

家兔半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應에 關하여

全南大學校 醫科大學 生理學教室

<指導 吉 洵 植 教授>

金 仕 源

=Abstract=

Reflex Responses of the Extraocular Muscles upon Ampullary Nerve Stimulation in Rabbits

Sa Won Kim, M.D.

Department of Physiology, Chonnam University, Medical School

(Directed by Prof. Won Sik Gill, M.D.)

In recent observations on vestibular eye movements in mammals, reported by several different workers, it was indicated that the pattern of reflex eye movement from semicircular canal nerve stimulation in rabbits was different from that observed in the other species such as cats and dogs. Observing the different anatomical features of the extraocular muscles of rabbits, Kim ascribed the different pattern of eye movement of rabbits to the functional difference of inferior and superior oblique muscles from those of other species. Present experiment was carried out to elucidate a physiological mechanism underlying in such particular pattern of reflex eye movement in rabbits.

An individual canal nerve was selectively stimulated, under a dissecting microscope, by a fine electrode induced into an ampulla through a hole provided on the wall of corresponding osseous canal, and responses of the extraocular muscles were checked by recording the isotonic changes of muscle length. Following results were obtained.

1. Direct stimulation of the superior or inferior oblique muscles produced upward or downward movement of the eye turning toward medial side respectively.

2. Stimulation of the unilateral canal nerve produced a marked contraction of a main contracting ocular muscle and simultaneous relaxation of an antagonistic muscle in both eyes. Less potent contraction of an additional ocular muscle was observed and it appeared to augment the function of the main contracting muscle in the ipsilateral eye.

3. Stimulation of superior semicircular canal nerve caused a primary contraction of superior rectus, synergic contraction of superior oblique and relaxation of inferior rectus in ipsilateral eye. Contraction of inferior oblique and relaxation of superior oblique were observed in the contralateral eye.

4. Stimulation of lateral semicircular canal nerve produced a primary contraction of medial rectus, synergic contraction of superior oblique and relaxation of lateral rectus in the ipsilateral eye. Contraction of lateral rectus and relaxation of medial rectus were observed in the contralateral eye.

5. Stimulation of inferior semicircular canal nerve produced a primary contraction of superior oblique, synergic contraction of superior rectus and relaxation of inferior oblique in the ipsilateral eye. Contraction of inferior rectus and relaxation of superior rectus were observed in the contralateral

* 本論文의 要旨는 第 21 回 大韓生理學會에서 發表하였음.

eye.

6. Upon stimulation of individual canal nerve, the pattern of eye movement in rabbits is different from those of cats, however, the responses of the extraocular muscles appear to be similar in two species. Therefore, it is concluded that the different pattern of eye movement in both species are not due to the possible difference of vestibulo-ocular reflex pathways but to the functional difference of superior and inferior oblique muscles.

緒 論

哺乳類에서 實驗的으로 半規管神經을 刺戟하면 反射性 眼球運動을 證明할 수 있으며 一側, 側(水平) 半規管神經을 刺戟하면 水平共軛運動을 惹起하나 一側垂直 半規管(上 또는 下半規管) 神經을 刺戟하였을 때는 非共軛運動이 惹起된다 (Cohen et al., 1964, 1965; Cohen, 1964). 이 垂直半規管神經을 刺戟하였을때의 非共軛運動은 家猫과 家兔에서 서로 相異하며 上半規管神經을 刺戟했을 때는 反對側眼球運動이, 下半規管神經刺戟時에는 同側眼球運動이 相異하나 (Cohen 및 Suzuki, 1963; Suzuki 및 Cohen, 1964; Suzuki et al., 1964) 그 原因에 關하여는 明確한 說明이 없으며 金(1968)은 兩種動物에 있어서 上斜筋과 下斜筋等 一部外眼筋의 形態의 差異를 指摘하였고 垂直半規管神經刺戟時의 眼球運動의 差異는 各半規管과 外眼筋을 連結하는 反射路의 差異가 아니라 前記 外眼筋의 機能的 差異에 基因하리라고 推理하였다.

Cohen 등(1964, 1965)과 金(1968)은 半規管神經刺戟에 依하여 惹起되는 眼球運動의 觀察에 있어서 主로 眼球全體의 運動을 對象으로 觀察한 바 있다. 그러나, 動物의 種類에 따라 外眼筋의 特徵에 差異가 있다면, 各半規管神經을 刺戟했을때 眼球全體의 運動보다 個個의 外眼筋의 反應을 觀察할 必要가 있으므로 著者는 이 點에 着眼하여 家兔에서 一側 各半規管神經을 刺戟하여 이때 惹起되는 個個의 外眼筋의 反應(收縮 또는 弛緩)을 調査하여 얻은 成績과 家兔外眼筋의 特徵을 基盤으로 上記兩種動物間에 나타나는 相異한 眼球運動의 原因을 究明코져 試圖하였다.

