臨床耳鼻 : 第5卷 · 第1號 · 1994
Clin. Otol. pp 38~46
Vol. 5, No. 1, 1994

가토의 체위성 안구운동에 미치는 알코홀의 중추 및 말초효과

원광대학교 의과대학 이비인후과학교실 · 생리학교실*
왕원기 · 하선재 · 소병수 · 장철호 · 이정헌 · 박병림*

= Abstract =

Central and Peripheral Effects of Alcohol on the Positional Eye Movement in Rabbits

Won Ki Wang, M.D., Sun Jae Ha, M.D., Byung Soo Soh, M.D.,
Chul Ho Jang, M.D., Jung Hun Lee, M.D., Byung Rim Park, M.D*
Department of Otolaryngology · Physiology, College of Medcine,*
Wonkwang University

The role of the central nervous system on generation of positional alcohol nystagmus was evaluated in unanesthetized rabbits with intravenous alcohol injection of 1~2g/kg, body weight. The body position was changed by rolling, pitching, yawing, and eye movements were measured by means of a standard electronystagmography. Also the effect of intraventricular alcohol injection of 0.2g on eye movement was observed.

The results were obtained as follows :

1) By rolling of the whole body, the direction of eye movement corresponded to the direction of horizontal rectus muscles, and fast phase of nystagmus showed the direction of side down position. Also, eye movement appeared when the body position was returned to neutral from unilateral side down position.

2) Vertical eye movements were induced by pitching, which movements of both eyes were in the opposite direction each other.

3) Eye movements induced by yawing were decreased significantly compared with the control group($p<0.01$).

4) Spontaneous nystagmus and head deviation were occurred by unilaterally ventricular injection of alcohol, and those responses were similar to the effect in contralateral side of alcohol injection.

These results indicate that the direction of positional alcohol nystagmus in rabbits with monoocular vision is not related to the gravitational direction but consistents to the vestibuloocular reflex. And the central nervous system as well as the vestibular system takes part in the generation of positional alcohol nystagmus.

KEY WORDS : Vestibuloocular reflex · Positional alcohol nystagmus.

서 론

알코홀 중독증상의 하나로 1842년 Fluorens는 안진을 소개하였으며, Barany[11]는 알코홀에 의한 안진은 두부(head)의 위치에 의존하여 출현한다고 하였다. 알코홀에 의한 안진은 개체가 체위의 변동때 물체를 망막에 일정하게 고정시킴으로써 자세의 조절에 중요한 역할을 갖는 전정안반[2,14,19]의 상실을 초래하여 운전사, 항해사 및 조종사 등의 음주후 사고발생과 관련되기 때문에 중요한 문제점으로 취급되고 있다. Odkvist는 음주후 24시간까지 체위의 변동에 의한 안진(positional alcohol nystagmus : PAN)이 출현할 수 있기 때문에 조종사들의 안전을 위해서는 음주 24시간이후 부터 운항해야한다고 하였다[17].

알코홀 투여후 체위변동에 의한 안진은 말초전정기관에서 내임파액과의 비중차이에 의하여 발생한다는 것처럼 여겨지고 있다[7,14,15,17].

그러나 알코홀에 의한 안진이 말초전정기관에서 내임파액과 비중의 차이에 의하여 중력의 방향에 일치하여 발생한다[15,18]는 것에는 다소의 의문점을 내포하고 있다. 즉 안구의 위치가 양안시성 동물과 같이 단안시성 동물에서도 하방을 향하는 안구운동이 발생하는지와, 회전자극에 의한 안구운동이 전정반규관 섬모세포들의 각가속 자극에 일치하여 발생하는지, 좌우축을 중심으로 전후회전자극(pitching)을 가했을 때 수직안구운동이 출현하는지 여부와, 그리고 전정기관 상부의 중추신경계와의 관련여부를 확인하기 위하여 단안시성 동물인 가토를 대상으로 알코홀 투여후, 전후축을 중심으로 좌우회전자극(rolling), 좌우축을 중심으로 전후회전자극, 상하축을 중심으로 좌우회전자극(yawing)을 가했을 때 출현하는 안구운동을 관찰하였다.

실 험 방 법

실험동물 : 건강하고 성숙한 2kg의 가토 21두를 암수의 구별없이 사용하였다. 특히 전정기능이 정상인 동물을 사용하기 위하여 회전자극에 의한 전정안반사가 정상인 동물만을 선택하여 마취를 하지않고 실험하였다.

알코홀 및 lidocaine의 투여 : 알코홀의 정맥내 투여는 체중 kg당 ethyl alcohol(99.7%) 1~2㎖를 생리식염수로 3배 희석한 후 이개정맥을 통하여 서서히 주입하였다. 또한 측뇌실내의 투여를 위해서는 ethyl alcohol 0.2㎖과 2% lidocaine 0.2㎖를 측뇌실 내에 삽입한 cannula를 통하여 주입하였으며, 실험후 이 cannula를 통하여 색소를 주입한 후 측뇌실을 절개하여 약물의 측뇌실내 주입여부를 확인하였다.

