

頭部 電算化斷層撮影의 環狀造影增強에 관한 考察

서울大學校 醫科大學 放射線科學教室

許承宰·鄭勇仁·張基賢

— Abstract —

Analysis of Ring Enhancement in the cranial Computed Tomography

Seung Jae Huh, M.D., Yong In Chung, M.D., Kee Hyun Chang, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University

A total of 83 cases with ring enhancement in the cranial computed tomography were radiologically analyzed to determine the specific CT findings of the primary and metastatic brain tumor, inflammatory disease, resolving hematoma, and cerebral infarction.

The brief results are as follows.

1. Glioblastoma multiforme show a characteristic thick or thin irregular ring enhancement with significant mass effect and surrounding edema.
Most of the metastatic tumors also show irregular thick or thin walled ring enhancement with significant surrounding edema.
Tumoral hemorrhage was observed in the metastatic melanoma, breast cancer, and lung cancer.
2. The brain abscess usually show characteristic thin regular and smooth ring enhancement with moderate peripheral edema. The parasitic cysts also show thin regular ring enhancement with different degree of surrounding edema.
3. Ring enhancement in resolving hematomas and cerebral infarctions usually occurs about 10-30 days after the onset of symptoms, which shows thin and regular ring pattern without significant surrounding edema.

I. 緒 論

電算化斷層撮影術이 임상에 적용된 이래 造影劑注入에 의한 造影增強(contrast enhancement)의 診斷的 가치는 이미 잘 알려진 사실이다. 造影增強의 精確한 기작은 아직 確實치는 않으나, 血腦障壁(blood brain barrier)의 缺損이 주기전으로 說明되¹⁾ 여기에 血管의 破다, luxury perfusion등이 關여하는 것으로 알려져^{2,3)}. 즉 各질병에 따라서 造影增強의 주기전이 各々 다른 것으로 報告되어 왔다. 造影增強은 各々 형태로 나타날 수 있으며, 環狀의 造影增強도 非特異的으로 腦腫瘍뿐 아니라 炎症性疾患, 腦硬塞症, 溶解血

腫등 여러 疾患에서 나타난다. 그러나 造影增強의 樣狀 및 이차적인 所見에 따라 어느정도는 腦의 여러가지 疾病을 鑑別할 수가 있다⁴⁾. 저자들은 環狀造影增強을 나타낸 各々 疾患의 頭部電算化斷層撮影에서 環狀造影增強의 樣狀과 이차적인 所見을 分析하여 報告하는 바이다.

II. 對象 및 方法

對 象

1979년 2월부터 1980년 7월까지 서울대학교 병원방사선과에서 造影後走査(Post-contrast scan)에서 環

狀造影增強을 보인 例중 병리조직학적 또는 임상적으로 確診된 83例를 對象으로 하였다.

方 法

電算化斷層撮影은 G.E製 CT/T 7800을 사용하여 120KVP, 160~320mA, 320×320 marix, 切片두께 10mm, 走査時間 4.8초로 撮影하였으며, Reid線으로부터 상방 20° 각을 주어 9~11切片을 橫斷走査하였다. 造影劑注入은 Telebrix 30을 成人에서는 120ml(沃素量 36gm), 소아에서는 체중 kg당 2ml를 一時에 bolus로 靜脈注射하였다.

電算化斷層撮影 所見은 각 질환 별로 環狀造影增強 所見을 그環狀의 모양 즉 두께가 얇고, 두꺼운 것으로 또한 두께가 균일한 것과 균일하지 않거나 불규칙한 것으로 나누고 環内に 結節의 有無등을 관찰 분석하였으며, 環狀 주위의 腦浮腫은 輕度(+), 中等度(卍), 重等度(卍)로 나누고 이외에 病巢의 多發性, 石灰化, 腦出血 有無를 분석하였다.