從來 半規管興奮時의 反射性 眼球運動을 觀察할 目的으로는 動物을 回轉시키는 生理的 刺戟方法과 外聽道를 溫水 또는 冷水로써 灌流하는 熱刺戟法 등이 널리 사용되었으나 兩者가 모두 特定의 單一 半規管을 選擇的으로 刺戟함에는 不適當한 方法이며 Cohen 등(1964, 1965)은 半規管膨大部 近位部에 微細한 電極을 挿入固定하는 方法을 使用하였으나 內耳에 對한 損傷없이 側頭骨內에 깊이 埋沒된 半規管에 接近하여 電極을 固定함에는 技術上의 難點이 많다.

著者는 半規管을 露出하여 一定部位에 小孔을 만들고, 이 小孔으로 부터 微細單電極을 半規管神經起始部 가까이 誘導해 넣는 方法을 擇하여 半規管을 選擇的으로 刺戟하였으며 이때 나타나는 個個 外眼筋의 反應을 調査하여 家兔에서 他動物과 相異한 眼球運動을 일으키는 機轉을 究明하고자 企圖하였다.

實 驗 方 法

實驗動物의 手術處理 및 準備

成熟한 家兔(1.5~2.3 kg)를 雌雄의 區別 없이 Urethane(1g/kg 體重)으로 麻醉하여 使用하였다. 內耳三半規管의 手術處置는 Andersson 및 Gernandt (1954), Szantagothai (1950), Kim 및 Partridge (1969) 및 金(1967 a, 1967 b) 등의 方法을 使用하였으며 動物을 側位로 固定하고 右側內耳를 解剖顯微鏡下에서 手術하여,

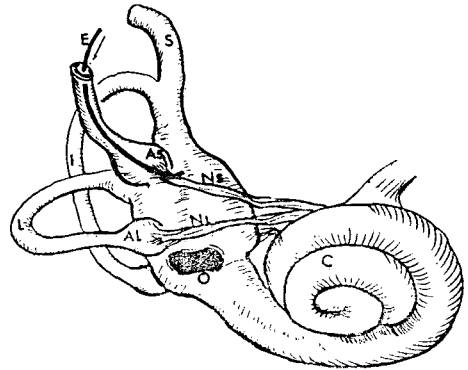


Fig. 1. Diagrammatic illustration on the method of electrode insertion into the ampulla of the semicircular canals of right vestibular apparatus. A fine insulated electrode was inserted in a hole provided on the wall of osseous canal and fixed closely to the ampullary nerve. S, superior semicircular canal; L, lateral semicircular canal; I, inferior semicircular canal; AS, ampulla of superior semicircular canal; AL, ampulla of lateral semicircular canal; Ns, superior ampullary nerve; NL, lateral ampullary nerve; E, electrode; O, oval window; C, cochlea. A, arrow indicates the direction of electrode insertion.

鼓膜, 耳小骨, 鼓膜張筋, 顔面神經 및 顔面神經管 등을破壞 除去한 다음 三半規管(上半規管, 側半規管 및 下半規管)을 露出示켰다. 이 露出示된 骨性半規管에 直徑이 0.1 mm 內외의 小孔을 만든 後 微細한 電極을 挿入, 그 末端이 膨大部 神經起始部에 接近되도록 한 後 挿入한 部位에서 Paraffin 으로 固定하여 刺戟用電極으로 하였고 Indifferent electrode 는 頸部筋肉이나 咬筋內에 挿入 固定하였다. (Fig. 1 參照)

半規管神經의 刺戟:

Square wave stimulator 를 使用하였으며 矩形波持續時間을 0.5 msec 로 固定하였고, 任意의 刺戟強度下에서의 여러가지 刺戟頻度에 對한 反應과 任意의 刺戟頻度下에서의 여러가지 刺戟強度에 對한 反應을 觀察하였다.

眼球運動의 觀察

眼球運動을 觀察하기 爲하여는 角膜中心部에 X字型 白色紙片을 附着시키고 半規管神經刺戟前과 刺戟中の 眼球의 位置를 比較 觀察하였으며, 이미 報告된 家猫에서의 그것과 比較하였다.

外眼筋의 形態的 및 機能的 觀察

個個의 外眼筋을 露出示한 後 筋의 起始部와 附着部를 調査하여 個個의 外眼筋의 眼球에 對한 作用方向을 決定하고 이미 報告된 家猫에서의 그것과 比較하였으며, 家猫에서의 相異한 形態의 特徵을 가진 外眼筋 卽 上斜筋과 下斜筋等을 露出示하고 이 兩筋內에 微細한 單電極을 挿入하고 外眼筋을 直接 電氣 刺戟하였을때 나타나는 眼球의 運動方向을 觀察하여 그外眼筋의 作用方向을 調査하였다.

