

## 닭의 Monocular Optokinetic Nystagmus에서 GABA Antagonist 효과

김 명 순

루이파스퇴르 대학 신경생리학 및 행동생물학과

GABA antagonist (picrotoxin와 bicuculline)를 닭의 열린 눈과 닫힌 눈에 차례로 주입한 후 monocular head와 eye optokinetic nystagmus (OKN)을 관찰하고 코일 기록에 의해서 연구하였다. 주입전 이 visuomotor reflex를 일으키는데 있어서 닭은 N-T 자극에 대해서 보다 T-N 자극에 대해서 더욱 효과적인 OKN을 나타냈다. 열린눈에 주입한 GABA antagonist는 head와 eye OKN의 감소 또는 소멸을 일으키며, GABA antagonist를 닫힌 눈속에 주입했을 때는 head와 eye OKN은 증가 되었다. 이와 같이 GABA antagonist는 monocular OKN의 N-T 성분을 억제하는데 GABAergic 메카니즘이 관련되고 있다는 것을 지시함으로써 head와 eye OKN의 방향적 불균형성을 제거하였다.

**KEY WORDS:** Optokinetic nystagmus, Eye and head movement, Directional asymmetry, GABA, Chicken.

Optokinetic nystagmus (OKN)는 동물 또는 시 환경(視環境)이 움직이는 동안 망막에 상이 안정 되게 뻗히도록 하는 시운동 반사(visuomotor reflex)이다. 이 현상은 모든 척추동물에 존재하며, 자극의 방향에서 하나의 느린 단계와 반대 방향에서 하나의 빠른 단계로 이루어 진다.

이 반사 운동의 특징 중의 하나가 horizontal monocular OKN의 방향적 선택성이다. Temporo-nasal (T-N) 방향의 자극이 Naso-Temporal (N-T) 방향의 자극보다 항상 더욱 효과적으로, monocular 시각에서 head와 eye OKN은 방향적인 불균형성을 나타낸다. 하등 척추동물의 연구에서 monocular OKN의 이러한 특성이 보고되고 있다. Monocular OKN의 방향적인 불균형성은 fovea의 부재(Tauber and Afkin, 1968), 시신경의 완전교차(Fukuda, 1959), 눈의 側位(Gioanni *et al.*, 1984) 또는 cortical의 발달 단계 등과 관련이 있는 것으로 사료된다. 그러나 이 가설들 중 어느것도 모든 척추동물의 OKN의 방향적 균형성의 유무를 완전하게 설명해 주는 것은 없다.

Bonaventure 등(1983)은 monocular 시각에서, 한쪽 눈속에 주입한 GABA antagonist가 head OKN의 소멸을 일으킨다는 것을 입증하였다. 즉

GABA antagonist를 봉합한 눈속에 주입하였을 때는 주입되지 않은 눈에 의해서 유발된 head OKN의 N-T 성분의 출현을 일으킴으로써 monocular head OKN의 방향적 불균형성(directional asymmetry)이 사라짐을 관찰하였다. 이러한 효과는 OKN을 지배하고 있는 중심구조(central structure)인 prepectum과 basal optic root의 nucleus에 대한 GABA antagonist의 작용에 의해서 발생되고 있다고 설명할 수 있다. (Montgomery *et al.*, 1982; Lazar *et al.*, 1983).

본 연구의 목적은 첫째, GABA antagonist 주입 전후의 head OKN을 관찰하고 코일 기록에 의해서 eye OKN의 양적인 매개변수 즉 개인과, OKN 발생빈도의 변화를 조사하고, 둘째는 GABAergic 메카니즘이 monocular head와 eye OKN의 방향적 불균형성에 관련되어 있는 지를 알고자 하는 것이다.

### 재료 및 방법

닭(Leghorn)의 monocular horizontal head OKN을 관찰하고, GABA antagonist (picrotoxin,

bicuculline)의 주입 직후에 코일 테크닉에 의하여 eye OKN을 기록하였다.

## 자극

Head OKN을 관찰하기 위해서, 간접 조명등(직류)을 벽에 설치하여 간접적인 조명효과를 얻고, 백열 전구에 동일한 크기의 둥근 구멍을 많이 가지고 있는 검정색 카바를 씌워 작은 둥근 구멍을 통해서 빛이 새어 나오도록 한 후, 직접 조명은 동물의 눈에서 수직의 빛 방향으로 25cm 떨어진 곳에 설치하여 동물의 눈을 자극하였다. 이때 동물은 내부가 흰색인 고정된 optokinetic 실린더(직경 550 mm, 높이 540 mm)의 중앙에 누웠다. 직접 조명은 전자 조절 시스템에 의해서  $4^\circ/s$ 에서  $800^\circ/s$  사이에서 규칙적인 속도로 시계 방향과 반시계 방향으로 회전할 수 있게 하였다. 실내의 조명도는 닭의 눈 높이에서 750 lux가 되도록 일정하게 유지하였다.

