

# 양측 前庭切除 家猫의 頸眼球反射

전남대학교 의과대학 생리학교실

박 병 립\* · 박 철 순

(1987년 12월 8일 접수)

= Abstract =

## Cervico-ocular Reflex in Bilateral Labyrinthectomized Cats

Byung Rim Park and Chul Soon Park

Department of Physiology, Chonnam University Medical School, Kwangju, Korea

The effect of cervical proprioceptors on the control of eye movement and body posture was examined in unanesthetized labyrinthine intact and bilateral labyrinthectomized cats. Cervico-ocular reflex(COR) was elicited by stimulation of the cervical proprioceptors by means of sinusoidal rotation of head or body in the darkness.

The following results were obtained:

- 1) In labyrinthine intact cats, sinusoidal rotation of the whole body elicited compensatory eye movement(vestibulo-ocular reflex: VOR); the direction of eye movement was opposite to the direction of head rotation.
- 2) Anticompany eye movement was observed by sinusoidal rotation of the body with head fixed in labyrinthine intact cats; the direction of eye movement was the same as the direction of head rotation.
- 3) Compensatory eye movement was observed by sinusoidal rotation of the head with body fixed or sinusoidal rotation of the body with head fixed in both acute and chronic bilateral labyrinthectomized cats.

These results suggest that the cervical proprioceptors are important in the control of ocular movement and posture in the bilateral labyrinthectomized cats, although they are questionable in labyrinthine intact cats.

**Key Words:** Cervico-ocular reflex, Vestibulo-ocular reflex, Cervical proprioceptors, Compensatory eye movement, Sinusoidal rotation

## 緒 論

Magnus(1924)가 자세조절에 관여하는 경부고유 수용체(cervical proprioceptor)의 역할을 연구한 이래 McCouch등(1951)은 경부고유수용체가 상부경추에 존재하는 작은 근육들이라고 보고함으로써 이

수용체의 본체가 밝혀졌다. 그후 경부고유수용체가 자세의 조절에 관여할 뿐만 아니라 안구운동의 조절에도 중요한 역할을 갖는다고 알려져 왔으며(Biamond & De Jong, 1969; Wilson et al, 1986), 이 수용체와 전정기능과의 연관성도 추구되어 왔다(Fredrickson et al, 1966).

자세의 조절에는 경부고유수용체와 더불어 前庭器 管이 중요한 역할을 가지고 있으며, 특히 자세조절의 일환인 안구운동의 반사적 조절에는 전정기관이 관여하고 있음은 잘 알려진 사실이다(Ito et al, 1973;

\*현주소 : 원광대학교 의과대학 생리학교실  
이 논문은 1987년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

Cohen, 1974; Wilson, 1975; Kim, 1977; Baloh et al, 1982), 이를 前庭眼球反射(vestibulo-ocular reflex)라 일컬으며, 개체가 회전할 때 각속을 받으면 회전축에 따라 前庭의 일정한 半規管이 작용하여 안구의 반사적 회전운동을 야기하여 물체의 영상을 망막의 일정부위에 고정시킴으로써 회전중 지속적으로 시력을 유지시키기 위한 자세조절 작용의 일환으로 간주되고 있다. 이때의 안구운동은 개체의 회전방향과 항상 반대방향으로 야기되므로 이러한 안구운동을 보상성 안구운동(compensatory eye movement)이라 한다(Simpson & Graf, 1985).

Philipszoon(1962)은 전정기능이 정상인 실험동물과 前庭切除動物에서 경부 회전자극으로 경부고유수용체를 흥분시켜 頸眼球反射(cervico-ocular reflex)를 유발시켰는데 이때의 안구운동은 모두 보상성 안구운동이라 하였으며, 또한 경추신경근(cervical nerve roots)을 전기자극하였을 때도 안구운동이 유발됨을 보고하여 경부고유수용체가 안구운동을 조절한다고 하였다. Takemori와 Suzuki(1969)는 사람에서 경부고유수용체를 자극하기 위하여 頭部를 고정된 상태에서 體部를 회전시켰을 때 안구운동의 방향이 체부의 회전방향과 반대 방향인 비보상성 안구운동(anticompensatory eye movement)을 관찰하였으며 그후 Hikosaka와 Maeda(1973)는 家猫에서 경부고유수용체가 안구운동을 항상 보상적으로 조절한다고 주장하였으며 경안구반사에 관한 신경반사를 제시하였다. 그러나 Fuller(1980)는 개체의 회전시 초래되는 경안구반사에 의한 안구운동은 비보상성 안구운동으로 자세에 관여하는 안구운동의 조절에 대한 생리적 의의가 거의 없다고 주장하였다. 최근 Bronstein과 Hood(1986)는 正常人과 양측 전정기관의 기능상실을 갖는 환자에서 경부의 회전자극에 대한 안구운동의 반응을 측정된 결과 정상인에서는 아주 미약한 경안구반사가 출현하였으나 전정기능을 상실한 환자에서는 보상적이며 강한 안구운동을 관찰하여 자세의 조절에 관여하는 경안구반사의 중요성을 역설하였다. 이처럼 경안구반사의 生理的 義意와 본태에 대해서는 여러 연구자들 사이에 많은 차이점을 가지고 있는 실정이다.

