

편측 전정기능 소실시 시운동후안진의 진단적 의의

이화여자대학교 의과대학 이비인후과교실

정 윤 교

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

이원상 · 강상훈 · 문성균

= Abstract =

Diagnostic Value of Optokinetic After Nystagmus in Unilateral Vestibular Loss

Woon Kyo Chung, M.D.,

Department of Otorhinolaryngology, Ewha Womens University College of Medicine, Seoul, Korea

Won Sang Lee, M.D., Sang Hoon Kang, M.D., Sung Kyun Moon, M.D.

Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The Time constant, number of optokinetic after nystagmus(OKAN), and initial slow phase eye velocity (first two second) of OKAN were measured as parameters in normal adults(n=7) and unilateral vestibular functional loss patients(n=8).

In the unilateral group when the optokinetic stimuli produced optokinetic nystagmus(OKN) with fast phase to the affected ear, OKAN was markedly diminished or absent. The OKAN response that the opposite stimulus produced was similar to that of normal adults. Among parameters the time constant of OKAN was best for side difference in patients with loss of unilateral vestibular function. But the number of OKAN and initial slow phase eye movement showed asymmetry in normal and unilateral vestibular function loss patients. So OKAN test give us a good information for side difference in patients with unilateral vestibular function loss.

서 론

전정계와 시운동계는 인체의 평형에 중요한 역할을 하고 있으며 이들 전정계와 시운동계는 서로 뇌간의 전정핵에서 밀접한 관계를 유지하고 있음은 알려져 있다.

전정기능 검사의 궁극적인 목표중에 하나인 병소의 진단을 위한 일반적인 방법으로 온도안진

검사, 회전운동 검사가 있으나 각 검사에 한계가 있으며, 환자의 대부분이 어지러움 때문에 검사 시간이 길어지고, 잘 견디지 못하는등의 문제가 있으므로 정확히 전정기능을 평가하기 위하여 여러가지 검사에 의한 복합된 정보의 분석이 필요하다. 1909년 Barany²⁾에 의하여 처음 알려진 시운동후안진(Optokinetic After Nystagmus, OKAN)은 양측 전정기능 소실시 OKAN이 소실되거나²⁾³⁾ initial reversed OKAN이 출현되는 현상이 있음을 저자들은 보고한 바 있다¹⁾. 저자들은 편측 전정기능 소실의 경우 OKAN의 변화를 알아보고 병소 진단을

논문접수일 : 1993년 10월 19일

심사통과일 : 1993년 11월 25일

위한 OKAN검사의 임상적 유용성을 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

이신경학적 병력이 없는 정상 성인 7명을 정상 대조군으로 하였으며, 편측 전정기능 소실 환자군은 전정신경절단술($n=6$)을 시행받거나, 전정미로 전적출술($n=2$)을 시행받은($n=2$) 8명을 대상으로 하였다. 편측전정기능의 전소실은 섭씨 4도 냉수 10ml로 30초간 자극에서 반응이 없는 것으로 확인하였으며, 시야자극과 안구의 운동반응 측정은 Nicolet사의 Nystar-plus를 이용하였으며 시야자극 시 표적과 환자와의 거리는 91cm를 유지하였다. 시운동성안진검사는 암실에서 시행하였으며, 대상군은 암실에서 60초간 자발안진을 기록한 뒤, 시야자극을 5.16도의 표적간격(target spacing)을 주고 초속 40도의 속도로 60초간 좌측 방향으로 시운

동자극후 시운동후안진을 측정하고, 10분간의 간격을 주고 다시 우측의 시운동자극후 OKAN을 측정하였다. OKAN의 측정은 20초간 기록하였으며 불을 끈뒤 2초후 처음 나타나는 안진의 완서상 안구운동 속도를 initial OKAN로 측정하였으며, 이 initial OKAN의 완서상 안구속도가 37%로 떨어질때까지의 걸리는 시간을 시간정수(time constant)로 정하였고, 시간정수 동안 나타나는 안진의 수를 기록하였다(Fig 1). 통계 분석은 t-test를 이용하였다.

