

# 完全 大腦半球剔出에 關한 實驗的 研究\*

## An Experimental Study of Total Hemispherectomy in the Cat

서울大學校 醫科大學 神經外科學教室

<指導 沈 輔 星 副教授>

崔 吉 洙

### 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 實驗方法
  - (1) 實驗材料
  - (2) 實驗方法
    - 1) 手術方法
    - 2) 生理學的 觀察方法
    - 3) 解剖學的 觀察方法
- III. 實驗成績
  - (1) 生理學的 觀察所見
    - 1) 意 識
    - 2) 腦神經
    - 3) 運動機能
    - 4) 知覺機能
    - 5) 廻轉步行
  - (3) 解剖學的 觀察所見
    - 1) 中 腦
    - 2) 腦 橋
    - 3) 延 髓
    - 4) 脊 髓
- IV. 考 按
- V. 結 論

### I. 緒 論

人體에서는 1928년에 Dandy<sup>8)</sup>가 右側 大腦半球에 發生한 浸潤性 神經膠腫(glioma)으로 因하여 半身不隨가 超來된 患者의 生命을 延長시킬 目的으로 右側 大腦半球剔出術을 施行한 것을 嚆矢로 O'Brien<sup>10)</sup>, Gardner<sup>18)</sup>, Zollinger<sup>52)</sup>, Karnosh 및 Gardner<sup>22)</sup>, Rowe<sup>43)</sup>, Lassek 및 Evans<sup>32)</sup>, Marshall 및 Walker<sup>38)</sup>, Austin 및 Grant<sup>1)</sup> 등에 依하여 같은 手術이 施行되었으며, 1950년에 Krynauw<sup>26)</sup>은 小兒性 半身不隨 患者로서 藥物療法으로 調節되지 않는 痙攣發作을 隨伴한 患者에게는 大腦半球剔出術이 좋은 適應症이 된다고 報告하였다. 또한

Johnson 外<sup>21)</sup>는 Sturge-Weber syndrome 患者의 痙攣發作을 治療하는 目的으로 이 手術을 施行하였고, 1958년에 Sim<sup>52)</sup>은 廣範한 腦肺吸虫症에 起因된 痙攣發作을 治療할 目的으로 大腦半球剔出術을 施行하여 좋은 成績을 얻었다.

猿類에 있어서는 Walker 및 Fulton<sup>54)</sup>, Fulton 및 Keller<sup>15)</sup>, Magnus<sup>36)</sup>, Karplus 및 Kreidl<sup>23)</sup>이 大腦半球皮質剔離術을 施行한 것을 비롯하여 Kennard<sup>25)</sup>, Fulton 및 Mc Couch<sup>16)</sup>가 rhesus monkey 의 大腦皮質, 大腦基底核 및 視床의 一部를 除去한 報告가 있다.

개에 있어서는 Goltz<sup>20)</sup>, Langley 및 Sherrington<sup>28)</sup>, Langley 및 Grünbaum<sup>27)</sup>과 Rothmann<sup>47)</sup>의 大腦半球皮質剔離術에 關한 報告와 視床과 尾狀核을 除外한 大腦半球剔出術에 關한 Sim<sup>50)</sup>의 報告와 視床까지 包含한 完全大腦半球剔出을 施行한 White 外<sup>56)</sup>의 報告가 있다.

고양이 에서는 1895년에 Boyce<sup>5)</sup>가 한쪽 大腦半球를 剔出한 後 13日間 生存한 고양이의 腦幹에서의 變性纖維를 Marchi 氏 染色法으로 染色하여 觀察한 報告와 視床과 尾狀核을 除外한 大腦半球剔出術을 施行한 Sim<sup>51)</sup>의 報告가 있다.

그러나 現在까지 文獻上에 報告된 大腦半球剔出術의 手術範圍는 大腦半球皮質剔離 乃至는 한쪽 大腦半球의 皮質 全體와 大腦基底核의 一部를 剔出하는 程度에 지나지 않았으며, 視床까지를 包含하여 한쪽 大腦半球를 切除한 所謂 完全 大腦半球剔出術에 關한 文獻으로서는 1943년에 Mettler<sup>39)</sup>가 階段的인 手術로 한마리의 rhesus monkey 의 한쪽 大腦半球를 完全히 除去하는데 成功한 것과 1959년에 White 外<sup>55)</sup>가 12마리의 rhesus monkey 와 20마리의 개에서 一次的인 手術로서 한쪽 大腦의 皮質全體와 大腦基底核 및 視床을 完全除去하는데 成功한 報告 뿐이다.

著者는 動物이 生存할 수 있고 意識도 維持할 수 있는 範圍內에서 可能한 大腦半球剔出의 解剖學的 手術限界를 알아 보고, 臨床的으로는 腦腫瘍이 大腦半球에 만 局

\*本論文의 要行은 1965年 10月 30日 第 5 回神經外科學術大會와 1966年 10月 2日 第 6 回 大韓神經外科學術大會에서 發表하였음.

限되어 있지 않고 視床까지 侵犯하고 있거나 痙攣 發作이 大腦基底核이나 視床과 같은 大腦深部組織의 病變에 基因하는 境遇 視床까지 包含한 完全 大腦半球剔出術을 施行하였을 때 術後에 如何한 結果가 招來되는가를 알아 보기 위하여 20마리의 고양이에 視床까지 包含한 完全 大腦半球剔出術을 施行하여 이들에 對한 生理學的 및 解剖學的 觀察을 한 結果를 報告하고자 한다.

## Ⅱ. 實驗材料 및 實驗方法

### (1) 實驗材料

무게 5 lbs. 에서 9 lbs. 까지의 成熟한 숫 고양이 16마리와 암고양이 4마리를 使用하여 10마리에는 右側 完全 大腦半球剔出術을 施行하였고 다른 10마리에는 左側 完全 大腦半球剔出術을 施行하였다.