본 실험에서는 경안구반사의 본태와 그 생리적 의의를 추구하기 위하여 전정기능이 정상인 家猫와 양

측 前庭을 절제한 家猫를 대상으로 頭部나 體部에 sinusoidal rotation을 가하여 경부고유수용체를 자극하였을 때 안구운동을 관찰하여 전정기능이 정상인 가묘와 전정기능을 상실한 가묘에서 경부고유수용체의 역할을 비교하였으며, 양측 전정을 절제한 후 오랜 기간 동안 경안구반사의 양상을 관찰하여 의의있는 결과를 얻었기에 발표한다.

## 實驗方法

### 실험동물

건강하고 성숙한 家猫(2.0~3.0 kg) 30두를 암수의 구별없이 사용하였으며, 실험전에 回轉台上에서 회전시켜 전정기능을 검사한 후 그 기능이 정상인 동물만을 실험에 사용하였다.

### 前庭器管의 회전자극

실험동물에서 전정안구반사를 유발시킬 목적으로 전정기능이 정상인 동물을 회전대상에 복와위(prone position)로 고정하고, 頭位를 약 20°가량 하방으로 굴전시켜 전정의 수평반규관이 지면과 수평을 이룬 상태에서 체중의 중심부에 상하축(vertical axis)을 중심으로 全身(whole body)을 회전시켰으며, 회전범위 및 빈도는 각각 60°, 0.4~0.6 Hz로 sinusoidal rotation을 가하였다.

### 경부고유수용체의 자극

1) 정상동물 : 전정기능이 정상인 동물에서 경안구반사를 유발시키기 위하여 경부고유수용체를 자극하였다. 이때 頭部의 회전에 따른 전정기관의 자극을 제거하기 위하여 두부를 뇌정위고정장치로 완전히 고정된 상태에서 동물의 전후축(nose-tail axis)을 중심으로 두부를 제외한 體部에 sinusoidal rotation을 가하여 제 1 경추와 제 2 경추 부위를 자극하였다. 이때의 회전범위 및 빈도는 각각 60°, 0.3~0.6 Hz로 자극하였다.

2) 양측 전정을 절제한 동물 : 전정기능을 상실한 동물에서는 경부고유수용체를 자극하기 위하여 두부를 회전시킬 경우라도 전정기관의 작용을 배제할 수 있기 때문에 본 교실에서 제작한 Head Rotator (Park & Park, 1988)를 사용하였다. 頭蓋骨의 시상

봉합(sagittal suture)에 평행이 되도록 2개의 steel bar를 dental cement로 두개골에 고정하고 이를 Head Rotator에 연결하였으며 체부는 움직이지 않도록 고정된 상태에서 두부를 roll plane으로 sinusoidal rotation을 가하여 제 1 및 2경추 부위가 자극되도록 하였다. 회전범위 및 빈도는 각각 40°~60°,

0.2~0.4 Hz의 범위에서 다양하게 조절하였다. 또한 체부의 회전에 의한 경부수용체를 자극할 경우에는 전정기능이 정상인 동물에서의 자극방법과 동일하게 실험하였다.

### 前庭切除術

Ether와 국소마취제를 사용하여 Anderson 및 Gernandt의 방법(1956)에 따라 수술 현미경하에서 內耳에 접근하여 양측 전정기관을 완전히 파괴하였으며 실험후 전정기관의 잔재 여부를 판별하기 위하여 수술 부위를 재확인 하였다. 그리고 장기간 실험(chronic experiment)을 위한 동물은 무균조작으로 전정절제술을 하여 최장기적으로 4개월까지 동물을 사육하면서 실험하였다.

### 안구운동의 기록

안구운동의 기록은 동물이 마취상태에서 충분히 회복되었을 때 시행하였다. 안구의 前後極間에 존재하는 각막과 망막의 전위차(corneo-retinal potential difference)를 이용하여(Aschan & Bergstedt, 1955) polygraph (Dynograph R511A, Sismometrics) 상에 기록하였으며, time constant는 1sec(혹은 0.16 Hz)로 하였고 모든 기록은 암실에서 실시하였다. Silver ball electrode를 사용하여 탐색전극을 우측 안의각체

피(lateral epicanthus) 부위에, 무관전극은 좌측 안의각체피 부위의 전두골(frontal bone)에 각각 삽입한 후 dental cement로 고정하였다. 안구운동의 방향이 탐색전극을 향하면 안진곡선은 상방을 향하였으며, 무관전극을 향하면 곡선은 하방을 향하도록 하였다.

Fig. 1은 家猫에서 전정기능을 검사할 목적으로 동물의 상하측을 중심으로 우측 방향으로 0.5 Hz의 빈도로 회전시켰을 때 안구는 우측 방향을 향하는 안진을 나타냈으며, 회전을 중지시키면 좌측 방향으로 안진이 출현함을 볼 수 있는데 이를 회전후 안진(post-rotatory nystagmus)이라 한다. 즉 개체가 회전할 때 안진의 속상(fast phase : 이를 안진의 방향이라 함)은 개체의 회전방향과 동일한 방향으로, 서상(slow phase)은 회전방향과 반대방향으로 출현하였으며, 회전 직후에는 회전 때와는 반대방향의 안구운동임을 알 수 있다.