결과

편측 전정기능 소실환자 8명중에서 5명은 자발안진이 없었고 3명에서 자발안진이 기록되었으며 정상인에서는 자발안진이 기록되지 않았다.

초기완서상 안구운동의 속도는 정상인의 경우($n=7$)에서는 좌측 자극시에는 8.4deg/sec, 우측 자극시는 6.7deg/sec로 좌우 시운동성 자극에 따른

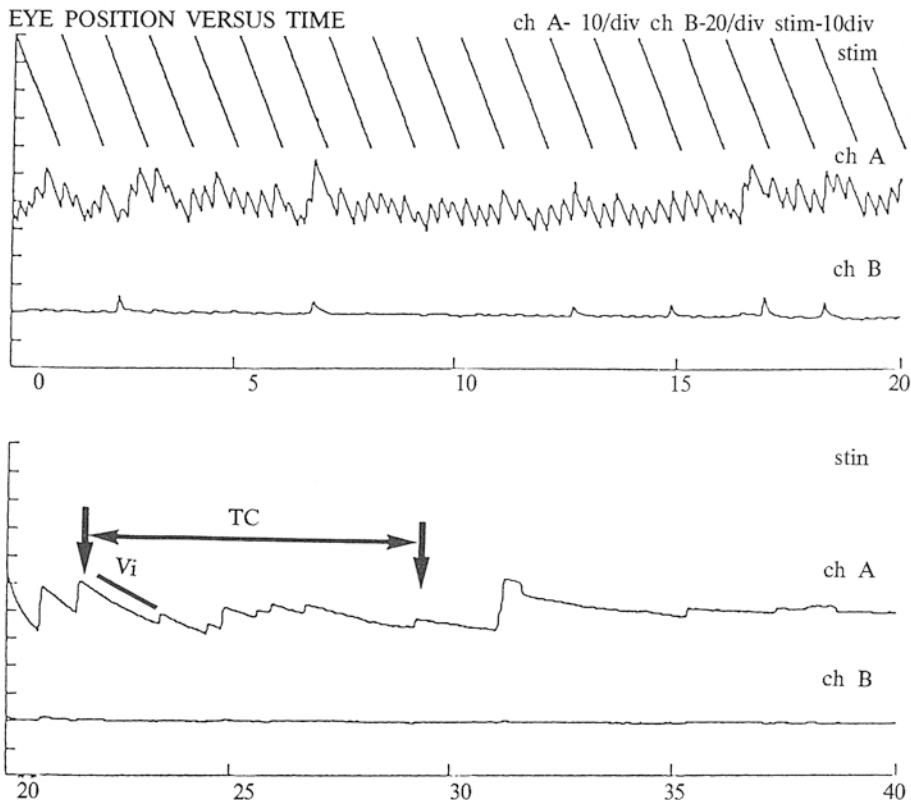


Fig. 1. Parameters of OKAN ;

TC : Time constant, Vi : initial slow phase velocity(at 2 sec) No : Numbers of OKAN during time constant.

통계적 유의있는 차이는 없었으며, 환자군에서는 자발안진이 없는 경우는(n=5) 초기완서상 안구의 속도가 전정기능이 정상인 귀의 방향으로 시운동 자극을 줄 경우가 5.8deg/sec이며 병변 귀의 방향으로 시운동성 자극을 준 경우가 8deg/sec로 통계적으로 유의있는 차이가 없었으나, 자발안진이 있는 경우에는(n=3) 전정기능이 정상인 귀의 방향으로 시운동 자극을 줄 경우가 0.7deg/sec 병변 귀의 방향으로 시운동성 자극을 준 경우가 10.0deg/sec로 통계적으로 유의있는 차이를 보였다(Fig 2, Table 1).

시간정수는 정상인의 경우 좌측 방향의 시운동

성자극의 경우 16초와 우측 방향의 시운동성 자극시에 15.5초로 자극의 방향에 따른 통계적 유의있는 좌우 차이는 없었다. 환자군에서는 자발안진이 없는 경우 정상귀의 방향의 시운동자극을 줄 경우가 4.2초 반대의 경우가 16초로 통계학적으로 그 차이가 유의있게 나타났으며 자발안진이 있는 경우도 정상귀의 방향으로 가는 시운동 자극을 줄 경우가 0.3초 반대의 경우가 16.3초로 통계학적으로 차이가 유의있게 나타났다(Fig 3, Table 1).

