원 저

대한신경과학회지 18(1):54~59, 2000 ISSN 1225-7044

급성 및 보상기의 전정 신경염에서 전정 기능 검사

계명대학교 의과대학 신경과학교실, 대구효성카톨릭대학병원 신경과학교실*

이 형 이승환 임정근 오희종* 이상도 박영춘

Vestibular Function Test of Vestibular Neuritis in Acute and Compensated Stage

Hyung Lee, M.D., Seung-Hwan Lee, M.D., Jeong-Geun Lim, M.D., Hee-Jong Oh, M.D.*, Sang-Doe Yi, M.D., Young-Choon Park, M.D.

Department of Neurology, Keimyung University, School of Medicine
*Department of Neurology, School of Medicine, Catholic University of Taegu-Hyosung**

Background : Vestibular neuritis (VN) is a common peripheral vestibulopathy. VN is most likely a partial rather than a complete vestibular paralysis, It has a natural history of gradual recovery within 1-6weeks. The investigation of vestibulo-ocular reflex (VOR) change in acute and compensated VN are relatively few in Korea. We performed the vestibular function test including electronystagmography (ENG) and rotary chair test (RCT) in the patients with acute and compensated VN, and evaluated the efficacy of ENG and RCT to know the degree of compensation. **Methods** : Twenty-four patients with acute VN, 14 patients who had cllinically compensated VN during follow-up period and 30 normal controls were studied. Mean intervals from symptom onset to test were 3.6 days (acute) and 102.5 days (compensated). **Results** : Eight patients had asymmetrically impaired pursuit, and ten patients had asymmetrcally impaired OKN during acute stage. The degree of side differences in pursuit and OKN gain was correlated with intensity of spontaneous nystagmus. In the acute stage, the gain of the VOR was reduced at low frequency (0.01-0.16Hz), but it was normal at high frequency (0.32Hz). Prolonged phase lead and gain asymmetries were present at all range of frequency. In the compensated stage, the gain, phase and symmetry of the VOR at all range of frequency were not different from those of controls, except for prolonged phase lead and asymmetry at 0.01 Hz. The rate of the patients with unilateral canal paresis was 100% at acute stage and 50% at compensated stage in mono-thermal cold caloric stimulation. **Conclusions** : These results suggested that pursuit and OKN abnormalities may be found in acute peripheral vestibulopathy, in which coarse spontaneous nystagmus may contribute to the development of these abnormality. Absence of caloric responce does not indicate an complete absence of vestibular function and RCT is a useful method in evaluation of VOR status in patients with acute and compensated VN.
J Korean Neurol Assoc 18(1):54~59, 2000

Key Words : Vestibular neuritis, Electronystagmography, Rotatory chair test

서 론

전정 신경염(vestibular neuritis; 이하 VN으로 약함)은 일측 미로(labyrinth)에서 기원하는 구심성 전정자극(afferent vestibular input)의 갑작스러운 차단으로 인해 나타나는 일측성 전정장애의 대표적인 질환이다. VN은 1909년 Ruttin[1]이 처음으로 임상적 특징을 기술한 이래 양성 돌발성 체위성 현훈증, 메니에르 증후군과 함께 임상에서 가장 흔히 볼 수 있는 말초성 현훈을 초래하는 질환으로서 바이러스 감염이 흔한 선행인자로 알려져 있지만 정확한 병태생리학적 기전은 알려져 있지 않다.[2-8]

VN 환자에서 전기안진 검사(electronystagmography; 이하 ENG로 약함)를 이용한 전정장애에 관한 연구는 많이 있지만,[2,5,8-11] 이들은 대개 급성기의 환자를 대상으로 한 연구로서 급성 및 보상기(compensated stage) 환자를 대상으로 한 연구와[10-11] 회전 의자 검사(rotary chair test; 이하 RCT로 약함)를 이용한 연구는 비교적 드물다.[9]

Manuscript received February 24 , 1999.
Accepted in final form November 26, 1999.
* Address for correspondence
Hyung Lee, M.D.
Department of Neurology, School of Medicine, Keimyung University, Dongsan-dong 194,Jung-ku, Taegu, 700-310, Korea
Tel : +82-53-250-7835, Fax : +82-53-250-7840
E-mail : hlee@medikorea.net