## 實 驗 成 績

### 1. 정상 家猫의 前庭眼球反射

개체가 회전할 때 자세조절의 일환으로 나타나는 반사적 안구운동과 前庭器管과의 상호관계를 알아보기 위하여 前庭機能이 정상인 동물을 회전대상에 고정하여 상하측을 중심으로 全身(whole body)에 sinusoidal rotation을 가하여 水平半規管을 자극한 상태에서 안구운동을 기록하였다. 동물을 회전시켰을 때 수평방향의 眼振이 출현하였으며, 이는 동물의 회전방향에 따른 안구의 보상적인 운동방향(compensatory eye movement)이었다. 즉, 동물을

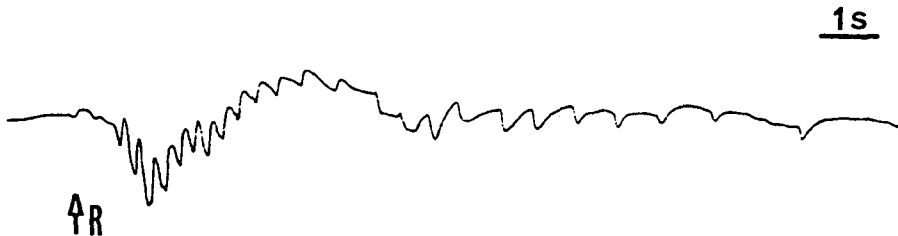


Fig. 1. Post-rotatory nystagmus induced by rightward rotation (0.5Hz) in the labyrinthine intact cat. The eye movement shows quick and slow phases. The point indicates the moment of stopping the body rotation. R, rotation to the right.

우측으로 회전시키면 안진의 속상은 우측방향을 향하고, 서상은 좌측방향을 향하였으며, 좌측으로 회전시키면 안진의 방향은 우측회전 때와는 정반대 방향을 나타냄으로써 안진의 서상은 항상 개체의 회전 방향과 반대 방향으로 출현하였다(Fig. 2-a, b). 이는 개체가 회전할 때 물체를 망막에 일정하게 고정 시킴으로써 시력을 일정하게 유지하기 위한 기능이다. 前庭眼球反射는 개체의 회전속도가 증가함에 따라 안진의 속도도 증가하였다. Fig. 2-a와 b에서 각각 개체의 회전속도가 최고에 이를 때 안구운동의 속도도 거의 일치하여 최고 속도에 도달함을 관찰할 수 있다. 그러나 양측 전정기관을 파괴한 동물에서는 전신을 sinusoidal rotation 하였을 때 안구운동이 출현하지 않았다(Fig. 2-c). 따라서 全身의 회전에 의한 안구운동의 반사적 조절은 전정기관이 중요한 역할을 가지고 있음을 알 수 있다.

## 2. 정상 家猫의 頸眼球反射

전정기능이 정상인 동물에서 경부고유수용체(cervical proprioceptor)가 안구운동의 조절에 미치는 영향을 추구하기 위하여 頭部를 고정한 상태에서 體部를 장축(nose-tail axis)을 중심으로 roll plane에서 sinusoidal rotation을 가하여 제 1, 2경추 부위를 자극하였다. 體部를 회전시킴에 따라 안구의 회전운동이 출현하였는데 이때의 안구운동은 불규칙적인 양상을 보였으며, 특히 안구운동의 속상이 다양한 형태로 출현하였다. 그러나 이러한 불규칙적인 안구운동의 속상을 제외하고 서상만을 기준으로 안구운동의 방향을 측정하면 체부의 회전 방향과 반대방향으로 출현하였다. 이는 頭部를 중심으로 판단할 때, 두부를 고정한 상태에서 체부를 일정한 방향으로 회전시키면 두부는 반대방향으로 회전되는 결과를 초래하

