일측성 전정기능전소실 환자에서의 회전반응검사

아주대학교 의과대학 이비인후과학교실, 건국대학교 의과대학 이비인후과학교실*
전영명 · 박기현 · 이동훈 · 김성민*

= Abstract =

A Study of Rotation Test in Patients with Unilateral Peripheral Vestibular Loss

Young-Myoung Chun, M.D., Keehyun Park, M.D.,
Dong-Hoon Lee, M.D., Sung-Min Kim, M.D.*

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Korea
Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine,*
Kon-Kuk University, Seoul, Korea

Background : In general, it is well known that dizzy patients show a remarkable ability to compensate for the loss of peripheral vestubular function. When the patient had decreased response to caloric stimulation and showed no symptoms of vestibular dysfunction, we thought that was a compensated state of unilateral peripheral vestibular loss.

Objectives : The purpose of this study is to provide the basic data for analysis of findings of further rotatory chair test through analyzing the results of rotation test of unilateral peripheral vestibular loss patients. Materials & Methods : We analysed the findings of rotatory chair test and clinical manifestations of 24 cases of unilateral vestublar loss which didn't show any symptoms of vestibular dysfunction and they were confirmed by bithermal caloric test and Kobrak's ice water test.

Results : We could find that phase lead, low gain and asymmetry could persist despite of chronic compensated state and these findings were relatively common in patients with nonspecific vestibular symptoms.

Conclusion : Abnornal phase lead and decreased gain were observed in the compensated unilateral vestibular loss patients who showed nonspecific symptoms including oscillopsia, vague unsteadiness. We thought that their compensation was not completely perfect and SHA test was a good tool which detect the minor degree of vestibular dysfunction. We have to consider the past history and nonspecific symptoms of patients through precise history taking. Frequency of SHA test is slower than that of normal human movement and this status is not a real physiologic condition, so it would be advisable to consider the results of other vestibular function tests for precise evaluation the degree of compensation, and the serial check is also recommended. **(Korean J Otolaryngol 40 : 6, 1997)**

KEY WORDS : Rotatory chair test Compensation Unilateral peripheral vestibular loss.

논문접수일 : 1997년 1월 1일
심사통과일 : 1997년 5월 20일

서 론

회전반응 검사는 1907년 Barany에 의하여 처음 소개된 이래 여러 기계적 문제점들이 해결되면서 비약적인 발전을 하였다. 초기에는 회전속도를 정확하게 조절할 수 없는 수동식 회전의자를 사용하여, 좌우로 의자를 회전시킨 후 의자를 정지시키고, 후 회전성 안진(post-rotary nystagmus)을 측정하였으나 결과의 변이가 너무 심하였다. 그러나 현재는 Toque-driven motor의 개발로 회전 속도를 정확하게 조절할 수 있게 되었으며, 컴퓨터 소프트웨어로 자극의 양을 보다 정밀하게 조절하고, 더 정확한 parameter인 회전중 안진(per-rotary nystagmus)을 측정할 수 있는 Slow or Sinusoidal Harmonic Acceleration test(SHA test)가 많이 사용되고 있다.

인간의 전정기관에 어떠한 원인으로든지 병적인 변화가 발생하여 전정기능이 소실되면, 여러가지 기전에 의하여 손상 기능의 보상이 일어나며, 전정안구반사(vestibulo-ocular reflex, VOR)의 변화가 오게 된다. 이 보상 기전에는 visual, somatosensory, commissural input 등의 평형유지기관과 연령, 전신적 질환, 육체적 활동정도, 운동, 약물 등의 여러 요인이 관여하게 된다[1]. 본 논문에서 저자들은 일측성 말초성 전정기능소실환자 중, 전정기능 소실후 장시간이 경과하여 비교적 충분한 보상이 되었다고 판단되는 환자를 대상으로 하여 회전반응검사를 시행한 후 그 결과를 분석하였고, 전정기능 보상에 대한 회전반응 검사의 유용성을 평가하였다.

