

腦 海馬의 損傷이 癲癇發作에 미치는 影響*

Influences of the Hippocampal Lesion on the Epileptic Seizures in Cats

서울大學校 醫科大學 生理學教室
<指導 金 善 教授>

俞 碩 鎮

I. 緒 言

腦 海馬(hippocampus)의 機能이 癲癇發作과 어떤 因果의 聯關係를 가지고 있는 것이 아닌가 하는 問題는 複雑한 事前부터 注目되어 오던 큰 論題의 하나이다. 即 Jelgersma¹는 일찍이 1898年 癲癇患者의 腦를 檢索하여 海馬에 硬化症이 있음을 報告하였으며 1927年에 Spielmeyer²도 같은 所見을 確認發表하였는데 그는 이것이 癲癇發作 때마다 反復되는 血管痙攣때문에 생긴 것이라고 보았다. 이와 같이 海馬의 一定한 病變을 果然 癲癇發作의 結果로 만 보아야 할것인지 또는 그와 反對로 原因으로 볼수도 있는것이 아니겠는지 등에 關하여는 이것이 오늘날까지도 계속 討議되어온 難題로서 아직 이렇다할 定說은 없는것 같다.

그러나 最近 腦生理學의 知見이 劃期的으로 發展함에 따라 癲癇에 對한 研究成果도 刮目할만한 것이 많이 發表되고 있다. 特히 Penfield³는 Jackson⁴以來 問題가 되어 오던 「兩側性으로 同時に 發生하는 全身痙攣發作의 始發部位」가 間腦(interbrain) 또는 腦幹(brain stem)內에 있다고 主張하였는데 이것은 오늘날 널리 알려져 있는 腦幹內의 網狀體活性化系(reticular activating system)에 關한 知見과 아울러 큰 脚光을 반개 되었다. 그리하여 最近에 다시 그 活性화와 密接한 關聯이 있다고 생각되는 邊緣系(limbic system) — 特히 前부터 論議의 對象이 되어오던 海馬의 機能이 새로운 注目을 끄는 研究의 對象으로 登場하게 되었다.

이에 우리 教室⁵에서도 從來 脑 海馬의 機能에 關한 聯의 研究를 進行하여 오던 中 이미 癲癇發作에 關聯된 一實驗⁶을 試圖하여 그 結果를 發表한 바 있다. 그러나 著者는 다시 이것을 補充 發展시키기 為하여 海馬損傷을 加한 고양이의 實驗 癲癇을 觀察한 바 있는데 마침 몇 가지 興味 있는 所見을 얻었으므로 여기에 그 内容을 報告하고자 한다.

* 本論文의 要旨는 1963年 11月 23日 大韓神經精神醫學會 年例學會 席上 및 1963年 12月 21日 第15次 大韓生理學會 學術發表會 席上에서 發表되었음

II. 實驗材料 및 方法

1) 實驗材料:

實驗材料로는 成熟한 고양이(體重平均 2.6kg) 27 마리를 使用하였다. 그中 9 마리는 大腦 新皮質(neocortex)을 切開하고 들어가 海馬를 吸取法(suction)으로 破損하는 手術을 하였으며(海馬手術群 hippocampus operated group), 또 다른 9 마리는 新皮質을 切開하고 들어가 海馬에 損傷을 주기 直前까지 操作을 하는데서 끝내고(手術對照群 operated control group), 나머지 9 마리는 手術을 加하지 않은 채로 두어(正常對照群 normal control group), 각各 群別로 比較觀察하였다. 各群의 고양이는 癲癇誘起試驗을 開始하기 前까지 모두 健康狀態가 良好하였으며 自發的 痙攣같은 것은 없었다.