外眼筋反應의 描記

家兔를 伏臥位로 固定하고 兩側眼筋(內直筋, 外直筋 上直筋, 下直筋, 上斜筋 및 下斜筋)을 露出示하여 眼球에 附着되는 部位에서 切斷하고 細絲로서 結紮懸垂하여 書槓(recording lever)에 連結하고 回轉圓筒上에 筋長의 變化 卽 等張性 收縮 또는 弛緩을 描記하였다. 이 때 眼筋의 收縮에 따라 書槓은 올라가고 弛緩에 依하여 書槓은 내려가도록 裝置하였다.

全 47 頭의 家兔를 使用하였으며 그중 14 例는 各 半規管神經刺戟에 依한 眼球運動의 觀察에, 8 例는 外眼筋의 形態的 및 機能的 特徵의 觀察에 使用하였고 25 例는 各半規管神經刺戟에 對한 各外眼筋反應의 觀察에 使用하였다.

實驗 成績

[I] 半規管神經刺戟에 依한 兩側眼球의 運動方向

右側上半規管神經을 刺戟하면 右側 眼球는 垂直上方

으로, 左側眼球는 前下方으로 움직였다. 이와같은 兩眼球의 運動方向은 이미 報告된 家猫에서의 實驗 結果와 比較하면 同側眼球의 運動方向은 同一하며 反對側 眼球의 運動은 反對方向임을 볼 수 있었다. 側(水平) 半規管神經을 刺戟하면 同側眼球는 水平前方으로, 反對側眼球는 水平後方으로 움직였다. 家猫에서의 水平 半規管神經刺戟 實驗成績과 比較하면 兩眼에서 모두 同一한 運動方向임을 볼 수 있었다. 下半規管神經을 刺戟하면 同側眼球는 前 上方으로, 反對側眼球는 垂直下方으로 움직였으며 家猫에서의 實驗結果와 比較하면 同側 眼球運動方向은 相異하며 反對側 眼球運動方向은 同一함을 볼 수 있었다(Fig. 2 參照).

[II] 家兔外眼筋의 形態的 및 機能的 特徵

本 實驗(家兔)에서 觀察된 反射性 眼球運動은 이미 報告된 家猫에서의 그것과 比較하면 眼球運動方向이 一部에 限하여 相異한 點을 보임으로 兩種動物間에 外眼筋의 機能的 差異有無를 調査하고자 家兔의 外眼筋의 形態的 및 機能的 特徵을 調査하여 이미 알려진 家猫에서의 그것과 比較하여 보았다.

上眼瞼 및 下眼瞼을 除去한 後 外眼筋을 露出示하고 筋의 起始部, 走行方向 및 眼球上의 附着 部位等을 觀察 해본 結果 內直筋, 外直筋, 上直筋 및 下直筋에 對하여는 兩種動物에 있어서 根本的으로 相異한 點을 볼 수 없었으나 上斜筋 및 下斜筋에 있어서는 兩種動物間에

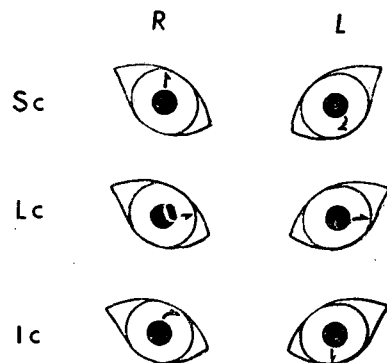


Fig. 2. Diagrammatic representation of the eyeball movements produced by electric stimulation of the right semicircular canal nerve in the rabbits. R, right eye; L, left eye; SC, superior semicircular canal; LC, lateral semicircular canal; IC, inferior semicircular canal. The arrows indicate the direction of the eyeball mevements.

相異한 機能을 나타내는 形態的 및 機能的 特徵을 가지고 있음을 볼 수 있었다.

上斜筋의 機能的 差異：

上斜筋은 兩種動物에 있어서 그 起始部는 眼球後部の 楔狀骨小翼에서 起始하나 附着部는 相異함을 볼 수 있었으며 家猫에서는 外後四分儀 (dorsolateral quadrant) 에 附着하여 있으므로 同筋의 作用은 眼球의 下方運動을 일으키기 알려져 있다(Tokumasu et al., 1965). 家兎에서는 眼球前方의 上直筋附着部와 重疊하여 附着함을 볼 수 있었고 家兎上斜筋에 對한 直接刺戟은 眼球의 前上方運動을 招來하였고 前記한바 그 形態的 特徵이 나타내는 作用方向과 一致하였다.

下斜筋의 機能的 差異：

下斜筋은 兩種動物에서 各같이 眼窩底內緣에서 起始하나 附着部는 相異하여 家猫에서는 眼球의 外後四分儀 (dorsolateral quadrant)에 附着하여 同筋의 作用은 眼球의 上方運動을 일으키기 알려져 있으나 家兎에서는 眼球前方에 있어서 下直筋의 附着部와 重疊하여 附着하여 있었다.

家兎下斜筋의 直接刺戟에 依하여도 眼球의 前下方運動을 招來함을 볼 수 있으며 이는 下斜筋의 形態的 特徵이 나타내는 作用方向과도 一致한다(Fig. 3 參照).