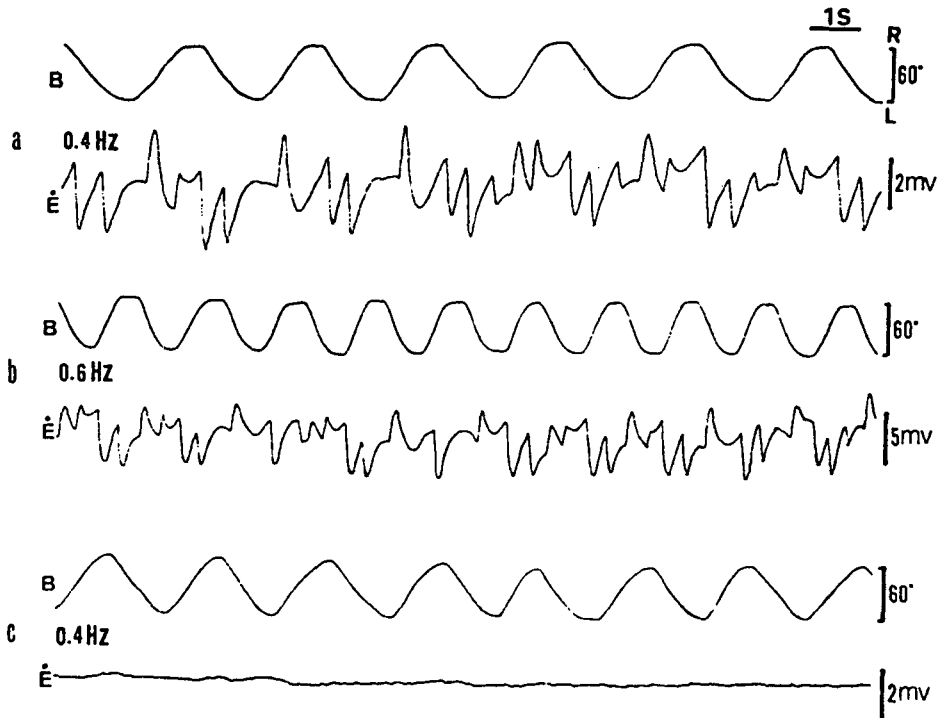


Fig. 2. Eye responses to sinusoidal rotation of the whole body in cats. No eye movement is denoted in the bilateral labyrinthectomized cat. a & b show the responses to 0.4Hz & 0.6Hz rotation, respectively, in the labyrinthine intact cat ; c, 0.4Hz rotation in the bilateral labyrinthectomized cat ; B, sinusoidal rotation of the whole body ; E, eye movement by nystagmography ; R, sinusoidal rotation to the right ; L, sinusoidal rotation to the left.

므로 체부의 회전방향과 반대방향으로 안구운동이 출현한 것은 두부의 회전방향과 안구운동의 회전방향이 동일함을 의미한다. 이러한 경우에는 개체가 회전할 때 안구를 개체의 회전방향과 동일한 방향으로 회전시키기 때문에 물체를 망막에 고정시킬 수 없으며 시력을 더욱 악화시킨다. 이처럼 개체의 회전방향과 안구운동의 회전방향이 동일한 경우의 안구운동을 비보상성 안구운동(anticompensatory eye movement)이라 한다.

Fig. 3-a에서 안구운동의 속상을 제외하고 서상만을 중심으로 한 예측된 안구운동(점선 곡선)은 체부의 회전방향과 반대방향임을 보여주며, 3-b에서도 안구운동이 체부의 회전방향과 반대방향임을 알 수 있다.

### 3. 前庭切除 家猫의 頸眼球反射

前庭機能을 상실한 동물에서 경부고유수용체가 안구운동에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 양측 전정을 절제한 동물에서 體部를 고정하고 頭部를 roll plane으로 Head Rotator를 사용하여 회전시켜서 제

1, 2 경추 부위를 자극하였다. 頭部를 우측으로 회전시키면 안구는 좌측방향으로 회전하였으며 반대로 頭部를 좌측방향으로 회전시키면 안구는 우측방향으로 회전함으로써 두부와 안구의 회전방향이 상호 반대로 출현하는 보상성 안구운동을 보였다. 이때의 안구운동은 전정기관이 정상인 동물에 비하여 약간 규칙적인 양상을 보였으며 주로 서상으로 구성된 안구운동이 출현하였다. 두부의 회전속도를 증가하면 보다 규칙적인 안구운동을 보였으며, 안구운동의 속상은 미약하여 졌고, 안구의 회전운동 범위도 감소하는 양상을 보였다.

Fig. 4는 양측 前庭을 切除한 직후(acute experiment)에 두부를 회전시켰을 때의 안구운동을 기록한 것으로 a는 0.2 Hz로, b는 0.4 Hz로 회전시켰을 때의 반응을 나타낸 것이다.

### 4. 前庭切除術 後 頸眼球反射의 長期的 反應

전정절제술 후에 시일의 경과에 따른 경안구반사의 변화를 관찰하기 위하여 양측 전정절제술 직후, 술후 1주일, 1개월, 2개월, 3개월, 4개월후의 안구

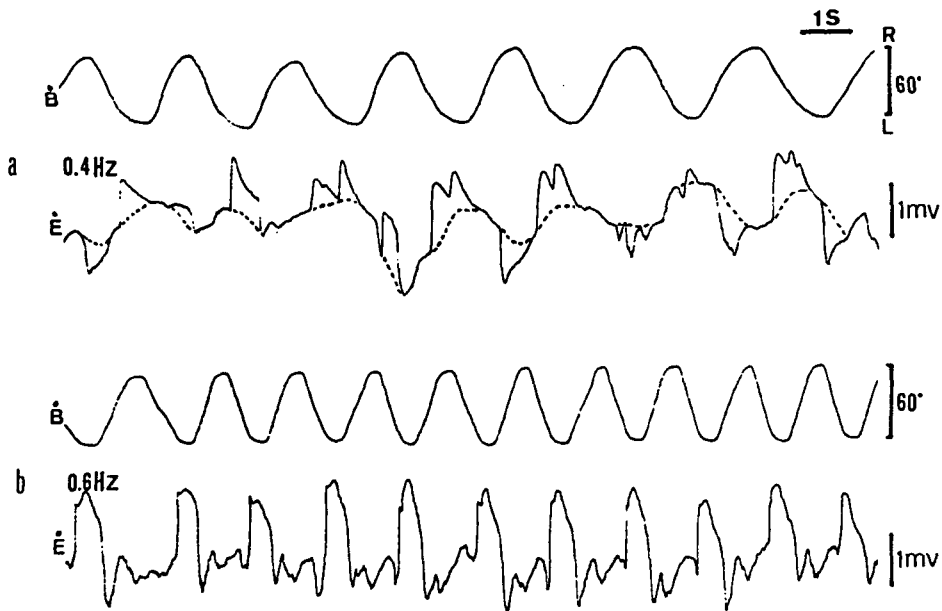


Fig. 3. Anticompensatory eye movement by sinusoidal rotation of the body with head fixed in the labyrinthine intact cat. The dotted line indicates an imaginary eye movement without quick phase of the nystagmus. Sinusoidal rotation at 0.4 Hz (a) and at 0.6 Hz (b); B, sinusoidal rotation of the body with head fixed; other notations as in Fig. 2.