회전자극 : 동물을 고정대 위에 복와위로 사지를 고정하였으며, 복부의 유동을 방지하기 위하여 신축성 있는 복대로 복부를 고정대에 고정하고, 이 고정대를 본 연구실에서 제작한 정현파회전자극기(sinusoidal rotator)[4]에 연결하였다. 또한 동물의 체위를 변동시킬 목적으로 전후축을 중심으로 좌우측으로 80~90° 회전(rolling)시킴으로써 각각 좌측하위(left side down : LSD), 우측하위(right side down : RSD)로 하였으며, 또한 좌측하위로 부터 정중위(neutral position from left side down : NFL)와 우측하위로 부터 정중위(neutral position from right side down : NFR)로 체위를 변동시켰다. 그리고 동물의 좌우축을 중심으로 상하방으로 80~90° 회전(pitching)시킴으로써 각각 두부상위(head up : HU)와 두부하위(head down : HD)로 변동시켰다. 동물의 수직축을 중심으로 전신을 좌측과 우측방향으로 0.1, 0.2, 0.5Hz의 회전자극을 가하여 전정기관을 자극하였다. 이러한 회전자극시 동물의 위치는 회전자극기에 부착된 전위차계(potentiometer)를 통하여 polygraph(Sensormedics, R511A) 상에 기록하였다.

안구운동의 기록 및 분석 : 안구의 각막과 망막간에 존재하는 전위차를 이용하여 polygraph 상에 기록하였다[10]. 수평안구운동을 기록하기 위해서 백금침전극을 사용하여 탐색전극은 우측 안외각췌피(lateral epicanthus) 부위에, 무관전극은 좌측 안외각췌피 부위에 삽입하였으며, 수직안구운동의 기록은 양측 안구에

서 상안검의 중앙부위에 탐색전극을, 하안검의 중앙부위에 무관전극을 삽입하여 양안구의 수직운동을 기록하였다. 안구운동은 DC amplifier(Sensormedics)를 이용하여 회전자극의 위치와 동시에 기록하였으며, 모든 실험은 암실에서 실시하였다. 안구운동의 분석은 안구운동의 속도와 안진의 출현빈도를 대상으로 계산하였으며, 이때 안구운동의 속도는 polygraph 상에 기록된 전위(mV)를 대상으로 하였으며 통계처리는 Student's t-test를 이용하였다.

실 험 성 적

1. 알코홀 투여후 전후축을 중심으로 좌우 회전한 체위변동(Rolling)때의 안구운동

정상 동물을 복와위로 고정한 상태에서 전신에 좌우회전자극을 가하거나 전후회전자극을 가하였을 때 회전자극에 대한 순간적 안구운동이 출현하였으나 안진을 유발하지는 않았다. 알코홀을 이개정맥에 투여후 체위를 변동하지 않고 정중위로 고정하면 안구운동은 출현하지 않았으나, 체위를 변동하면 투여직후부터 초기에는 빠른 안진이 출현하였으며 시간이 경과함에 따라 점차 느린 안진이 지속되었고, 이러한 체위변동에 의한 안진은 알코홀 투여후 1~2시간까지 출현하였다. 이때 안진의 방향은 체위의 변동방향과 밀접한 관계를 보였다. 즉 좌우회전자극때 처음에 완서상으로 부터 시작하는 안진이 출현하였으며, 좌측으로 회전하면 안진은 좌측 안외각췌피 부위를 향하였고, 우측으로 회전하면 좌측회전때와 정반대 방향의 안구운동이 출현하였다(Fig. 1-a, b). 체위를 좌측하위로부터 정중위로 복귀시키면 안진은 우측을 향함으로써 우측하위때의 안진방향과 동일하였고, 우측하위로 부터 정중위로 복귀시키면 좌측하위때의 안진방향과 동일하였다(Fig. 1-c, d). 체위를 일측하위로 변동시켰을 때 출현한 안진은 짧게는 수초에서부터 길게는 10분 이상 지속되는 경우도 있었으며, 일측하