대상 및 방법

연구 대상은 크게 실험군과 정상대조군의 2군으로 분류되었다. 실험군은 우선 순음청력검사에서 기도청력의 순음평균역치가 91dB HL 이상인 일측성 전농환자를 대상으로 하여 전정기능검사를 시행한 후, 동측의 전정기능의 소실이 확인된 환자를 기준으로 하여, 자발안진이나 주시안진을 보이지 않고 비교적 정상적인 활동을 하는, 보상이 이루어진 것으로 생각되는 일측 말초성 전정기능 소실환자 24례를 대상으로 하였고, 전례에서 설문지를 포함한 자세한 문진을 시행하였다. 설문지 작성시에는 지정된 이비인후과 의사 1명과 전정기능검사실 요원 1명이 직접 작성을 하여 환자가 직접 작성하여 발생할 수 있는 문제 요소를 배제하였다. 전 24례를 다시 문진 상 모호한 불안정감(vague unsteadiness), 동요시(oscillopsia), 두위 및 체간의 빠른 운동 시의 신체 동요 등의 비특이적 증상을 보이는 군과 그러한 증상을 보이지 않은 군으로 다시 분류하여 각각을 A군과 B군으로 설정하였다. A군은 10례, B군은 14례였다.

A군은 평균연령은 37.7세였고 12세부터 56세까지의 연령 분포를 보였으며 남녀는 각각 6례와 4례였다. B군은 평균연령은 36.5세였고 15세부터 78세까지의 연령 분포를 보였으며 남녀는 각각 7례와 7례였다.전정기능의 소실과 보상이 일어났으리라고 생각되는 기간은 일측성 전농이 발생한 시점을 전정기능소실의 시점으로 간주하여, A군은 평균 9.3년이었으며, 0.5년에서 25년의 분포를 보였고 B군은 평균 10.6년, 1년에서 30년의 분포를 보였다. 정상대조군은 이과적 질환의 병력이 없으며, 순음청력검사와 caloric test상 와우기능과 전정기능이 정상을 보인 경우로 모두 11례였다.

과거력상 전정기능의 소실을 보인 24례의 환자에서, 전정기능 소실의 원인으로 추정되는 것은 만성중이염이 3례, 특발성 돌발성 난청이 2례, 외상이 1례, 소뇌교각

Table 1. Suspected etiology

Etiology	Cases
Idiopathic	17
COM	3
S-SNHL	2
Trauma	1
CPA tumor	1

COM : chronic otitis media
S-SNHL : sudden sensorineural hearing loss

종양이 1례, 원인불명이 17례로 가장 많았다(Table 1). 원인불명인 17례 중 5례와 특발성 돌발성 난청 중 1례에서는 과거력상 어지럼증 증상을 보였으나 , 나머지 18례에서는 특별한 전정신경계 이상에 의한 특이 증상의 병력은 발견할 수 없었다.

방법으로 실험군은 우선 bithermal caloric test상 일측전정기능이 40% 이상 떨어져 있는 환자를 대상으로 하여, Kobrak ice water test를 시행해서 일측전정기능의 전소실을 다시 한 번 확인한 환자군을 실험군을 설정하였다. 전 실험군과 대조군에서 sinusoidal harmonic accleration test를 각각 2회 이상씩 시행한 후 gain과 phase의 결과를 정량화하여 각 군의 차이를 서로 비교하였다[1)13)]. 사용된 회전반응검사기 기종은 Micromedical Tech사의 Rotational chair controller Model No. 300이었다. Test frequency는 0.01 Hz에서 0.64Hz까지 시행하였고, test velocity는 각 frequency마다 60 degree/sec로 설정하였다. 전체 실험군의 수가 적어서 통계적 처리를 하지 않고 결과를 Mean±1SD(standard deviation)으로 비교하였다.

결 과

정상대조군과 전 실험군 간의 gain과 phase의 결과(Mean1±SD)를 보면, 실험군의 gain과 phase의 평균치가 정상대조군에 비하여 gain은 낮고, phase lead는 증가되어 있었고, 이 소견은 low frequency에서 비교적 잘 보여지고 있다(Table 2).