시간정수까지 나타난 안진의 수는 정상인의 경우 좌측방향의 시운동성 자극에서 18.7 우측방향의 경우 13.3개로 좌측으로 시야자극을 준 경우가 우

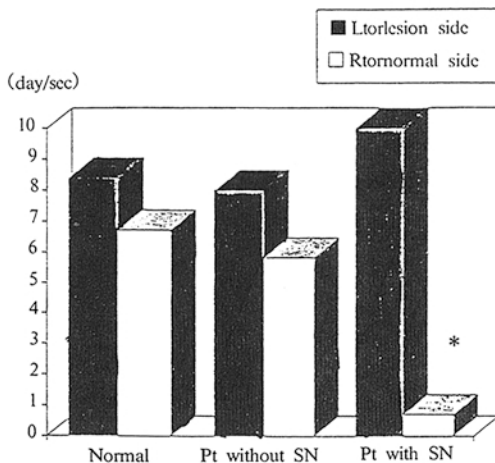


Fig. 2. Initial slow phase eye velocity(deg/sec) of OKAN does not show difference between Lt-ward(toward lesion side) and Rt-ward(toward normal side) in optokinetic stimuli direction except unilateral vestibular function loss with spontaneous nystagmus. SN ; spontaneous nystagmus (*P<0.05)

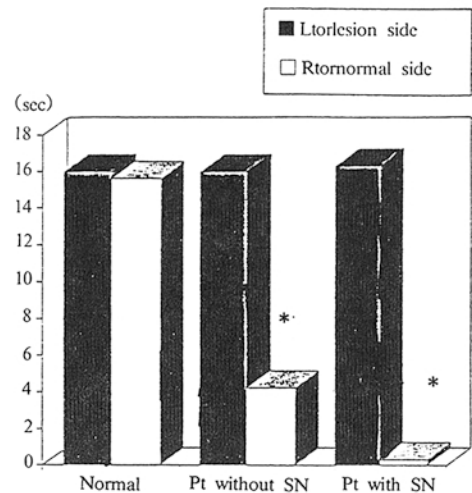


Fig. 3. Time constant(sec) of OKAN in unilateral vestibular function loss is longer when direction of stimuli toward lesion than normal ear. But normal adults do not difference between left and right optokinetic stimuli(*P<0.05).

Table 1. The Response of OKAN parameters according to optokinetic visual stimuli in normal and unilateral vestibular functional loss patients

	direction of stimuli	SPV (deg/sec)	Time Constant (sec)	No. of after nystagmus
NL (n=7)	toward Lt.	8.4	16	18.7
	Rt.	6.7	15.6	13.3
Pts without SN(n=5)	toward lesion	8	16	15.8
	normal	5.8	4.2	5
Pts with SN(n=3)	toward lesion	10	>18	17.7
	normal	0.7	1	0.7

SN : spontaneous nystagmus

SPV : slow pahse eye velocity

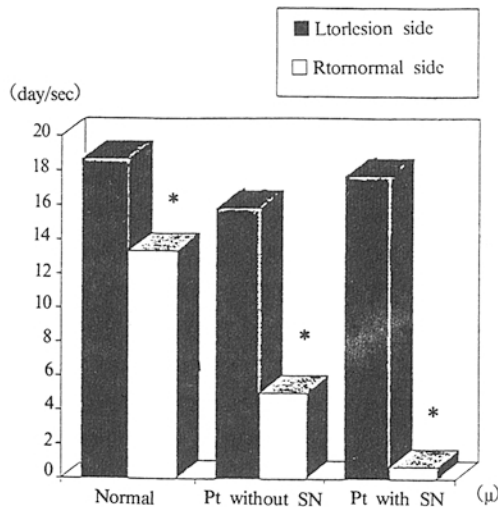


Fig. 4. Numbers of OKAN during time constant show different response according to direction of optokinetic stimuli in normal and unilateral vestibular function loss patients (* $P < 0.05$).