### (2) 實驗方法

#### 1) 手術方法

고양이의 腹腔內에 10mg/lb.의 Nembutal (Pentobarbital sodium)을 注入하여 全身麻酔를 하고 無菌的으로 한쪽 頭皮에 馬蹄型의 切開을 加한 後, 頭皮를 側下方으로 제키고 periosteal elevator 로 側頭筋群을 側下方으로 제킨 다음, 同側 頭蓋骨에 穿孔을 만들고 rongeur 로 正中線을 지나서 對側 頭蓋骨의 一部分에 이르는 廣大한 開頭術을 施行하므로써 한쪽 大腦半球를 充分히 露出시켰다. 다음에는 髓膜을 十字型으로 切開하고 大腦半球의 表面에서 各 靜脈洞에 注入하고 있는 靜脈들을 操心스럽게 電氣燒灼(electro-coagulation)하여 切斷한 後 低壓의 吸引器의 尖端으로 腦梁(corpus callosum)을 縱切開하여 側腦室을 露出시키고 視床의 正中線을 頭蓋底에 이르기까지 垂直으로 切開하여 한쪽 視床을 分離시켜 놓고 視束交叉와 第3腦神經을 確認한 後 後頭葉과 前頭葉을 舉上하면서 한쪽 視床을 包含한 大腦半球 全體를 한덩어리로 剔出하였다. 이에 對側에 損傷을 加하지 않도록 特別히 留意하였다. 止血은 生理的食鹽水에 적신 솜뭉치(cotton ball)로 充分하였으나 不可能한 境遇에는 電氣燒灼을 施行하였다. 同側의 臭球은 吸引器로 吸引 除去하였으며, 視床까지를 包含한 한쪽 大腦半球의 完全剔出을 끝낸 後에는 止血이 完全히 된 것을 確認한 다음, 空腔을 따뜻한 生理的 食鹽水로 채우고 髓膜을 열어 놓은 채 側頭筋群과 骨膜을 縫合하고 이어서 頭皮縫合을 하였다. 手術中 큰 出血이 없었으므로 輸液을 할 必要는 없었다. 그러나 術後 手術創의 感染을 豫防하는 目的으로 crystalline penicillin과 streptomycin을 2,3日間 筋注하였으 며 고양이의 飼料로서는 牛乳, 고기, 밥 등을 使用하였다.

#### 2) 生理學的 觀察方法

모든 實驗動物은 麻酔에서 깨어난後 6時間 동안은 每

時間마다 첫 週日間은 하루에 세번씩, 다음 週日間에는 하루에 두번씩 그리고 셋째 週日間에는 하루에 한번씩 細密한 神經學的 檢査를 하였으며 5週日間의 生理學的 觀察期間동안 繼續해서 고양이의 一般의인 榮養狀態, 手術創의 感染 與否, 意識狀態 및 痙攣 發作的 發生 有無를 注意깊게 觀察하였다. 運動機能의 恢復은 —4(完全 麻痺)에서 0(正常)까지의 다섯 等級으로 나누어 檢査하였으 며 四肢의 痙直狀態 與否도 檢査하였다. 知覺機能의 恢復도 亦是 —4(無反應)에서 0(正常)까지의 다섯 等級으로 나누어 檢査하였는데 知覺檢査는 바늘로 찌르거나 止血鉗子로 皮膚를 꼬집어 보았을 때 고양이가 反應하는 모습과 反應하는 速度로 判定하였다.

#### 3) 解剖學的 觀察方法

完全 大腦半球剔出術을 施行한 後 1~2週日間 生存한 5例의 고양이는 死亡 直後에 剖檢하여 摘出한 腦와 脊髓를 10% formalin 液에 담구어서 固定하였고, 3週日 以上 生存한 10例의 고양이는 可能한 限 死後 變性을 防止하기 위하여 20~30mg/lb.의 Nembutal을 腹腔內에 注入한 後, 腦와 腦髓를 摘出하여 10% formalin液에 담구어서 固定하였으며, 腦幹와 脊髓의 各部位에서 的 變性纖維들을 觀察하기 爲하여 腦幹에서는 中腦의 上中下의 세 部位, 腦橋의 上中下의 세 部位, 延髓의 오리-브核의 中間部位 (mid-olivary level), 門(obex) 그리고 錐體(pyramid) 部位에서 各各 切片을 만들었고 脊髓에서는 頸髓에서 여섯 部位, 胸髓, 腰髓, 및 薦髓에서는 各各 세 部位에서 切片을 만들어 Marchi 氏 染色法으로 染色하였다.

## Ⅲ. 實驗 成績

### (1) 生理學的 觀察 所見

#### 1) 意 識

視床을 包含한 한쪽 大腦半球를 完全 剔出하였음에도 不拘하고 모든 고양이들은 手術後 4~6時間이 經過하면 麻酔에서 깨어나고 고양이의 軀幹이나 對側肢에 輕한 刺戟을 주어도 곧 몸부림을 치면서 울기 始作하였다. 또 한 고양이는 周圍環境의 變化에 注意를 기울이는 듯 하였으며 오랫동안 睡眠狀態를 取하거나 昏睡狀態에 빠지지 않는 了.

#### 2) 腦神經

① 臭覺神經—臭覺의 檢査는 할 수 없었다.

② 視神經, 動眼神經, 滑車神經, 外旋神經—

麻酔에서 깨어난 直後에는 고양이의 兩側 瞳孔이 多少 散大되어 있었으나 크기는 양쪽이 같았으며 對光反射도 正常이었다. 그러나 同側眼에서는 交感對光皮射 (consensual light reflex)가 나타나는데 反하여 對側眼에서는 나타나지 않았다. 그리고 同側眼에서는 瞬目反射

볼 수 있었으나, 對側眼에서는 이를 볼 수 없었다. 그러나 時日이 지남에 따라 對側眼에서도 瞬目反射가 되 돌아 움을 볼 수 있었다. 手術直後의 고양이의 視野檢査所見으로는 同側에서는 뚜렷이 鼻側視野의 缺損이 있었지만 對側에서는 盲目이 있었다. 그러나 이런 視野의 變化는 數日이 經過하면서 차츰 對側半盲(contralateral homonymous hemianopsia)으로 移行함을 觀察할 수 있었다.