정상대조군과 A군, B군의 gain을 비교하여 보면,

Table 2. Gain and phase meassurement in control and test group

Parameter	Frequency(Hz)						
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
Gain							
Control	0.45± 0.10	0.55± 0.10	0.65± 0.12	0.58± 0.05	0.63± 0.05	0.64± 0.07	0.72± 0.14
Test	0.31± 0.11	0.42± 0.13	0.47± 0.12	0.53± 0.10	0.50± 0.13	0.58± 0.11	0.66± 0.14
Phase							
Control	-42.7 ± 8.7	-24.0 ± 6.6	- 9.7 ± 4.7	-7.0 ± 6.9	2.4 ± 2.2	5.3 ± 3.1	6.7 ± 1.8
Test	-51.3 ±14.3	-26.2 ± 9.8	-13.6 ± 7.0	-5.0 ± 6.1	-0.4 ± 5.0	3.7 ± 4.3	6.2 ± 3.6

Values are mean±SD(Standard Deviation)

Table 3. Gain meassurement in control, group A & group B

Frequency(Hz)	Gain						
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
Control	0.45±0.10	0.55± 0.10	0.65± 0.12	0.58± 0.05	0.63± 0.05	0.64± 0.07	0.72± 0.14
Group A	0.26±0.09	0.37± 0.08	0.42± 0.08	0.46± 0.10	0.47± 0.08	0.50± 0.11	0.69± 0.14
Group B	0.35±0.10	0.46± 0.16	0.50± 0.13	0.57± 0.14	0.52± 0.14	0.53± 0.12	0.65± 0.13

Values are mean±SD(Standard Deviation)

Table 4. Phase meassurement in control, group A & group B

Frequency(Hz)	Phase						
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
Control	-42.7±8.7	-24.0± 6.6	- 9.7± 4.7	-7.0± 6.9	2.4± 2.2	5.3± 3.1	6.7± 1.8
Group A	-54.4±10.5	-26.4± 12.5	-16.9± 6.8	-7.3± 5.9	-2.1± 4.3	4.1± 5.8	6.1± 5.6
Group B	-49.4±16.3	-24.6± 7.2	-11.1± 6.3	-3.3± 5.8	-0.7± 5.2	3.4± 3.0	6.2± 1.7

Values are mean±SD(Standard Deviation)

A군과 B군 모두 정상대조군에 비하여 평균치가 떨어진 소견을 보이며, 특히 A군은 정상대조군에 비하여 0.04Hz 이하의 low frequency에서 의미있게 gain이 감소되어 있는 소견이 관찰되었다. A군은 B군에 비하여 역시 gain이 약간 더 감소되어 있는 소견을 보였다(Table 3).

정상대조군과 A군, B군간의 phase를 각각 비교하면, A군과 B군의 평균치가 정상대조군에 비하여 phase lead가 증가되어 있는 소견을 보였다. A군은 B군에 비하여 phase lead가 약간 더 증가되어 있었다(Table 4).

A군과 B군의 symmetry를 비교하는데, 정상 symmetry의 범위는 우측과 좌측 편위를 각각 20% 이내로 하였으며, 실험군 24례 중 8례가 asymmetry 소견을 보였고, 그중 B군에서는 14례 중 1례에서만 asymmetry를 보인 반면에 A군에서는 10례 중 7례에서 asymmetry소견을 보였다(Table 5). Asymmetry를 보인 8례 중 6례에서는 abnormal phase를 보였으며, 이 중 3례만이 asymmetry의 방향과 전정기능소실의 방향이 일치하였다(Table 6).

Table 5. Symmetry

Group	Asymmetry	Symmetry	Total
Group A	7	3	10
Group B	1	13	14
Control	0	11	11

Table 6. Results of patients with abnormal phase (N=6)

	Asymmetry	
	Right	Left
Unilateral vestibular loss(right)	2	1
Unilateral vestibular loss(left)	2	1

나이에 따른 gain과 phase의 결과를 비교하기 위하여 저자들이 임의로 전 실험군을 40세 이하군과 40세 이상군으로 분류하여 보았는데, gain과 phase 모두 평균치로 볼때 40세 이상군에서 gain의 감소와 phase lead의 증가가 40세 이하군보다 더 큰 소견을 보였으나 그 차이는 의미있게 크지는 않았다(Table 7).