측으로 준 경우보다 통계적으로 유의 있는 차이를 보였으며 환자군에서는 자발안진이 없는 환자에서는 정상귀의 방향으로 가는 시운동 자극을 줄 경우가 5.0 반대의 경우가 15.8로 통계학적으로 차이가 있게 나타났으며 자발안진이 있는 경우는 정상귀의 방향으로 가는 시운동 자극을 줄 경우가 0.7 반대의 경우가 17.7로 통계학적으로 차이가 있게 나타났다(Fig 4, Table 1).

고 찰

자연상태에서 인간은 머리가 회전할 때에 주로 전정안구반사(vestibuloocular reflex - VOR)와 시운동반사(optokinetic reflex)를 통하여 안정된 시야를 유지하게 된다. 전정안구반사는 머리의 회전 운동시에 반대 방향으로 안구를 움직이게 하려는 안구의 운동으로 나타나며 동시에 이 움직임에 보상하는 안구의 운동기전(compensatory eye movement)을 통하여 안진이 나타나게 된다. 반면에 시운동계(optokinetic system)는 망막에 상의 움직임을 이용하여 움직이는 상의 정보에 대한 반사작용으로 시야를 안정시키는 안구의 움직임을 통하여 상을 안정화한다⁷⁾ 그러나 전정안구반사와 시운동반사의 차이는 전자가 30deg/sec 이상의 빠른 자극(high frequency)에 작용하여 시야를 안정화 할 수 있는

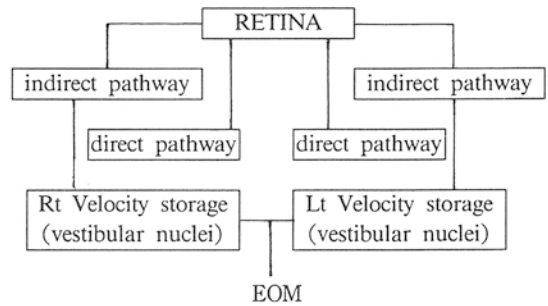


Fig. 5. Visual-Vestibular Pathway.

Brain stem is velocity storage site(near vestibular nuclei). Both velocity storage sites operated independently but connected by commissural fiber. EOM(external ocular muscle)

반면 후자는 30deg/sec 이하에서 반응을 하는 점이다³⁾.

OKAN의 발생은 Cohen의 속도저장기전(velocity storage mechanism)에 대한 개념에 근거한다⁷⁾. 그런데 이러한 속도저장기전은 Ireland에 의하면 좌우 서로 다른 독립된 속도저장계(seperated velocity storge mechanism)가 있다고 하였으며 이들은 뇌간(brain stem)에서 서로 연결되어 작용하고 있다고 추측하였다(Fig 5). 그러므로 편측 전정기능 소실시에 OKAN을 이용하여 전정핵근처에 위치하는 속도저장계의 상태를 각각 판정할 수 있다고 하며, 이들 속도저장계는 말초 전정기관의 상태에 따라 영향을 받고 있기 때문에 OKAN을 이용하여 간접적으로 말초전정기관의 상태를 알 수 있다고 하였다¹⁴⁾¹⁰⁾.

Robinson의 연구 결과에 의하면 Cupula운동의 쇠퇴시간(decay time)의 시간정수와 VOR 자체의 decay time의 시간정수간에 차이가 있다고 보고하였으며, 일차전정핵(primary vestibular neuron)은 6초정도의 반응시간이 있다고 보았으며, 반면 이차전정핵(secondry vestibular neuron)은 decay time을 15에서 20초 정도로 반응시간의 증가는 전정핵이 시운동과 전정계에서 오는 정보 모두를 비례적으로 합하여(linear summation) 받아들인다고 이해하고 있다¹⁵⁾. 더우기 양측 전정기능이 소실된 동물⁷⁾⁸⁾이나 인간에서 OKAN의 소실이나 initial reversed OKAN의 출현등에¹⁾¹⁹⁾ 대한 보고는 시운동계의 속도저장계나 positive feedback loop를 통한 OKAN의 반응시간의 증가에 관여 한다는 점과

일치한다¹⁶⁾.