Eye OKN을 기록하기 위해서, 내부 표면이 검정과 흰색의 수직 막대(폭 20 mm)가 교대로 균등하게 분포되어 있는 실린더(직경 550 mm, 높이 540 mm) 안에 동물을 고정시키어 동물들이 일정한 속도로 회전하는 optokinetic 실린더에 의해서 자극을 받도록 하였다. 실린더는 head OKN과 비슷한 전자 조절시스템에 의해서  $5^\circ/s$ 에서  $160^\circ/s$  사이에서 규칙적인 속도로 시계 방향과 반시계 방향으로 회전할 수 있게 하였다. 이때 실내의 조명도는 head OKN에서와 마찬가지로 닭의 눈 높이에서 750 lux가 되도록 일정하게 유지되었다.

## Head OKN 관찰

등의 회전속도를 규칙적으로 약  $25^\circ/s$ 씩 증가시키면서 horizontal OKN을 측정하였다. OKN을 여전히 일으키고 있는 실린더의 최대속도로 정의되는 OKN의 소멸(extinction) 속도로 동물의 OKN 수행능력을 측정하였다.

## 눈의 OKN 기록

눈의 OKN을 기록하기 위해서는 Koch(1977)가 제안한 자기장내의 이동 코일시스템 방식을 이용하였다. 50Khz의 전류가 흐르고 있는 한쌍의 코

일( $\phi : 200$  mm)은 평평한 판위에 고정되어 있으며 균일한 자장을 형성한다. 안구에 고정된 감지 코일은 내이의 축에 수직으로 자기장의 중앙에 위치하도록 하였다. 감지코일의 수평 이동에 의해서 유발된 전압은 증폭, 수정, 여과되어 기록용지에 기록되었다.

동물의 복부에 equithesin을 주입하여 마취시킨 후 두피를 제거하고 두개골 위에 6~7개의 작은 비스( $\phi : 1$  mm)를 박은 다음, 치과용 시멘트를 이용하여 하나의 큰 너트를 두개골 위에 설치하였다. 감지코일(1 mg, 75회, Sokymat사)은 기록 직전 특수 접착제(glue)를 이용하여 안구에 부착시켰다. 감지코일의 이동 각도와 유도 전압 사이의 관계를 검토하여  $1^\circ$ 각도 이동에 의한 감지코일의 유도 전압을 계산하여 표준점으로 정의하였다. OKN의 느린 단계의 속도는 기록용지 위에 기록된 유도전압의 세기와 각도에 의하여 측정하고 개인은 실린더의 회전속도에 대한 눈의 느린 단계 속도의 비로 정의하였다.

## 약품

비 경쟁성(non competitive) GABA antagonist인 picrotoxin (Sigma)과 경쟁성 GABA antagonist인 bicuculline (Sigma)을 완충용액에 용해시켰다(pH=7.3). 이때 picrotoxin 농도는 개구리의 monocular head OKN에서 최대효과를 나타내는 5 mM을(Bonaventure *et al.*, 1983), bicuculline은 1.5 mM과 5 mM을 사용하였다. 일반 마취(ether)하에 작은 주사기를 이용하여  $50 \mu l$ 의 용액을 눈의 유리체에 주입하였다. Head OKN의 관찰과 eye OKN의 기록은 약품 주입 직후에 행해졌다. 통계처리는 Wilcoxon의 방법을 이용하였다.

## 결 과

### GABA antagonist 주입전의 OKN

Fig. 1에서 보여주듯이 monocular head OKN의 T-N 방향의 자극에 대한 소멸 속도가 N-T 방향의 자극에 대한 소멸속도보다 매우 컸다. 또한 monocular eye OKN의 경우 개인과 OKN의 발생

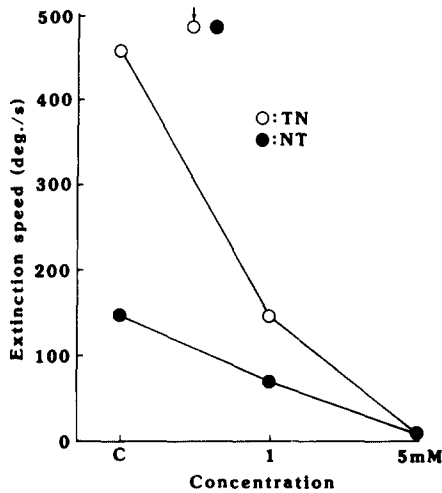


Fig. 1. Extinction speed of monocular head OKN after microtoxin injection into the opened eye. Each point represents the mean  $\pm$  SD (n = 5~7).