고 찰

오늘날에는 일측성 혹은 양측성 말초성 전정기능질환이 있는 경우 전정안구반사의 변화를 보기 위하여 정량적 회전반응검사가 많이 사용되고 있다. SHA의 장점으로는, 우선 인체에 보다 더 생리적인 자극을 줄 수 있으며, 귀나 측두골의 해부학적 상태에 영향을 받지 않고, 더욱 정확한 자극-반응의 인과 관계가 있고, 짧은 시간내에 많은 주파수 영역을 검사할 수 있다. 또한 현훈 발생후 중추신경계의 보상의 진행을 모니터 할 수 있고, 기타 검사에 비하여 환자가 비교적 덜 힘들어 한다. 그러나 단점으로는 검사시 양측 전정기관을 동시에 자극하기 때문에, 좌우 각각의 반응을 선별적으로 볼 수가 없고, 결국 질병의 부위를 결정하기가 힘들며, 장비가 고가이며, 각 전정기능검사실마다 각각의 표준 데이터를 어느 정도는 설정해야 하는 점들이 있다[2)3)]. 정상인과 비교하여 전정기능의 장애가 있는 사람은 sinusoidal harmonic acceleration test(SHA test)상 low frequency에서 gain이 감소되며, phase lead가 증가하게 된다[1)]. 이제까지 임상적

Table 7. Gain and phase meassurement according to age difference

Frequency (Hz)	Parameter						
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
Gain							
<40	0.34± 0.10	0.45± 0.11	0.50± 0.10	0.55± 0.11	0.51± 0.13	0.60± 0.11	0.67± 0.10
40<	0.26± 0.10	0.37± 0.16	0.40± 0.12	0.48± 0.16	0.48± 0.11	0.53± 0.13	0.63± 0.18
Phase							
<40	-50.4 ±15.1	-26.9 ± 9.3	-12.7 ± 7.5	-3.7 ± 6.2	1.1 ± 4.5	4.5 ± 4.2	7.6 ± 3.3
40<	-52.7 ±13.7	-25.1 ± 11.0	-15.0 ± 6.3	-7.3 ± 5.5	-3.1 ± 4.7	2.4 ± 4.2	6.2 ± 1.7

Values are mean±SD(Standard Deviation)

경험으로 볼때 말초 전정신경계에 질환이 발생하면 사람은 스스로 보상하는 탁월한 능력을 갖고 있는 것을 잘 알 수 있다. 대부분의 경우 일측성 말초성 전정기능 장애가 발생하면 수주 이내에 거의 후유증을 남기지 않고 치유되며, 일상적인 일과를 정상적으로 수행할 수 있게 된다[4]. 또한 SHA test상에서도 phase의 이상은 지속되나 gain이나 symmetry는 거의 정상화되는 것으로 되어 있다[5)6)]. 이 기전은 아직 완전히 밝혀져 있지는 않으나, Paige[7]는 원숭이의 반고리관을 막은 후 1달이 지났을 때는 low frequency에서는 gain의 감소가 지속되었으나, 0.1Hz 이상의 frequency에서는 술전 수치의 85% 정도로 Gain이 회복되었음을 보고한 바 있다. 비특이적 증상을 보이는 군인 A군과 정상대조군의 비교시에는 gain의 감소가 A군의 low frequency에서 유난히 감소되어 있었는데, 이는 아마 일상 생활에 큰 지장이 없고, 환자 본인이 불편함을 느끼지 못할 정도로 보상이 되어 있기는 하나, 이들 군에서는 현재까지 완전한 보상이 이루어지지는 않았음을 시사해주는 소견이라 생각된다. 그러나 SHA test 결과를 임상 증상과 직접적으로 비교하는 데는 많은 무리가 따를 것으로 생각된다. 즉 SHA test는 주로 low frequency에서 의의가 있는 것으로 되어 있으나, 이 low frequency는 비생리적인 상태이며 실제로 신체는 훨씬 더 빠르게 움직인다. 따라서 SHA test에서의 이상이 반드시 임상 증상과 일치하지 않을 수 있다는 점도 아울러 고려해야 될 것으로 사료된다.