운동을 관찰하였다. 절제술 직후에는 동물이 일어나지 못하였고, 頭部를 고정시키지도 못하였으며 공중 낙하시에 頭部가 體部보다 먼저 지면에 도달함으로써 자세조절 기능이 거의 상실된 양상이었다. 술후

약 5일후 부터 일어나서 조금씩 보행을 할 수 있었으나 다른 증상들은 수술직후와 동일하였다. 시일이 점차 경과함에 따라서 보행이 약간 좋아졌으며 두부를 고정시키는 능력도 향상되었으나 자세의 균형은

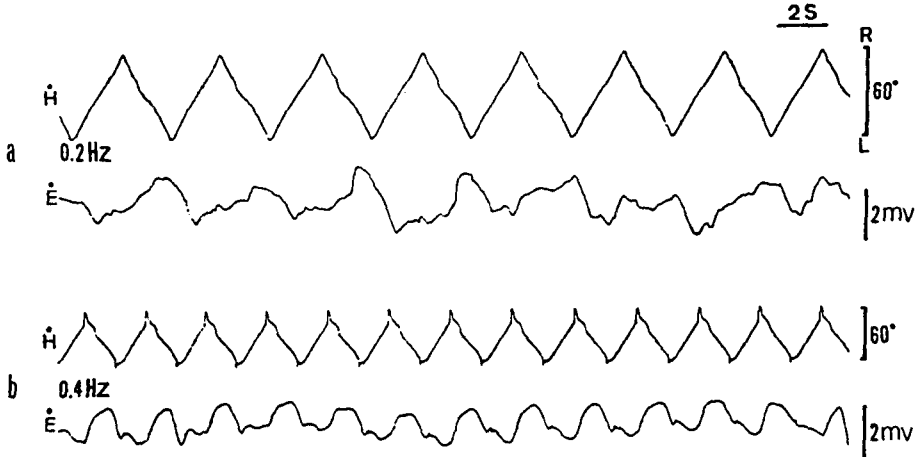


Fig. 4. Compensatory eye movement by sinusoidal rotation of the head with body fixed in acute bilateral labyrinthectomized cats. Body and head positions are opposite each other. a. sinusoidal rotation at 0.2Hz ; b. sinusoidal rotation at 0.4Hz;  $\dot{H}$ , sinusoidal rotation of the head with body fixed ; other notations as in the previous figures.

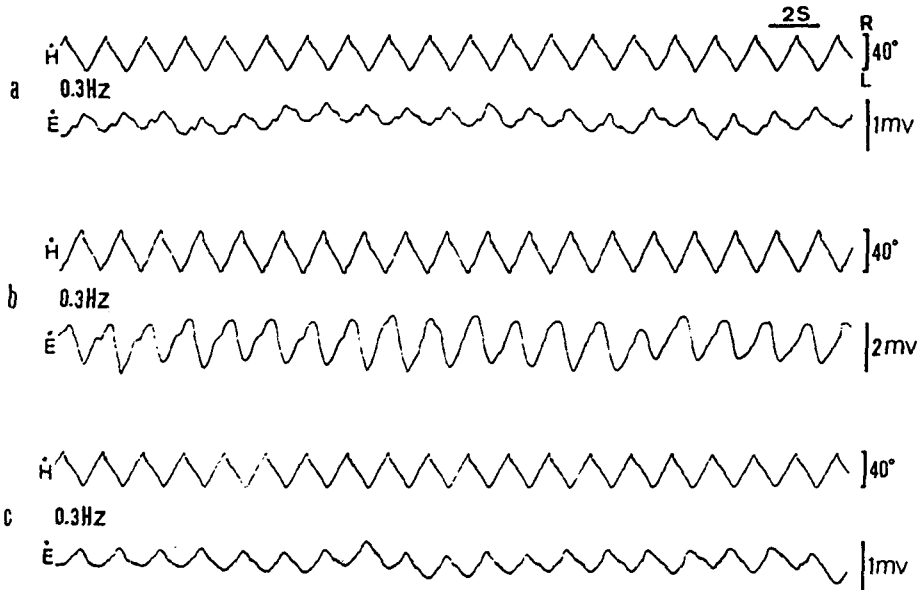


Fig. 5. Long-term eye responses to sinusoidal rotation of the head with body fixed in the bilateral labyrinthectomized cats. a, b & c denote the eye responses 4 hours, 7 days, and 120 days after labyrinthectomy, respectively. Other notations as in the previous figures.