〔Ⅲ〕 半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應

半規管神經刺戟에 對한 外眼筋反應의 一般樣態：

一側單一半規管神經을 刺戟하면 同側 및 反對側眼에서 여러개 外眼筋이 收縮 또는 弛緩함을 볼 수 있었다. 半規管神經 興奮에 反應하는 眼筋은 刺戟을 開始하면 신속한 收縮 또는 弛緩을 惹起하고 刺戟을 停止하면 徐徐히 原狀으로 恢復함을 볼 수 있었으며 任意의 矩形波持續時間(0.5 msec) 및 刺戟強度(2.0~3.0 volt)下에서 刺戟頻度の 變化에 對하여 銳敏한 反應을 보이고, 200~300 cps 의 高頻度の 刺戟에 最大反應 (maximal response)을 보였다.

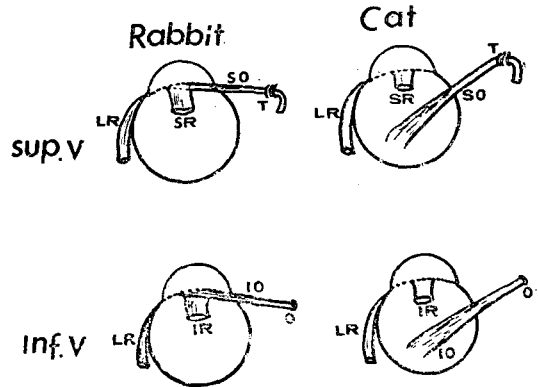


Fig. 3. Schematic representation of the extraocular muscles of the rabbits and cats. Morphological features of the rabbit extraocular muscles observed in the present experiment and those of the cat extraocular muscles described elsewhere are presented for a comparison. Sup. v., superior view; Inf. v., inferior view; LR, lateral rectus; SR, superior rectus; SO, superior oblique; T, trochlea; O, origo; IO, inferior oblique; IR, inferior rectus.

一側單一半規管神經刺戟으로 同側眼에서는 2個의 特定筋이 興奮的 反應 即 收縮을 惹起하였으며 그가운데 하나는 顯著한 收縮을, 다른 하나는 보다 微弱한 收縮을 보였고 特定の 一個筋이 抑制的反應 即 弛緩을 惹起하였다. 反對側眼에서는 2個의 特定筋이 反應하며, 그 중 하나는 收縮하고 하나는 弛緩하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 4, 5, 6, 7, 8 및 Table 1 參照)

上半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應：

上半規管神經刺戟에 依하여 同側眼에서는 上直筋은 收縮을, 下直筋은 弛緩을 惹起하였고, 上斜筋도 收縮을 惹起하였으나 上直筋의 收縮보다는 微弱함을 볼 수 있었다. 反對側眼에서는 下斜筋이 收縮하고 上斜筋이 弛

Table 1. Excitatory and inhibitory responses of extraocular muscles, in both eyes, to the ipsilateral and contralateral semicircular canal nerve stimulation.

Canal nerve stimulated	Response of extraocular muscles		Ipsilateral eye			Contralateral eye	
	Primary contraction	Synergic contraction	Relaxation	Contraction		Relaxation	
				Primary contraction	Relaxation		
Superior canal nerve	SR	SO	IR	IO	SO		
Lateral canal nerve	MR	SO	LR	LR	MR		
Inferior canal nerve	SO	SR	IO	IR	SR		

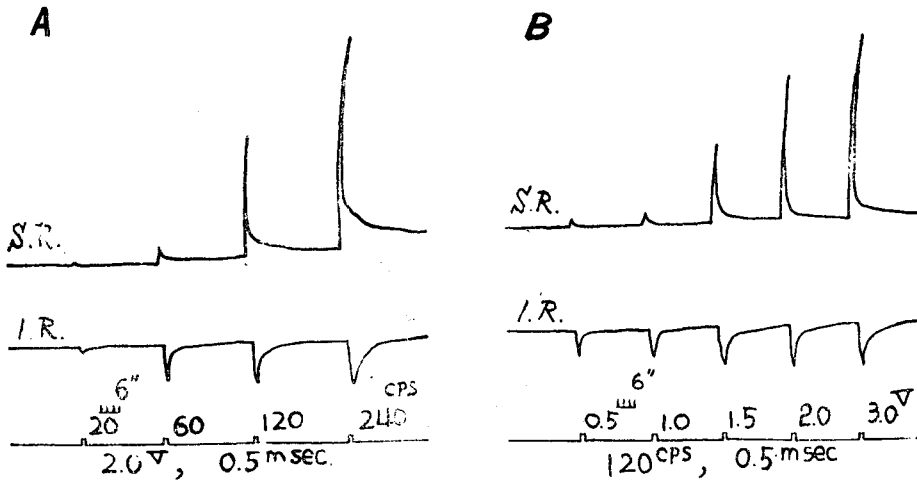


Fig. 4. Kymographic recordings of the responses of antagonistic extraocular muscles to the stimulation of right superior canal nerve. Upward deflections of the recording indicate contraction and downward deflections indicate relaxation of extra-ocular muscles.