Ⅲ. 結 果

총 83例중 原發性腦腫瘍이 28例로, 多形性膠芽腫 (Glioblastoma multiforme) 10例, 稀突起膠芽細胞腫 (Oligodendroglioma) 2例, 聽神經鞘腫 2例, 腦下垂體腺腫 11例, 頭蓋咽頭腫(Craniopharyngioma) 3例이었다. 轉移性腦腫瘍은 14例로, 이들은 각각 肺癌 7例黑色腫 3例, 乳癌, 胃癌이 각각 1例씩이었고, 原發病巢 不明이 2例였다. 腦膿瘍 10例, 囊尾蟲症 10例, 肺吸蟲症 2例이었고, 腦硬塞症 11例, 溶解血腫이 8例이었다(Table 1).

原發性 腦腫瘍

多形性膠芽腫 10例중 8例에서 두껍고, 불규칙한 環狀造影增強을 보였고 이중 4例에서는 環内に 심한 結節을 보였다(Fig. 1), 2例에서는 얇고, 불규칙한 環狀을 보였고 균일한 것은 없었다(Table 2). 주위腦浮腫은 中等도가 2例 重等도가 8例였다(Table 6). 2例의 稀突起膠芽細胞腫은 모두 石灰化를 동반했고, 環狀造影增強은 얇고 균일한 모양이었다. 주위腦浮腫은 모두 輕微했다(Table 2 & 6, Fig. 2). 聽神經鞘腫 2例는 모두 변연이 불규칙했고, 두께는 얇은 것 1例, 두꺼운 것 1例였다. 주위腦浮腫은 모두 輕微했다(Table 2 & Table 6), 24例의 腦下垂體線腫중에서 環狀造影增強을 보인 것은 11例였으며 10例에서 얇고 균일한 環狀을 보였고 1例에서 얇고 균일하지 않은 모양을 보였다

Table 1. Summary of Case Materials

Diagnosis	No. of Cases
Primary Brain Tumor	28
Glioblastoma Multiforme	10
Acoustic Neurinoma	2
Oligodendroglioma	2
Pituitary Adenoma	11
Craniopharyngioma	3
Metastasis	14
Lung Cancer	7
Melanoma	3
Breast Cancer	1
Stomach Cancer	1
Unknown Primary Site	2
Brain Abscess	10
Parasitic Dx.	12
Cysticercosis	10
P W.	2
Infarction	11
Resolving Hematoma	8
Total	83

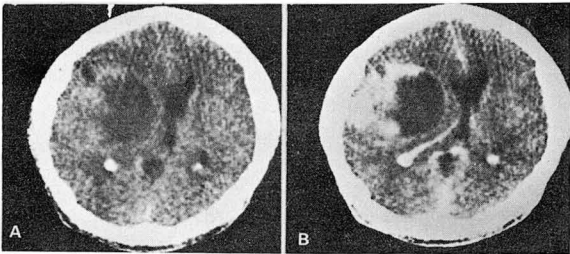


Fig. 1. Glioblastoma multiforme. Pre and post contrast enhanced(A & B) show irregular ring enhancement with variable thickness in the right temporal region, with nodularity within the ring. There is massive mass effect.

(Table 2, Fig. 3). 주위腦浮腫은 11例 모두에서 輕微했다. 頭蓋咽頭腫 3例는 모두 石灰化를 보였고 環狀造影增強은 모두 얇고 균일한 모양을 보였다(Table 2 & 6).

轉移性 腦腫瘍

14例중에서 두껍고 불규칙한 環狀이 5例, 環内に 結

Table 2. Characteristics of Ring Enhancement in Primary Brain Tumor



Glioblastoma Multiforme(10)	2	4	4
Oligodendroglioma (2)	2		
Acoustic Neurinoma(2)		1	1
Pituitary Adenoma(11)	10	1	
Craniopharyngioma (3)	3		

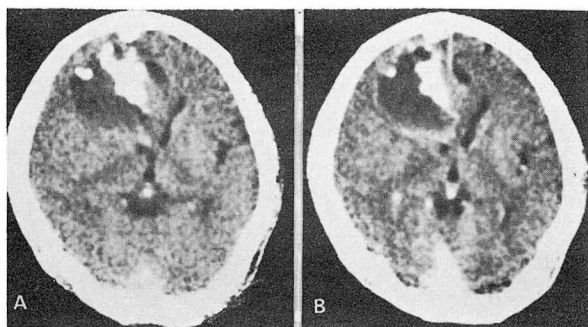


Fig. 2. Oligodendroglioma.