2) 手術方法:

耳孔前部의 側頭骨에서 開頭를 始作하여 大腦半球의 外側表面(圖 1)에 到達한 다음 後溝(sulcus posterior)

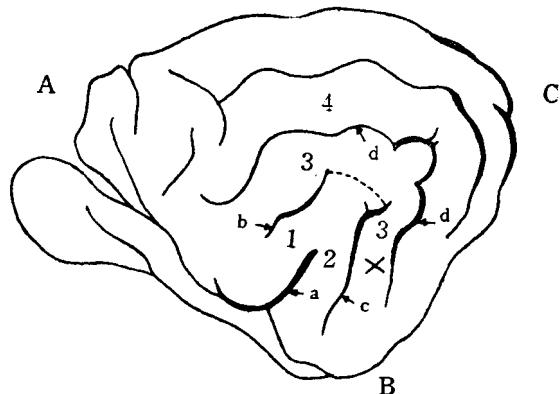


Fig. 1. The lateral surface of the cerebral hemisphere (cat).

A, frontal lobe; B, temporal lobe; C, occipital lobe.
a, lateral fissure or fissure of Sylvius; b, sulcus anterior;
c, sulcus posterior; d, sulcus suprasylvius.

1. anterior Sylvian gyrus;
2. posterior Sylvian gyrus;
3. gyrus ectosylvius (X indicates the site where incision was made);
4. gyrus suprasylvius

의 뒤에서 外실비우스回轉(gyrus ectosylvius)을 橫斷切開하고 들어가면(圖 1, 2, 3.) 우선 海馬를 露出시킬수 있었다.

然後에 海馬手術群에 있어서는 露出된 海馬의 中間部(背側部로부터 腹側部로 移行하는 燥曲部)에서 始作하여 可能한 限度까지 背側部 및 腹側部로 向해서 海馬를 吸取法으로 破損해 버렸다(圖 4, 5). 手術對照群에서는 海馬와 接触 있는 皮質部位를 可能한 限 깊이 들쳐 보기만 하고 海馬는 損傷하지 않은 채 떠나게 되었다(圖 3). 麻酔劑로는 Nembutal (30 mg/kg)을 使用하였으며 手術은 腦의 左右 어떤 한쪽을 任意로 擇하여 먼저 施行하고 그 것이 完了되는 대로 即時, 反對側의 것을 施行하였다. 兩側의 海馬手術을 完結하는데 까지의 所要時間은 每例에서 普通 70~100 分程度이었다.

3) 癲癇誘起의 方法:—

癲癇誘起에는 Isonicotinic Acid Hydrazid(INAH) 製剤인 Neo-Iscotin(田邊)을 200mg/kg 씩(10% 水溶液으로 만들어) 靜脈內에 注射하였다. 注射는 恒常 고양이의 空腹時를 擇하여 조용한 環境에서 施行하였으며 手術例에 對해서는 적어도 手術後 24~48時間以上이 經過한 다음 完全히 意識이 覚醒되어 一般狀態가 良好한 때 이를 施行하였다.

III. 實驗成績

먼저 現實驗의 正常對照群에 對하여 INAH에 依한 誘發癲癇發作의 全體經過를 觀察한 바 他著者⁷⁾들이 報告한 同種實驗癲癇의 臨床經過와 그概要가 거의 一致함을 보았다. 即 正常한 고양이에게 INAH를 所定量 注射하면 約 20~40 分後에 이르러 漸次 增加되는 運動性不安을 나타나게 되며 大概가 約80分前後하여 初回의 強縮間代性痙攣發作(圖 6)을 일으키는데 다시 約 20餘分을 前後하여는 第2回째의 痙攣發作을 일으키게 된다. 以後漸次 發作間歇期의 間隔이 短縮되면서 痙攣發作을 反復하는 가운데 結局 痙攣重疊狀態에 빠지게 되어 一定한 時間內에(注射後 2時間前後하여) 고양이는 死亡하고 만다.

다음에 上과 같은 正常對照群의 臨床經過를 海馬手術群 및 手術對照群의 그것과 몇 가지 觀點에서 比較觀察하였는데 그 結果는 大略 다음과 같다(表 1~4).