빈도는 N-T 방향의 자극보다 T-N의 자극에 대해서 더욱 효과적인 반응을 나타냈으며 특히 실린더의 회전 속도가 증가함에 따라 계인은 계속 감소하고 발생 빈도는 증가 후 다시 감소하였다. 자극을 받지 않을 때는 자발적으로 발생하는 head나 eye의 운동은 없었다.

GABA antagonist 주입 후의 OKN

예비 테스트로 생리적 식염수 50  $\mu$ l를 눈에 주입하였을 때는 망막 또는 수정체의 손상이나 OKN의 변화를 전혀 일으키지 않았다. 한 눈을 봉합한 후 열려 있는 눈에 GABA antagonist를 주입하였을 때 주입 농도와 실험 개체에 따라서 자극 없이도 T-N 방향으로 유발되는 head와 eye의 자발적(spontaneous) nystagmus를 관찰할 수 있었으며, 특히 bicuculline에서는 더욱 더 빈번하게 나타났다. 본 연구에서는 자발적 nystagmus를 일으키지 않는 경우를 대상으로 실시하였다.

1. PicROTOXIN 효과

1) Monocular head OKN

열려있는 눈에 microtoxin을 주입하면 자극의 두 방향에 대하여 OKN은 현저하게 감소한다. Fig. 1은 주입한 microtoxin의 농도에 따른 OKN의 소멸속도를 나타내고 있는데 1 mM의 농도에

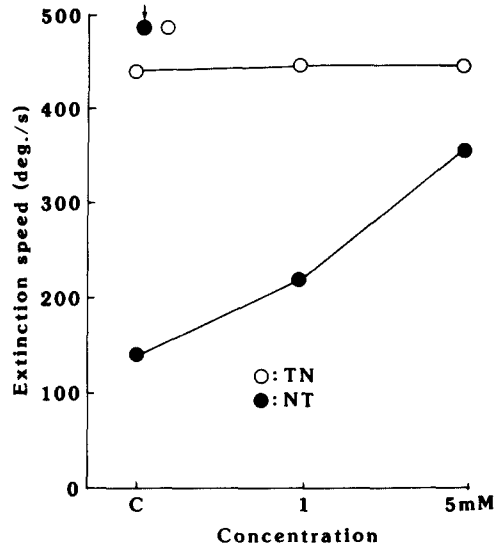


Fig. 2. Extinction speed of monocular head OKN after microtoxin injection into the closed eye.

서 T-N 자극방향에 대한 OKN의 소멸속도는 450°/s에서 150°/s, N-T 자극 방향에 대해서는 130.9°/s에서 80°/s까지 감소하였다.

Picrotoxin의 농도가 높을수록 OKN의 소멸속도에 미치는 효과는 더욱 커서 5 mM 농도일때는 T-N, N-T 두 방향에 대한 OKN이 사라졌다.

봉합한 눈에 picrotoxin 1 mM을 주입하였을 때 N-T 자극 방향에 대한 OKN의 소멸 속도는 130.9°/s에서 200°/s까지, 5 mM 주입시에는 130°/s에서 350°/s까지 현저하게 증가하였고, T-N 자극 방향에 대해서는 두 농도 모두에서 증가를 보이지 않았다(450°/s)(Fig. 2). 결국에는 대조군에서 보여주었던 head OKN의 방향적 불균형성은 감소되거나 사라졌다. Picrotoxin을 열려 있는 눈에 주입한 경우와 같이 이때도 주입 농도가 높을수록 OKN의 소멸 속도에 미치는 효과는 컸다.

봉합된 눈속에 주입한 picrotoxin은 N-T 성분의 증가를 나타냄으로써 다른 눈에서의 OKN의 수행능력을 용이하게 하도록 작용하였다.

2) Monocular eye OKN

눈 운동은 닭의 머리를 고정시키고 기록하였으며, head OKN에서 최대효과를 나타낸 5 mM 농도만(Bonaventure *et al.*, 1983)을 사용하였다(Fig. 3). picrotoxin이 주입된 눈이 자극을 받았

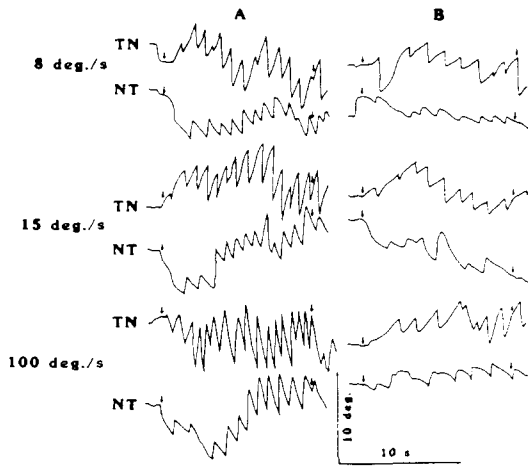


Fig. 3. Recording of monocular OKN before (A) and after (B) picrotoxin (5 mM) injection into the opened eye. The drum speeds are indicated on the left of the figure. Arrows point to onset and to stop of the drum rotation. Calibration: the vertical bars correspond to an angular displacement of 10 deg and the horizontal bar indicates a duration of 10s.

