회전할 때 안구를 반대 방향으로 회전시켜 물체를 망막의 일정부위에 고정시키므로써 물체를 판단하여 자세조절에 관여하고 전정척수반사는 사지운동에 관계하는 근긴장의 변화를 반사적으로 조절함으로써 이루어진다. 전정기능검사는 이러한 반사회로의 관계를 검사하는 것으로 검사 종류도 다양하고 복잡하다^{4,6,10,17,23}. 최근 전정기능 검사는 자극의 정량화와 자극 후 출현하는 안구운동을 컴퓨터 프로그램에 의하여 분석하여 보다 객관화하고 정량화하여 환자의 진단 및 치료효과를 판정하는 기초 자료로 삼으려는 노력이 이루어져 왔다. 또한 각각의 감각성 정보와 운동성 정보를 분리 측정하여 감각기관, 뇌중추, 운동기관의 감각성 정보와 운동성 정보를 각각 분리하여 검

사함으로써 병변 부위를 진단하고 이들 환자의 재활에 필요한 기초 자료로 이용하고 있다. 그러나 전정반사회로 및 뇌중추의 통합과정이 대단히 복잡한 체계로 이루어지고 정상 개인간의 차이가 크며, 개인의 정신상태, 주위의 환경 및 시일의 경과에 따라 동일 질병이라도 검사치가 서로 달라 전정기능검사의 문제점으로 사료된다. 또한 전정기능검사실의 환경에 따라 각 검사실간의 검사치가 서로 다르게 나타난다^{4,14,23}. 본 연구는 우리나라 정상 성인을 대상으로 Fitzgerald-Hallpike법에 의한 냉온교대안진검사와 정현파회전안진검사를 이용하여 전정기능을 정량적으로 분석하고 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과를 판정하는데 필요한 기초자료로 삼고자 하였다.

온도안진검사는 1906년 Barany²⁷⁾에 의해 기술되었으며 이는 냉수 혹은 온수를 외이도에 주입하면 온도 변화에 의하여 반규관내에서 내임파액의 대류가 발생하여 Cupula가 편위되고 감각세포가 자극이 되어 안진을 출현한다고 하였다. 온도안진검사는 방법에 따라 Kobrak 법, Veit법, Fitzgerald-Hallpike법이 있다²³. Kobrak는 5~10cc 소량의 물을 주입한 미약자극법을 사용하였고 Fitzgerald와 Hallpike¹³⁾는 30℃ 냉수와 44℃ 온수 다량의 물을 주입하여 안진을 관찰하는 냉온교대자극을 소개하였다. Jonkee¹⁵⁾는 Fitzgerald-Hallpike법과 동일한 방법으로 주입 물의 양을 50~100ml 사용하였다. 그후 물의 온도, 주입 양, 자극시간등의 차이에 의한 변형된 여러방법이 시행되어 오고 있으나

환자에게 오심, 구토 증상이 적고 검사자료의 정량화에 필요한 안진을 얻는데 250~500ml 사용하는 것이 적합하다고 하였고, 최근에는 250ml 주입양을 가장 많이 사용하고 있다. 미약자극법은 온도자극이 약하여 안정적인 안진을 얻을 수 없고 완서상 속도, 진폭, 반규관마비, 방향우위성등과 같은 안진의 정량적 분석이 어려워 냉온교대자극법이 소개되면서 단순 온도자극 보다는 전정기능을 정량적으로 평가하는데 필요한 기본검사로 이용되고 있다. 본 연구는 Fitzgerald-Hallpike법에 의한 250ml 주입 양을 사용하여 출현하는 안진을 정량적으로 분석하였다. 검사를 시행하기 최소한 48시간 전부터 진정제 및 항히스타민제의 약물복용과 검사 2시간전 부터 음식물 섭취를 금하였다. 모든 검사는 암실에서 시행하였으며, 각막막막 전위는 암실에서 5분정도 경과하면 10% 정도 감소하므로 최소한 10분 정도 적응시킨 후 검사를 시행하였다. 냉온교대안진검사후 전정기능에 대한 지표로 반응시간에 의한 잠복시간, 지속시간과 반응의 강도에 따른 빈도, 진폭, 완서상 속도등이 있다. 또한 좌우측 미로의 반응사이의 차이인 반규관마비와 좌우로 향하는 안진반응사이의 차이, 즉 방향우위성을 계산하여 국소진단의 지표로 삼는다. 반규관마비는 내이미로에서 전정신경에 이르는 부위의 장애를 나타내는 국소진단에 진단적 의의가 크나, 방향우위성은 말초, 중추 모두에서 출현할 수 있으므로 국소진단 가치는 적다. 온도안진검사의 지표로 안진의 잠복시간, 지속시간보다 빈도, 진폭, 완서상 속도가 자극의 강도에 대한 반응정도를 정량적으로 분석하는 자료로 많이 이용되고 있다^{4,6,10,15,23}. 잠복시간은 자극후 첫 안진이 출현할 때까지의 시간으로 냉온자극이 측두골 골벽을 통하여 내이미로에 전달되기까지의 골벽의 두께, 측두골 합기화의 정도등에 영향을 받으므로 진단적 가치는 없다고 하였다. 실제 합기화가 잘된 정상 발육형보다는 경화형에서 열전도가 잘 일어나 잠복시간이 더 짧게 나타난다고 하였다^{4,23}. 지속시간은 첫 안진으로 부터 마지막 안진까지의 시간으로 마