1) INAH 投與로부터 初回의 痙攣發作이 일어나기 까지의 觀察:—

表 1에서 보는 바와 같이 먼저 注射가 完了된 때부터 初回發作이 始作될 때 까지의 時間을 比較해 보았는데, 手術對照群에 있어서는 正常對照群과 別로 큰 差異가 없으나 海馬手術群에 있어서는 他二群보다 顯著히 時間이 길어짐을 觀察하였다. 注射後 初回發作이 일어나기 前까지 사이에 나타나는 運動性不安도 海馬手術群에 있어

서는一般的으로 다른 群보다 훨씬 輕微 보였으며 特히 海馬手術群中 1例(No. 72)는 運動性不安이 꽤 輕微하였을 뿐 아니라 痙攣發作도 끝내 일어나지 않았다. (이 1例는 表 1에서 海馬手術群의 數가 N=9가 아니고 N=8로 表示된 것처럼 統計處理上 數字上의 比較資料에서는除外되었다).

Table 1. Interval between INAH Injection and Ist Seizure(min.)

Group	Normal control	Operated control	Hippocampus operated	Remarks
M	76.55	81.55	112.62	Without 1st and 2nd seizure in one cat of the hippocampus operated group.
σ	10.68	25.68	14.19	
σM	3.78	9.08	5.36	
N	9	9	8	

t-Test:

Normal control vs. Operated control $t=0.508$ d.f.=8 $p>.20$

Operated control vs. Hippocampus operated $t=2.945$ d.f.=7
 $p<.05$

Hippocampus operated vs. Normal control $t=5.490$ d.f.=7
 $p < .001$

2) 初回痙攣發作後부터 第2回發作時까지의 觀察:—

表 2에 表示된 것처럼 두 發作사이의 間隔을 比較觀察한 바 亦是 手術對照群은 正常對照群과 別로 差異가 없으나 海馬手術群은 正常對照群보다 훨씬 긴 時間의 差異가 있음을 보았다. 但 手術對照群보다는 海馬手術群이 統計數字上 그다지 큰 差異가 있어 보이지 않으나 이 것도 實際問題는 좀 달랐던 것이 아닌가 생각된다. 即 海馬手術群中 1例(No. 72)는 前項에서 記述한 바와 같이 한번도 發作이 일어나지 않았고 또 다른 2例(No. 64, 92)에 있어서는 한번 發作이 있었을 뿐 第2回 發作은 끝까지 일어나지 않고 말았는데(圖 7), 이 3例는 모두 統計的 比較資料에서는除外되었다. 이런 事實을 考

Table 2. Interval between Ist and 2nd Seizure (min.)

Group	Normal control	Operated control	Hippocampus operated	Remarks
M	21.77	33.40	56.80	Without 1st and 2nd seizure in one cat and without 2nd seizure in two cats of the hippocampus operated group.
σ	8.44	54.09	20.89	
σM	2.98	19.12	9.34	
N	9	9	6	

t-Test:

Normal control vs. Operated control $t=0.599$ d.f.=8 $p>.20$

Operated control vs. Hippocampus operated $t=1.102$ d.f.=5
 $p>.20$

Hippocampus operated vs. Normal control $t=3.571$ d.f.=5
 $p < .02$

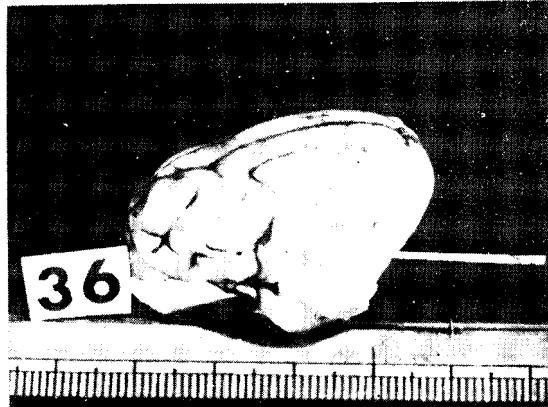


Fig. 2. The hippocampus is exposed by opening ectosylvian gyrus (normal cat).