이에 저자들은 급성 및 보상기의 VN 환자에서 전정기능 검사를 통해 전정장애의 특징적 소견을 알아 보고, VN 환자에서 보상의 정도를 파악하는데 있어서 RCT의 유용성을 알아보기 위하여 본 연구를 시도하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 급성 현훈을 호소하여 계명의대 신경과를 방문한 환자중 24시간 이상 지속하는 심한 단발성의 회전성 현훈, 오심, 구토 및 전정성 실조(vestibular ataxia)와 함께 건측을 향하는 전정성 안진이 관찰되며 온도 검사상 일측성 전정기능의 마비 소견이 관찰되나 청력은 정상이며 기타 신경학적 이상소견이 관찰되지 않는 경우로서 전산화 단층촬영이나 뇌자기공명영상 소견상 이상이 없고 기타 대사성 질환에 의한 현훈이 배제되어 VN에 합당한 24명을 대상으로 하였다. 급성기의 환자들은 자발성 안진을 보이거나 24시간이상 지속되는 심한 현훈을 보이는 24명의 환자들로 발병 3.3(±1.2)일에 전정기능 검사를 하였고, 보상기의 환자에 대한 검사는 급성기 환자중 추적조사가 가능한 경우로서 증상 발현 후 평균 102.5(±69.7)일이 지나 자발성 안진과 현훈 등의 급성기 증상이 없는 환자 14명을 대상으로 하였으며 일부 환자에서는 체위 변동시 경미한 비특이적 어지러움을 호소하였다. 이들은 모두 검사과정을 잘 이해하고 충분히 협조적이었다. 정상 대조군은 전정장애가 없는 남녀 30명을 검사하였다.

2. 연구방법

ENG 검사 및 RCT 검사는 저자의 이전 논문에[13] 기록된 방법을 사용하였으며 모든 검사는 암실에서 실시하였다. ENG 검사로는 충동성 안구운동, 원활추종 안구운동, 시운동 안진(optokinetic nystagmus; 이하 OKN으로 약함), 단일온도 안진 및 자발성 안진 검사를 실시하였다. 단일온도 안진 검사에서는 최대 속도를 보이는 10초간의 평균 완서상 안구운동 속도가 10-30도를 보이는 경우를 정상치로 하였고, 절대치가 10도 이하 또는 상대적인 양쪽의 차이가 10도를 초과하는 경우 약한 쪽을 일측성 마비로 정의하였다. 모든 자발성 안진은 앉은 자세에서 완서상 안구속도를 측정하였다. 건측 및 환측을 향한 원활추종 안구운동과 OKN의 이득의 차이(side difference)를 구하여 자발성 안진의 완서상 안구 속도와의 상관 관계를 구하였다. 이때 자발성 안진이 있는 경우에는 그만큼의 속도를 가감하였다. 통계적 의의는 one way ANOVA, chisquare, independent t-test 및 linear regression analysis를 이용하였다.

결 과

급성기 환자의 평균연령은 46.3(±10.9)세였고 남자가 14명, 여자가 10명이었다. VN 환자 중 선행인자가 확인된 경우는 14례이며 상기도 감염이 10례로 가장 많았다. 일상 생활이 불가능한 심한 현훈을 호소한 기간은 1-6일로 이틀이 가장 많았고 평균 2.4(±0.9)일이었다. 전정기능 검사는 급성기 환자는 증상 발현 후 평균 3.3(±1.2)일에, 보상기 환자는 102.5(±69.7)일에 시행하였다.

ENG 검사상 급성기 환자들의 19례에서 건측을 향하는 자발성 안진을 관찰할 수 있었다. 충동성 안구운동은 대조군과 유의한 차이가 없으나, 원활추종 안구운동과 OKN의 감소를 보인 경우가 각각 8례 및 10례로서 이들은 모두 초당 10도 이상의 자발성 안진을 가진 경우로서 자발성 안진의 방향 즉 건측을 향한 자극시 이득이 정상 범위 이하였다. 단일온도 안진 검사에서 24례 모두에서 일측성 마비를 보였다. 보상기에서는 자발성 안진은 없었고 충동성 안구운동, 원활추종 안구운동 및 OKN은 모두 정상 범위였으며, 단일

Table 1. Electronystasgmographic findings in VN with acute and compensated stage

	Acute stage VN		compensated stage VN	
	Normal*	Abnormal	Normal*	Abnormal
Saccade				
Latency	24	0	14	0
accuracy	24	0	14	0
Pursuit				
Gain	16	8†	14	0
Optokinetic nystagmus				
Gain	14	10†	14	0
Caloric test	0	24‡	7	7‡