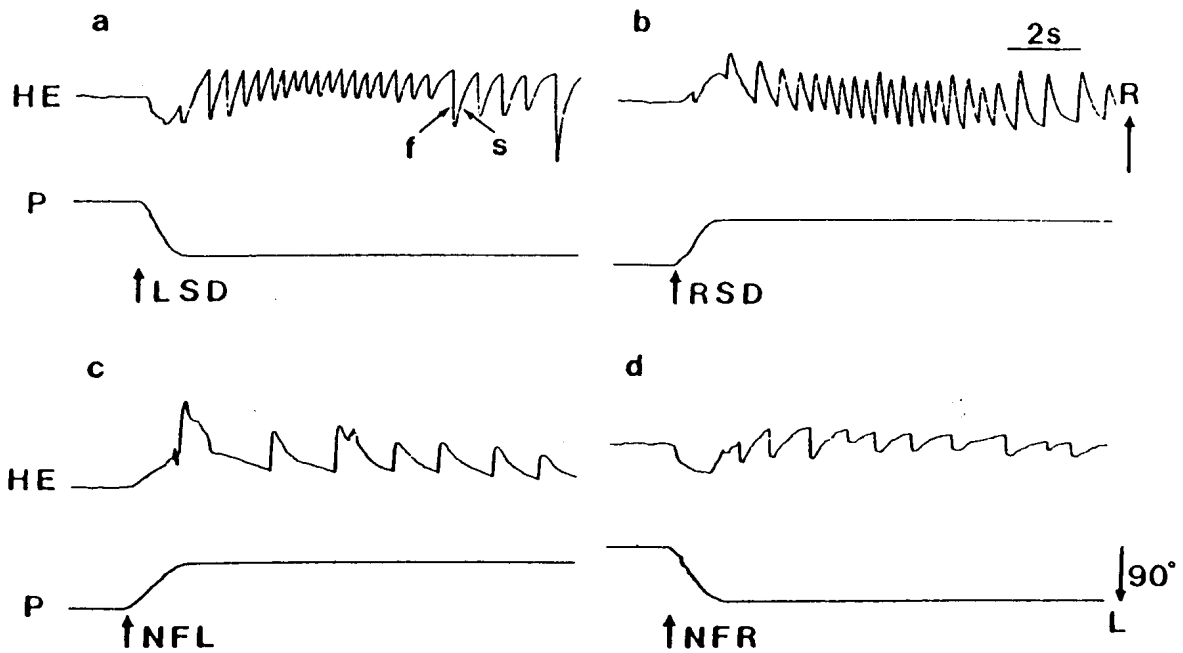

Fig. 1. Eye movement induced by rolling at 5 min after intravenous injection of alcohol (1.5g/kg, BW). Direction of nystagmus is changed according to position of the body. HE, horizontal eye movement ; P, positional change of the whole body ; F & S, fast and slow component of nystagmus, respectively ; LSD, left side down ; RSD, right side down ; NFL, neutral position from left side down ; NFR, neutral position from right side down ; R, rightward movement ; L, leftward movement.

위로부터 정중위로 복귀시켰을때 출현한 안진은 일측하위때의 안진에 비하여 약했으며 1분 이내에 소실되었다.

2. 알코홀 투여후 좌우축을 중심으로 전후 회전한 체위변동(Pitching)때의 안구운동

알코홀 투여후 동물을 전후회전하였을때는 21례중 15례에서 안구운동이 출현하지 않았으나 5례에서 안구운동을 관찰할 수 있었으며 체위변동에 의한 안진의 지속시간도 30초이내에 소실되었다. 이때의 안구운동은 수평안구운동과 수직안구운동에서 동시에 기록되었으며, 두부상위에 의하여 수평안진은 우측을 향하였고 수직안진은 우측안구가 하방을, 좌측 안구가 상방을 향하였고 수직안구운동이 수평안구운동보다 강하게 출현하였다. 그리고 두부하위로 체위를 변동하면 두부상위에 의한 안진의 방향과는 정반대 방향으로 안진이 출현하였다(Fig. 2).

3. 알코홀 투여후 상하축을 중심으로 좌우 회전한 체위변동(Yawing)때의 안구운동

좌우회전하였을때 유발되는 전정안구반사에 대한 알코홀의 효과를 관찰하기 위하여 알코홀을 이개정맥내에 주입한 후 0.1, 0.2, 0.5Hz의 회전자극을 가하였다. 알코홀 투여전에는 언제나 안진이 출현하였는데, 이때 안진은 회전자극의 방향을 향하였으며, 회전자극의 속도가 빨라지면 안구운동의 속도가 빨라졌다. 또한 회전자극을 0.1Hz에서 0.5Hz로 증가시킴에 따라 안구운동의 속도가 증가되었다. 알코홀을 투여한 후 회전자극을 가하면 알코홀 투여전과 동일한 양상의 수평안구운동이 출현하였으나 안진의 출현빈도 및 속도가 감소되었다. 이러한 감소현상 중에서 안진의 출현빈도는 0.1Hz의 회전자극에서 유의한 억제효과를 보였으며 ($p<0.01$), 안구운동의 속도는 0.1, 0.2, 0.5Hz의 회전자극에서 모두 알코홀 투여전의 50% 이하로 감소되었다(Fig. 3, 4).