Pre and post contrast enhanced scan (A & B) show calcified mass with regular thin walled ring blush in the right frontal region.

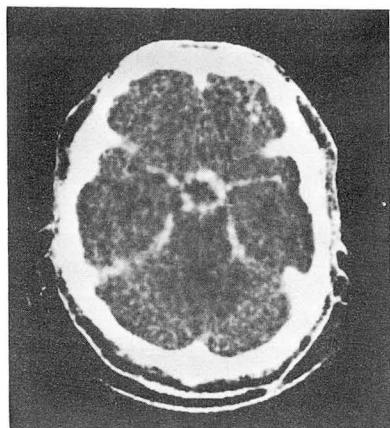


Fig. 3. Pituitary adenoma.

Post contrast enhanced scan shows thin, uneven ring enhancement in the suprasellar region.

節을 보인 것이 6例였으며 얇고, 균일한 것이 2例로서

肺癌에서 보였고 두껍고 균일한 것이 1例였다(Table 3). 주위浮腫은 輕微한 것이 2例, 中等度가 3例, 重等度가 9例이었다(Table 6). 多發性인 것은 9例였고, 腦出血을 동반한 것은 3例로서 각각 黑色腫, 乳癌, 肺癌 1例씩 이었다(Fig. 4 & 5).

Table 3. Characteristics of Ring Enhancement in Metastatic Tumors



Lung Cancer(7)	2	1	2	2
Melanoma(3)			1	2
Breast Cancer(1)			1	
Stomach Cancer(1)			1	
Unknown Primary site(2)				2

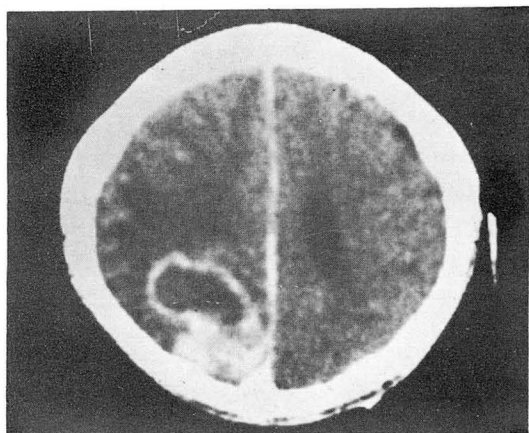


Fig. 4. Metastatic lung cancer.

Post contrast enhanced scan shows low density central core with a peripheral rim of enhancement in right parietal region, with massive surrounding edema. Note solid inhomogeneous enhancement at the posterior aspect of ring blush.

腦膿瘍 및 寄生蟲症

10例의 腦膿瘍의 環狀造影增強은 얇고 균일한 것이 7例, 얇고 불규칙적인 것이 1例, 內側壁이 外側壁보다 얇은 것이 2例있었다(Table 4, Fig. 6). 10例중 주위 腦浮腫은 輕微한 것이 1例, 中等度가 6例, 重等度가 3例이었고, 多發性은 4例였다(Table 6).

腦囊尾蟲症 10例에서는 環狀造影增強의 樣狀은 얇고

불규칙한 것이 1例, 얇고 균일한 것이 6例, 두껍고 균일한 것이 3例였다(Table 4, Fig. 7). 주위 浮腫은

輕微한 것이 7例, 中等度가 2例, 重程度가 1例였다 (Table 6). 多發性인 것은 7例였다. 2例의 肺吸蟲症은 모두 두껍고 균일하지 않은 環狀造影增強을 보였다 (Table 4). 2例에서 모두 中等度의 腦浮腫을 보였으며 1例에서 多發性이었다.