VN : vestibular neuritis

* normal values of various eye movements in controls (n=30)
saccadic latency ; 254.4 ms, accuracy ; 71.3-107.1%
pursuit gain ; 0.67, OKN gain ; 0.68
maximal slow phase velocity of caloric test ;10-30 deg/sec

† decreased gain in pursuit & optokinetic eye movements are only seen during healthy side stimulation

‡ unilateral weakness in caloric test

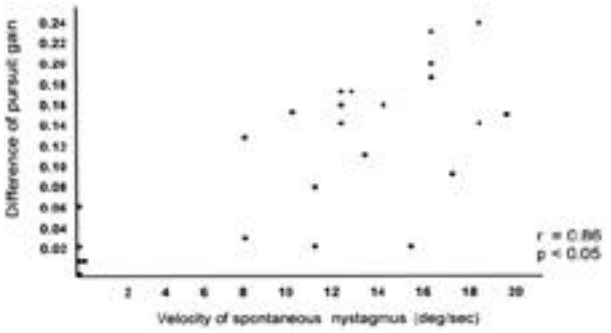

Figure 1. Relationship between velocity of spontaneous nystagmus and side difference of pursuit gain in acute VN. The degree of side difference in pursuit gain is positively correlated with velocity of spontaneous nystagmus.

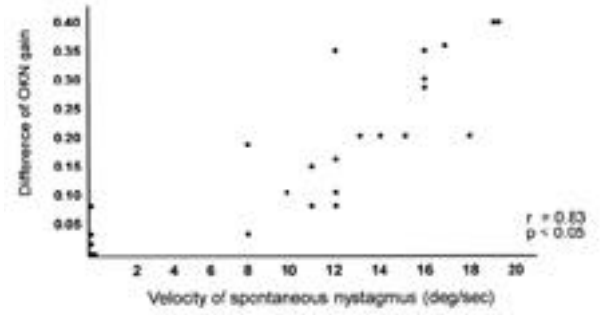

Figure 2. Relationship between velocity of spontaneous nystagmus and side difference of optokinetic nystagmus (OKN) gain in acute VN. The degree of side difference in OKN gain is positively correlated with velocity of spontaneous nystagmus.

온도 안진 검사에서는 7례에서 정상 소견을 보였다(Table 1). 급성기에서 자발성 안진의 완서상 안구속도가 증가할수록 원활추종 안구운동 및 OKN 이득의 양측 차이(side difference of gain)가 커짐을 알 수 있었다(Fig. 1).

Sinusoidal Harmonic Acceleration(SHA) 검사상 급성기 환자에서는 0.01-0.16 Hz의 자극시대조군과 비교하여 유의하게 전정안 반사의 이득 감소를 관찰할 수 있었으나 비교적 고주파수의 강한 자극인 0.32 Hz에서는 정상 대조군과 차이가 없었다. 보상기 환자에서는 전체 주파수 영역에서 전정안 반사의 이득은 정상 대조군과 유의한 차이가 없었다(Table 2). 급성기에서 0.01 Hz의 자극시 위상(phase)이 68.9(±10.1)로서 정상대조군의 37.2(±9.6)와 비교시 유의하게 비정상적인 위상선행(phase lead)현상을 보였고, 이러한 현상은 전체 주파수 영역에서 유의하게 관찰되었다. 보상기 환자에서는 저주파수 영역인 0.01 Hz에서만 대조군과 비교하여 유의하게 위상선행 현상을 관찰할 수 있었다(Table 3). 전정안 반사 이득의 비대칭(asymmetry)의 정도는 급성기에서는 정상 대조군과 비교하여 전 주파수에 걸쳐서 유의한 차이를 보였으나, 보상기에서는 0.01Hz를 제외한 전 주파수에서 대조군과 유의한 차이를 발견할 수 없었다(Table 4).