4. 알코홀의 측뇌실내 투여에 의한 안구운동

안구운동계에 미치는 알코홀의 중추효과를 추구하기 위하여 7례에 0.2㎖의 알코홀을 측뇌실내에 투여하였을때의 안구운동을 관찰하였다. 측뇌실내에 알코홀을 투여하니 체위의 변동이 없는 상태에서 자발안진이 출현하였으며, 안진의 방향은 알코홀을 투여한 측뇌실의 방향과 관련이 있어 우측 측뇌실에 투여하면 안

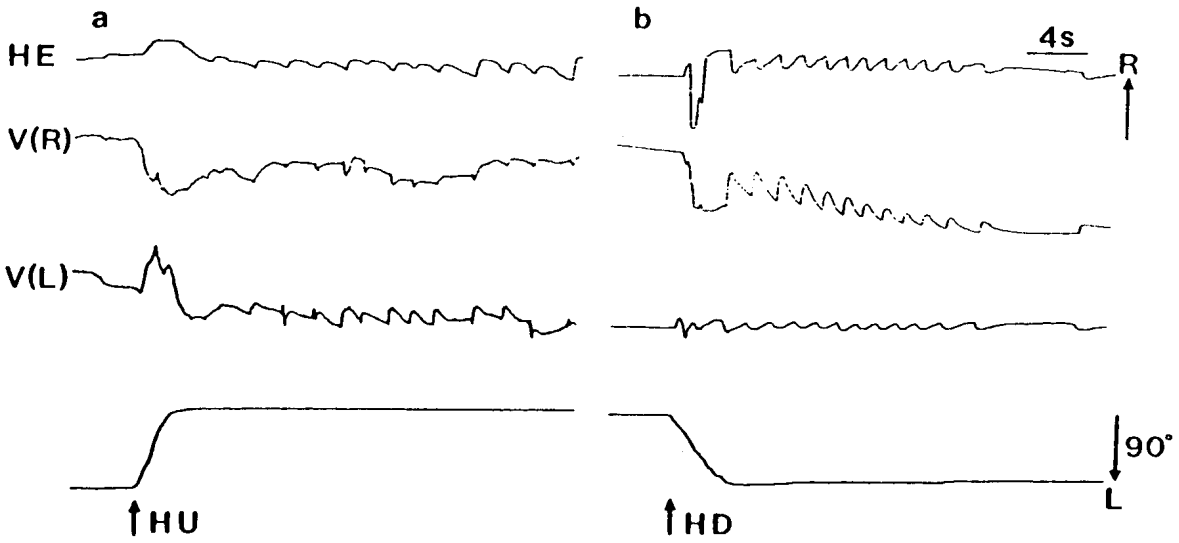

Fig. 2. Eye movement induced by pitching at 10 min after intravenous injection of alcohol(1.5g/kg, BW). V(R), vertical eye movement of right eye ; V(L), vertical eye movement of lefteye ; HU, head up ; HD, head down ; other notations as in Fig. 1.

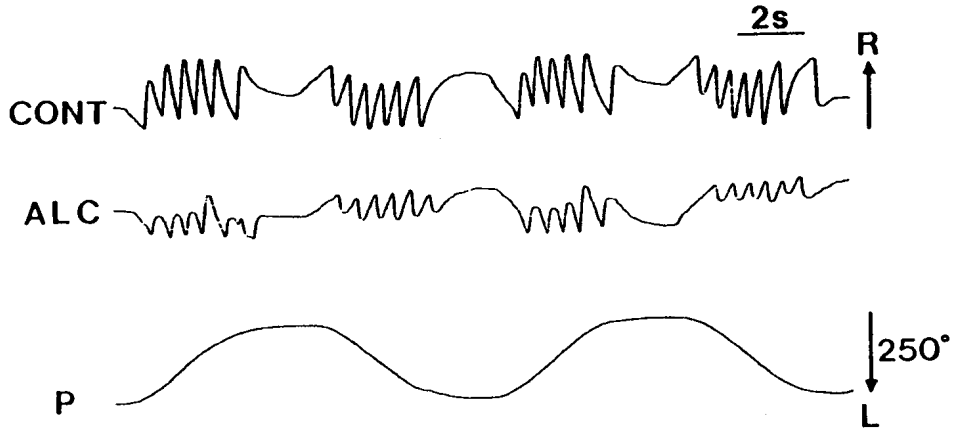

Fig. 3. Eye movement induced by yawing at frequency of 0.1Hz after 5 min of intravenous injection of alcohol (2.0g/kg, BW). Eye movement is suppressed after alcohol treatment. CONT, before alcohol treatment ; ALC, after alcohol treatment ; other notations as in the previous figures.