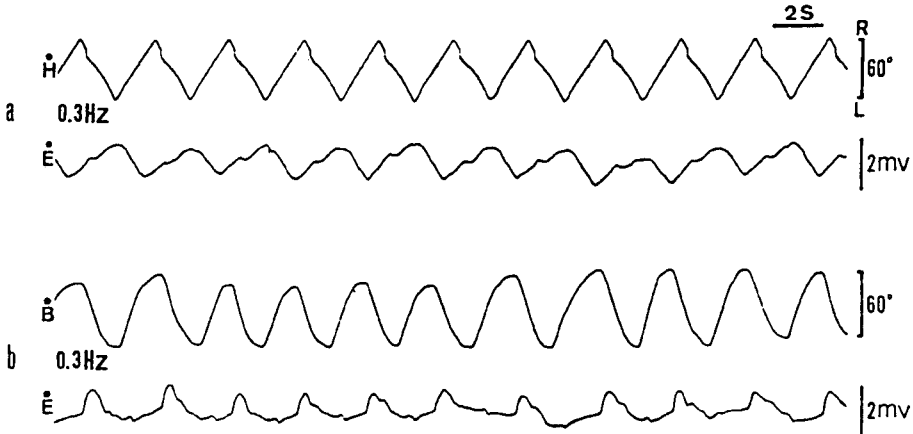


Fig. 6. Cervico-ocular reflex 4 months after bilateral labyrinthectomy in cats. a, sinusoidal rotation of the head with body fixed ; b, sinusoidal rotation of the body with head fixed ; other notations as in the previous figures.

일정치 않고, 공중낙하시에도 두부가 먼저 地面에 도달하는 현상을 보였다.

이러한 동물에서 체부를 고정하고 Head Rotator를 사용하여 두부를 회전시켰을 때 모든 예에서 두부의 회전방향과 안구운동의 회전방향은 상호 반대적인 방향을 보임으로써 보상적인 안구운동이었다. Fig. 5는 양측 전정절제술을 가한 직후(a), 1주일후(b)와 3개월후(c)의 頸眼球反射에 의한 안구반응을 나타낸 것으로 모두 동일한 회전범위와 회전속도로 자극을 하였을 때 거의 동일한 양상의 안구운동을 보여준다. 즉, 頭部를 우측으로 회전시키면 眼球는 좌측으로 회전하였고 두부를 좌측으로 회전시키면 안구는 우측으로 회전하였으며, 두부의 회전자극이 최대일 때 안구의 회전반응도 최대로 나타났다.

전정기능을 상실한 동물에서 두부 회전에 의한 경부 자극과 체부 회전에 의한 경부 자극 효과가 안구운동에 미치는 영향을 비교하여 보았다. Fig. 6은 양측 前庭切除術을 가한 동물에서 4개월 후에 나타나는 경안구반사로서, a는 체부를 고정한 상태에서 두부를 회전시켰을 때의 안구반응이며, b는 두부를 고정한 상태에서 체부를 회전시켰을 때의 안구반응을 나타낸 것이다. 체부를 회전시켰을 때는 제 2항의 정상 동물에서의 경안구반사(Fig. 3)에 대한 반응과는 반대로 체부의 회전방향과 안구운동의 회전방향이

상호 일치하는 양상을 보임으로써 보상적인 안구운동이었다.

## 考 察

자세조절반사의 일환으로 작용하는 긴장성경반사(tonic neck reflex)에 관해서 Magnus(1924)는 上部 3개의 경추신경(cervical nerve) 부위가 관여하리라고 하였으며 McCouch 등(1951)은 환축관절(atlanto-axial joint)과 환추후두관절(atlanto-occipital joint) 부위가 수용체로 작용하리라고 하였다. Biemond와 De Jong(1969)은 家兔의 경추감각신경섬유(cervical sensory nerve fiber)를 절단하여 體位性 眼振을 유발시킴으로써 척추간 관절과 인대(intervertebral joint & ligament) 부위에 고유수용체가 존재하리라고 보고 하였다. 이처럼 상부경추부위에서 발생한 자극이 上行性 神經路를 따라서 안구의 회전운동을 초래하는데 이를 頸眼球反射(cervico-ocular reflex)라 일컫는다(Barlow & Freedman, 1980).

경부고유수용체에 의한 긴장성경반사는 內耳의 前庭器管과 함께 자세조절반사에 중요한 역할을 가지며, 사지근육의 자세조절에 대한 긴장성경반사는 전정반사와 정반대로 작용을 한다(Wilson et al, 1986; Suzuki et al, 1986). 즉 頭部를 좌측으로 회전하면 긴

장성경반사에서는 좌측 상하지의 신전(extension)을 초래하고 우측 상하지의 굴전(flexion)을 초래한다.