고 찰

VN은 Ruttin[1]이 1909년 처음으로 그 임상적 특징을 기술한 이래 임상에서 현훈을 호소하는 환자에서 양성 체위성 현훈증, 메니에르 증후군과 함께 가장 흔히 볼 수 있는 말초성 전정장애의 대표적인 질환이다. 24시간이상 지속하는 심한 단발성의 회전성 현훈, 오심, 구토 및 전정성 실조

Table 2. Gain measurement from SHA test in acute VN, compensated VN and controls[†]

Frequency(Hz)	Gain					
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32
Controls	0.37±0.05	0.51±0.06	0.58±0.06	0.61±0.07	0.67±0.06	0.63±0.06
Acute VN	0.19±0.04*	0.29±0.08*	0.37±0.08*	0.41±0.08*	0.47±0.08*	0.67±0.08
compensated VN	0.35±0.09	0.49±0.15	0.55±0.16	0.59±0.13	0.70±0.13	0.70±0.14

* : Oneway ANOVA test (Tukey test with significance level <0.05)
Acute VN vs Controls or compensated VN, P<0.05
SHA : sinusoidal horrmonic acceleration.

Table 3. Phase measurements from SHA test in acute VN, compensated VN and controls

Frequency(Hz)	Phase					
	0.01	0.02	0.04	0.06	0.16	0.32
Controls	37.2± 9.6	20.6± 6.1	10.2± 4.9	4.0± 3.2	0.1±2.8	3.6±3.9
Acute VN	68.9±10.1†	57.7±16.2†	38.2±13.2†	23.8±11.4†	13.7±8.0†	5.2±6.8‡
compensated VN	45.6± 6.7‡	26.3± 4.1	13.6± 4.1	6.2± 3.5	1.0±2.5	4.3± 2.5

* : Oneway ANOVA tests (Tukey test with significance level <0.05)
† : Acute VN vs. Controls or compensated VN, P < 0.05
‡ : Acute VN vs. Controls, P < 0.05
SHA : sinusoidal hormonic acceleration

Table 4. Gain asymmetry in acute VN, compensated VN and controls

Frequency(Hz)	asymmetry					
	0.01	0.02	0.04	0.08	0.16	0.32
Controls	-5.8 ~11.4	3.7 ~ 8.1	-2.3 ~ 6.9	-5.5 ~ 7.5	-3.1 ~ 7.4	7.4 ~ 5.8
Acute VN						
Rt	46.2~74.9*	33.3~81.5*	37.5~78.1*	38.8~77.3*	38.1~66.3*	29.4~60.4*
Lt	-35.8~72.5†	-29.1~75.5†	-31.4~79.5†	-33.4~78.8†	-27.1~64.2†	-28.2~-67.8†
Compensated VN	-2.5 ~23.9‡	-5.6 ~14.6	-6.0 ~ 8.4	-9.0 ~ 7.8	-5.7 ~12.5	-6.9 ~ 7.9

Independent t-test with significance value, P<0.05

* : Acute VN vs. Controls or Compensated VN, P<0.05

† : Acute VN vs. Controls or compensated VN, P<0.05

‡ : Compensated VN vs. Controls, P<0.05

와 함께 건측을 향하는 전정성 안진이 관찰되며 온도 검사상 일측성 전정기능의 마비 소견이 관찰되나, 청력은 정상이며 기타 신경학적 이상소견이 관찰되지 않는 경우를 그 진단 기준으로 한다.[14] 하지만 최근의 연구에 따르면 일측 미로에 두번 이상 재발하는 경우와 양측에 교대로 발생하여 양측성 말초성 전정장애를 남기는 경우도 있고[7] 청력 손실이 경하게 생기는 경우도 보고되었다.[15] 하지만 본 연구에서는 상기 언급된 고전적 개념의 진단 기준에 합당한 환자만 선택하였으며 이들 환자에서 급성기와 보상기에서 나타나는 전정장애의 특징적 소견을 알아보았다. 이들 환자의 평균 연령은 46.3(±10.9)세로서 여러 연구자의 결과와 유사하였다.[5,14] 심한 회전성 현훈의 지속기간은 평균 2.4일로서 그 지속기간 만으로 볼 때 대개 수 시간 이내에 좋아지며 임상에서 흔히 볼 수 있는 메니에르 증후군과 쉽게 감별 될 수 있다. 14례에서 선행인자가 있었으며, 이중 상기도 감염이 10례로서 가장 많았고 이러한 사실은 VN의 선행인자로서 바이러스 감염이 가장 많다는 기존의 보고와 일치한다.[3-7,14]