지막 안진후 10~20초 동안 안진이 나타나지 않는 경우 이전의 마지막 안진을 종료시점으로 삼는다. Aslan은 마지막 안진후 15초, Uemura²⁰는 10초를 기준으로 하였으며 김 등²⁰은 10초, 본 연구에서도 10초를 기준으로 하여 10초 이상 안진이 나타나지 않는 경우나 반대측으로 향하는 안진이 10초내에 2개 이상 출현하지 않는 경우 종료시점으로 삼았다. 전정기능의 강도를 나타내는 지표로 지속시간보다는 안진의 빈도, 진폭, 완서상 속도등이 널리 이용되고 있다^{4,6,10,23,25}. 그러나 안진의 빈도, 진폭은 안진사이의 차이가 심하고 인위적인 오차가 생길 수 있으므로 완서상 속도가 가장 좋은 지표로 사료된다. 김 등은 안진의 빈도, 진폭, 완서상 속도를 지표로 반규관마비, 방향우위성에 대한 정상치를 계산하였고 정상인에서 최대 완서상 속도는 냉자극시 $25.6 \pm 21.8^\circ/\text{sec}$, 온자극시 $39.4 \pm 33.4^\circ/\text{sec}$ 였으며 완서상 속도를 기준으로 계산한 반규관마비는 22.7%, 방향우위성은 22% 였다. 본 연구에서 최대 완서상 속도는 냉온자극시 $26.4 \pm 2.3 \sim 28.9 \pm 1.4^\circ/\text{sec}$ 였으며 반규관마비 $6.1 \pm 1.2\%$, 방향우위성은 $4.9 \pm 1.4\%$ 로 약간 낮은 수치를 보였으나 다른 연구자의 결과와 비슷하였다^{1,2,3}. 반규관마비와 방향우위성은 10% 미만으로 정상 범위에 속하므로써 양측 전정기능이 대칭성을 이루고 있음을 알 수 있었다.

회전안진검사는 1907년 Barany⁹에 의해 처음 시도 되었으며 각가속의 방법에 따라서 impulsive, constant, sinusoidal rotation으로 분류한다¹⁰. 정형파회전자극은 자연상태의 두부운동과 가장 비슷한 자극으로 적합한 회전자극 방법이라고 하였다. 회전안진검사는 온도안진검사에 비하여 환자의 오심, 구토의 자각적 증상이 적고 동일한 회전범위에서 동일한 회전속도로 자극하므로써 주로 수평반규관내의 내입파맥의 유동을 초래하여 전정기관을 흥분시키거나 억제하므로써 자연상태에서 개체가 회전운동을 할 때 전정기관에 자극받는 것과 동일한 방법으로 자극할 수 있는 장점을 가지고 있다. 회전자극은 온도자극에 비해서 자극을

정확히 정량화 할 수 있고 이의 반응결과를 정량적으로 분석할 수 있으나 회전안진검사는 보다 넓은 범위의 검사로 온도안진검사와 상호 보완적인 검사로 함께 시행하는 것이 중요하다^{4,10,23)}.