A, Responses to different frequencies of stimulation under the fixed intensity and duration (2.0 V, 0.5 msec).

B, Responses to different intensities of stimulation under the fixed frequency and duration (120 cps, 0.5 msec).

SR, superior rectus; IR, inferior rectus; time in 6 seconds

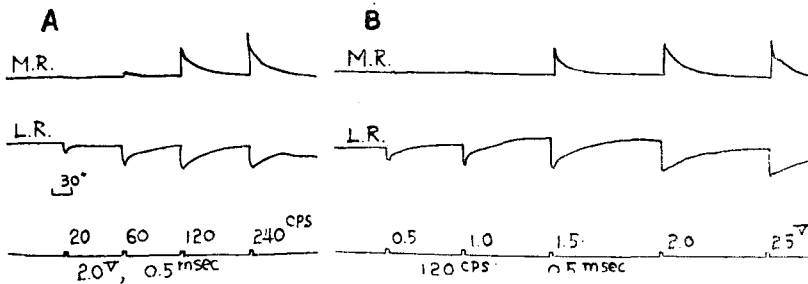


Fig. 5. Kymographic recordings of the responses of antagonistic extra-ocular muscles to the stimulation of right lateral canal nerve.

MR, medial rectus; LR, lateral rectus. Other notations are identical to those found in Fig. 4

緩함을 볼 수 있었다(Fig. 4, 7, 8, 參照).

側半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應 :

側半規管神經刺戟에 依하여 同側眼에서는 內直筋이 顯著한 收縮을 惹起하고 上直筋은 보다 微弱한 收縮을 보였으며 外直筋이 弛緩하였고 反對側眼에서는 外直筋이 收縮하고 內直筋이 弛緩함을 보았다 (Fig. 5, 7, 8 參照).

下半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應 :

下半規管神經刺戟에 依하여 同側眼에서는 上斜筋이

顯著한 收縮을 上直筋은 보다 微弱한 收縮을 惹起하였으며 下斜筋은 反對로 弛緩함을 證明할 수 있었고, 反對側眼에서는 下直筋의 收縮을, 上直筋이 弛緩함을 보았다(Fig. 6, 7, 8 參照).

總括 및 考按

Utzumi(1960), Cohen (1964), Cohen 및 Suzuki(1963) Suzuki 및 Cohen (1964) 등은 犬, 猿, 家猫 및 家兔等 哺乳類에서 그種에 따라 反射性 眼球運動의 方向이 多

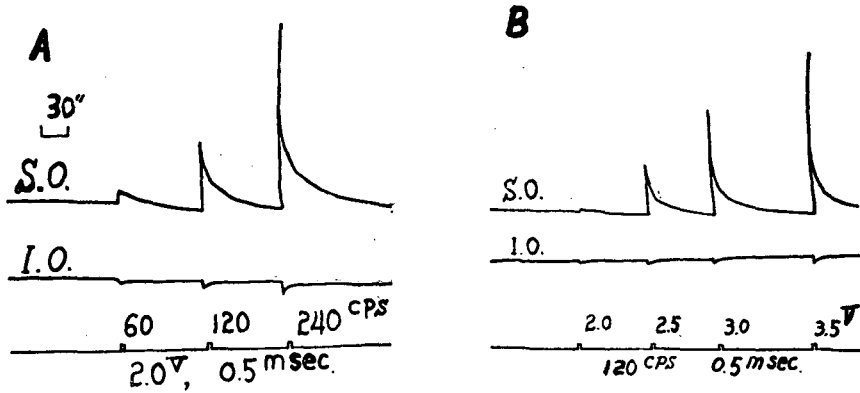


Fig. 6. Kymographic recordings of the responses of antagonistic extra-ocular muscles to the stimulation of right inferior canal nerve.

SO, superior oblique, IO, inferior oblique. Other notations are identical to those found in Fig. 4.

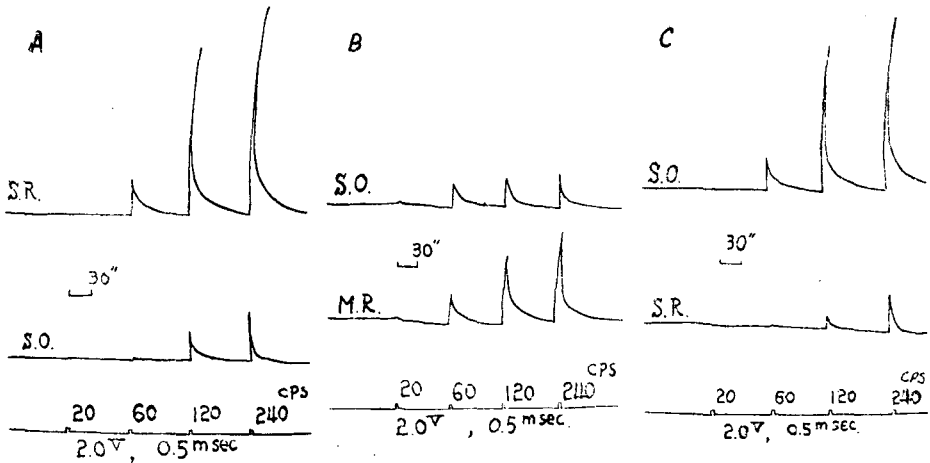


Fig. 7. Kymographic recordings of excitatory extraocular muscle responses, in the ipsilateral eye, to the stimulation of right canal nerve.