을 때에는 OKN의 느린 단계 계인과 빠른 단계 발생 빈도는 두 자극의 방향에 대하여 현저히 감소하였다. 실린더의 회전속도 8°/s에서 측정된 평균 계인은 T-N 자극에 대하여 주입 전 0.617 ± 0.091에서 주입 후 0.276 ± 0.085, N-T 자극에 대해서는 0.422 ± 0.098에서 0.193 ± 0.0894까지 감소하였다(p < 0.005, n = 3)(Fig. 4). 60°/s 실린더의 회전속도에서 측정된 빠른 단계의 발생 빈도는 T-N 자극에 대하여 14.8 ± 2.39에서 9.1 ± 2.67, N-T 자극에 대하여 12.1 ± 1.43에서 7.6 ± 2.95까지 감소하였다(p < 0.005, n = 13)(Fig. 5).

한편, 이 약품을 주입시킨 봉합된 눈의 반대쪽 눈을 자극하였을 때 OKN의 느린 단계 계인과 빠른 단계 발생 빈도는 두 자극의 방향과 이용된 실린더의 모든 속도에서 현저히 증가되었다. 회전 속도가 8°/s에서 측정된 평균 계인은 T-N 자극에 대하여 주입 전 0.596 ± 0.06에서 주입 1시간 후 0.905 ± 0.038, N-T 자극에 대해서는 0.388 ± 0.07에서 0.91 ± 0.17까지 증가함으로써 결국 두 방향의 자극에 의하여 유발된 OKN의 계인은 거

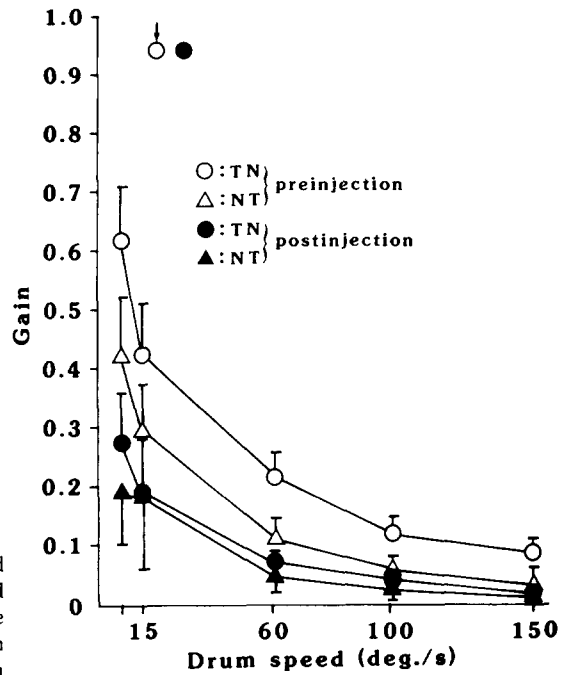


Fig. 4. Mean values of velocity gain after picrotoxin(5 mM) injection into the opened eye.

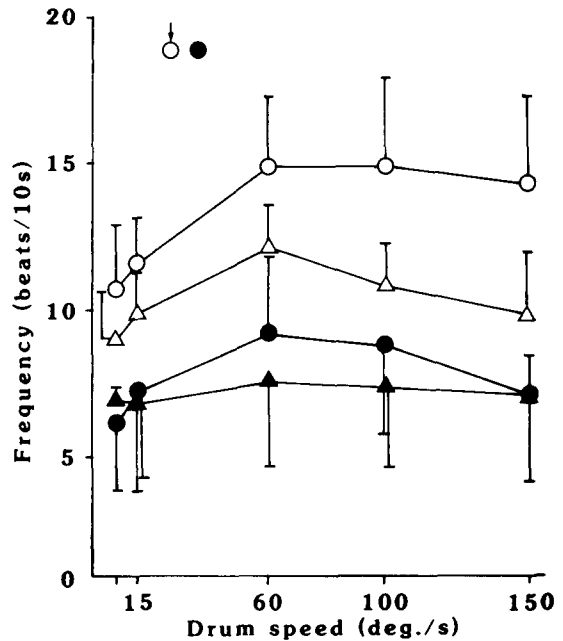


Fig. 5. Mean values of phase frequency after picrotoxin (5 mM) injection into the opened eye.