眼球的 共同偏視(conjugate deviation of eyeballs)나 眼球震盪(nystagmus), 그리고 外眼筋群(extraocular muscles)의 麻痺 등은 볼 수 없었다.

③ 三叉神經——고양이의 咀嚼運動은 正常이었으며, 下顎의 偏位가 없는 것으로 보아 咀嚼筋의 麻痺는 없는 듯 하였다. 그리고 고양이의 顔部의 知覺은 手術直後에는 對側에 知覺鈍麻가 있었지만 術後 第2日에는 恢復되었으며 顔部의 知覺鈍麻는 對側 前後肢의 知覺鈍麻보다 早期에 恢復됨을 觀察할 수 있었다.

④ 顔面神經——고양이의 顔部를 바늘로 刺戟하므로써 고양이가 울던지 얼굴을 찡그릴때 顔面筋의 運動을 觀察해 보았으나 麻痺는 없었다.

⑤ 聽覺神經, 前庭神經——고양이의 聽力檢査는 하지 못하였으나 前庭의 機能檢査로는, 麻痺되었던 고양이의 對側 肢에 運動機能이 充分히 恢復되었을때, 고양이를 높은 곳에서 떨어 뜨리던지(術後 5~7日頃) 傾斜진 板子 위를 굴러 떨어지게 해 보아도 正常 고양이나 다름없이 平衡을 잘 維持하고 體位를 똑바로 잡는 것으로 보아 異狀이 없음을 알 수 있었다.

⑥ 舌咽神經, 迷走神經——嚥下運動(swallowing)과 發聲(vocalization)은 正常이었다.

⑦ 副腦神經——모든 고양이는 手術 直後부터 術側으로 머리를 돌리고 術側의 顔部를 치켜 올리는 姿勢를 取하는데 이러한 姿勢는 生理學的 觀察을 하고 있는 期間동안 繼續해서 觀察할 수 있었다.

⑧ 舌下神經——舌의 運動에는 異狀이 없었고 혀는 正中線에 位置하고 있었다.

### 3) 運動機能

모든 實驗動物에서 術後 第1日에는 對側前後肢의 隨意 運動은 전혀 볼 수 없었으며 弛緩性 伸展狀態를 維持하고 있었다. 術後 第2日에는 前肢의 運動機能이 多少 恢復됨을 볼 수 있으나 後肢는 如前히 弛緩性 伸展狀態로 움직이지 못하였으며 고양이의 목덜미를 空中에 懸垂해 보면 對側 前肢는 正常 고양이 처럼 肘關節에서 屈曲位(flexion)를 取하였으나, 對側 前肢의 腕關節과 對側 後肢는 弛緩性麻痺狀態로 축 늘어짐을 觀察할 수 있었다. 그러나 術後 第3日부터 고양이는 비틀거리기는 하나 어느 程度 步行이 可能하였으며 고양이를 左右 側方으로

밀어 보아도 넘어지지 않을 程度로 運動機能이 恢復되었다. 術後 第5日부터 對側肢의 運動機能은 正常 고양이와 比較하여 큰 差異를 알 수 없을 程度로 거의 完全히 恢復되어 比較的 圓滑히 步行할 수 있었으며 이때부터 고양이는 때때로 術側과 같은 方向으로 廻轉 步行을 하기 始作하였다. 一般的으로 運動機能의 恢復은 近位筋群이 遠位筋群보다 빨리 運動力을 恢復하는 것 같았으며, 자기의 몸을 充分히 維持할 만큼 對側肢에 運動機能이 恢復되었음에도 不拘하고 對側肢의 腕關節과 足關節의 屈伸運動은 完全하지 못함을 볼 수 있었다. 그래서 粗雜한 運動은 할 수 있었으나 敵對行爲에 對抗하여 前肢로 할킨다든지 얼굴을 씻는다든지, 어떤 對象物을 잡는다든지하는 纖細한 運動은 잘 遂行하지 못하였다.

### 4) 知覺機能

모든 實驗動物에서 手術後 24時間동안은 對側 軀幹과 前後肢에는 痛覺이 完全히 消失되어 있었으나, 漸次 軀幹에서부터 對側肢의 末端部位로 痛覺이 恢復되어 術後 第3日에는 刺戟에 對한 反應이 多少 느끼기는 하나 거의 正常에 가깝게 知覺이 恢復되었다. 前述한 바와같이 對側顔部의 知覺의 恢復은 對側 軀幹 및 前後肢보다 좀 더 빨랐다.

### 5) 廻轉步行

麻痺되었던 고양이의 對側肢의 運動機能이 거의 正常에 가깝게 恢復되는 手術後 第5~7日頃이면 모든 고양이는 術側과 같은 方向으로 廻轉步行을 始作하였다. 그러나 廻轉하는 方向에 障礙物이 있을 때에는 直線 步行을 하였다.

## (2) 解剖學的 觀察 所見

### 1) 中 腦 (Midbrain)

中腦에서는 上中下 세 部位로 區分하여 切片을 만들어 觀察하였는데 모든 고양이의 術側의 腦脚은 거의 大部分이 變性되어 있었으나 對側의 腦脚에서는 變性纖維를 전혀 볼 수 없었다.

本 實驗動物에서는 Boyce<sup>5)</sup>가 記述한 바 있는 所謂 antero-lateral columnar fiber 에 該當하는 變性纖維들을 觀察하지 못하였으나 術側의 腦脚이나 黑質(substantia nigra) 및 被蓋 tegmentum)의 萎縮도 볼 수 없었다.