- A, Responses to the stimulation of superior canal nerve; SR, primary contraction of superior rectus; SO, synergic contraction of superior oblique.
 - B, Responses to the stimulation of lateral canal nerve; MR, primary contraction of medial rectus SO, synergic contraction of superior oblique.
 - C, Responses to the stimulation of inferior canal nerve; SO, primary contraction of superior oblique, SR, synergic contraction of superior rectus.
- Other notations are identical to those found in Fig. 4.

少相異함을指摘한 바 있으며 金(1968)은 家兎에서 一側單一半規管神經을 選擇的으로 刺戟하여 惹起되는 兩側眼球的 反射性運動을 觀察하여 家猫에서 이미 報告된 眼球運動과 그 類型이 一部 相異함을 觀察하였고, 半規管神經刺戟에 依하여 惹起되는 兩眼球的 運動方向과 外眼筋의 形態의 特徵을 調査하였으며 이 兩種動物에

있어서 眼球運動의 差異는 一部外眼筋의 機能的 差異에 基因하며 內耳半規管과 外眼筋間의 反射路의 差異는 없는 것으로 推理하였다.

本 實驗에 있어서는 一側單一半規管을 個別的으로 刺戟하여 여기에 對한 各外眼筋의 反應(收縮 또는 弛緩)을 觀察하고 아울러 一部外眼筋의 機能的 特徵을 調査

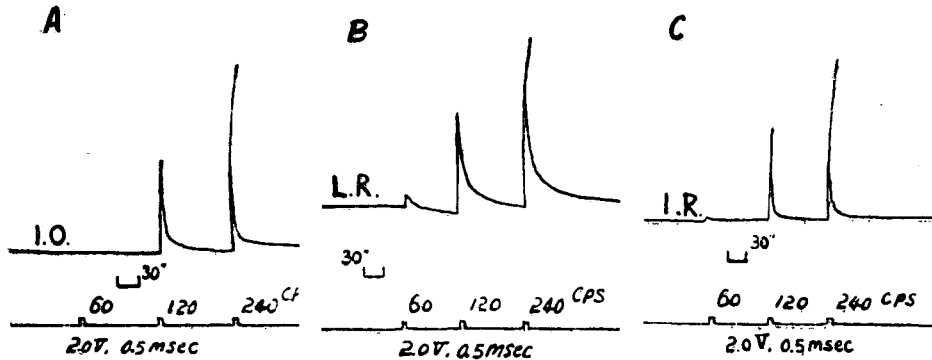


Fig. 8. Kymographic recordings of excitatory response of extraocular muscle, in the opposite eye, to the stimulation of semicircular canal nerve.
 A. Response of inferior oblique(I.O) to the stimulation of contralateral superior canal nerve.
 B. Response of lateral rectus (LR) to the stimulation of contralateral lateral canal nerve.
 C. Response of inferior rectus (IR) to the stimulation of contralateral inferior canal nerve.
 Other notations are identical to those found in Fig. 4-A.

하여 記上 兩種動物에 있어서 相異한 反射性 眼球運動을 惹起하는 作用機轉을 究明코져 한 것이다.

從來 內耳半規管의 刺戟을 爲해서는 動物이나 被檢人을 回轉시키는 回轉法(Fermin 및 Jonkees, 1954; Germandt, 1949), 外聽道內에 體溫과 相異한 溫度의 液體를 注入하여 特定の 半規管內에 對流(convection current)를 일으키는 熱刺戟法(Gernandt, 1959; Bárány, 1907) 등이 알려졌으며, 側頭骨內에 半規管膨大部 近位部에 電極을 埋沒하거나 半規管神經을 直接 露出하여 電氣刺戟하는 方法(Cohen et al., 1964; 1965; Cohen 및 Suzuki 1964; 金, 1968) 등이 試圖되었다. 그러나 回轉法은 一側單一半規管에 對한 選擇的 刺戟이 不可能하며 熱刺戟法은 刺戟을 一側半規管에 局限시킬 수는 있으나 半規管膨大部受容體와 神經起始部에 對한 二重作用이 있고, 또한 刺戟自體의 量的調節도 困難함으로 實驗生理學上的 應用이 制限되어 있다.

微細한 迷路構造는 堅固한 側頭骨內에 存在함으로 電極埋沒法 및 半規管神經의 直接露出刺戟法 등은 여러가지 實驗技術上的 難點을 同伴하게 된다.