Wennmo와 Pyykko[2] 및 Cover와 Davalos[9]의 연구에 의하면 VN 환자에서 시행된 ENG 및 RCT 검사상 중추성 전정기능 장애에 합당한 소견인 원활추종 안구운동, OKN, 충동성 안구운동의 이상 및 전정안 반사의 시성억제(visual suppression)의 실패 소견을 관찰할 수 있었고, 이러한 소견이 자발성 안진의 방향 및 강도와 무관함을 보고하여서 VN이 말초성 전정기관에 국한된 질환이 아니라 중추성 전정기관도 함께 침범한다고 주장하였다. 하지만 말초성 전정장애에서 나타나는 안구 운동 이상은 말초성 전정계의 기능 소실에 대한 중추 신경계의 정상적인 적응 및 보상에 따른 현상이며 이러한 사실은 자발성 안진이 시간이 가면서 사라지는 사실로도 알 수 있으며 뇌자기공명촬영 등의 보다 자세한 검사가 이루어지지 않은 상태에서 중추성 전정기관의 침범을 단정하기 곤란할 것으로 사료된다. 본 연구에서도 급성기의 환자들에서 원활추종 안구운동 및 OKN을 유발하는 불빛이 자발성 안진의 방향 즉 건측을 향할 때 그 이득이 정상 대조군과 비교시 유의하게 감소하여서 환측을 향한 자극과의 차이인 side difference의 정도는 자발성 안진의 속도가 증가할수록 비례하여 증가함을 알 수 있다. 하지만 자발성 안진이 관찰되지 않는 보상기의 환자들에서는 원활추종 안구운동 및 OKN의 이득이 정상이었다. 급성기에서도 자발성 안진의 속도가 초당 10도 이상인 경우에만 자발성 안진의 방향 즉 건측을 바라 볼 때 원활추종 안구운동 및 OKN의 이득의 감소가 나타났으며 자발성 안진의 속도가 클수록 side difference가 증가하는 점 등을 고려할 때 급성기 VN 환자에서 나타난 안구 운동의 장애는 자발성 안진에 의한 것으로 해석될 수 있다. 따라서 말초성 전정기능 장애를 초래하는 질환에서도 급성기에서는 자발성 안진 때문에, 일반적으로 중추성 전정 장애를 시사하는 소견으로 알려진 원활추종 안구운동 및 OKN의 이상을 관찰할 수 있지만 이는 자발성 안진에 기인한 중추 신경계의 보상 및 적응에 따른 현상이지 중추성 전정기관의 침범을 의미하지는 않는다고 사료되며, 본 연구 환자에서는 뇌자기공명영상 소견상 뇌간의 기질적 병변이 배제된 상태이다. Silvoniemi(1988)[5] 및 Brandt등(1978)[16]의 연구에 의하면 급성 미로 병변에서 자발성 안진의 강도가 강한 경우 일과성으로 원활추종 안구운동과 OKN의 이상을 관찰할 수 있었고, 실제 VN에서 나타나는 초당 10도의 자발성 안진은 인위적으로 전정신경 절단술(vestibular neurectomy)을 실시하였을 때 나타나는 효과와 유사하며[17] 따라서 보상 및 적응 과정에서 생긴 중추성 전정계의 긴장성 불균형(tonic vestibular imbalance)에 의해 자발성 안진 방향으로 볼 때 원활추종 안구운동 및 OKN의 이득이 감소되는 것으로 생각하였다.

SHA을 이용한 RCT 검사는 1907년 Barany에 의해 처음 개념이 소개된 후, ENG와 함께 가장 흔히 사용되는 전정기능 검사 방법이다. 온도 안진 검사가 일상 생활에서 느끼는 자극에 비해 매우 약한 주파수의 자극을 가하는데 비하여 RCT는 낮은 주파수에서 비교적 강한 주파수까지 여러 주파수의 자극을 가하여 전정기능을 평가할 수 있어 일상 생활에서 환자가 체험 할 수 있는 자극대에 접근할 수 있다는 점에서 보다 생리적인 검사 방법이라 할 수 있으며 또한 보상의 진행 상황을 모니터할 수 있는 장점이 있다.[18,19] 본 연구에서도 약한 자극인 0.01-0.16 Hz에서는 대조군에 비해 이득의 유의한 감소가 보였지만 비교적 강한 자극인 0.32 Hz에서는 대조군과 유의한 차이가 없었다.