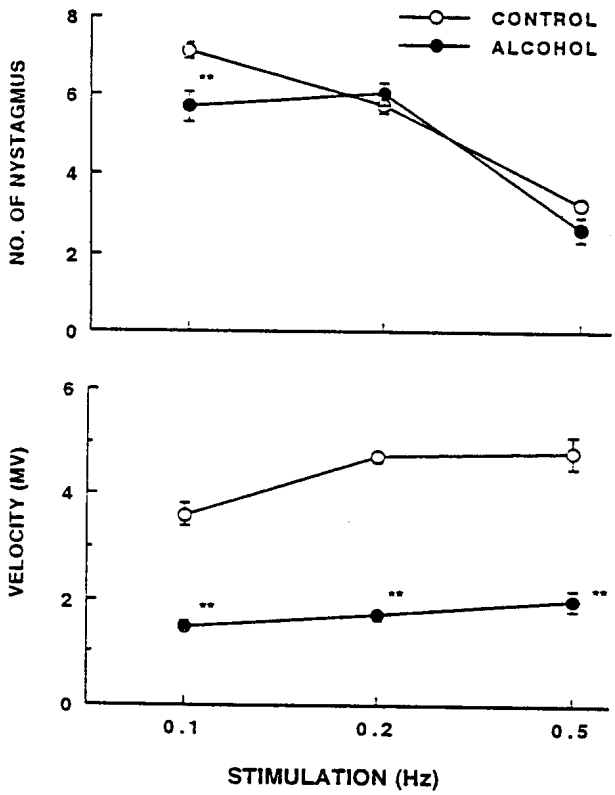

Fig. 4. Effect of alcohol on the eye movement induced by yawing at frequencies of 0.1, 0.2, 0.5Hz. CONTROL, normal rabbit ; ALCOHOL, rabbit with alcohol treatment. Velocity of eye movement was calculated by MV. *p Denotes a significant difference between CONTROL and ALCOHOL(**P<0.01).

진은 우측방향, 좌측 측뇌실에 투여하면 좌측 방향으로 출현하였다. 이러한 자발안진은 알코홀 투여후 약 20~30분 정도까지 지속되었으며, 이때 약한 두부진동이 병행되었고 자발안진이 소실된 이후에도 두부의 위치는 알코홀 투여측과 반대측으로 굴전되는 자세의 부조화가 1~2일 정도 지속되었다.

알코홀의 측뇌실내 투여후 전신을 전후축을 중심으로 좌우회전자극을 시켰을때에도 안진은 지속되었으며, 이때 알코홀을 투여한 측뇌실 방향으로의 회전에 의하여 안구운동이 증가되었으며, 반대측으로의 회전에 의하여 안구운동이 소실되었다. 그리고 동물을 정현파 회전자극기상에서 상하축을 중심으로 좌우회전자극을 시켰을 때는 알코홀을 투여한 측뇌실 방향의 회전에 의하여 안구운동은 증가되었고, 반대측으로의 회전에 의해서는 현저하게 감소됨으로써($p<0.01$) 양측 평형기능의 부조화를 보였다(Fig. 5, 6).

고 안

알코홀은 혈중농도가 30~50㎎% 에 이르면 신경계의 반사시간이 증가하고 자세의 조절에 관여되는 감각 및 운동계의 조화능력이 감소

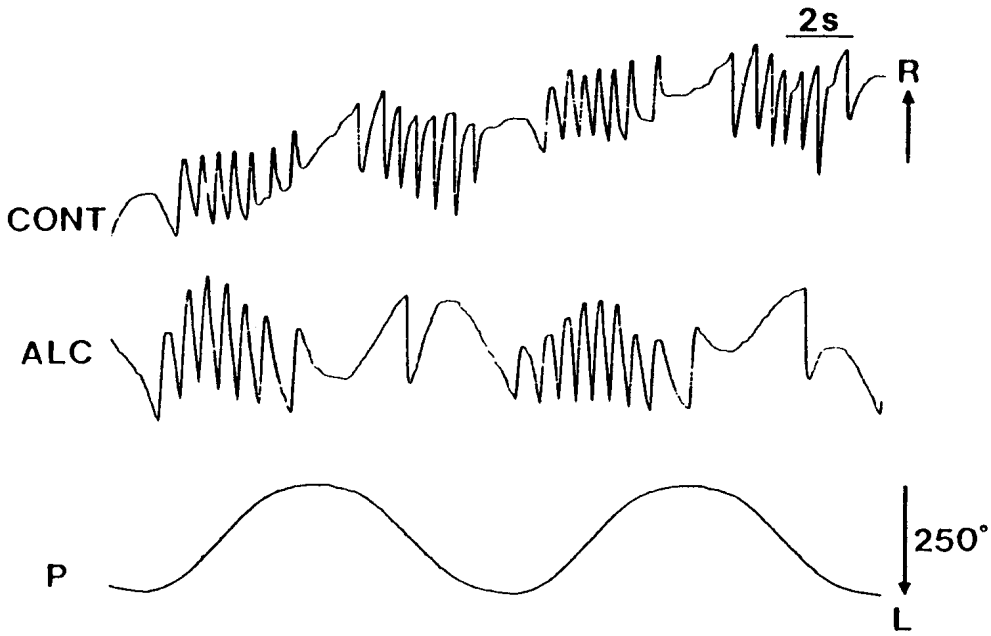

Fig. 5. Effect of intraventricular alcohol injection on eye movement. CONT, before alcohol treatment ; ALC, right intraventricular injection of alcohol(0.2g) ; other notations as in the previous figures.