본 연구에서 회전자극의 속도가 0.05Hz에서 0.2Hz로 증가함에 따라 안구운동의 속도도 0.05Hz에서 $15.1 \pm 0.2^\circ/\text{sec}$, 0.2Hz에서 $52.8 \pm 1.5^\circ/\text{sec}$ 로 비례적으로 증가하는 양상을 보였으며, 이는 다른 연구자들의 보고와 일치하였다^{5,14,16)}. 전정기관에서 자극에 대한 반응의 효율성을 표현하는 이득은 0.1Hz때 높았으며 0.2Hz에서 낮은 수치를 보였다. 이는 다른 연구자에 비하여 약간 낮은 수치였으나 정상범위에 해당하였다. 위상의 차이는 0.05Hz에서 $28.5 \pm 0.7^\circ$, 0.1Hz에서 $19.1 \pm 0.8^\circ$, 0.2Hz에서 $12.2 \pm 0.5^\circ$ 로 회전자극의 속도가 증가함에 따라 감소함을 보였으며 이는 안구운동이 회전자극보다 빠르게 출현하는 Phase lead를 나타내는 전정기능의 특성으로 보인다. 그러나 자극속도를 더욱 빠르게 한다면 안구운동이 회전자극보다 늦게 출현하는 Phase lag를 보인다는 보고도 있다^{5,16)}. 방향우위성은 10% 미만으로 양측 전정기능이 대칭성을 이루고 있음을 의미한다⁶⁾.

본 연구에서 사용한 전정기능검사에서 피검자들이 정상적인 전정기능을 가지고 있음을 알 수 있었으나 기록된 안구운동을 정확히 분석할 수 있는 컴퓨터 프로그램의 개발이 시급한 과제로 여겨진다. 상기 연구에서 얻어진 성적은 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과를 판정할 수 있는 본 교실의 임상자료로 충분히 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

정상 성인 23명을 대상으로 Fitzgerald-Hallpike법에 의한 냉온교대안진검사와 정현파회전자극에 의한 회전안진검사를 시행하여 이때 출현한 안진을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 온도 자극에 의하여 안진이 출현하였으

며 최대 완서상 속도는 $26.4 \pm 2.3 \sim 28.9 \pm 1.4^\circ/\text{sec}$, 안진의 최대 진폭은 $7.6 \pm 0.7 \sim 8.7 \pm 0.9^\circ$ 이었다. 반규관마비는 $6.1 \pm 1.2\%$, 방향우위성은 $4.9 \pm 1.4\%$ 로 정상 범위였다.

2. 회전자극에 의하여 출현한 안진의 방향은 회전자극의 방향과 동일하였으며 최대 완서상 속도는 0.05Hz에서 $15.1 \pm 0.2^\circ/\text{sec}$, 0.1Hz에서 $28.4 \pm 1.0^\circ/\text{sec}$, 0.2Hz에서 $52.8 \pm 1.5^\circ/\text{sec}$ 로 안진의 속도는 회전 자극의 속도에 비례하였다. 안구운동의 이득은 0.05Hz에서 0.62 ± 0.02 , 0.1Hz에서 0.64 ± 0.03 , 0.2Hz에서 0.59 ± 0.01 였다. 위상의 차이는 0.05Hz에서 $28.5 \pm 0.7^\circ$, 0.1Hz에서 $19.1 \pm 0.8^\circ$, 0.2Hz에서 $12.2 \pm 0.5^\circ$ 로 회전 자극의 속도가 증가함에 따라 감소하였다. 방향우위성은 $3.0 \pm 0.4 \sim 5.5 \pm 1.2\%$ 의 정상범위였다. 이상의 연구결과는 본 교실의 전정신경계 질환의 진단 및 치료효과를 판정하는 임상자료로 활용할 수 있을것으로 사료된다.