전정계의 보상은 보통 급성기와 만성기로 구분된다. 급성기에는 전정계의 불균형으로 자발안진, 현훈, 기립시 신체 편이(body sway) 등이 나타나며, 저자에 따라서 차이는 있으나 짧게는 3일에서 길게는 21일까지 상기 증상이 지속된다고 한다. 만성기에는 전정계의 불균형의 증상이 머리를 빠른 속도로 움직이거나 격렬한 운동시에 발생하게 되고, Halmagyi 등은 머리를 빨리 움직일 경우 전정안구반사의 asymmetry가 수년간 지속될 수 있다고 하였다[8].

Phase의 이상은 뇌간의 velocity storage system의 기능을 대변하는 것으로, phase의 이상이 2년 이상 지속되는 경우에는 전정신경의 후신경절 부위에서 탈신경화가 생긴 것을 의미하며, 영구적인 손상이 발생한 것을 의미한다[8)9)]. 저자들의 실험 결과에서도 실험군의 phase lead가 정상대조군에 비하여 증가되어 있는 소견을 관찰할 수 있었다. 그러나 전정기능전소실 후 수년이 지나서 충분히 보상이 되어 있다고 생각되는 경우라도 본 연구의 결과에서는 일부 소수이기는 하지만 정상대조군과 비교시 gain이 낮은 소견과 phase가 정상화되어 있는 소견이 간혹 관찰되었으며, 이러한 현상은 low frequency에서 더 확실하게 관찰되었다. 저자들의 의견으로는 phase lead가 정상화되고 gain이나 symmetry의 이상이 지속되는 경우는, 피검자의 각성 상태가 유지되지를 않았거나 검사에 대한 이해가 부족한 경우, 발견되지 않은 전신적 질환이 동반되어 있는 경우, 또는 시간이 상당히 경과하였음에도 불구하고 말초신경손상 후 중추신경보상이 완전하지 않은 경우 등을 생각해 볼 수 있을 것 같다.

전정안구반사의 asymmetry는 급성기에는 나타나나, 일반적으로 4주 정도 지나면 정상화되는 것으로 알려져 있다[10)11)12)]. Baloh 등[1]과 Honrubia 등[13)14)]은 만성 일측성 말초성 전정기능소실 환자에서 회전반응검사시 나타나는 asymmetry는 전정신경핵내의 asymmetric resting activity와 같은 정적인 요소와 Ewald의 제 2 법칙과 기본적으로 관계가 있는 동적인 요소(dynamic factor)에 의하여 설명될 수 있다고 하였다[3]. 일측 전정제거술을 시행하면 현훈, 안진 등의 여러 증상들이 나타나나, 시간이 지나면서 ‘행동적인 회복(behavioural recovery)’ 즉 ‘보상’이 일어나서 증상이 감소하게 된다[4)15)]. 전기생리학적인 검사시에는 전정신경의 기능적 회복은 없으나 중추신경계의 변동성(CNS plasticity)에 의하여 보상이 일어나게 된다. 본 연구에서는 실험군이 이미 일측성 전농 환자로 확진된 경우를 대상으로 하였기에 전정기능 소실의 좌우를 bithermal caloric test를 시행하여 확진하기는 하였지만 그 이전에 이미 비교적 쉽게 알 수 있었다. 그러나 어떠한 이유로든 caloric test를 시행할 수 없거나 청력이 정상인 경우 회전반응검사만으로 질환의 좌우를 과연 가릴 수 있는 가에 대한 의문

이 계속 제기되어 왔다. 최근 들어서 아직 논란이 많기는 하지만 Hamid[16)17)]는 phase의 이상 소견이 보이는 경우 약 92% 정도에서 asymmetry가 질환 쪽으로 나타난다는 보고를 하였다. 본 연구에서는 asymmetry를 보인 8예 중 phase의 이상 소견이 나타난 경우는 6예였으며, 이중 3예만이 전정기능소실의 방향과 asymmetry의 방향이 일치하였다. 그러나 phase가 정상일 경우에는 의미가 없는 것으로 되어 있으며, 회전반응검사만으로 질병의 좌우를 판단하는 것은 아직까지 무리가 많을 것으로 생각되며 향후 더 많은 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