의 차이가 없었다(p > 0.05, n = 7)(Fig. 6). OKN의 빠른 단계 발생 빈도는 회전속도 60°/s에

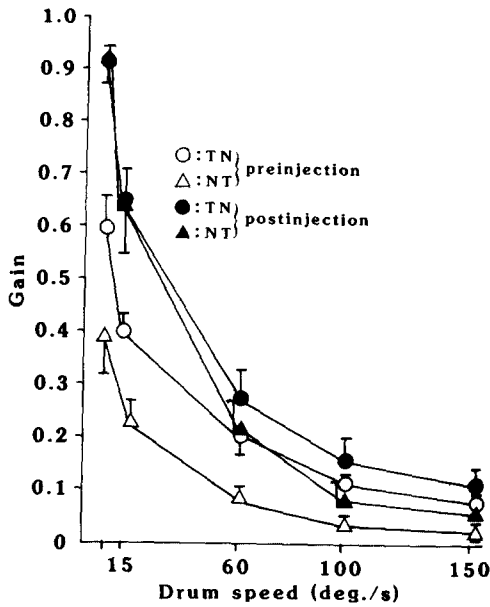


Fig. 6. Mean values of velocity gain after picrotoxin (5 mM) injection into the closed eye.

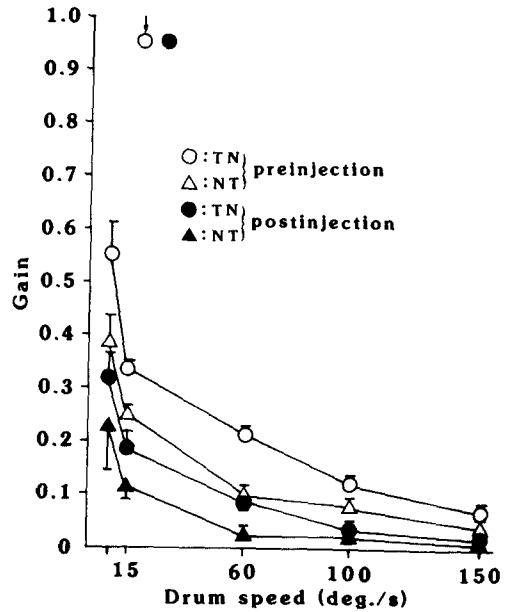


Fig. 8. Mean values of velocity gain after bicuculline (1.5 mM) into the opened eye.

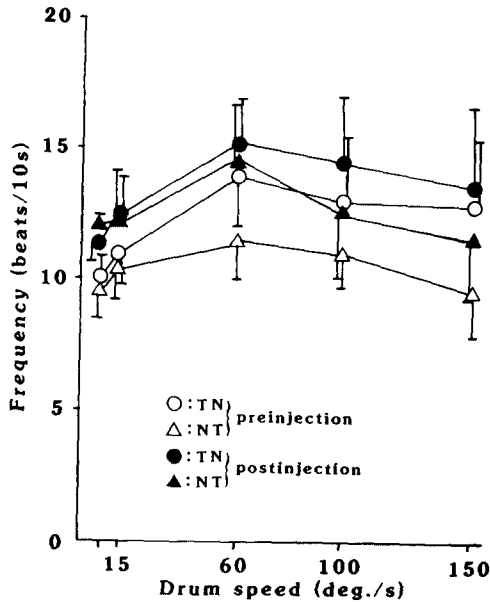


Fig. 7. Mean values of phase frequency after picrotoxin (5 mM) injection into the closed eye.

서, T-N 자극에 대하여 주입전  $13.9 \pm 1.935$ 에서 주입 1시간후  $15.1 \pm 1.807$ , N-T 자극에 대해서는  $11.4 \pm 1.59$ 에서  $14.4 \pm 2.21$ 까지 현저하게 증가하였다 ( $p < 0.005$ ,  $n = 7$ ) (Fig. 7).

## 2. Bicuculline의 eye OKN에 대한 효과

Bicuculline 주입에 의해서 유발된 head OKN은 자발적 nystagmus가 매우 빈번하고 얻어진 결과가 일관성이 결여되어 있어서 그 원인을 규명하기 위한 연구가 계속 진행중에 있다.

열린 눈에 bicuculline (1.5 mM)을 주입한 후 실린더의 회전속도가  $8^\circ/s$ 에서 측정된 평균 계인은 T-N 자극에 대하여 주입전  $0.549 \pm 0.605$ 에서 주입 1시간 후는  $0.315 \pm 0.0485$ , N-T 자극에 대해서는 주입전  $0.383 \pm 0.049$ 에서  $0.227 \pm 0.0885$ 까지 감소하였다 ( $p < 0.005$ ,  $n = 8$ ) (Fig. 8).  $60^\circ/s$  실린더의 회전속도에서 T-N 자극에 대해서는  $17 \pm 1.25$ 에서  $8.5 \pm 0.5$ , N-T에 대해서는  $12.5 \pm 0.5$ 에서  $5 \pm 0.25$ 까지 발생빈도는 감소하였다.