### 2) 腦 橋 (Pons)

腦橋에서는 中腦에서와 마찬가지로 上中下 세 部位에서 切片을 만들어 觀察하였는데 術側의 錐體束(pyramidal bundles)과 三叉神經의 脊髓路內核(Nuc. of spinal tract of V. nerve)의 사이에 있는 reticular gray 와 三叉神經의 脊髓路內核 그리고 側後方에 限局性變性纖維가 보였고 兩側의 內側縱束(medial longitudinal fasciculus)과 內側綫帶

(medial lemniscus)에 散在性으로 變性纖維가 觀察되었다. 그러나 術側의 內側縱束과 對側의 內側絨帶에 더욱 顯著的 變性이 있었다. 그리고 術側의 索狀體(corpus restiforme)에서도 變性纖維가 觀察되었다(Fig. 1, 2, 8, 9).

### 3) 延髓 (Medulla oblongata)

延髓에서는 olive核 中間部位(mid-olivary level), 門(obex) 그리고 錐體交叉部(pyramidal decussation)에서 各 切片을 만들어 觀察하였다. 術側의 錐體에서는 顯著的 變性纖維를 볼 수 있었고, 術側의 inferior olivary nuc. 와 三叉神經의 脊髓路內核과의 사이에도 變性纖維가 있었다. 錐體交叉部位에서 作成한 切片에 있어서는 同側錐體와 對側錐體路에 顯著的 變性纖維가 觀察되었으며 同側의 錐體路에도 散在性으로 變性纖維가 있었다. 그리고 兩側의 內側縱束도 亦是 變性되어 있었다. 그러나 對側의 內側縱束의 [變性이 術側보다 顯著하였다(Fig. 3, 4, 10, 11).

### 4) 脊 髓 (Spinal cord)

脊髓에서는 頸髓에서 여섯 部位, 胸髓, 腰髓 및 薦髓에서는 各 各 部位에서 切片을 만들어 觀察하였는데 對側의 側錐體路는 全部는 아니나 거의 다 完全히 變性되어 있었으며 大部分의 高양이에 있어 腰髓 또는 上薦髓位까지 下行하고 있었다. 그리고 同側의 前錐體路와 側錐體路에서도 少數의 變性纖維를 觀察할 수 있었다. 이들의 變性은 頸髓 또는 中頸髓位까지 下行하고 있었다(Fig. 5~7, 12~14).

## IV. 考 按

한쪽 大腦半球的 除去 後에 볼 수 있는 神經學的 諸般機能의 恢復이 bilateral cortical representation에 起因하는 것인지 또는 [subcortical structure가 隨意運動이나 知覺의 中樞로서 重要的 機能을 가지고 있는지에 關하여서는 여러 學者들의 意見을 모으지 못하고 있다.

그런데 隨意運動에 關한 錐體路의 兩側 支配說에 關한 報告서로는 Bucy 및 Fulton<sup>6)</sup>과 Wyss<sup>57)</sup>의 動物實驗에 있어 원숭이의 大腦皮質을 電氣刺戟하므로써 對側肢와 同側肢에 運動이 일어남을 觀察한 바 있고, Bucy 및 Fulton<sup>6)</sup>은 兩側性 運動을 誘發하는 大腦皮質의 specific area는 superior precentral sulcus라고 指摘하였다. 1951년에 Penfield 및 Welch<sup>12)</sup>는 사람과 원숭이의 大腦半球的 內側面에 있는 所謂 supplementary motor area를 電氣로 刺戟하므로써 對側뿐만 아니라 同側下肢의 運動도 誘發할 수 있다는 事實을 報告하였다. 그리고 Bates<sup>3)</sup>는 人體에서 大腦半구를 剔出한 後 對側의 大腦半구의 內側面을 電氣刺戟하여 한쪽 大腦半구에는 對側뿐만 아니라, 同側의 上下肢運動을 支配하는 運動中樞가 있음을 觀察하여 한쪽 大腦半구가 剔出된 後에도 對側肢의 運動機能

이 恢復될 수 있음을 生理學的으로 說明하였다. 그러나 이러한 事實을 解剖學的으로 뒷받침 할 수 있는 報告로서는 1953년에 Fulton 및 Sheehan<sup>17)</sup>이 원숭이의 錐體路에는 組織學的으로 交叉하지 않고 同側의 側錐體路를 下行하고 있는 纖維가 있음을 [觀察한 報告와 1960년에 Sim<sup>49)</sup>이 再發性 glioblastoma multiforme 患者에게 右側 大腦半球剔出術을 施行한 後 19日만에 死亡한 症例의 腦幹과 脊髓內의 錐體路의 變性을 觀察한 바, 兩側의 側錐體路와 術側의 前錐體路에 薦髓位까지 下行하고 있는 變性纖維들이 있음을 報告한 것 以外는 文獻上에서 찾아 볼 수 없다.

知覺의 恢復에 있어서의 視床의 兩側支配說에 關한 報告로서는 1960년에 Austin 및 Grant<sup>13)</sup>가 大腦半球剔出術을 施行한 [患者의 剖檢에서 視床의 Nuc. ventralis posterolateralis가 組織學的으로 完全變性을 일으키고 있다는 事實을 發見하였고 이러한 患者들이 살아 있는 동안 知覺에 障礙를 招來하지 않았던 것은 ipsilateral thalamic representation에 起因할 것으로 推測하였고, Fulton<sup>4)</sup>도 亦是 大腦半球剔出術을 施行한 患者와 大腦皮質剔離術을 施行한 원숭이에서 術後 對側肢에 殘遺 知覺이 있음을 觀察하고 이것을 ipsilateral thalamic representation으로 說明하고 있다. 그밖에 Chang 및 Ruch<sup>7)</sup>는 spider monkey에 있어서 脊髓視床路(spinothalamic tract)의 一部 纖維가 後交連(posterior commissure)의 後部를 통하여 對側으로 再交叉함을 觀察하여 이것 때문에 知覺이 恢復되는 것이 아닌가 推測하고 있다.

White 외<sup>55)</sup>는 원숭이에서의 實驗에서 大腦半球剔出術이나 大腦皮質剔離術이나 對側肢의 知覺恢復의 程度에는 別 다른 差異가 없었다고 主張하면서, 이러한 事實은 Mettler<sup>39)</sup>, Walker 및 Fulton<sup>54)</sup>의 觀察所見과 一致한다고 報告하였다.