이는 급성기의 VN 환자에서 온도 안진 검사에서 일측성 마비를 보인 경우도 전정 기능의 완전한 소실을 의미하는 것이 아니라 상당 부분의 전정 기능이 보존되어 있음을 의미하며, 이러한 경우 RCT는 온도 안진 검사에서 알 수 없는 다양한 주파수대의 전정기능을 알 수 있는 것으로 사료된다.[20-21] 보상기의 환자 중 임상적으로 보상이 잘 이루어졌음에도 불구하고 반수에서는 온도안진 검사에서 여전히 일측성 마비를 보여 온도안진 검사로는 보상 유무를 파악할 수 없었지만 RCT에서는 0.01 Hz를 제외한 전 주파수 영역에서 대조군과 비교시 유의한 차이가 없어 보상이 잘 이루어졌음을 알 수 있다.

SHA의 결과를 판정하는 인자 중 위상이 가장 안정적이고 일정한 값을 갖는 인자로서 반복성이 있으며 전정기관의 장애 유무를 파악하는데 있어서 매우 예민한 검사로서,[1,9,21] Baloh등[22]은 중추성 보상이 되어서 증세의 호전이 있어도 저주파수대의 회전 자극에서는 오래 동안 비정상적인 위상선행 현상을 볼 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 급성기에서는 전 주파수 영역에서 비정상적인 위상선행 현상을 볼 수 있었고, 보상이 잘 된 보상기의 환자들에서도 0.01 Hz의 저주파수의 자극에서 비정상적인 위상선행 현상을 관찰할 수 있었으며, 이는 뇌간의 속도 저장 체계(velocity storage system)가 보상이 이루어 진 후에도 말초 전정기관으로부터 입력 신호를 받지 못하여 신호를 저장하지 못하기 때문으로 사료된다.[23] 하지만 이러한 위상선행 현상은 말초성 전정장애뿐 만 아니라 중추성 전정장애에서도 관찰할 수 있는 비특이적인 소견으로 생각되며 모든 말초성 전정장애에서 보상이 이루어 진 후 항상 지속되는 것은 아니다.[24]

SHA 이득의 비대칭성은 양측의 최대 완서상 안구속도사이의 차이를 나타내는 인자이며 시간의 경과, 증세의 완화 정도에 따라 변하고 환자의 임상상태와 밀접한 관계를 가지며 보상의 과정을 추적하는데 도움을 준다. 말초성 전정장애에서는 일시적인 현저한 비대칭성을 보이나 중추성 전정장애에서는 지속적인 경한 비대칭을 보여 중추성과 말초성의 전정기능 장애를 감별하는데 유용하다고 하였다.[19,24-26] 본 연구에서도 급성기 환자들에서는 병변 부위로 향하는 심한 비대칭을 보였고, 보상기의 환자들에서는 0.01 Hz를 제외한 전 주파수에서 대조군과 유의한 차이가 없었다. 따라서 SHA 검사상 양측 이득의 대칭의 정도는 보상의 정도 및 유무를 파악하는 유용한 검사 방법으로 사료된다.

급성 및 보상기의 VN 환자들에서 전정기능 검사를 통해 전정장애의 특징적 소견을 알아보고, 보상의 정도를 파악하는데 있어 RCT의 유용성을 알아 보았다.

환자들의 평균연령은 46.3(±10.9)세로서 중년층이 가장 많았고, 선행 인자로서는 상기도 감염이 가장 많았다.

급성기 VN 환자에서 원활추종 안구운동 및 OKN의 일시적인 장애가 관찰되었고 이러한 이상 소견은 모두 건측을 향한 자극시 관찰되며, 이득의 양측차이(side difference)는 자발성 안진의 속도에 비례하였다.

단일온도 안진 검사에서 확실한 일측성 마비를 보인 급성기 VN 환자에서도 RCT 검사를 통해 고주파수의 전정기능은 보존되어 있음을 알 수 있었고, 보상기의 환자들에서는 50%에서 단일온도 안진검사에서 일측성 마비를 보였으나, RCT 검사에서는 임상적 보상과 비례하여 전정안 반사의 기능적 보상이 잘 이루어졌음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때 말초성 전정장애의 급성기에서 일반적으로 중추성 전정장애를 시사하는 징후인 원활추종 안구운동 및 OKN의 이상이 나타날 수 있으며 이는 중추 신경계의 보상 및 적응에 따른 일시적인 현상으로 중추성 전정기관의 이상을 의미하지 않으며, RCT는 보상의 유무와 정도를 파악 하는데 있어서 유용한 검사 방법으로 사료된다.