前庭器管에서 유발되는 반사에는 전정척수반사(vestibulo-spinal reflex)와 전정안구반사(vestibulo-ocular reflex)가 있는데 前者는 頭部를 일측으로 회전하면 동측 상하지의 굴전과 반대측 상하지의 신전을 초래함으로써 긴장성경반사와 정반대적인 효과를 가져온다. 그리고 전정안구반사는 개체가 회전할 때 안구를 반대방향으로 회전시키므로써 물체의 영상을 망막에 일정하게 고정시키므로써 회전중 지속적으로 시력을 유지시키는 중요한 생리적 의의를 가지며(Cohen, 1974; Wilson, 1975; Kim, 1977; Baloh et al, 1982, 1983) 개체의 회전방향과 반대방향으로 안구의 회전운동이 출현하는 보상성 안구운동(compensatory eye movement)이다(Simpson & Graf, 1985). 정상동물에서 全身을 sinusoidal rotation 하였을 때 眼振이 출현하였으며, 안진의 속상(fast phase)은 개체의 회전방향과 동일한 방향으로, 서상(slow phase)은 개체의 회전방향과 반대방향으로 출현하였다. 안진에서 속상은 중추의 paramedian pontine reticular formation에서 유래되고, 서상은 前庭半規管에서 유래되기 때문에(Robinson, 1974), 전정기관에서 유래되는 안진의 서상만을 고려할 때 이는 개체의 회전과 반대방향으로 보상성 안구운동임을 알 수 있다. 이러한 전정안구반사에 의한 안구운동의 속도는 개체의 회전속도에 비례하며(Mathog, 1972; Keller, 1978) 양측 전정기관을 제거하였을 때는 안구운동이 출현하지 않는다.

정상동물에서 頸眼球反射를 유발시키기 위하여 頭部를 고정하여 前庭器管의 자극을 배제한 상태에서 體部에 sinusoidal rotation을 가하여 경부고유수용체를 자극하였을 때 안구운동이 발생하였으며, 안구운동의 서상만을 고려할 때 체부의 회전방향과 반대방향으로 안구운동이 출현하였다. 두부를 고정하고 체부만을 회전시킨 경우에서 두부를 중심으로 생각한다면 두부는 체부와 반대방향으로 회전할 것이므로 이때의 안구운동방향은 두부의 회전방향과 동일하리라고 여길 수 있다(Barlow & Freedman, 1980). 따라서 이때의 안구운동을 비보상성 안구운동(anti-compensatory eye movement)으로 물체의 영상을 망

막에 고정할 수 없으며, 개체가 회전중에 움직이지 않고 고정된 안구의 상태에서 보다는 시력의 악화를 초래할 수 있다. 이러한 성적은 Fuller(1980)의 연구 결과와는 일치하지만 Philipszoon(1962)의 결과와는 많은 차이를 보였다.

양측 前庭을 절제한 직후에 경안구반사를 유발시키기 위하여 체부를 고정하고, 두부를 회전시켰을 때 주로 서상으로 이루어진 안구운동이 출현하였으며, 이러한 안구운동은 두부의 회전방향과 반대방향으로 출현하여 보상성 안구운동을 보였고, 또한 두부를 고정하고 체부만을 회전시켰을 때에는 체부의 회전방향과 안구운동방향이 동일하게 출현함으로써 정상동물에서의 안구운동방향과는 반대로 보상성 안구운동이었다. 이처럼 양측 前庭을 切除했을 경우에 유발되는 경안구반사는 Chambers등(1985) 및 Bronstein과 Hood(1986)등이 양측 전정기능상실환자에서의 경안구반사는 正常人에서 보다는 증강되며 보상성 안구운동을 갖는다는 연구 보고와 일치하였다.

경안구반사의 보상성 안구운동은 전정기능의 상실로 인하여 전정안구반사가 없어졌을 경우에 출현하는데 이러한 보상성 안구운동의 출현시기를 추구하기 위하여 양측 前庭切除 직후부터 4개월 동안 長期적으로 경안구반사를 측정하고 前庭切除 직후부터 보상성 안구운동이 출현하였으며 시일이 경과해도 안구운동의 양상은 변화하지 않은 것으로 보아 경안구반사에 대하여 안구운동을 조절하는 보상성 神經路와 비보상성 神經路가 공존하는데 전정기능이 정상일 경우에는 전정기관이 보상성 안구운동에 대한 神經路를 억제함으로써 비보상성 안구운동이 출현하고 전정기능을 상실하면 보상성 작용이 비보상성 작용보다 우세하게 나타나서 전정기관을 절제한 직후부터 안구운동의 보상작용이 나타나리라 여겨진다. 그러나 Hikosaka와 Maeda(1973)는 경안구반사의 神經路에 대한 모델을 제시하였는데 이는 전정기능 상실에 의한 보상성 안구운동에 국한된 것이며 정상동물에서의 비보상성 안구운동은 설명할 수 없으므로 정상 상태와 전정기능상실 때 출현하는 경안구반사의 합리적인 神經路가 단일세포기록법(single cell recording)을 사용하여 더욱 추구되어야 할 것으로 사료된다. 그리고 양측 전정을 절제한 동물은 상당 기간 동안 일어설 수 없으며 두부의 위치를 바로



잡을 수도 없지만 보상성 안구운동은 전정기능 상실 직후 출현한 것으로 미루어 보아 경부고유수용체에 서 발생한 경안구반사는 자세의 조절작용에 있어서 안구운동의 조절작용이 기본적인임을 암시한 것이다.

結 論

자세의 조절에 관여하는 경부고유수용체의 역할을 추구하기 위하여 前庭機能이 정상인 家猫와 前庭器 管을 절제한 가묘에서 비마취상태로 암실에서 頭部 나 體部에 sinusoidal rotation으로 경부고유수용체를 자극하여 頸眼球反射를 유발시켰을 때 안구운동을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 정상가묘에서 上下축(vertical axis)을 중심으로 全身을 회전하였을 때 前庭眼球反射가 출현하였으며, 이때의 안구운동방향은 동물의 회전방향과 반대 방향으로 나타나는 보상성 안구운동이었다.