References

- 1) 구순권 · 최난금 · 고의경 등 : 미세온도조절기구를 이용한 온도안진검사 역치에 관한연구. 한이인지 32 : 442~450, 1989
- 2) 김종선 · 이광선 : 온도교차반응에 의한 정상인 전정기능에 대한 고찰. 한이인지 28 : 297~306, 1985
- 3) 박병립 · 김민선 · 정지연 등 : 정상 성인에서 회전자극을 이용한 전정기능의 양적분석. 원광의과학 10 : 1~11, 1994
- 4) Baloh RW, Honrubia V : *Clinical neurophysiology of the vestibular system*. 2nd ed. Philadelphia, FA Davis, 1990
- 5) Baloh RW, Langhofer L, Honrubia V, et al : *On-line analysis of eye movement using a digital computer*. Aviat Space Environ Med 51 : 563~567, 1980
- 6) Barber HO, Stockwell CW : *Manual of electronystagmography*. St Louis, Mosby Co, 1980

- 7) Barany R : *Untersuchungen über den vom vestibularapparat des ohres reflektorisch ausgelosten rhythmischen nystagmus und seine beleitererscheinungen*, Mschr. Ohrenheilk, 40 : 193~297, 1906(cited from 23)
- 8) Barany R : *Physiologie und pathologie des bogengangsapparates beim Menschen*, Deuticke, Vienna, 1907(cited from 5)
- 9) Buettner UW, Henn V, Young LR : *Frequency response of the vestibulo-ocular reflex in the monkey*. *Aviat Space Environ Med* 52 : 73~77, 1981
- 10) Coats AC, Martin GK, Lonsbury-Martin BL : *Vestibulometry*. In Ballenger JJ, 14th ed. *Diseases of the nose, throat, ear, head & neck*, Philadelphia, Lea & Febiger co, pp1006~1028, 1991
- 11) Collins WE : *Habituation of vestibular responses with and without visual stimulation*. In Kornhuber HH, 1st ed. *Handbook of sensory physiology*. Berlin, Springer-Verlag, pp 369~388, 1974
- 12) Curthoys IS, Blanks PHI, MarKham CH, et al : *Semicircular canal functional anatomy in cat, guinea pig and man*. *Acta Otolaryngol* 83 : 258~265, 1977
- 13) Fitzgerald G, Hallpike CS : *Studies in human vestibular function. I. Observation on directional preponderance of caloric nystagmus resulting from cerebral lesion*. *Brain* 65 : 115~137, 1942
- 14) Jenkin HA, Honrubia V, Baloh RH : *Evaluation of multiple frequency rotatory testing in patients with peripheral labyrinthine Weakness*. *Am J Otolaryngol* 3 : 182~188, 1982
- 15) Jonkees LBW : *The Caloric test and its value in the evaluation of patients with vertigo*. *Otol Clin North America* 6 : 73~93, 1973
- 16) Mathog RH : *Testing of the vestibular system by sinusoidal angular acceleration*. *Acta Otolaryngol* 74 : 96~103, 1972
- 17) Mira E : *General view of vestibular disorders*. *Acta Otolaryngol(stockh)* Suppl 519: 13-16, 1995
- 18) Proctor LR : *Clinical experiences with a short acting caloric test*. *Laryngoscope* 95 : 75~79, 1985
- 19) Sedjawidada R, Mangape D, Kuhuwaël FG : *Minimum amount of calories needed to elicit the vestibulo-ocular reflex in normal human subjects*. *Acta Otolaryngol (stockh)* Suppl 519 : 17~20, 1995
- 20) Simons FB, Gillam SF, Mattox DE : *An atlas of electronystagmography*. 1st ed. New York, Grune & Stratton co, pp 1~64, 1979
- 21) Suzuki JI, Cohen B : *Head, eye, body and limb movements from semicircular canal nerves*. *Exp Neurol* 10 : 383~405, 1964
- 22) Szentagothai J : *The elementary vestibulo-ocular reflex arc*. *J Neuro physiol* 13 : 395~407, 1950
- 23) Uemura T, Suzuk JI, Hozawa J, et al : *Neuro-otological examination*. 1st ed. Tokyo, Ikaku Shoin LTD, pp 32~136, 1977
- 24) Wilson VJ, Schor RH, Suzuki I, et al : *Spatial organization of neck and vestibular reflexes acting on the forelimbs of the decerebrate cat*. *J Neurophysiol* 55 : 514~526, 1986
- 25) Zane RS, Rauhut MM, Jenkin HA : *Vestibular function testing : An evaluation of current techniques*. *Otolaryngol H & N Surg* 23 : 137~138, 1990