고양이의 錐體路에 關한 研究로는 Boyce<sup>5)</sup>, Redlich<sup>46)</sup>, Olmstead 및 Logan<sup>41)</sup>, Langworthy<sup>29)</sup>, Rasmussen<sup>45)</sup>, MacKibben 및 Wheelis<sup>34)</sup>, Bard<sup>2)</sup>, Swank<sup>53)</sup>, Gobel 및 Lilies<sup>19)</sup>, Lassek<sup>30, 31)</sup> 등이 大腦皮質의 一部分을 破壞하거나 切除한 後의 腦幹과 脊髓內의 變性을 觀察하였고, Probst<sup>43)</sup>는 內囊을 切斷한 後의 錐體路의 變性을 觀察하였으며, Evans 및 Ingram<sup>12)</sup>은 赤核과 錐體의 損傷이 錐體路에 미치는 影響을 觀察하였다. 그리고 Economo 및 Karplus<sup>9)</sup>는 中腦의 腦脚을 切斷한 後의 組織學的 檢査를 施行하였으며, Ranson<sup>44)</sup>, Marshall<sup>37)</sup>, Liddell 및 Philips<sup>33)</sup> 등은 錐體를 切斷 或은 損傷한 後 臨牀的 및 解剖學的 觀察를 施行하였다. Bazett<sup>4)</sup>는 decerebrated cat에서 施行한 生理學的 觀察의 結果를 報告하고 있으며 Sim<sup>51)</sup>은 視床과 尾狀核을 除外한 한쪽 大腦半구를 剔出한 高 양이에서 施行한 生理學的 및 解剖學的 觀察所見을 報

告하고 있다.

그러나 고양이에서 視床까지 包含한 한쪽 大腦半球의 皮質全體와 大腦基底核 및 內囊을 一次의인 手術로서 完全히 除去한 報告는 아직 文獻上에서 찾아 볼 수 없고 다만 1943년에 Mettler<sup>30)</sup>가 階段的인 手術로 한마리의 원숭이에서 完全大腦半球의 剔出에 成功한 것과 1959년에 White 外<sup>55)</sup> 12마리의 원숭이와 20마리의 개에서 一次의 手術로서 完全 大腦半球剔出術을 施行한 報告 뿐이다.

고양이의 한쪽 大腦半球의 皮質全體와 大腦基底核, 內囊 및 視床을 一次의인 手術로 完全히 除去하는 것은 比較的 容易하였으며, 視床까지 包含하여 大腦半球 全體를 完全히 剔出하였음에도 不拘하고 고양이의 意識에는 何等的 障礙가 超來되지 않았다. 最近 Magoun<sup>36)</sup>과 French<sup>13)</sup> 등은 腦幹에 存在하는 activating reticular system의 研究에서 視床이나 視床下部에 病變이 있는 境遇에 嗜眠이 超來된다고 指摘한 바 있으나 本 實驗動物에서는 이러한 嗜眠을 觀察할 수 없었다.

大腦半球剔出術을 施行한 원숭이나 개에서는 手術後 머리를 術側으로 돌리고, 眼球는 術側으로 共同偏視하고, 眼球振盪이 觀察되며, 永久的인 對側半盲이 남고 廻轉步行을 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 本 實驗動物에서는 手術後에 원숭이나 개에서와 마찬가지로 머리를 術側으로 돌리고 術側으로 廻轉步行을 하였고 永久的인 對側半盲도 觀察할 수 있었다. 그러나 眼球의 共同偏視나 眼球振盪 등은 觀察할 수 없었다. 運動機能과 知覺機能은 比較的 早期에 恢復되었고, 運動機能에 있어서는 前肢가 後肢보다 빠르고 對側肢의 近位筋群의 恢復이 遠位筋群보다 빠른 것을 觀察할 수 있었다. 知覺機能의 恢復에 있어서는 顔部, 軀幹, 四肢의 順序로 恢復됨을 觀察할 수 있었는데 한쪽 視床이 除去 되었음에도 不拘하고 術後 知覺이 早期에 恢復되는 것은 Austin 및 Grant<sup>1)</sup>나 Fulton<sup>14)</sup>이 主張한 所謂 ipsilateral thalamic representation으로 說明할 수 있지 않을까 생각한다. 사람을 除外한 猿類나 개와 고양이 등의 實驗動物에서는 한쪽 大腦半球를 剔出하면 例外없이 步行時 術側으로 눈과 머리를 向하고 同時에 廻轉步行을 하는 것을 볼 수 있는데 이러한 事實은 Kennard 및 Ectors<sup>24)</sup>가 원숭이에서 한쪽 前頭葉의 area 8을 除去하였을 때나 前頭葉切除術을 施行하였을 때 或은 Essig 外<sup>10, 11)</sup> 이 원숭이의 頸動脈에 anticholinesterase 인 Di-isopropyl fluorophosphate를 注入하였을 때 나타나는 Adversion syndrome의 所見과 類似하다. Sim<sup>50, 51)</sup>은 廻轉步行의 原因을 術後에 超來되는 對側半盲으로 因하여 術側의 半視野만을 볼 수 있기 때문이 아닌가 說明하고 있다. 對側半盲은 大腦半球剔出時 後頭葉이 除去됨으로서 招來되는 唯一한 永久障礙이다.

本 實驗動物에서 觀察된 解剖學的 所見으로는, 完全

大腦半球剔出術을 施行한 20마리의 고양이 중 1~2週日間 生存한 5마리의 고양이와 3週日 以上 生存한 10마리의 고양이를 剖檢하여 摘出した 腦幹과 脊髓의 여러 部位에서 作成한 切片에서 觀察한 結果, 錐體路의 變性인 術側의 腦脚, 錐體束, 錐體, 錐體交叉纖維 및 對側의 側錐體路에서 뚜렷히 觀察되었을 뿐만 아니라 術側의 側錐體路和 前錐體路에서도 若干 觀察되었다.