2) 정상가묘에서 頭部를 고정하고 體部를 동물의 長축(nose-tail axis)을 중심으로 회전시켜 유발된 頸眼球反射는 체부의 회전방향과 안구의 운동방향이 상호 반대로써 비보상성 안구운동이었다.

3) 양측 전정기관을 절제한 직후 체부를 고정하고 두부를 회전시켰을 때 두부의 회전방향과 안구운동 방향이 상호 반대로써 보상성 안구운동이었다.

4) 양측 전정기관을 切除한 후 長期間 관찰한 경 안구반사는 두부나 체부만을 회전시켰을 때 모두 보상성 안구운동이었다.

이상의 실험결과로 보아 경안구반사는 전정기능이 정상인 家猫에서는 그 生理的 義意를 고려할 수 없지만 양측 전정기능을 상실한 家猫에서는 안구운동의 조절 및 자세조절에 중요한 역할을 하리라고 추리할 수 있었다.

REFERENCES

Anderson S & Gernandt BE(1956). Cortical projection of vestibular nerve in cat. *Acta Oto-laryngol*(Stock Suppl) 116, 10-17

Aschan G & Bergstedt M(1955). Non vestibular nystagmus—a nystagmographic investigation. *Acta Soc Med Uppsal* 60, 1

Barlow D & Freedman W(1980). Cervico-ocular reflex in the normal adult. *Acta Otolaryngol* 89, 487-496

Baloh RW, Henn V & Jäger J(1982). Habituation of the human vestibulo-ocular reflex with low frequency harmonic acceleration. *Am J Otolaryngol* 3, 235-241

Baloh RW, Kimm J & Hassul M(1983). A comparison of the dynamics of the rabbit and human vestibulo-ocular reflex. *Exptl Neurol* 81, 245-256

Biamond A & De Jong JMBV(1969). On cervical nystagmus and related disorders. *Brain* 92, 437-458

Bronstein AM & Hood JD (1986). The cervico-ocular reflex in normal subjects and patients with absent vestibular function. *Brain Res* 373, 399-408

Chambers BR, Mai M & Barber HO(1985). Bilateral vestibular loss, oscillopsia, and the cervico-ocular reflex. *Otolaryngol Head and Neck Surgery* 93, 403-407

Cohen B(1974). The vestibulo-ocular reflex arc. In: Kornhuber HH(ed). *Handbook of Sensory Physiology*. Vol. 6. Springer, Berlin, pp447-540

Fredrickson J, Schwarz D & Kornhuber HH (1966). Convergence and interaction of vestibular and deep somatic afferents upon neurons in the vestibular nuclei in the cat. *Acta Oto-laryngol* (Stockh) 61, 168-188

Fuller JH(1980). The dynamic neck-eye reflex in mammals. *Exp Brain Res* 41, 29-35

Hikosaka O & Maeda M (1973). Cervical effects on abducens motoneurons and their interaction with vestibulo-ocular reflex. *Exp Brain Res* 18, 512-530

Ito M, Nishimaru N & Yamamoto M(1973). The neural pathways mediating reflex contraction of extraocular muscles during semicircular canal stimulation in rabbits. *Brain Res* 55, 183-188

Keller EL(1978). Gain of the vestibulo-ocular reflex in monkey at high rotational frequencies. *Vision Res* 18, 311-315

Kim JH(1977). Studies on the vestibular responses of the eyeballs and extraocular muscles. *Proc Int Union Physiol Sciences* 13, 385

Magnus R(1924). *Körperstellung*. Springer, Berlin

Mathog RH(1972). Testing of the vestibular system by sinusoidal angular acceleration. *Acta Otolaryngol* 74, 96-103

- McCouch GP, Deering ID & Ling TH (1951). Location of receptors for tonic neck reflexes. *J Neurophysiol* 14, 191-195
- Park BR & Park HA(1988). A study of the sinusoidal head rotator. *Chonnam Med J* 25, 1-6 (in Korean)
- Philipszoon AJ(1962). Compensatory eye movement and nystagmus provoked by stimulation of the vestibular organ and the cervical nerve roots. *Pract Oto-rhino-laryngol* 24, 193-202
- Robinson DA(1974). Ocular control signals. In Lennerstrand G and Bach-y-Rita P(ed), *Basic mechanisms of ocular motility and their clinical implications*. Pergamon Press, New York, pp337-374
- Simpson JI & Graf W(1985). The selection of reference frames by nature and its investigators. In: Berthoz A & Jones M(ed), *Adaptive mechanisms in gaze control*. Elsevier, New York, pp1-16
- Suzuki I, Park BR & Wilson VJ(1986). Directional sensitivity of, and neck afferent input to, cervical and lumbar interneurons modulated by neck rotation. *Brain Res* 367, 356-359
- Takemori S & Suzuki J(1969). Influences of neck torsion on otolithogenic eye deviations in the rabbit. *Ann Otol(St Louis)* 78, 640-647
- Wilson VJ(1975). The labyrinth, the brain, and posture. *Am Sci* 63, 325-332
- Wilson VJ, Schor RH, Suzuki I & Park BR(1986). Spatial organization of neck and vestibular reflexes acting on the forelimbs of the decerebrate cat. *J Neurophysiol* 55, 514-526