일반적으로 젊은 연령의 환자가 나이가 많은 환자에 비하여 전정기능소실시 회복이 빠르고 궁극적으로 치료 결과도 좋은 것으로 되어 있으며[18)], 본 연구에서는 평균치의 값만으로는 40세 이상군이 40세 이하군보다 gain은 더 감소되어 있었고 phase lead는 더 증가한 소견을 나타냈지만, 의미있는 차이를 보여주지 못하였다. 이는 본 연구에서 연구 대상군이 크지 않았고, 고로 연령층을 세분화하지 않고 저자들 임의로 2개의 군으로 나누어서 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다. 향후 더욱 많은 예를 대상으로 한 연구가 필요하다고 생각된다.

회전반응검사는 전정기능 소실 환자의 급성기나 만성기 또는 보상 정도의 추적 및 평가에 있어서 비교적 객관적이고 안정화된 data를 얻을 수 있는 검사법이기는 하지만, 비교적 정상 생활을 하기에 큰 지장이 없는 경우에도 일부에서 이상 소견이 관찰될 수 있고, 또한 그 반대의 경우도 가능하므로, 의사가 회전반응검사 결과의 판독시에는 단순히 결과지의 도표와 수치 상의 해석만 하기보다는 환자의 과거력 및 현재의 임상 상태를 충분히 알고 이를 결과 판독시에 반영해야만 정확한 해석을 할 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 전정기능소실 후 상당한 기간이 경과하고 일상 생활에 지장이 없는 비교적 충분한 보상이 이루어진 것으로 생각되는 만성 일측 전정기능전소실 환자를 대상으로 회전반응검사를 시행하여 정상대조군과 비교하여 본 결과 phase lead의 증가 소견과 gain의 감소 소견이 관찰되었고, 일부에서는 asymmetry의 소견을 보였다. 또한 이러한 소견은 모호한 불안정감(vague unsteadiness), 동요시(oscillopsia) 등의 비특이적 증상을 보이는 군에서 이러한 증상을 보이지 않는 군에 비하여 더 확실하게 관찰되었다. 비특이적 증상을 보이는 군에서는 환자의 문진과 이학적 검사상으로는 충분한 보상이 이루어진 것으로 보이지만 회전반응검사 상으로는 아직까지 완전한 보상이 이루어지지 않은 것으로 생각되며, 회전반응검사는 보상이 거의 이루어졌으나 완전하지는 않은 경우도 평가할 수 있는 검사로 생각된다. 또한 문진시에, 환자의 과거 전정기능소실시의 증상과 그 변화 양상, 현재 정상적인 생활을 하고 있어도 비특이적 증상의 유무를 면밀하게 파악하는 것이 중요하며, 비특이적 증상이 있을 경우에는 완전한 보상이 이루어지지 않았을 가능성에 대해서 의심을 해야 한다고 생각된다. 그러나 검사자들은 SHA test의 frequency가 실제 사람의 움직임보다는 상당히 느린 상태로 생리적인 상태가 아님을 고려하여 실제 보상 정도의 평가에 있어서는 posturography나 VAT(vestibular autorotation test) 등의 다른 전정기능검사를 병행하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 본 연구는 전정신경계에 어떤 변화가 있은 후 보상에 대한 dynamic한 변화를 관찰한 것이 아니라 임상에서 종종 접할 수 있는 전정기능소실 후 장시간이 경과한 환자를 대상으로 어느 한 시점에서 검사를 반복 시행하여서 우선적으로는 추후 임상진료나 연구에 기본적인 data를 제시하고 회전반응검사를 이해하는데 중점을 두었다. 그러나 어느 한 시점에서의 검사 결과의 해석도 중요하지만 이 결과를 바탕으로 하여 일정 간격을 두고 계속 추적 검사를 시행하여 보상의 정도를 판단하는 것도 매우 중요할 것으로 생각되며, 이에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 나이에 따른 gain과 phase의 변화를 비교 관찰하였으나 의미있는 차이를 보여주지는 못하였다. 그러나 대상군의 수가 많지 않아서 본 연구의 결과만으로는 어떤 결론을 얻기는 힘들 것으로 사료되며, 앞으로 더 많은 예를 대

상으로 하고 연령층을 세분화한 비교 연구가 아울러서 진행되어야 할 것으로 생각된다.