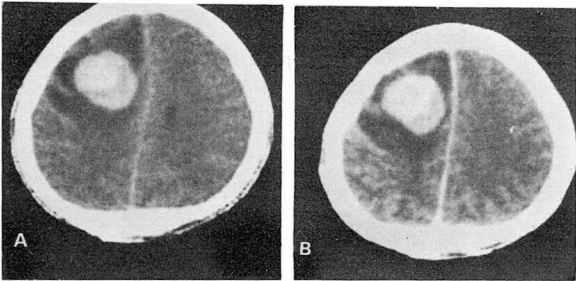



Fig. 5. Metastatic melanoma.

- A. Pre contrast scan reveals hematoma in ante riorp orption of the right parietal lobe with moderate surrounding edema.
- B. Post contrast enhanced scan reveals peripheral ring enhancement with eccentric nodularity within the ring.

Table 4. Characteristics of Ring Enhancement in Inflammatory Disease of Brain

				
Abscess(10)	6	1	1	2
Cysticercosis(10)	6	1		3
Paragonimiasis				
Westermani(2)				2

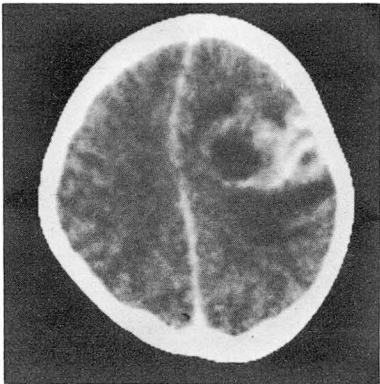


Fig. 6. Brain abscess. Note thinning of medial abscess wall, and peripheral linear enhancement, due to the cerebritis.

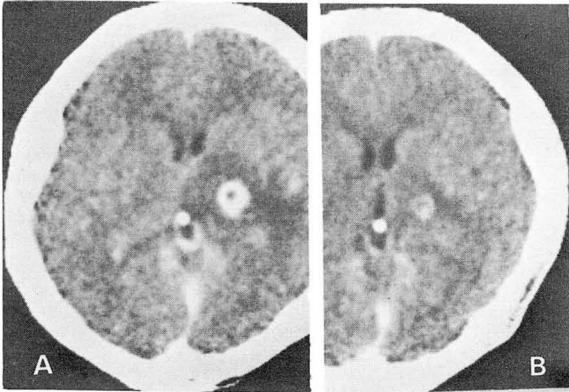



Fig. 7. Cysticercosis.

- A. Initial scan with contrast enhancement shows smooth, regular thick walled ring enhancement.
- B. A repeat scan 3 month later shows an apparent decrease in size and surrounding edema.

溶解血腫(Resolving hematoma)

8例중에서 環狀造影增強은 7例에서 얇은 環狀을 보였고 이중 균일한 것이 3例, 균일하지 않은 것이 2例 부분적인 環狀을 보인 것이 2例였다. 두껍고 불규칙적인 것이 1例에서 보였다(Table 5, Fig. 8). 주위腦浮腫은 6例에서 輕微했고, 2例에서 中等度였다. 腦出血의 所見은 2例에서 보였다(Table 6). 腦出血이 있는 후부터 環狀造影增強이 나타나는 기간은 평균 2~4주였다.