그러므로 Tomlinson등은 만약에 시운동계가 전정핵의 반응 감퇴(vestibular decay)의 연장에 관여한다면 그리고 좌우 각각의 반응계가 서로 다르게 존재한다면 편측 전정기능 소실 환자에서 OKAN과 전정안구반사의 반응시간이 평행하게 감소함을 예측할 수 있다는 가정하에 편측의 미로전적출술을 받은 환자에서 OKAN 측정하여 시운동 자극이 병변으로부터 멀어져가는 방향일 경우가 반대방향의 자극에 비하여 반응시간이 감소됨을 보고하였다¹⁷⁾.

OKAN의 시간 정수는 시야자극이 없어진 뒤 나타나는 초기 안진의 절대값이 37%로 감소될 때의 시간 까지로 정의하는데¹⁷⁾⁴⁾, Tomlinson등은 OKAN의 시간정수가 정상 성인에서 5~6초라고 보고하였으며¹⁷⁾, Zee는 OKAN의 정상반응시간을 20~50초로 초기완서상안구의 속도를 10~30deg/sec라고 하였다¹⁹⁾. 본 저자들의 경우 정상인의 시간정수는 16초 내외로, 초기완서상안구의 속도가 8.4에서 6.7deg/sec의 범위를 보였는데 이는 각 저자마다 측정된 시운동 자극의 크기와 자극기간의 차이, 또한 자극 방법의 차에 의한 것으로 생각할 수 있다. 한편 편측 전정기능이 소실된 환자에서 시야자극을 병변으로 부터 멀어져가는 쪽으로 주었을 때 OKAN의 시간정수는 감소하는 것으로 보아전정계의 시간정수를 증가시키는 작용을 하는 속도저장 기전은 좌우가 서로 독립적으로 존재한다는 가설이 편측 전정기능소실환자에서 병변의 측별구분에 OKAN 시간 정수를 이용한 지표(parameter)가 유용하리라 추측할 수 있다. 그러나 이들 좌우 두개의 독립된 속도저장계는 전정핵의 위치에서 서로 제2 신경(secondary neuron)에 의하여 연결되어 있으므로 시야자극시에 양측의 전정핵을 동시에 자극함으로써 나타나는 현상을 고려하여야 한다.

Brantberg등은 OKAN의 반응시간을 이용하여 급성 전정기능 소실 환자와 청신경 종양에 의한 만성 전정기능 소실의 경우 병변의 측별 구분에 OKAN 반응시간이 중요한 지표가 될 수 있음을 보고하였으며, OKAN의 초기 완서상안구의 속도는 통계학적인 의의가 없음을 보고하였다⁵⁾. 또한 OKAN 지표중에서 Blakley등도 OKAN 시간정수가 초기완서상안구의 속도보다 좋은 지표임을 보고하였으며⁴⁾, 본 연구에서도 시간정수가 측별 구분을

결정하는 가장 적합한 인자라고 사료되었다. 초기 완서상안구운동의 속도는 정상인에서 좌우 차이가 없으며, 편측 전정기능소실 환자에서 자발안진이 소실된 경우도 시운동성 자극의 방향에 따른 좌우 차이가 없으므로 측별 구분에 좋은 정보를 제공 못하며 또한 시간정수까지의 안진의 수는 정상인에서도 좌우 차이가 있으므로 편측 전정기능소실 환자의 측별 구분에 적합한 인자가 아니라고 생각된다. 반면에 시간정수는 정상인의 경우 자극의 방향에 따른 좌우 차이가 없으며 편측 전정기능소실시 자발안진의 유무에 관계없이 병변으로 부터 멀어져가는 시운동성 자극시에 반대 방향 자극의 경우에 비하여 통계적으로 유의 있는 차이를 보임으로써 편측 전정기능소실 환자의 측별 구분에는 OKAN의 지표중에 시간정수가 가장 적합한 지표임을 보여 준다. 그러나 OKAN의 반응은 매우 예민하며, 여러 가지 인자에 의한 영향을 받기 때문에 판독에 주의를 요하며 정상인에 의한 OKAN의 반응이 좌우 부조화를 나타내는 경우도 있기 때문에 이러한 점은 앞으로 더 연구되어야 할 점이다¹⁾.