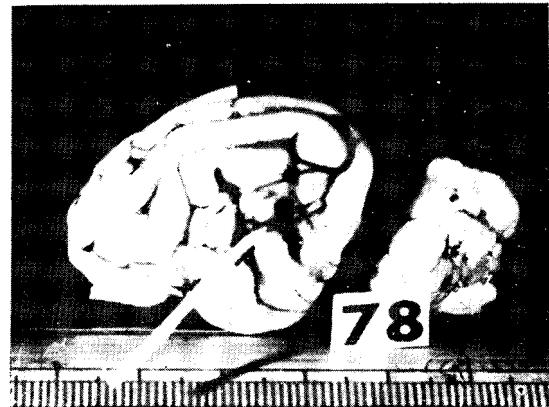


Fig. 3. Scar formation following operation (operated control group).



Fig. 4. Lateral view of the hippocampus destroyed by suction (hippocampus operated group).

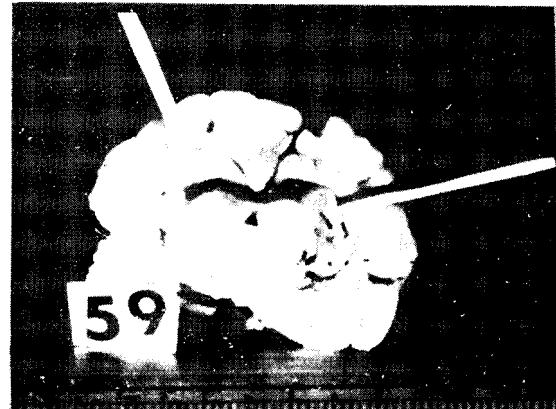


Fig. 5. Dorsal aspect of the hippocampus destroyed by suction (hippocampus operated group).



Fig. 6. Generalized convulsive seizure induced by INAH injection
(normal control group)



Fig. 7. The two cats in the figure were injected INAH at the same time. This figure was taken 150 minutes after the treatment. The hippocampus operated cat standing in front(No. 92) had only one seizure 140 minutes after the injection, and is still in good condition. The cat lying behind, operated control, is in almost agonized condition after several seizures.

慮하면 亦是 海馬手術群이 手術對照群과도 相當한 差異가 있었던 것이 아닌가 생각된다.

3) 癲癇發作의 總回數: —

表3에 보이는 것처럼 正常對照群보다 手術對照群에 있어서는 總回數가 어느 程度 多은 듯 한 印象을 주나 兩群의 差異는 統計的으로 考察할 때 그다지 크다고 할 수 없다. 그러나 같은 新皮質의 手術損傷을 받은 위에 더욱 나아가 海馬까지 破損된 海馬手術群에 있어서는 癲癇發作의 總回數가 正常對照群보다 相當히 적었으며 手術對照群과는 훨씬 더 顯著한 差異가 있음을 보았다. 癲癇發作의 臨床像도 海馬手術群은 他群에 比하여 一般的으로 輕하았으며 手術對照群은 重한듯 한 印象을 받았다. 但[†] 海馬手術群中 1例 (No. 71)만은 發作의 總回數도 15回에나 達하였고 發作中 臨床像도 特に 危篤한 것 같이 보였으나 끝까지 견디어 痫擊에서 結局은 回復됨을 보았다.

Table 3. Total Number of Seizures

Group	Normal control	Operated control	Hippo-campus operated	Remarks
M	10.88	19.11	4.75	
σ	2.60	11.32	4.91	
σM	0.91	4.00	1.85	
N	9	9	8	

t-Test:

Normal control vs. Operated control $t=2.007$ d.f.=8 $p>.05$

Operated control vs. Hippocampus operated $t=3.263$ d.f.=7
 $p<.02$

Hippocampus operated vs. Normal control $t=2.975$ d.f.=7
 $p<.05$

4) 誘發癲癇의豫後: —

INAH의 所定量을 注射하면 全身痙攣發作이 誘發되고 나중에 痙攣重疊狀態에 빠지게 되어 고양이는 大概가 死亡의 轉歸를 取하기 쉬운 것으로 Murata⁷⁾는 報告하고 있다. 本實驗에서 보면 (表 4) 正常對照群에 있어서는 亦是 한 例도 빠놓치 않고 모두 (100%) 死亡하였으며 手術對照群에 있어서도 1例만이 生存, 나머지 (88.8%)는 死亡하였다. 그런데 海馬手術群에 있어서는 上記各項에서도 記述한 바와 같이 먼저 1例는 多少의 運動性不安을 보였으나 全身痙攣發作이 臨床의 으로는 나타나지 않았고 다음에 다른 2例는 처음에 한번 發作이 일어났을 뿐 다시는 發作이 없었으며 또 다른 1例는 痙攣重疊狀態에 까지 빠졌으나 回復되어 結局 都合 4例 (44.4%)가 生存하게 되고 5例 (55.55%)만이 死亡하였다. 但 이 死亡例에 있어서도 注射後 死亡時까지의 全體生存時間은 블때 正常對照群이나 手術對照群보다 월 씩 긴 時間의 差異가 있었다.

Table 4. Prognosis of Seizures

Group	Normal control	Operated control	Hippo-campus operated	Remarks
Mortal	9 (100%)	8 (88.88%)	5 (55.55%)	
Survival	0 (0%)	1 (11.11%)	4 (44.44%)	

以上 몇 가지 觀點에서 各群의 臨床經過를 比較觀察하였는데, 結局 本實驗에 있어서는 海馬手術群이 他群에 比할 때 INAH로 誘起되는 痫擊發作에 對하여 強한 耐性 또는 抵抗力を 가지고 있는 것을 보았다.

IV. 考 按

Moruzzi 와 Magoun⁸⁾은 그들의 一聯의 研究에서 中腦의 網狀體(reticular formation)를 刺戟하면 視床(thalamus)에 興奮이 傳導되며 그에 따라 大腦新皮質系의 機能이 興奮性影響을 받게됨을 發見하고 그것을 網狀體活性化系라 하였는데 이 活性化機能의 上昇은 곧 皮質의 癲癇性活動을 促進시킬 수 있음을 示唆하였다. 그후 Freedman 과 Moosy⁹⁾, 또는 Freedman 과 Ferriss¹⁰⁾等은 反對로 中腦를 損傷하면 電擊 또는 Pentamethylentetrazol(Metrazol)로 因하여 發生하는 大腦皮質性 痫擊이 抑制됨을 觀察하고 亦是 網狀體에 癲癇促進性 機能이 있음을 主張하였으며, 다시 Walker 와 Serrano¹¹⁾도 中腦의 損傷實驗을 通하여 비슷한 印象을 받았다고 報告하였다. 但 그와 같이 中腦를 刺戟 또는 損傷하는 方法으로 施行된 從來의 各種實驗 結果에 對하여 著者들 間에 異論도 없지 않았다. 그러나 Gaustaut 와 Fischer-Williams¹²⁾는 逆り 理論的인 見地에서 網狀體가 癲癇發作과 緊密한 關係를 가지고 있음을 主張하였으며 最近 Jasper¹³⁾는 한 걸음 더 나아가 이 中腦網狀體 即 Magoun 等⁸⁾이 말한 網狀體活性化系이 말로 Penfield⁶가 일찌기 兩側性 全身痙攣發作의 始發部位로 指目하여 主張하던 中心腦統合系(centrencephalic integration system)에 바로 該當하는 것이라고 말했다.