錐體路以外的 變性 纖維는 兩側의 內側縱束과 內側絨帶에서 觀察되었는데 術側의 內側縱束과 對側의 內側絨帶에서의 變性이 더 顯著하였다. 그리고 明白하지는 않으나 延髓位까지 下行하고 있는 脊視床索에서의 變性 纖維도 兩側에서 觀察되었으며 對側보다 術側에서 若干 더 顯著하였다. 이들은 視床 除去로 말미아마 招來된 逆行性 變性纖維가 아닐까 사료되나 錐體路의 變性에 比하여 그리 顯著하지 않아 結論짓지 못하였다.

### V. 結 論

1. 成熟한 고양이 20마리를 使用하여 한번에 한쪽 大腦半球의 皮質全體와 大腦基底核 및 視床까지를 完全剔出하여 5내지 38日間 生理學的 觀察을 한 結果와 1내지 2週日間 生存한 5마리의 고양이와 3내지 5週日間 生存한 5마리의 고양이를 剖檢하여 腦幹과 脊髓의 여러 部位에서 切片을 作成하여 Marchi 氏 染色法으로 染色하여 觀察한 解剖學的 所見을 報告하였다.

2. 視床을 包含한 完全 大腦半球剔出術을 施行하였음에도 不拘하고 術後 高陽이의 意識障礙는 超來되지 않았으며 嗜眠도 볼 수 없었다.

3. 手術後 1週日이면 對側肢의 運動麻痺는 末端部位의 纖細한 運動障礙가 남을 뿐 正常 고양이와 거의 같은 程度로 恢復되었다. 知覺의 恢復은 運動機能의 恢復보다 훨씬 빨랐으며, 永久的인 機能障礙로서는 對側半盲 뿐이었고, 모든 實驗動物에서 術側으로 向하는 廻轉步行을 觀察할 수 있었다.

4. 解剖學的 觀察所見으로는 모든 實驗動物에서 術側의 腦脚, 錐體, 錐體束, 錐體交叉 및 對側의 側錐體路는 거의 大部分이 變性을 일으키고 있었고, 術側의 側錐體路和 前錐體路에도 各各 變性纖維가 散在하고 있었다.

5. 視床까지 包含한 完全 大腦半球剔出術을 施行하여도 高陽이는 術後 約 1週日이면, 正常 고양이와 비슷한 程度로 運動 및 知覺機能이 恢復됨을 觀察할 수 있었다. 그러나 이들 機能恢復에 對한 解剖學的 根拠를 얻기 위하여서는 將次 더 많은 研究가 必要하다고 생각한다.

(本 論文의 完成에 臨하여 始終 懇曲한 指導와 鞭達을 하여 주신 沈輔星 및 成者峻兩教授에게 無限한 感謝를 드립니다.)

## ABSTRACT

### An Experimental Study of Total Hemispherectomy in the Cat

Kil Soo Choi, M.D. and Bo Sung Sim, M.D.

*Department of Neurosurgery, College of Medicine,  
Seoul National University, Seoul, Korea*

Cerebral hemispherectomy, since its first application by Dandy (1928), has been a radical procedure applied to patients with infiltrating gliomas of one cerebral hemisphere, intractable convulsive seizures due to unilateral cerebral atrophy, Sturge-Weber syndrome or diffuse cerebral paragonimiasis. In these operations the caudate nucleus, thalamus and subthalamic structures have usually been spared.

Although many fundamental contributions have been made in the field of experimental neurology through study of animals in which large portions of cerebrum had been removed or destroyed, few experiments have been performed to define the limit of [cerebral resection compatible with maintenance of consciousness and survival.

The purpose of this study is to present the physiological and anatomical observations on the effect of total cerebral hemispherectomy in the cat. In this study, twenty healthy cats of both sexes weighing five to nine lbs. were subjected to one stage removal of all cerebral cortex, basal ganglia, and thalamus from one side of the brain. In ten cats total hemispherectomy was performed on the right side and in the other ten on the left.

These experimental animals were clinically observed for periods varying from five to thirty eight days. All twenty cats that had total hemispherectomy survived the initial operative procedure, but five of these cats subsequently died within a week due to intracranial hemorrhage or infection. Five of the surviving fifteen cats were sacrificed within the fourteenth postoperative day and the other ten were sacrificed during the period from three to five weeks postoperatively. The brain stem and spinal cord was stained with the Marchi staining method to observe secondary degenerative changes of nerve fibers.

The postoperative physiological findings were as follows: In spite of the extensive removal of the unilateral cerebrum including the thalamus, all of these animals demonstrated early and rapid return of consciousness, giving evidence of awareness of environment

by noting objects in their remaining homonymous visual field.

After recovery from anesthesia, the totally hemispherectomized cats demonstrated marked flaccid paralysis of contralateral extremities but good motor function on the ipsilateral side. The contralateral flaccid paralysis recovered slightly in the forelimb on the second postoperative day and hindlimb improvement began on the third postoperative day. Although the cats usually could get up and walk within a few days and showed almost normal motor function within a week, the distal musculature of the contralateral extremities showed the least recovery.

Following unilateral total hemispherectomy including the thalamus, these experimental animals were unable to respond to painful stimuli on the contralateral side when they awoke from anesthesia. However, painful stimulation was perceived over the contralateral face and extremities in twenty four hours, and maximum return of sensory function was accomplished by the third postoperative day.

Turning of the head and circling gait toward the side of total hemispherectomy were observed in all experimental cats. Conjugate deviation of the eyeballs, nystagmus and paralysis of the extraocular muscles were not noticed in these animals. Contralateral homonymous hemianopsia was considered to be a permanent neurologic deficit in these totally hemispherectomized cats.

The anatomical findings were as follows: Microscopic preparations of these animals showed almost complete degeneration in the ipsilateral crus, pyramidal bundles, pyramid, decussating fibers and contralateral lateral corticospinal tract, but no evidence of degeneration was observed in the contralateral crus, pyramidal bundles, pyramid or decussating fibers. Degeneration of fibers in the contralateral corticospinal tract were traced to the lumbar or sacral level.