봉합된 눈에 bicuculline 5 mM 주입시 평균 계인은  $8^\circ/s$ 에서 T-N 자극에 대하여 주입전  $0.553 \pm 0.068$ 에서 주입 1시간 후  $0.899 \pm 0.0835$ , N-T 자극에 대해서는  $0.389 \pm 0.0165$ 에서  $0.690 \pm 0.086$ 까지 증가하였다 ( $p < 0.005$ ) (Fig. 10).  $60^\circ/s$ 에서의 빠른단계 발생빈도는 주입전  $13 \pm 3$ 에서 주입 1시간후  $16.5 \pm 0.5$  까지, T-N 자극

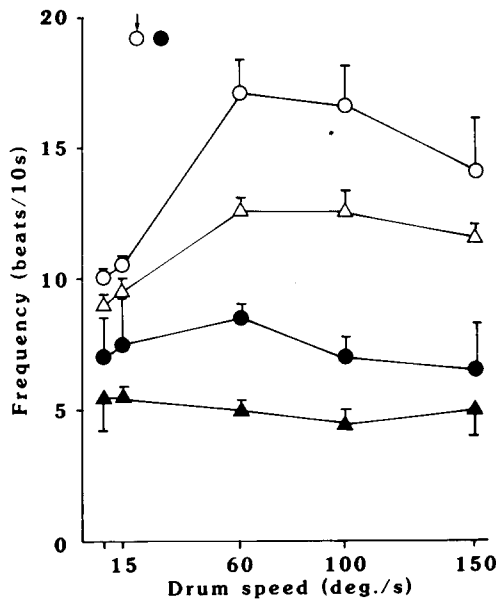


Fig. 9. Mean values of phase frequency after bicuculline (1.5 mM) injection into the opened eye.

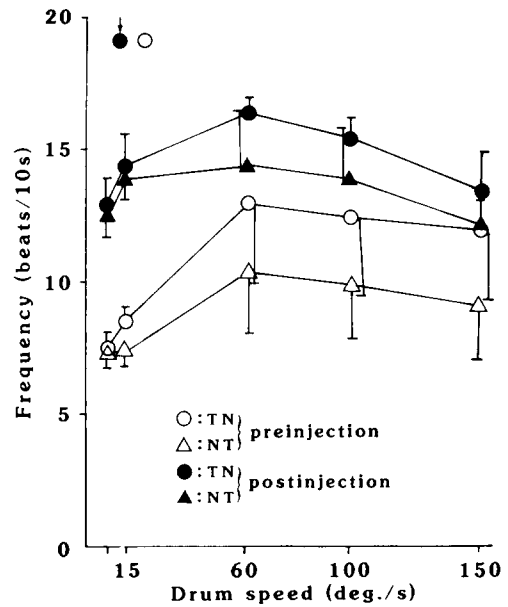


Fig. 11. Mean values of phase frequency after bicuculline (5 mM) injection into the closed eye.

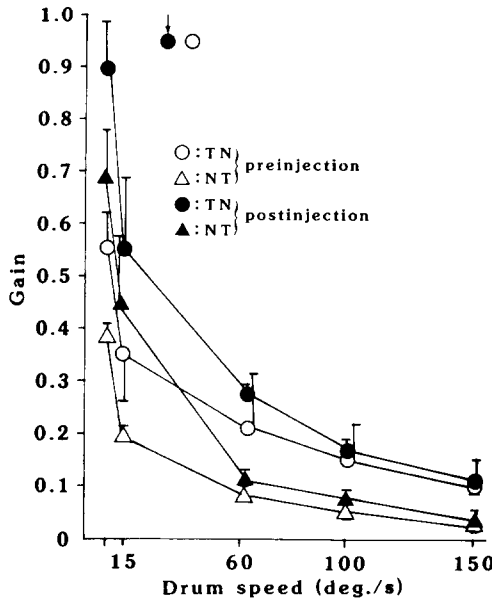


Fig. 10. Mean values of velocity gain after bicuculline (5 mM) injection into the closed eye.

에 대하여 증가하는 반응을 나타냈으며, N-T 자극에 대해서도  $10.5 \pm 2.25$ 에서  $14.5 \pm 2.25$ 까지 증가하였다( $p < 0.005$ ,  $n = 6$ )(Fig. 11).