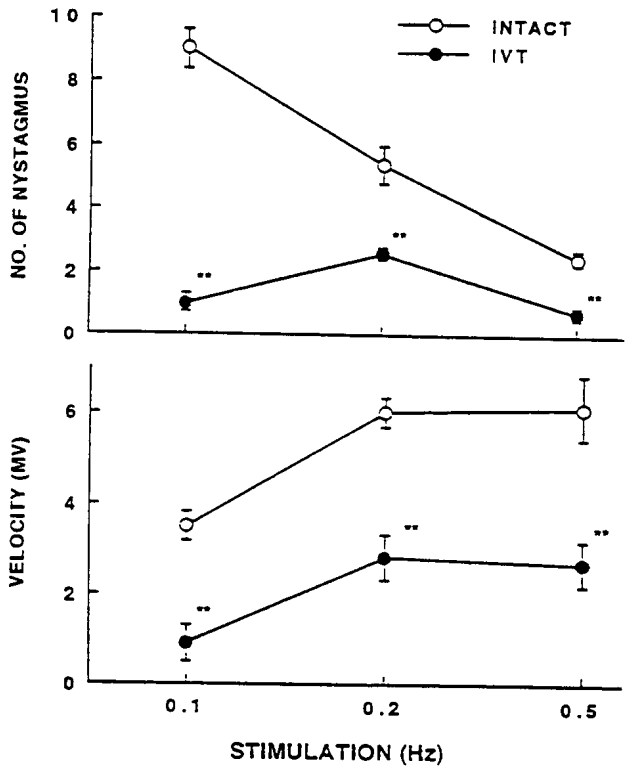

Fig. 6. Responses of eye movement induced by yawing in rabbits with unilaterally intraventricular injection of alcohol. INTACT, rotation towards the intact ventricle ; IVT, rotation towards the alcohol injected ventricle ; other notations as in Fig. 4.

되며, 급성 알코홀중독(200~300mg%)에 이르면 심한 신경계의 기능감소를 초래한다고 알려져 있다[13].

알코홀 투여후 체위변동에 의한 안진의 발생기전에 대해서 Money 등[15]은 알코홀의 비중설을 주장하였다. 즉 알코홀은 내이 전정기관의 내임파액보다 비중이 낮기 때문에 내임파액의 상층부에 존재하여 체위변동 때 내이의 섬모운동을 초래하여 안구운동을 유발하며, 이때의 안구운동은 안진으로 출현하고, 언제나 중력방향으로 출현함으로써 전정기관이 체위변화에 의한 안구운동에 관여한다고 하였다. 그리고 Suzuki[18]는 알코홀에 의해서 회전안구운동과 수평안구운동이 발생하며, 전정반규관계에 의해서 중력방향으로 안진을 초래한다고 하였다. 사람과 염소등에서는 알코홀 투여후 중력의 방향에 일치하여 출현하는 제1기 안진과 항중력 방향으로 출현하는 제2기 안진이 있으며 이들 모두 내임파액과 알코홀의 비중관계로 설명하고 있다[15,16,18]. 또한 내임파액보다 비중이 큰 중수(D_2O)를 투여하면 안진의 방향이 알코홀에 의한 방향과 반대로 출현함이 보고되었다[8,15].

정상인이나 정상동물에서는 체위의 변동에 의하여 안진이 유발되지 않지만 눈을 감은 상태에서는 체위의 변동에 의하여 순간적으로 안구운동이 출현한다고 한다[12]. 그러나 알코홀을 섭취한 후에 가토의 전후축을 중심으로 좌우측으로 회전하면 일정한 양상의 안구운동이 출현하였다. 즉, 체위를 좌측하위로 회전하면 좌측 안외각췌피부위를 향하는 안진이 출현하였고, 우측하위에서는 안진은 우측 안외각췌피부위를 향하였다. 이와같은 안구운동의 방향은 좌우측의 회전자극에 의해서 안구가 외안수평직근의 방향으로 회전함으로써 좌측하위에서 안진은 좌측 안구에서 상후방을, 우측안구는 하전방을 향하였으며, 우측하위에 의해서는 좌측안구가 하전방을, 우측안구는 상후방을 향하였다. 그러나 안구가 안면부의 전방에 위치한 사람이나 고양이와 같은 양안시성동물에서의 안구운동은 가토와 같은 단안시성동물과는 차이를 갖는다. 즉, 사람과 고양이가 일측하위로 체위를 변동하면 수평직근이 수평면에 수직상태로 놓이게 되어 이때의 안구운동은 수평직근의 방향에 일치하여 상방이나 하방을 향하기 때문에 중력의 방향과 일치하게 되어 알코홀에 의한 체위성 안진은 Money 등[15]의 중력설에 일치된다. 그러나 단안시성 동물인 가토는 해부학적 구조상 수평직근이 일측하위의 체위에서 수직상태를 이룰 수 없기 때문에 알코홀에 의한 체위성 안진이 엄격하게 표현해서 중력의 방향에 일치한다고 할 수 없다. 가토의 좌우축을 중심으로 전후방으로 회전하였을 때 소수의 실험예에서만 안구운동이 출현하였으며, 두부상위때 보다도 두부하위의 위치에서 안구운동이 쉽게 출현하였다. 이때 안구의 수평운동과 양측 안구의 수직운동을 동시에 기록하면, 우측과 좌측안구에서의 수직운동은 언제나 반대방향이었으며, 좌측안구의 수직운동 곡선은 수평안구운동곡선과 일치하였다. 이러한 반응은 외안근과 전정반규관과의 기능적관계를 규명한 김 등[2]의 성적에 일치한다. 즉, 일측 전정반규관은 동측 상직근, 상사근 및 내직근과 반대측 하직근, 하사근 및 외직근을 흥분시킴으로써 좌측의 외직근은 하직근 및 하사근과 동일하게 반응하기 때문에 수평안구운동은 좌측안구의 수직운동과는 동일한 양상을 보이지만 우측안구의 수직운동과는 반대양상을 보인다. 이와같이 두부상위나 두부하위에서 양측안구가 동일한 방향으로 회전하지 않음은 Money 등[15]의 중력설과는 다소 차이가 있으며, 전정반규관의 작용과 밀접한 관계를 갖는다는 김 등[1], 오[6]의 성적과는 일치하였다. 체위의 변동에 의한 안구운동이 경부의 고유수용체와의 관련성을 배제하기 위하여 전신을 회전시키는 대신에 몸통은 고정하고 두부를 회전시켜 경부를 자극하였을 때 전신회전 때와 동일한 안구운동이 출현함으로써[3] 체위변동에 의한 안진은 신체에 존재하는 고유수용체보다는 전정기관의 작용에 의한 것으로 사료된다.