Table 5. Characteristics of Ring Enhancement in Resolving Hematoma & Infarction

				
Resolving Hematoma(8)	3	2	2	1
Infarction(11)	7	2	2	—

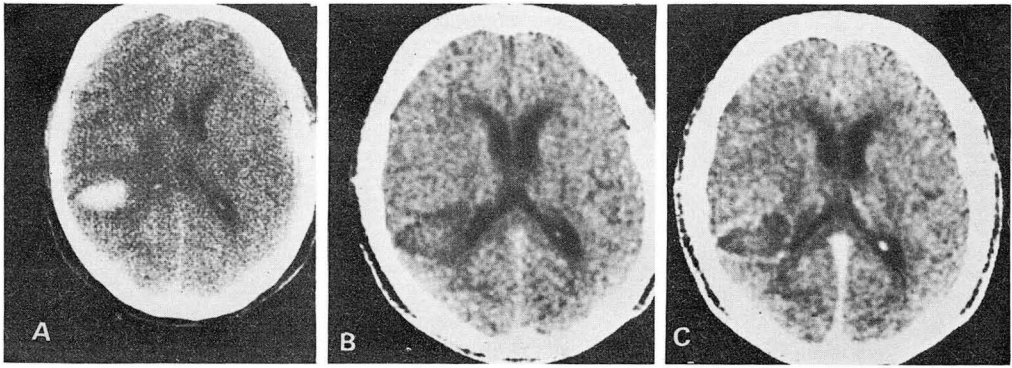


Fig. 8. Serial CT of the hematoma.

- A. A right parietal hematoma is present.
 B. A repeat scan sixteen days later shows an apparent decrease in density as the hematoma ages.
 C. After contrast enhancement a thin regular ring enhancement is seen. There is no mass effect.

Table 6. Secondary Findings of the Intracranial Disease with Ring Enhancement

	Surround +	ring ++	Edema +++	Multiplicity	Hemorrhage	Calcification
Glioblastoma Multiforme (10)		2	8			1
Oligodendroglioma (2)	2					2
Acoustic Neurinoma (2)	2					
Pituitary Adenoma (11)	11					
Craniopharyngioma (3)	3					3
Metastatic Tumor (14)	2	3	9	9	3	
Abscess (10)	1	6	3	4		
Cysticercosis (10)	7	2	1	7		
P.W. (2)			2	1		
Resolving Hematoma (8)	6	2			2	
Infarction (11)	11			4	1	

腦 硬 塞 症

11例에서 모두 얇은環狀을 보였고 이중 균일한 것이 7例, 균일하지 않은 것이 2例, 부분적인環狀이 2例였다 (Table 5, Fig. 9). 腦硬塞症에서 처음증상이 나타난후에環狀造影增強이 나타나는 것은 10~30일이었다. 주위뇌부종은 11例에서 모두輕微했고, 多發性인 것은 4例였다 (Table 6).

Ⅳ. 考 按

電算化斷層撮影에서環狀造影增強은 原發性腦腫瘍, 轉移性腦腫瘍, 腦硬塞症, 腦膿瘍, 비전형적인動靜脈畸形, 肉芽腫, 放射線壞死(radiation necrosis)등 많은疾患에서 나타난다⁴⁾. 이疾患들은 각각의造影增強樣狀및 주위腦浮腫, 多發性, 石灰化, 血出有無등으로 어느정도 상호 감별이 가능하다.

造影增強의 기준은 여러가지說이 있다. Gado¹⁾는 血

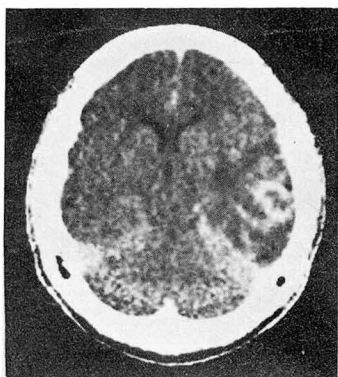


Fig. 9. Cerebral infarction.

CT with contrast enhancement, 3 weeks later after ictus, shows a relatively smooth, thin walled ring enhancement. There is no mass effect.