最近 金(1968)은 家兎에서는 骨性半規管을 比較的 容易하게 露出し킬 수 있는 長點을 利用하여 家兎에서 骨性半規管을 露出하여 그 위에 小孔을 만들고 이 小孔으로부터 微細電極을 神經起始部를 向하여 誘導挿入하여 個個의 半規管神經을 選擇的으로 刺戟하는 方法을 소개하였다.

著者は 이 方法을 利用하여 各半規管 神經을 刺戟하였으며 이에 惹起되는 個個의 外眼筋의 反應을 觀察하

여 이 問題를 檢討하고자 한 것이다.

一側의 單一半規管神經刺戟으로 同側眼에서는 特定の 一個筋이 顯著한 收縮을 惹起하고 또 하나의 筋이 보다 微弱한 收縮을 보였는데 前者는 眼球運動을 일으키는데 있어 主作用(primary contraction)을 나타내며, 後者は 補助的作用(synergic contraction)을 나타내는 것으로 思料된다. 이 두筋의 收縮에 一致하여 一個筋의 顯著한 弛緩을 볼 수 있었으며 이는 收縮筋에 對하여 反對方向으로 作用하는 拮抗筋의 協助的 反應으로 보여진다.

收縮筋과 弛緩筋의 形態의 特徵을 考慮할 때 收縮하는 主作用筋은 眼球의 運動方向과 一致하며 弛緩하는 拮抗筋은 그 作用方向이 眼球運動方向과 反對方向으로 되어 있음을 볼 수 있었다. 一側單一半規管神經刺戟으로 反對側眼에서도 一定한 筋이 收縮하여 主作用을 나타내며 이 主作用筋과 拮抗의 關係에 있는 筋은 弛緩을 일으켰다. 主作用筋에 對한 補助的 收縮을 하는 眼筋의 有無는 分明하지 않았다.

以上 單一半規管神經刺戟에 對한 兩側眼筋의 協助的 反應은 兩側眼筋에 對한 交叉性 神經支配를, 一側眼筋內에서의 拮抗的 反應은 拮抗的 神經支配를 各各 機能的方法으로 證明하는 것이다.

本 實驗에서 家兎一側半規管神經을 刺戟했을 때 나타나는 兩側眼球運動方向을 이미 報告된 家貓에서의 그것과 比較해 보면 右側上半規管神經刺戟時의 反射側(左側) 眼球運動方向 및 下半規管神經刺戟時의 同側(右側) 眼球運動方向이 相異함을 볼 수 있고 이는 金(1968)의

實驗結果와도 一致된다. 外眼筋의 特徵을 考慮할때 右側上半規管神經刺戟時의 反對側眼球運動方向 및 下半規管神經刺戟時의 同側眼球運動方向은 各各 下斜筋 및 上斜筋의 作用方向과 一致함으로 兩種動物에 있어서 反射性 眼球運動의 差異는 兩斜筋(上 및 下斜筋)의 機能的 差異에 基因한 것으로 推理된다. 單一半規管神經刺戟時의 外眼筋의 反應을 보건데 側(水平)半規管神經을 刺戟했을 때는 內外直筋의 拮抗의 反應을 일으켰으며, 이는 이미 報告된 家猫에서의 實驗成績과 같다. 그러나 上半規管神經을 刺戟하면 反對側眼에서는 下斜筋이 收縮하고 上斜筋이 弛緩하였으며 下半規管神經을 刺戟하면 同側眼에서는 上斜筋이 收縮하고 下斜筋이 弛緩하였고 이는 이미 報告된 家猫에서의 實驗成績과 比較할때 反應하는 外眼筋은 같고 眼球運動의 方向은 相異함으로 兩種動物間에 半規管과 外眼筋을 連結하는 反射路의 差異는 없고 다만 兩斜筋(上 및 下斜筋)이 作用하는 機能的 差異가 存在함을 立證한다.

家猫, 犬 및 猿等에 있어서는 兩眼이 頭部前方에 位置하여 兩眼의 光軸(optical axis)이 이루는 角度는 各各 10, 30, 50 度에 不過하나 家兎에서는 兩眼이 頭部側方에 位置하여 있으며 兩眼의 光軸이 이루는 角度는 170 度나 되며(Suzuki et al., 1964) 따라서 反射性 眼球運動의 差異는 頭部에 있어 兩眼의 位置의 差異에 따라 相異한 것인지 疑心되나 이 問題에 關하여는 追後의 研究에 期待하는 바이다.

結 論

家兎에서 一側半規管神經을 選擇의으로 刺戟하여 兩側外眼筋의 反應(興奮의 및 抑制的 反應)을 觀察하여 各半規管과 個個의 眼筋間의 機能的 關係 即 反射路를 機能的으로 調査하였으며 아울러 外眼筋의 形態的, 機能的 特徵을 調査하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 家兎外眼筋中 上斜筋 및 下斜筋은 形態的 및 機能的 特徵이 이미 알려진 家猫에서의 特徵과 相異하며 眼筋의 直接刺戟法에 依하여 調査한 結果 上斜筋은 眼球의 前上方運動을, 下斜筋은 前下方 運動을 惹起하였다.