### 고찰

Fukuda(1959)와 Wallman *et al.* (1985)에 의해서 관찰되었던 것처럼 한눈 시각에서 닭은 T-N 성분이 N-T 성분보다 더욱 효과적인 방향적 불균형성을 나타냈다. 내인성 GABA를 감소시키는 (Alberici *et al.*, 1969) L-Callyl-glycine이 picrotoxin이나 bicuculline과 유사한 효과를 나타냈던 것(Bonaventure *et al.*, 1985)으로 미루어 보아, GABA가 닭의 monocular nystagmus에서 'N-T 성분의 억제'를 변화시키는 메카니즘에 관련되어 있다는 사실을 본 연구결과는 시사해 주고 있다. Bonaventure 등(1980)은 앞서서 GABA antagonist가 망막의 신경 세포에 의해서 중심구조에 보내진 메시지의 현저한 변화를 일으킨다는 것을 보여준 바 있다. 신경세포의 이러한 변화는 OKN 수행 능력과 관련된 날카로운 시각, 시각의 민감성, 운동탐지와 같은 주입된 눈의 시간적, 공간적 수행 능력에 영향을 줄지도 모른다. 한눈의 시각에서 눈속에 picrotoxin, bicuculline과 같은 GABA antagonist의 주입은, 주입된 눈과 관련된 OKN의 감소 또는 제거, 주입되지않는 반대쪽 눈에 의해

서 유발된 OKN, 특히 N-T 성분의 현저한 증가를 일으켰다. 주입된 눈에 의해서 유도된 OKN의 제거는 망막의 메카니즘으로 설명할 수 있다. 한편 주입되지 않은 반대쪽에서 N-T 성분의 증가는 망막의 메카니즘에 의해서 유래된다고 정의할 수는 없으나, OKN의 불균형성을 지배하는 중심 과정의 변화에 의한 것임에는 틀림없다. OKN에 대한 실험에서, 약품의 복부 주입이 봉합된 눈속에 주입한 것과 같은 결과를 일으켰다는 사실은 위의 가설의 정당성을 입증해 주고 있으며, 특히 두 실험 모두에서 Bonaventure 등(1988)에 의한 최근의 실험결과와 마찬가지로 약품은 중심구조에 보내졌다는 것을 알 수 있다.

실제로 봉합된 눈속에 주입한 GABA antagonist는 자극이 N-T 방향이었을 때 제인과 발생빈도가 현저하게 증가하도록 작용하였다. GABA antagonist 주입 후, T-N 자극에 의해서 유발된 monocular OKN의 제인과 N-T 자극에 의해서 유발된 것과의 차이는 사용한 모든 실린더의 속도에서 현저하게 감소하였고, 그들 중 약간은 제거되기까지 하였다.

Monocular head OKN의 경우, picrotoxin 주입시, eye OKN에서 관찰되었던 것과는 반대로 T-N 성분은 변하지 않았다. 이것은 picrotoxin에 의해서 방해받은 GABAergic 메카니즘들이 monocular head OKN의 방향적 불균형성에 관련되어 있다는 것을 시사해준다. 즉, eye OKN에서는 두 성분에 대한 억제 현상이 관찰되었으나, head OKN에서는 한 성분에 대한 억제 현상만이 나타났다.

개구리에 경쟁적인 GABA antagonist (bicuculline과 SR 95103)의 주입이 monocular head OKN의 두 성분의 증가는 일으키지 않고 N-T 성분의 발현만 일으켰다는것은 매우 흥미있는 일이다(Bonaventure *et al.*, 1985). 이 사실은 N-T 성분의 억제가 경쟁적인 GABA antagonist 뿐만 아니라 비경쟁적인 GABA antagonist(picrotoxin)에 의해서도 방해받고 있다는 것을 말하여 주고있다. 이처럼 개구리의 경우는 picrotoxin에만 민감한 반응을 나타냄을 시사하나, 닭의 경우는 picrotoxin과 bicuculline 모두에 민감하였다. 이러한 사실은 중간에 존재하는 특성으로 생

각된다.

본 실험결과를 종합하여 볼때, 두개의 독특한 GABAergic 억제 시스템이 있다는 것을 추측할 수 있다. 첫째, monocular head와 eye OKN에 대해서는 N-T 성분을 방해하는 '억제 시스템'이 공통으로 존재하고, 둘째, monocular eye OKN에 대해서만 T-N, N-T 두성분을 방해하는 억제 시스템이 존재한다.

Pretectal nuclei와 basal optic root의 nucleus와 같은 mesencephalic 시각관련 세포들은 head와 eye OKN을 결정하는데 관련되고 있다 (Montgomery *et al.*, 1982; Lazar *et al.*, 1983). 토끼의 망막 신경세포와 고양이 visual cortex 세포 (Caldwell *et al.*, 1978; Sillito, 1977)에서 어떤 다른 방향의 선택성 뉴우런이 존재함이 입증된 것처럼, 개구리의 pretectal세포에서도 방향적 선택성이 주로 T-N 방향에 대하여 나타남을 알 수 있다(Kondrashev and Orlov, 1976; Katte and Hoffmann, 1980). 닭의 경우 picrotoxin 주입이 특히 monocular head OKN에서 나타난 N-T 성분의 현저한 증가는 GABAergic 시스템의 방해에 의한 pretectal 세포들의 방향적 선택성의 변화에 의해서 발생된 것으로 추측된다.