腦障壁의 缺損이 주작용을 해서 악성도가 높은 腫瘍일 수록 造影增強이 강하다고 했고, 血管의 과다, luxury perfusion이 관여 한다고 했다^{2,3,5}. Buther⁶ 등은 造影增強의 정도는 小腦天幕上部的 腫瘍에서는 주로 腫瘍의 壞死와 血管 정도와 밀접한 관계가 있고, 小腦天幕下部에서는 血管 정도와 cellularity에 주로 관계 된다고 보고하였다. steroid 투여로 인하여 造影增強이 감소하고, 동위원소 섭취가 감소하는 사실도 血腦障壁 缺損에 의한 造影增強을 간접적으로 설명한다⁷. 그러나 早期에 造影增強이 나오는 腦髓膜腫에서는 血管의 과다 및 혈중 沃素 농도가 造影增強에 주로 관여한다고 알려져 있다². 腦腫瘍에서 中心部에 抵陰影을 보이는 것은 壞死에 의한 囊性變化에 의한 수도 있으나 Davis⁸는 造影劑가 腫瘍의 中心部에 확산이 안되는 경우도 가능하다고 하였다.

惡性神經膠腫의 造影增強 樣狀은 일반적으로 불규칙하고 복합적인 環狀을 보인다⁴. 저자의 10例의 多形性神經膠芽腫에서도 두점고 불규칙적인 環狀造影增強을 8例에서 보였고 또한 이중 4例에서는 環内に 結節을 보였다. 또한 주위腦浮腫은 8例에서 重等度였고, 2例에서 中等度로서 지금까지 보고된 多形性神經膠芽腫의 특징과 일치했다. 稀突起膠芽細胞腫은 드문腫瘍이며 느린속도로 자라며 前頭葉에 好發하며 약 20%에서 囊性變化가 있고 70%에서 石灰化를 보인다⁴. 저자의 2例에서도 모두 石灰化를 보였으며 얇고 균일한 環狀造影增強을 보였으며 주위腦浮腫은 輕微했다. 聽神經鞘腫은 Davis⁹에 의하면 87%에서 증가된 균일한 陰影을 造影劑注入후에 보이며 13%에서 抵陰影의 中心부

를 보인다 했고 이것은 壞死때문이라 했다. 저자의 2例는 각각 두꺼운 것과 얇은 環狀을 보였고 모두 균일하지 않은 環狀이였으며 주위뇌부종도 輕微했다. 頭蓋咽頭腫은 電算化斷層撮影에서 造影增強이 약 60%에서 보이고 囊性이 30%, 石灰化는 성인과 소아를 평균해서 60% 정도에서 보이므로 이 3가지 특징중 2가지 이상이면 진단이 가능 하다고 한다¹⁰. 저자의 3例는 모두 石灰化를 보였으며 環狀造影增強은 얇고, 균일했으며, 주위腦浮腫은 모두 輕微했다.

轉移性腦腫瘍은 肺癌, 乳癌, 黑色腫, 腎細胞癌에서 많고 일반적으로 中腦動脈의 영역에 많다⁴. 약 20%에서 後腦窩에서 轉移를 보이나 이때는 대개 小腦天幕上部에도 轉移性腫瘍을 보인다. 대개 腦浮腫이 심하고, 血出이나, 壞死, 또는 囊性變化를 동반한다⁴. 黑色腫, 絨毛癌, 大腸癌, 骨肉腫에서 血出을 잘동반하며 특히 黑色腫에서는 약 1/3에서 血出을 동반하는데 이 경우 血出 주위에 造影增強이 없으면 진단이 어렵다¹¹. 저자의 例에서도 血出을보인 것은 黑色腫, 肺癌, 乳癌의 腦轉移에서 있었고 이들은 環狀造影增強의 所見을 동반하여 진단이 가능했다. 또한 轉移性腦腫瘍에서 造影增強이 없는 것은 매우 드물고⁴, Messina¹²는 出血性 絨毛癌에서 造影增強이 없는 3例를 보고했다. 저자의 14例중에서 多發性인 것은 9例로 64%였으며, 이때 多發性 神經膠腫이나 腦膿瘍등과 감별을 요한다⁸. 일반적으로 그原發癌에 조직조건에 따라서도 각각 다른 所見을 보일 수 있다. 즉 肺癌에서도 未分化小細胞癌이나 肺腺癌에서는 壞死와 血出이 많고 두점고 불규칙적인 環狀造影增強을 보이고 扁平上皮癌에서는 얇은 環狀을 보인다한다⁴. 저자들의 7例의 肺癌에서 2例에서 얇고 균일한 環狀이었고, 이외 12例는 모두 두점고 불규칙하거나 環内に 結節을 가진 모습이었다. 주위腦浮腫도 肺癌 2例에서 輕微했고 中等도가 3例, 重等도가 9例로서 심한 浮腫을 보였다.