Blakley등 OKAN의 시간정수의 감소가 편측전정기능의 소실을 일으키는 수술의 초기에는 일어나지 않으며 적어도 21일 정도 지난 뒤에 나타남을 보고 시간정수의 감소현상이 나타날 때까지 이 정도의 시간이 필요한 이유는 속도저장 기전을 중추신경에서 조절할 시간적인 필요 기간으로 설명하였다⁴⁾. 그러나 초기 급성 전정기능의 소실은 자연안진을 유발시킴으로써 병변으로부터 멀어져가는 방향의 시야자극시에 초기부터 initial reversed OKAN을 나타내며¹⁰⁾ 이것에 의한 전정핵의 전위차에 영향을 주기때문에 순수한 전정핵의 상태 측정이라는 관점에 어긋난다. 그러므로 저자들은 급성 편측 전정기능소실 환자에서 자연안진이 소실된 군과 소실되지 않은 군을 구분하여 비교하였으며, 자연안진이 소실되지 않고 보상기의(compensation stage) 과정에 있는 경우는 OKAN의 시간 정수는 물론 자연안진의 방향만으로 측별구분을 할 수 있으므로 OKAN 검사가 측별구분에 이용함은 의미가 없다고 본다. 그러나 완전회복기(complete compensation stage)를 거친 경우 즉 자연안진이 없는 경우 OKAN의 시간정수는 병변으로 부터 멀어져가는 방향으로 시야자극을 줄 경우 현저하게 감소함을

볼 수 있으며 이는 편측전정기능의 소실환자에서 측별구분의 결정에 중요한 지표임을 알 수 있다. 본 연구의 대상 환자들은 만성적인 전정기관의 병변을 지니고 있는 상태로 수술후에도 전정핵의 위치에서의 변화는 크지 않음을 추측할 수 있다.

그러나 급성 편측전정기능 소실의 경우 4가지 과정의 단계를 거친다고 알려져 있다¹²⁾¹³⁾ 첫째로 급성기로 편측전정기능이 소실된 초기에 정상 귀의 방향으로 안진이 생기는 자극기(irritation stage) 두번째는 적응기(accommodation stage)로 자발안진이나 체위성안진이 소실되는 시기 세번째가 중추성다발감각보상기(central multisensory compensation stage)로 시각감지계와 체위감각계(visual and somatosensory mechanism)에 의한 자발안진과 유발안진(provoked nystagmus)의 억제(suppression)시기 네번째로 회복-과보상기(recovery and over-compensation stage)로 자발안진이나 체위성 안진이 병변쪽으로 나타나는 기간으로 구분할 수 있다. 이들 중에 우리는 과보상 기간중 안진의 전위현상을 볼 수 있으며 이는 전정핵으로 부터의 전기적 전위차가 반대로 됨을 알 수 있으며 이 당시에 OKAN을 측정한다면 병변쪽으로 시야자극을 줄 경우 OKAN의 시간정수가 줄어들음을 예측 할 수 있다. 그러므로 편측 전정기능 소실의 측별 구분시 OKAN의 지표로서 시간정수를 사용할 때에는 이 점에 주의 해야한다. 또한 OKAN의 검사는 여러 가지 요소에 의한 영향을 받는 것으로 알려져있다. 특히 반복자극에 의한 OKAN의 반응은 감소하며 시야고정(visual fixation), 그외 자극의 방법과 환자의 집중력, 검사의 이해와 협조가 중요하므로 결과의 판독에 주의함은 물론 검사 방법의 조정(modification)이 필요할 것으로 본다⁹⁾¹¹⁾¹⁸⁾.