A few scattered degenerated fibers in the ipsilateral lateral corticospinal tract and anterior corticospinal tract were also observed, and these degenerated fibers could be seen for various distances to the cervical or upper thoracic segments.

In the medial longitudinal fascicles and medial lemniscus, there were a few evident degenerated fibers on both sides, but these degenerated fibers were more numerous in the ipsilateral medial longitudinal fascicles and contralateral medial lemniscus.

Conclusion: A total cerebral hemispherectomy, including the basal ganglia and thalamus, was performed in twenty healthy adult cats at a single-stage operation without interference with consciousness and only moderate reduction in motor and sensory function. Contralateral homonymous hemianopsia was the only persistent neurological deficit.

## REFERENCES

- 1) Austin, G.M. and Grant, F.C.: *Physiologic observations following total hemispherectomy in man. Surgery*, 38:239-258, 1955.
- 2) Bard, P.: *The cortical representation of certain postural reactions and the normal functioning of cortical remnants. Arch. Neurol. & Psychiat.*, 28: 745-746, 1932.
- 3) Bates, J.A.V.: *Stimulation of the medial surface of the human cerebral hemisphere after hemispherectomy. Brain*, 76: 405-447, 1953.
- 4) Bazett, H.C. and Penfield, W.G.: *A study of the Sherrington decorticate animal in the chronic as well as the acute condition. Brain*, 45: 185-265, 1922.
- 5) Boyce, R.: *A contribution to the study of descending degenerations in the brain and spinal cord, and of the seat of origin and paths of conduction of the fits in Absinthe epilepsy. Phil. Trans.*, 186: 321-382, 1895.
- 6) Bucy, P.C. and Fulton, J.F.: *Ipsilateral representation in motor and premotor cortex of monkeys. Brain*, 56: 318, 1933.
- 7) Chang, H. T. and Ruch, T. C.: *Topographical distribution of spinothalamic fibers in the thalamus of the spider monkey, J. Anat.*, 81: 150-160, 1947.
- 8) Dandy, W. E.: *Removal of right cerebral hemisphere for certain tumors with hemiplegia. J.A.M.A.*, 90:823-825, 1928.
- 9) Economo, C. and Karplus, J.P.: *Zur Physiologie und Anatomie des Mittelhirns. Arch. f. Psychiat*, 46: 275-365, 1909.
- 10) Essig, C.F., Hampson, J.L. and Himwich, H. E.: *Biochemically induced circling behavior, Confinia Neurol.* 13:65, 1953.
- 11) Essig, C.F., Hampson, J.L., McCauley, A. and Himwich, H.E.: *Experimental analysis of biochemically induced circling behavior, J. Neurophysiol.* 13:269, 1950.
- 12) Evans, B.H. and Ingram, W. R.: *The effect of combined red nucleus and pyramidal lesions in cats. J. Comp. Neurol.*, 70: 461-476, 1939.
- 13) French, J.D. and Magoun, H.W.: *Effects of chronic Lesions in central cephalic brain stem of monkeys. Arch. Neurol. & Psychiat.*, 68: 591, 1952.
- 14) Fulton, J.F.: *Physiology of the Nervous System. New York, Oxford University Press, 1949, p. 279.*
- 15) Fulton, J.F. and Keller, A.D.: *The sign of Babinski: A Study of the Evolution of Cortical Dominance in Primates, Springfield, Ill. Charles C. Thomas. 1932, p. 15.*
- 16) Fulton, J.F. and McCouch, G.P.: *The relation of the motor area of primates to hyporeflexia (spinal shock) of spinal transection. J. Nerv. & Ment. Dis.*, 86: 125, 1937.
- 17) Fulton, J.F. and Sheehan, D.: *The uncrossed lateral pyramidal tract in higher primates. J. Anat.* 69:181, 1935.
- 18) Gardner, W. J.: *Removal of the rt. cerebral hemisphere for infiltrating glioma. Report of a Case. J.A.M.A.*, 101: 823-825, 1933.
- 19) Gobbel, W.G., Jr. and Lilies, G.W.: *Efferent fibers of parietal lobes of cats. J. Neurophysiol.*, 8: 257-266, 1945.
- 20) Goltz, Fr.: *Der Hund Ohne Grosshirn: Siebente Abhandlung über die Verrichtungen des Grosshirns. Arch. ges. Physiol.*, 51: 570-641(Mar.), 1892.
- 21) Johnson, D.R., French, L.A. and Peyton, W.T.: *Cerebral hemispherectomy for intractable seizures. Bull. Minn. Hosp. & Minn. Foundation*, 25:277-283, 1954.
- 22) Karnosh, L.J. and Gardner, W.J.: *The physical and mental capacity after removal of the right cerebral hemisphere. Dis. Nerv. Syst.*, 1: 343-348, 1940.
- 23) Karplus, J. P. and Kreidl, Alois.: *Über total Extirpation einer und beider Grosshirnhemisphären an Affen (Macacus rhesus). Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1914. pp. 155-212,
- 24) Kennard, M.A. and Ectors, L.: *Forced circling in monkeys following lesions of frontal Lobes. J. Neurophysiol.* 1: 45, 1938.
- 25) Kennard, M. A.: *Reaction of monkeys of various ages to partial and complete decortication. J. Neuropath. & Exper. Neurol.*, 3: 289, 1944.
- 26) Krynauw, R.A.: *Infantile hemiplegia treated by*