References

1) Baloh RW, Honrubia V, Yee RD, Hess K : *Changes in the human vestibulo-ocular reflex after loss of peripheral sensitivity. Ann Neuro. 1984 ; 16 : 222-228*
2) Goebel JA, Hanson JM, Fishel DG : *Interlaboratory variability of rotational chair test results. Otolaryngol Head Neck Surg. 1994 ; 110 : 400-405*
3) Wall III : *The sinusoidal harmonic acceleration rotary chair test (Theoretical and clinical basis). Neurol Clinic Nor Am. 1990 ; 8 : 269-285*
4) Claussen CF : *Vestibular compensation. Acta Otolaryngol (Stockh) (suppl). 1994 ; 513 : 33-36*
5) Furman JMR, Wall III C, Kamerer DB : *Earth horizontal axis rotational responses in patients with unilateral peripheral vestibular deficits. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1989 ; 98 : 551-555*
6) Hamid MA, Hughes GB, Kinney SE, Hanson MR : *Results of sinusoidal harmonic acceleration test in one thousand patients : Preliminary report. Otolaryngol Head Neck Surg. 1986 ; 94 : 1-5*
7) Paige GD : *Vestibuloocular reflex and its interactions with visual following mechanisms in the squirrel monkey. II.response characterist-ics and plasticity following unilateral interaction of horizontal canal. J Neurophysiol. 1983 ; 40 : 152-168*
8) Halmagyi GM, Curthoys IS, Todd MJ, et al : *Unilateral vestibular neurectomy in man causes a severe permanent horizontal vestibulo-ocular reflex deficit in response of high-acceleration ampullofugal stimulation. Acta Otolaryngol (Stoc) (suppl). 1991 ; 481 : 411-414*
9) Cass SP, Kartush JM, Graham MD : *Patterns of vestibular function following vestibular nerve section. Laryngoscope. 1992 ; 102 : 388-394*
10) Koizuka I, Yamakawa J, Naramura H, Kubo T : *Time course of vestibular function in patients with Meniere's disease following vestibular nerve section. Acta Otolaryngol (Stockh) (suppl). 1995 ; 519 : 234-237*
11) Kubo T, Doi K, Koizuka I, et al : *Assessment of auditory and vestibular functions after vestibular neurectomy for Meniere's disease. Acta Otolaryngol (Stockh). 1995 ; 115 : 149-153*
12) Luetje CM, Mediavilla SJ, Geier LL : *Clinical correlates of sudden auditory-vestibular loss in a cochlear implant patient. Ear Nose throat J. 1993 ; 72 (7) : 452-459*
13) Honrubia V, Jenkins H, Baloh R, Yee RD : *Vestibulo-ocular reflexes in peripheral labyrint-hine lesions : I. unilateral dysfunction. Am J Otolaryngol. 1984 ; 5 : 15-26*
14) Honrubia V, Jenkins H, Baloh R, Yee RD : *Vestibulo-ocular reflexes in peripheral labyrint-hine lesions : II. bilateral dysfunction. Am J Otolaryngol. 1984 ; 5 : 27-37*
15) Smith PF, Curthoys IS : *Mechanisms of recovery following unilateral labyrinthectomy : A review. Brain Research Reviews. 1989 ; 14 : 155-180*
16) Hamid MA : *Determining side of vestibular dysfunction with rotatory chair testing. Otolaryngol Head Neck Surg. 1991 ; 105 : 40-43*
17) Hamid MA : *Clinical values of sinusoidal harmonic acceleration test results : Site of lesion and side of lesion. Neurol Clin Nor Am. 1990 ; 8 : 287-295*
18) House JW : *Otologic and neurologic history and physical examination in : Otolaryngol-Head and Neck Surgery. 2nd Ed. St. Louis : Mosby-Year Book. 1993 ; 2643-2651*