2) 一側 單一半規管神經을 刺戟하면 兩側眼에서 1 個의 筋이 主로 收縮하여 主作用을 나타내고 이 主作用筋에 對한 拮抗筋은 反對로 弛緩하였다. 同側眼에서는 主作用筋에 對하여 補助的으로 作用하는 1 個 外眼筋의 收縮을 觀察할 수 있었다.

3) 上半規管神經을 刺戟하면 同側眼에서는 上直筋은 收縮하고 下直筋은 弛緩하였으며 上斜筋은 補助的으로

收縮하였다. 反對側眼에서는 下斜筋이 收縮하고 上斜筋이 弛緩하였다.

4) 側(水平)半規管神經을 刺戟하면 同側眼에서는 內直筋이 收縮하고 外直筋이 弛緩하였으며 上斜筋은 補助的 收縮을 일으켰다. 反對側眼에서는 外直筋이 收縮하고 內直筋이 弛緩하였다.

5) 下半規管神經을 刺戟하면 同側眼筋中 上斜筋이 收縮을, 下斜筋이 弛緩을 보였으며 上直筋은 補助的 收縮을 보였다. 反對側眼筋中 下直筋이 收縮하고 上直筋은 弛緩하였다.

6) 以上の 觀察로써 半規管神經刺戟에 對한 外眼筋의 反應은 이미 報告된 家猫에서의 그것과 同一하나 一部 眼球運動方向은 相異하고 이는 兩種動物에 있어서 迷路眼筋間의 反射路는 同一하나 上斜筋 및 下斜筋이 機能的으로 相異함에 基因함을 證明하는 것이다.

<終稿함에 있어서 懇篤한 指導 및 校閱을 하여 주신 吉沍植教授 및 金在浹 助教授님께 衷心으로 謝意를 表합니다.>

REFERENCES

- Andersson, S. and B.E. Gernandt: *Cortical projection of vestibular nerve in cat. Acta Oto-laryngol. Suppl. Stockh. 116:10, 1954.*
- Bárày, R.: *Physiologie und Pathologie des Bogengangapparates beim Menschen. 1st Ed. p. 68, Vienna, Deuticke. 1907.*
- Cohen, B., J. Suzuki, and M.B. Bender: *Eye movements from semicircular canal nerve stimulation in the cat. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 73:153, 1964.*
- Cohen, B., J. Suzuki, and M.B. Bender: *Nystagmus induced by electric stimulation of ampullary nerves. Acta Oto-laryngol. 60:422, 1965.*
- Cohen, B.: *The vestibular system and its disease. 1st Ed. 131, The Univ. of Pennsylvania press., Philadelphia. 1964.*
- Cohen, B. J. Suzuki: *Eye movements induced by ampullary nerve stimulation. Am. J. Physiol. 204:347, 1963.*
- Fermin, H. and L.B. Jonkees: *The action of the various eye muscles during rotation. Practica Otorhinolaryngol. 16:125, 1954.*
- Gernandt, B.E.: *Responses of mammalian vestibular*

- neurons to horizontal rotation and caloric stimulation. J. Neurophysiol. 12:173, 1949.*
- Gernandt, B.E.: *Vestibular mechanisms. Handbook of Physiology. 1st Ed. Sec. 1. Vol. 1. p. 549, American Physiological Society. William and Wilkins, Baltimore. 1959.*
- Kim, J.H. and L.D. Partidge: *Observations on types of responses to combinations of neck, vestibular and muscle stretch signals. J. Neurophysiol. 32:239, 1969.*
- 金在浹: 除腦 교양이에 있어서 前庭橢圓囊神經刺戟이 伸長反射에 미치는 影響. 現代醫學, 7: 197, 1967a
- 金在浹: 前庭脊髓筋系의 *Dynamic Stimulation*에 對한 反應. 現代醫學, 7:171, 1967b
- 金基浩: 家兎半規管神經刺戟에 依한 反射性眼球運動機轉에 關하여. 대한생리학회지, 2:179, 1968.
- Suzuki, J. and B. Cohen: *Head, eye, body and limb movements from semicircular canal nerves. Exper. Neurol. 10:393, 1964.*
- Suzuki, J., B. Cohen, and M.B. Bender: *Compensatory eye movements induced by vertical semicircular canal stimulation. Exper. Neurol. 9: 137, 1964.*
- Szentágothai, J.: *The elementary vestibular reflex arc. J. Neurophysiol. 13:395, 1950.*
- Tokumasu, K., K. and B. Cohen: *Eye movements produced by the superior oblique muscle. Arch. Ophthalmol. 73:851, 1965.*
- Utsumi, S.: *On vestibular muscle responses. Nippon Jibi Inkoka Gakkai Kaiho. 63:Suppl. 2, 14, 1960.*