### 인용문헌

Alberici, M., G. Rodriguez de Lores, and E. De Robertis, 1969. Glutamic acid decarboxylase inhibition and ultrastructural changes by convulsant drug allylglycine. *Biochem. Pharmacol.* **18**:137.

Bonaventure, N., N. Wioland, and G. Roussel, 1980. Effects of some amino acids (GABA, glycine, taurine) and of their antagonists (picrotoxin, strychnin) on spatial and temporal features of frog retinal ganglion cell responses. *Pflugers Arch.* **385**:51-64.

Bonaventure, N., N. Wioland, and J.B. Gigenwald, 1983. Involvement of GABAergic mechanisms in the optokinetic nystagmus of the frog. *Exp. Brain Res.* **50**:433-441.

Bonaventure, N., N. Wioland, and B. Jardon, 1985. On GABAergic mechanisms in the optokinetic nystagmus of the frog: effects of bicuculline, allylglycine and SR 95103, a new GABA antagonist. *European J. Pharmacol.* **188**:61-68.

Bonaventure, N., B. Jardon, N. Wioland, H. Yücel, and G. Rudolf, 1988. On cholinergic mechanisms in the

- optokinetic nystagmus of the frog: antagonist effects of muscarinic and nicotinic systems. *Behav. Brain Res.* **27**:59-71.
- Caldwell, J. H., N. W. Daw, and H. J. Wyatt, 1978. Effects of picrotoxin and strychnine on rabbit retinal ganglion cells: lateral interactions for cells with more complex receptive fields. *J. Physiol.* **276**:277-298.
- Fukuda, T., 1959. The unidirectionality of the labyrinthine reflex in relation to the unidirectionality of the optokinetic reflex. *Acta Oto. Laryngol.* **50**:507-516.
- Gioanni, H., J. Rey, J. Villalobos, and A. Dalbera, 1984. Single unit activity in the nucleus of the basal optic root (nBOR) during optokinetic, vestibular and visuo-vestibular stimulation in the alert pigeon (*Columba livia*). *Exp. Brain Res.* **57**:49-60.
- Katte, O. and K. P. Hoffmann, 1980. Direction specific neurons in the pretectum of the frog (*Rana esculenta*). *J. Comp. Physiol.* **140**:53-57.
- Koch, U. T., 1977. A miniature movement detector applied to recording beats in the locusta. *Fortschr. Zool.* **24**:327-332.
- Kondrashev, S. L. and O. Y. Orlov, 1976. Direction-sensitive neurons in the frog visual system. *Neirofiziol.* **8**:196-198.
- Lazar, G., B. Alkonyi, and P. Toth, 1983. Re-investigation of the role of the accessory optic system and pretectum in the horizontal optokinetic head nystagmus of the frog. Lesion experiments. *Acta Biol. Hung.* **34**:385-393.
- Montgomery, N., K. V. Fite, M. Taylor, and L. Bengston, 1982. Neuronal correlates of optokinetic nystagmus in the mesencephalon of *Rana pipiens*: functional analysis. *Brain Behav. Evol.* **21**:137-153.
- Sillito, A. M., 1977. Inhibitory processes underlying the directional specificity of simple, complex and hypercomplex cells in the cat's visual cortex. *J. Physiol.* **271**:699-721.
- Tauber, E. S. and A. Atkin, 1968. Optomotor responses to monocular stimulation: relation to visual system organization. *Science* **160**:1365-1367.
- Wallmann, J. and J. Velez, 1985. Directional asymmetries of the optokinetic nystagmus: developmental changes and relation to the accessory optic system and to the vestibular system. *J. Neurosci.* **5**:317-329.

(Accepted April 1, 1990)

---

#### Effect of GABA Antagonist in the Monocular Optokinetic Nystagmus of the Chicken

Myoung Soon Kim (Department de Neurophysiologie et de Biology des Comportements, Université de Louis Pasteur, Strasbourg, France)

Chicken monocular head and eye optokinetic nystagmus (OKN) were observed by coil recordings after intravitreal administration of GABA antagonists (picrotoxin and bicuculline) into the opened and closed eye. Before injection of drugs the chicken displayed an OKN for T-N stimulation being more efficient in evoking this visuomotor reflex than for N-T stimulation. The injection of GABA antagonist into the opened eye provoked a decrease or disappearance of the head and eye OKN. On the other hand, the injection of GABA antagonist into the closed eye, the head and eye OKN augmented. Thus, GABA antagonist abolished the directional asymmetry of the head and eye OKN, indicating the involvement of GABAergic mechanisms in the inhibition of the N-T component of the monocular OKN.