REFERENCES

1. Ruttin B. Zur Differential diagnose der Labyrinth und. H renrverkrankugen. *Z Ohrenheik* 1909;57:327-331.
2. Wennmo C, Pyykko I. Vestibular neuronitis, A clinical and electro-oculographic analysis. *Acta Otolaryngol* 1982; 4:507-515.
3. Baloh RW, Lopez I, Ishiyama A, Wackyn PP, Honrubia V. Vestibular neuronitis:clinical-pathological correation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;114:586-592.
4. Nadol JB. Vestibular neuronitis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112:162-172.
5. Silvoniemi P. Vestibular neuronitis: an otoneurological evalation. *Acta Otolaryngol Suppl(Stockh)* 1988;453:1-72.
6. Ryu JH. Vestibular neuritis: an overview using a classical case. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;503 (suppl) 25-30.
7. Ishiyana A, Ishiyama GP, Lopez I, Eversole LR, Honrubia V, Baloh RW. Histopathology of idiopathic chronic recurrent vertigo. *Laryngoscope* 1996;106:1340-1346.
8. Lachman J, Stahle J. Vestibular neuronitis: clinical and electronystagmographic study. *Neurology* 1967;17:376-380.
9. Cover J, Davalos RL. Neurotologic evidence of central and peripheral involvement in patients with vestibular neuronitis. *Otolaryngol Head Surg* 1985;93:524-528.
10. Okinaka Y, Sekitani T, Okazaki H, Miura M, Tahara T. Progress of caloric response of vestibular neuronitis. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;503:18-22.
11. Imate Y, Sekitani T. Vestibular compensation in vestibular neuronitis, long term follow-up evaluation. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113;463-465.
12. Bergenius J, Borg E. Audio-vestibular findings in patients with vestibular neuritis *Acta Otolayngol* 1983;96:389-395.
13. Lee H, Kim TW, Kim JE, Lee SR, Oh HJ, Lim JG et al. Vestibular Dysfunction in Patients with Idiopathic Parkinson's Disease. *J Korean Neurol Assoc* 1998;2:172-179.
14. Bohmer A. Acute unilateral peripheral vestibulopathy. In: Baloh RW, Halmagyi GM. *Disorder of the vestibular system*. New York: Oxoford University Press, 1996;319-320.
15. Rahko T. New clinical finding in vestibular neuritis: high frequency audiometry hearing loss in the affected ear. *Laryngoscope* 1986;96:198-199.
16. Brandt T, Allum JHJ, Dichgans J. Computer analysis of optokinetic nystagmus in patients with spontaneous nys-

tagmus of peripheral vestibular origin. *Arch Otolaryngol (Stockh)* 1978;86:115-122.
17. Fisch U. The vestibular response following unilateral vestibular neurectomy. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1973; 75:229-238.
18. Rubin W. Sinusoidal harmonic acceleration tests in clinical practice. *Ann Otol Laryngol* 1981;90 (suppl):18-25.
19. Hirsch BE. Computed sinusoidal harmonic accleration. *Ear Hear* 1986;7:198-203.
20. Lee GH, Kim JI, Jeong PS, Jeon BS, Lee KW. Bilateral Vestibulopathy and Vestibular function test. *J Korean Neurol Assoc* 996;4:974-988.
21. Henry DF, Dibartolomeo JD. Closed-loop caloric, harmonic acceleration and active head rotation tests: normal and reliability. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;109: 975-987.
22. Baloh RW, Hess K, Honrubia V, Yee RD. Low and high frequency sinusoidal rotational testing in patients with peripheral vestibular lesions. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984;406 (suppl):189-193.
23. Raphan T, Matsuo V, Cohen B. Velocity storage in the vestibulo-ocular reflex arc (VOR). *Exp Brain Res* 1979; 35:229-248.
24. Hamid MA, Hughes GB, Kinney SE, Hanson MR. Results of sinusoidal harmonic acceleration tests in one thousand patients: preliminary report. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986;94:1-5.
25. Mathog RH. Testing of the vestibular system by sinusoidal angular acceleration. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1972;74:96-103.
26. Hamid MA, Parker W. An approach to quantify central vestibular compensation. *Acta Otolaryngol Suppl (Stockh)* 1983;406:87-90.