알코홀의 비중은 0.8로써 내임프액의 비중 1.002보다 낮기 때문에 체위의 변동시 내임프액의 유동에 의하여 안진이 오랜동안 출현하는 것은 알코홀과 내임프액의 비중관계로 설명할 수 있다[6,8,18]. 그러나 알코홀투여후 체위의 변동에 의한 안구운동이 일측하위로 체위가 고정된 상태에서 10분이상 지속적으로 출현하는 것은 단순하게 전정기관내에서 알코홀과 내임프액의 비중관계로만 설명할 수는 없다. 전정기관의 흥분이나 억제는 내임프액의 유동에 의한 섬모들의 운동에 의하여 나타나며, 이들 섬모는 가속도가 주어지지 않으면 25초 이내에 원위치로 회복되어 전정기관의 자극효과는 없어진다[9]. 따라서 체위변동으로 10분이상 안진이 지속적으로 출현할 수 있는 것은 전정기관 이외의 상위 중추부위의 역할을 고려할 수 있다. 그러나 체위를 일측하위로 부터 원위치로 회복시켰을 때에는 일측하위 때와 반대 방향의 안구운동이 출현하였으며 이는 일측하위로 체위를 변동시킬 때와 반대방향으로 내임프액의 유동이 발생하기 때문으로 여겨진다. 전정안반사에 미치는 알코홀의 영향을 추구하기 위해서 전정안반사를 양적으로 측정할 수 있는 회전자극법을 이용하였다. 즉, 정현파 회전자극기를 이용하여 가토의 상하축을 중심으로 좌우측으로 0.1, 0.2, 0.5Hz의 빈도로 자극하였을 때 알코홀 투여에 의하여 안구운동이 현저하게

억제되었다. 이는 알코홀이 전정안반사로에 직접적으로 작용한다기 보다는 전정안반사로에 영향을 줄 수 있는 소뇌, 대뇌, 뇌간 등의 억제에 의한 간접작용으로 추리할 수 있다. 즉 정맥내 투여에 의해서는 반사기능에 어떠한 영향도 미칠 수 없는 소량의 알코홀인 0.2㎖를 일측 측뇌실내에 투여하였을 때 투여직후부터 자발 안진이 출현하였으며 20~30분 정도 지속되었다. 이때 안진의 급속상이 알코홀 투여측을 향하였으며 또한 두위가 알코홀 투여측과 반대측으로 굴전되어 1~2일 동안 두위의 불안정을 초래하였다. 이러한 현상은 알코홀 투여측과 반대측의 전정기관을 파괴했을 때와 동일한 증상을 초래하였으나[5,7] 그 정도는 미약하였다. 측뇌실내 알코홀투여에 의한 증상이 알코홀 투여시 대뇌를 통하여 미세관을 삽입하는 과정에서 뇌조직의 손상에 의하여 초래될 수 있는지 또는 측뇌실 주위를 억제시키면 어떠한 증상이 나타날 것인지 확인하기 위하여 측뇌실내에 0.2㎖의 lidocaine을 주입하였을 때는 전정안구반사에 어떠한 영향을 초래하지 않았다. 따라서 알코홀은 중추신경계의 어느 부위인지는 확실치 않으나 영향을 미쳐서 자세의 부조화를 초래하며, 알코홀에 의한 체위성 안진은 알코홀이 말초전정기관에 작용할 뿐만 아니라 중추신경계에도 작용하는 것으로 보인다.