그런데 이와 같이 癲癇發作의 發生과 密接한 關係가 있다고 보이는 網狀體의 新皮質系에 對한 活性化機能은 古皮質(archicortex)에 屬하는 邊緣系——特히 海馬의 機能과 相互複雜한 聯關性를 가지고 있는 것으로 보인다. 即 Nauta¹⁴⁾는 最近 網狀體와 纖維連絡이 있는 中腦中心灰白質(midbrain central gray matter)에 關한 研究에서 이것이 元來부터 視床下部(hypothalamus)와 連結되어 있을 뿐 아니라 海馬등의 邊緣系와도 纖維結合이 많이 되어 있음을 解剖學的으로 證明하고 이를 邊緣中腦領域(limbic midbrain area)이라고 불러 注目을 끌었는데, Magoun¹⁵⁾은 그후 1961年 Grasty¹⁶⁾, Yoshii¹⁷⁾ 등의

業績을 引用하면서 海馬가 網狀體의 活性化機能을 抑制함으로써 非特殊性 廣汎性 視床皮質投射系(non-specific diffuse thalamocortical projection system)에 影響을 주어 Hess¹⁸⁾등이 主張하는 大腦抑制作用을 招來한다고 말하였다. 한편 그 보다 앞서 Green과 Arduini¹⁹⁾는 이미 海馬가 網狀體 또는 視床下部로부터 求心性興奮을 받고 腦弓(fornix) 또는 乳頭體(mamillary body)를 거쳐 遠心性興奮을 視床에 보내는 것임을 밝힌 바 있으며, 또한 Green과 Morin²⁰⁾은 다른 實驗에서 海馬가 網狀體活性化系와 같이 視床의 興奮을 促進함으로써 大腦皮質 全般에 興奮性影響을 波及시키는 機能을 가지고 있음을 보았다. Tokizane²¹⁾는 다시, Gellhorn²²⁾의 構想에 따라 視床下部活性化系(hypothalamic activating system)라는 概念을 새로 導入하는 가운데, 모든 求心興奮이 活性化의 要因으로서 한결 같이 網狀體를 驅動하는 것이라고 보아온 從來의 構想과는 달리, 視覺・聽覺等과 같은 判別性感覺(epicritic sensation)의 受容器로부터始作하는 求心興奮은 主로 網狀體를 驅動하여 新皮質의 活性化에 關係하는 것이나 이와 反對로 臟器感覺 또는 痛覺과 같은 原始感覺(protopathic sensation)의 求心興奮 또는 體液成分의 變化로 나타나는 興奮等은 主로 視床下部에 作用하여 海馬를 為始하는 古・中古皮質(archi- & paleo-cortex)의 活性化에 關係하는 것이라고 하였다.

即上記한바를 綜合하건대 海馬는 1) 判別性感覺의 求心興奮이 網狀體를 直接驅動하여 일어나는 大腦活性化에 對해서는 이를 抑制하며 2) 原始感覺 등의 求心興奮이 視床下部에 作用하여 일어나는 活性化는 中腦網狀體에 隣接해 있는 邊緣中腦領域를 經由 이를 받아들여 다시 視床에 傳達함으로써 網狀體活性化系의 延長인 視床投射系를 通하여 大腦活性化를 促進케 하는 兩面의 機能을 가지고 있는 것이 아닌가 생각된다. 그리고 이런 知見을 가지고 보면前述한바 從前의 著者들이 網狀體活性化系가 癲癇發生과 密接한 關係가 있다고 推論한 中腦網狀體에 關한 各種 實驗의 結果에 對하여 或 어떤 異論이 있더라도 그것은 잘 檢討處理될 수 있는 問題라고 본다. 著者は 이번 實驗에서 海馬損傷의 實驗群이 INAH로 誘起되는 癲癇發作에 對하여 強한 抵抗力を 가지고 있는 것으로 생각되는 所見을 얻었다. 推測컨대 이것은 上記한바와 같이 視床의 興奮을 促進할 수 있는 海馬가 破損되므로 INAH 등에 依하여 驅動되어야 할 Gellhorn²²⁾의 所謂 視床下部活性化系의 活性化가 制限된 것에 起因한 것이 아닌가 생각된다. 또한 이번 實驗에 앞서 教室에서 金⁶⁾은 海馬를 損傷한 쥐에서 弱한 품으로 刺戟할 때 痙攣이 損傷前보다 頻發함을 보았는데 이것은 一見 著者の 實驗結果와相反되는 것처럼 보이나 其實은 두 實驗에서 使用한 刺戟의 種類가 다름으로써 그 作用機轉

이 달랐기 때문이라고 생각된다. 即 海馬損傷의 쥐에 있어서는 抑制性影響으로부터 벗어난 網狀體活性化系가 判別性感覺인 聽覺의 求心興奮으로 因하여 強하게 活性화되는 까닭이라고 보면 理解할 수 있겠다.