- removing one cerebral hemisphere. *J. Neurol. Neurosurg. & Psychiat.*, 13: 243-267, 1950.
- 27) Langley, J.N. and Grünbaum, A.S.: *On the degeneration resulting from removal of the cerebral cortex and corpora striata in the dog.* *J. Physiol.*, 11: 606-628, 1890.
- 28) Langley, J.N. and Sherrington, C.S.: *Secondary degeneration of nerve tract following removal of the cortex of the cerebrum in the dog.* *J. Physiol.*, 5: 49-65, 1884.
- 29) Langworthy, O.R.: *The arca frontalis of the cerebral cortex of the cat. Its minute structure and physiological evidence of its control of the postural reflex.* *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, 42: 20-65, 1928.
- 30) Lassek, A.M.: *The pyramidal tract. A study of secondary degeneration in immature neurons.* *J. Comp. Neurol.*, 92: 17-22, 1950.
- 31) Lassek, A.M.: *The pyramidal tract. The sensitivity of axons to maximal destruction of cells of origin in the cat.* *J. Comp. Neurol.*, 84: 133-140, 1946.
- 32) Lassek, A.M. and Evans, J.P.: *The human pyramidal tract. XII. The effect of hemispherectomies on the fiber components of pyramids.* *J. Comp. Neurol.* 83: 113-119., 1945.
- 33) Liddell, E.G.T. and Philips, C.G.: *Pyramidal section in the cat.* *Brain*, 67: 1-10, 1944.
- 34) Mackibben, P.S. and Wheelis, D.R.: *Experiments on the motor cortex of the cat.* *J. Comp. Neurol.*, 56: 373-375, 1932.
- 35) Magnus, R.: *Körperstellung und Labyrinth Reflexe beim Affen.* *Arch. ges. Physiol.* 193: 396, 1921-1922.
- 36) Magoun, H.W.: *Symposium on brain and mind; ascending reticular activating system in brain stem.* *Arch. Neurol & Psychiat.*, 67: 145, 1952,
- 37) Marshall, C.: *Lesions in the pyramidal tract in cats.* *Proc. Soc. for Exp. Biol. and Med.*, 31: 68-70, 1933.
- 38) Marshall, C. and Walker, E.: *The electroencephalographic changes after hemispherectomy in man.* *EEG and Clin. Neurophysiol.*, 2: 147-156, 1950.
- 39) Mettler, F.A.: *Extensive unilateral cerebral removals in primates. Physiologic effects and resultant degeneration.* *J. Comp. Neurol.*, 79: 185-245, 1943.
- 40) O'Brien, J.D.: *Removal of the right hemisphere. A case report.* *Ohio St. Med. J.*, 28: 645-649, 1932.
- 41) Olmstead, J. M. D. and Logan, H.P.: *Lesions in the cerebral cortex and extension rigidity in cats.* *Am. J. Physiol.*, 72: 570-582, 1925.
- 42) Penfield, W.G. and Welch, K.: *The supplementary motor area of the cerebral cortex.* *Arch. Neurol. & Psychiat.*, 66: 289-317, 1951.
- 48) Probst, M.: *Zur Kenntnis der Pyramidenbahn. Normale und abnormale Pyramidenbündel und Reizversuche der Kleinhirn Rinde.* *Monatschr. f. Psychiat. u. Neurol.*, 6: 91-113, 1899.
- 44) Ranson, S.W.: *Rigidity caused by pyramidal lesions in the cat.* *J. Comp. Neurol.*, 55: 91-97, 1932.
- 45) Rasmussen, A.T.: *An aberrant pyramidal bundle in the cat.* *J. Comp. Neurol.*, 51: 229-239, 1930.
- 46) Redlich, E.: *Über die anatomischen Folgeerscheinungen ausgedehnter Extirpationen der motorische Rindenzentren bei der Katze.* *Neurol. Zentralbl.*, 16: 818-832, 1897.
- 47) Rothmann, H.: *Zusammenfassender Bericht über den Rothmannschen grosshirnlosen Hund nach klinischer und anatomischer Untersuchung.* *Zeitschrift f.d. gesam. Neurol. u. Psychiat.*, 87: 247-315, 1923.
- 48) Rowe, S.N.: *Mental changes following the removal of the right cerebral hemisphere for brain tumor.* *Am. J. Psychiat.*, 94: 605-612, 1937.
- 49) Sim, B.S.: *Secondary degeneration of the pyramidal tract following cerebral hemispherectomy in a man.* *Seoul J. Med.*, 1: 69-79, 1960.
- 50) Sim, B.S.: *Physiological and anatomical studies on the effect of cerebral hemispherectomy in the dog.* *J. Korean Surg. Soc.*, 4: 149-157, 1962.
- 51) Sim, B.S.: *Physiological and anatomical studies on the effect of cerebral hemispherectomy in the cat.* *J. Korean Surg. Soc.*, 4: 159-168, 1962.
- 52) Sim, B.S., Chu, C.W., Suh, Y.W., and Youn, K.J.: *Cerebral Hemispherectomy for control of intractable convulsions caused by diffuse cerebral paragonimiasis.* *J. Korean Surg. Soc.*, 4: 379-388, 1962.
- 53) Swank, R.L.: *An aberrant pyramidal fascicles in the cat.* *J. Comp. Neurol.*, 60: 355-359, 1934.
- 54) Walker, A.E. and Fulton, J.F.: *Hemidecortication in chimpanzee, baboon, macaque, potto, cat and coati: Study in excephalization.* *J. Nerv. & Ment.*

- Dis.*, 87: 677, 1938.
- 55) White, R.J., MacCarty, C.S., Grindlay, I.H. and Schreiner, L.H.: *Operative technics and principles utilized in total hemispherectomy in the monkey and the dog.*  
*Proc. of the Staff Meetings of the Mayo Clinic*, 34: 13-22, 1959.
- 56) White, R.I., Schreiner, L. H., Hughes, R.A., MacCarty, C.S. and Grindlay, J.H.: *Physiologic consequences of total hemispherectomy in the monkey. Operative method and functional recovery.*  
*Neurology*, 9: 149-159, 1956.
- 57) Wyss, O.A.M.: *On ipsilateral motor effect for cortical stimulation in macaque monkey.* *J. Neurophysiol.*, 1: 125, 1948
- 59) Zollinger, R.: *Removal of left cerebral hemisphere.: Report of case.* *Arch. Neurol. & Psychiat.*, 34: 1055-1064, 1935.
-