결론적으로 편측전정기능 소실 환자에서 시야자극을 병변에서 멀어져가는 방향으로 주었을 때 OKAN의 시간 정수의 감소를 반대 방향으로 자극을 줄 경우와 비교하여 측별구분에 이용함은 의미있다고 보며 이러한 검사의 정확도와 신뢰성의 증진을 위하여 검사방법에 대한 연구가 진행 되어야한다고 생각한다. 또한 정상 성인의 OKAN 반응의 측별 부조화를 보이는 경우가 있으며 처음부터 OKAN의 반응을 보이지 않는 경우가 있으므로 OKAN을 이용한 측별 구분은 감수성이 예민한 검사이긴 하나

특이성은 떨어지는 문제를 가지고 있으나 OKAN이 전정핵의 속도 저장기전에 의한 전정핵의 전기적인 상태를 제공하는 좋은 기준이 되므로 말초전정기관 변화에 따른 전정핵의 전위차이를 알아볼 수 있는 좋은 검사방법이라고 생각한다.

References

- 1) 정운교 · 이원상 : 양측전정기능전소실시 *optokinetic after nystagmus*의 진단적의의. 한이인지 36 : 56-65, 1993
- 2) Barany R : *Physiologie und Pathologie des Bogengangs Apparat beim Menschen*. Franz Deuticke, Leipzig Wien, 1907
- 3) Baloh RW, Yee RD, Honrubia V : *Optokinetic asymmetry in patients with maldeveloped fovea*, Brain Res 186 : 211, 1980
- 4) Blakley BW, Barber HO, Tomlinson RD : *Changes in the time constants of the vestibulo-ocular reflex and optokinetic afternystagmus following unilateral ablative vestibular surgery*. J. otolaryngology 18 : 5, 210-217, 1989
- 5) Brantberg K, Magnusson M : *Optokinetic after-nystagmus as an indicator of a vestibular side difference*. Acta Otolaryngol(stockh) 1991 ; suppl. 481 : 468-469
- 6) Cohen B, Uemura T, Takemori S : *Effects of labyrinthectomy on optokinetic nystagmus(OKN) and optokinetic after nystagmus(OKAN)*. Equil Res 3 : 80-93, 1973
- 7) Cohen B, Henn V, Raphan T et al : *Velocity storage, nystagmus, and visual-vestibular interaction in humans*. ANN NY Acade Sci 374 : 421, 1981
- 8) Collewyn H : *Optokinetic (after) nystagmus, labyrinthectomy, and ocular motor models in the rabbit*. In : Center for visual Science, University of Rochester, Ninth symposium, Eye Movements and Motion perception, pp 83-87, 1975
- 9) Holm-Jensen S and Peitersen E : *The significance of the target frequency and target speed in optokinetic nystagmus(OKN)*. Acta Otolaryngol 88 : 110-116, 1979
- 10) Ireland DJ, Jell RM : *Optokinetic after nystagmus in man after loss or reduction of labyrinthine function-preliminary report*. J Otolaryngol 11 : 86-90, 1982

- 11) Jell RM, Irelland DJ, and Lafortune S : *Human optokinetic after nystagmus effect of repeated stimulation. Acta Otolaryngol(stockh)* 99 : 95-101, 1985
- 12) McCabe BF, Ryu JH, Sekitani T : *Futher experiments on vestibular compensation. Laryngoscope* 82 : 381-396, 1972
- 13) Pflatz CR : *Sudden unilateral loss of vestibular function. Adv. Oto-Rhino-Laryng*, 27 159-167, 1981
- 14) Raphan T, Matsuo V, Cohen B : *Velocity storage in vestibulo-ocular reflex arc(VOR). Exp Brain Res* 35 : 229-248, 1979
- 15) Robinson DA : *Linear addition of optokinetic and vestibular signals in the vestibular nuclei. Exp Brain Res* 30 : 447-450, 1977
- 16) Robinson DA : *The use of control systems analysis in the neurophysiology of eye movements. Ann Rev Neurosci* 4 : 463-503, 1981
- 17) Tomlinson RD, Rubin AN, Wallage IR, et al : *Optokinetic after nystagmus and post rotatory nystagmus in patients with unilateral labyrinthine lesion. J Otolaryngology* 13 : 4, 217-220, 1984
- 18) Takemori S : *The similarities of the optokinetic after nystagmus to the vestibular nystagmus. Ann Otol* 83 : 230-238, 1974
- 19) Zee, Yee RD, Robinson DA : *Optokinetic response in labyrinthine-defective human beings. Brain Res* 113 : 423-428, 1976