以上 文獻的考察과 아울러 實驗結果를 모두 檢討하건대 海馬機能은 活性化系와 密接한 聯關係를 가지고 癲癇發作에相當한 影響을 미칠 수 있음을 본다. 여기서 著者は 前에 Jasper¹³⁾가 그의 한 論文 가운데서 말한바가 다시 한번 起想된다. 그에 依하면 Jackson⁴⁾ 以來 Penfield³⁾등이 癲癇에 對해서 계속 追窮해 오던 問題, 即「모든 癲癇發作에 共通된 根本機制」의 解明은 活性化系의 知見이 發展됨으로써 크게 曙光을 보게 되었다고 하였다. 위의 考察結果로 미루어 推測컨대 Jackson⁴⁾이나 Penfield³⁾등이 想定하였다고 하는 「모든 癲癇發作에 對하여 關鍵이 될 “X”라는 物質」도 그런 物質이 정말 終局의 으로 發見될 수 있으려면 이것이 필경 視床下部에 있는 活性化系에 作用하는 機轉——特히 거기에 海馬가 어떤 重要한 役割을 하는 過程같은 것이 아울러 밝혀질때 비로소 實現可能한 것이 아닌가 생각된다. 著者は 또한 여기에서 Spielmeyer²⁾가 過去에 癲癇發作의 二次的結果로 온다고 본 海馬의 硬化症은 이것을 偶然한 結果인 病理學의 現象으로만 볼 것이 아니라 個體에 癲癇發作이 생기게 되었을 때 이것을 可能한限 減少 또는 防禦하는 目的에서 自然治癒의 機制가 먼저 海馬部位에 일어나는 까닭에 생긴 變化라고 解釋할 수 없을까 생각하며 이와 같이 海馬의 機能이 將來 여러가지 角度로 綜合的으로 研究될 때 癲癇에 對한 根本의 어떤 解明이 曙光을 보게 되지 않을까 想像한다.

V. 總 括

고양이의 海馬를 破壞하여 그것이 10%의 INAH(Neo-Iscotin) 水溶液(200 mg/kg 靜注)으로 誘起되는 癲癇發作에 어떤 影響을 미치는가를 檢討하였다.

吸取法에 依하여 海馬手術群에서는 海馬를 (主로 中間部로부터 始作하여 背側部 및 腹側部의 兩方向으로相當한 距離까지) 破壞하고 手术對照群에서는 海馬를 덮는 皮質에만 損傷을 주었으며 각각 적어도 24~48時間이 經過한 後에 癲癇을 誘發시켰다. 이리하여 볼 수 있었던 兩群의 臨床經過是 全然 脳損傷을 加하지 않은 正常對照群의 實驗癲癇과 比較觀察하였다.

結果로는 海馬手術群에 있어서

- 1) 初癲癇發作이 誘起되는데 까지의 時間 및 初回와 第2回發作時間의 間隔이 遲延되어 있었으며,
- 2) 癲癇總回數가 他群에 比하여 적을 뿐 아니라 癲癇發作의 全般的 臨床經過도 훨씬 輕微하게 보이고豫後가

좋다는 것을 알았다.

이런 몇 가지 點으로 미루어 보아 著者は 海馬損傷이 INAH 實驗癲癇에 對한 抵抗을 強하게 하는 것이나 아닌가 하는 印象을 받았으며, 이것은 海馬가 視床下部活化性系와 密接한 關係를 가지고 癲癇發作에 促進의 으로 作用하는 機能이 있기 때문이 아닌가 하는 것을 文獻의 考察과 아울러 推測하여 보았다.