결 론

단안시성 동물인 가토를 대상으로 알코홀에 의한 체위성안진의 유발에 있어서 중추신경계의 역할을 추구하기 위하여 무마취 가토에서 알코홀(1~2g/kg, BW)을 이개정맥내에 투여한 후 가토의 전후축을 중심으로 전신을 좌우회전, 좌우축을 중심으로 전후회전, 상하축을 중심으로 좌우회전 자극을 가하였을 때 나타나는 안구운동을 표준안진기록법을 이용하여 기록하였으며, 또한 일측 측뇌실내에 소량의 알코홀(0.2㎖)을 투여한 후 나타나는 안구운동을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 전후축을 중심으로 좌우회전자극에 의한 안구운동은 수평직근의 방향으로 출현하였으며, 안진의 급속상은 일측하위의 방향에 일치하였다. 또한 일측하위로 부터 원위치로 회복하였을때에도 안구운동이 출현하였다.

2) 좌우축을 중심으로 전후회전자극에 의해서는 수직안구운동이 출현하였으며, 우측안구와 좌측안구는 상호 반대방향으로 회전하였다.

3) 상하축을 중심으로 좌우회전자극에 의한 안구운동은 정상가토에서의 전정안반사에 비하여 유의하게 감소되었다($p<0.01$).

4) 알코홀의 일측 측뇌실내 투여는 자발안진 및 두위굴절을 초래하여 반대측 전정기관의 파괴효과와 일치하였다.

이상의 실험결과를 종합하면 단안시성 동물인 가토에서 알코홀에 의한 체위성안진의 방향은 중력의 방향과 일치한다기 보다는 전정안반사에 일치하였으며, 이러한 체위성 안진에는 전정기관뿐 아니라 중추신경계가 관여할 것으로 사료되었다.

References

1) 김재협 · 박병림 · 김성남 : 알코올에 의한 체위성 안진에 관한 실험적 연구. 전남의대잡지 16 : 99~111, 1979

2) 김재협 · 박병림 · 박철순 : 가토 및 가묘에 있어서 전정반규관과 외안근의 상관성에 관한 연구. 대한생리학회지 21 : 91~107, 1987

3) 박병림 · 박철순 : 양측 전정절제 가묘의 경안구반사. 대한생리학회지 22 : 79~88, 1988

4) 박병림 · 박해암 : Sinusoidal head rotator에 관한 연구. 전남의대잡지 25 : 25~31, 1988

5) 안기현 · 강학준 · 장철호 등 : 가토의 일측 전정기관 절제후 전정기능 회복에 관한 연구. 한이인지 34 : 929~935, 1991

6) 오정두 : 가토에서 알코올에 의한 체위성

안진의 특성과 methyl scopolamine의 영향. 원광의과학 8 : 81~91, 1992
7) 이재성 : 일측 전정기관 절제 가토에서 전정안구반사의 회복에 미치는 경부의 역활. 원광대학교 대학원 박사학위논문, 1991
8) 정광식 · 이종원 · 김재협 : 가묘와 가토에서 알코올 및 중수에 의한 체위성 안진. 전남의대잡지 26 : 17~26, 1989
9) Adrian ED : Discharges from vestibular receptors in the cat. J Physiol(London) 101 : 389~407, 1943
10) Aschan G, Bergstedt M : Non-vestibular nystagmus–a nystagmographic investigation. Acta Soc Med Uppsal 60 : 1~9, 1955
11) Barany R : Experimentelle Alkoholintoxication. Monatsschr Ohrenheilkd Laryngorhinol 45 : 959~965, 1911
12) Barber HO, Wright G : Positional nystagmus in normals. Adv Otorhinolaryngol 19 : 276~281, 1973
13) Bowman WC, Rand MJ : Textbook of pharmacology, 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 8, 13~14, 1980
14) Cohen B, Suzuki J, Bender MB : Eye movement from semicircular canal nerve stimulation in the cat. Ann Otol Rhinol Laryngol 73 : 153~169, 1964
15) Money KE, Myles WS, Hoffert BM : The mechanism of positional alcohol nystagmus. Can J Otolaryngol 3 : 302~313, 1974
16) Nito Y, Johnson WH, Ireland PE : Positional alcohol nystagmus in the cat. Ann Otol(St. Louis) 77 : 111~120, 1966
17) Odkvist LM : The effect of gravity on positional alcohol nystagmus phase II in man, Acta Otolaryngol 80 : 214~219, 1975
18) Suzuki JI : Vestibulo-oculomotor relations : Static responses. Prog Brain Res 37 : 507~514, 1972
19) Suzuki JI, Cohen B : Head, eye, body and limb movements from semicircular canal nerves. Exp Neurol 10 : 383~405, 1964