(擇筆함에 있어서 本研究를 指導하여 주신 金喆教授 및 助言을 아끼시지 않은 南基鏞主任教授께 滿腔의 謝意를 表하며 手術技術을 示範해준 李憲宰博士에게도 深謝한다.)

ABSTRACT

Influences of the Hippocampal Lesion on the Epileptic Seizures in Cats

Petrus Suckjin Yoo, M.D.

Department of Physiology, College of Medicine,
Seoul National University, Seoul, Korea.

(Director: Prof. Chul Kim, M.D.)

Cats in which the hippocampus was bilaterally ablated by suction through overlying neocortex (hippocampus operated group) and cats in which only the portion of neocortex over the hippocampus was opened (operated control group) were prepared and their course of experimentally provoked epilepsy by INAH injection was observed compared with that of normal control group (cats without operation).

The hippocampus operated group showed :

- 1) a longer interval between INAH injection and 1st seizure,
- 2) a longer interval between 1st and 2nd seizure,
- 3) less frequent seizures in the course,
- 4) more favorable prognosis than the other groups.

Thus it was the author's impression that the hippocampus operated cats seem to have stronger resistance than other cats to the experimentally induced epilepsy by INAH injection, and that the hippocampus has some role to facilitate epileptic activity through the hypothalamic activating system.

REFERENCES

- 1) Jelgersma, G: *Nederl. Tijdschr. v. Geneesk.*, 24: 1, 1888.

- 2) Spielmeyer, W.: *Ztschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiat.*, 109:501, 1927.
- 3) Penfield, W.: *Arch. Neurol. Psychiatr.* 40:417, 1938.
- 4) Jackson, J.H.: *Selected Writings of John Hughlings Jackson*, Taylor, Basic Books Inc., New York, 1958.
- 5) Kim, C.: *J. Nat. Acad. Sci. Rok*, Vol. IV, Sept., 1963.
- 6) Kim, C.U.: *Seoul J. of Med.* Vol II, 1:29, 1961.
- 7) Murata, T.: *Psychtr. Neurol. Jap.*, Annus 64, 6: 21, 1962.
- 8) Moruzzi, G. & Magoun, H.W.: *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1:455, 1949.
- 9) Freedman, D.A. & Moossey, J.: *Neurology* 3:714, 1953.
- 10) Freedman, D.A. & Ferriss, G.S.: *Neurology* 6:173, 1956.
- 11) Walker, A.E. & Serrano, H.R.: *Arch. Neurol.*, Vol 8, 3:32, 1963.
- 12) Gaußtäut, H. & Fischer-Williams, M.: *The physiopathology of Epileptic Seizures*, in *Hb. of physiol.*, Vol. 1, John Field, Baltimore, The Williams & Wilkins Company, 1959.
- 13) Jasper H.H.: *Triangle*, Sandoz Jour. of Med. Sci., Vol. V, 1:28, 1961.
- 14) Nauta, W.J.H.: *Electrical Studies on the unanesthetized Brain*, Hasper & Brothers, New York, 1960.
- 15) Magoun, H.W.: *3rd World Congr. of Psychiatry Proceedings*, 1:6, McGill, Montreal, Canada, 1961.
- 16) Grastyen, E. et al.: *EEG Clin. Neurophysiol.* 11: 409, 1959.
- 17) Yoshii, N. & Maeno, S.: *Folia Psychiatr. Neurol. Jap.* 13:320, 1959.
- 18) Hess, W.R.: *Heli. Physiol Acta* 2:305, 1944.
—Hess, R., Jr., Koella, P., & Akert, T.: *EEG Clin. Neurophysiol.* 5:75, 1953.
- 19) Green, J.D. & Arduini, A.: *J. Neurophysiol.* 17: 532, 1954.
- 20) Green, J.D. & Morin, F.: *Am. J. Physiol.* 172: 175, 1952.
- 21) Tokizane, T.: *Recent Advances in Research of the Nervous System*, Vol. VII, 3:56, 1963.
- 22) Murphy, J.P. & Gellhorn, E.: *J. Neurophysiol.* 8: 341, 1945.