腦膿瘍은 Enzman¹³의 동물실험에 의하면, 1~3일에 早期腦炎을 거쳐서 4~9일에 壞死가 더욱 진행되고 주위 血管增殖에 더욱 확실해지며, 이때 腦浮腫과 壞死된 中心部가 생기고, 10~13일에 早期被膜이 형성되며 2주이상부터 壞死된 中心部の 크기가 줄어들면서 더욱 완전한 膠原質의 被膜이 형성된다. Zimmerman¹⁴에 의하면 被膜형성은 증세가 시작된후에 4주가 걸린다고 한다. Stevens¹⁵에 의하면 腦膿瘍의 環狀造影增強은 48%에서 균일한 環狀이고 48%에서 內側壁이 外側보다 얇고, 80%에서 平滑한 環狀을 보인다고 한다. 內側壁이 얇은 경우에는 腦室系로 腦膿瘍이 잘 파급된다고 한다¹⁵. 腦膿瘍의 多發性은 5~30%에서 보인다

고 알려져 있는데¹⁶⁾ 저자들의 10례중에서는 多發性은 4례였고, 環狀造影增強은 얇고 균일한 것이 7례, 얇고 불규칙한 것이 1례였고, 2례에서 內側壁이 얇았으나 腦室內로 파급은 없었다. 이상의 腦膿瘍의 所見으로 보아 轉移性腦膿瘍이나 多形性膠芽腫등과는 環狀의 모양으로 감별이 가능하다고 생각된다.

腦囊尾蟲症은 Carbaljal¹⁷⁾에 의하면 髓膜型이 39% 혼합형 23%, 腦實質型이 20%, 腦室型 17%, 脊椎型이 1%라 한다. 腦實質內 囊尾蟲症 경우 囊胞性病變 주위의 造影增強은 輕微하거나 전혀 안될 수도 있는데 이것은 주위의 炎症反應과 비례한다고 한다¹⁷⁾. 저자의 10례중에서도 7례에서 多發性 抵陰影을 보였고, 環狀 造影增強은 얇고 균일한 것이 6례, 두점고 균일한 것이 3례, 얇고 불규칙한 것이 1례였다. 주위浮腫은 7례에서 輕微했고, 3례가 中等度, 1례에서 重等度였다.

溶解血腫은 2~6주에 環狀造影增強을 보인다⁴⁾. 처음에는 凝固血에 상응하는 高陰影의 腦實質血腫이 시간이 지남에 따라서 크기가 줄고, 抵陰影이나 腦實質과 같은 陰影(Isodense)을 보이므로 이때는 診斷의 特異性은 떨어진다^{12,18)}. 2~6개월후면 環狀造影增強은 없어져서 抵陸影의 病巢만 남고, 빠르면 出血後 10주정도에서도 腦實質萎縮이 보인다고 한다¹⁹⁾. 環狀은 대개 얇은 모양으로 나타 나는데⁴⁾, 저자의 8례중에서도 7례가 얇은 環狀이었고 이중 균일한 것이 3례, 불규칙이 2례, 부분적인 環狀이 2례였다. 주위腦浮腫은 대부분이 輕微했다. 環狀造影增強을 보인 것은 病發後 2~4주로서 다른 보고자들의 결과와 일치했다¹⁹⁾. 溶解血腫의 環狀造影增強은 腦血管造影術로서도 發見할 수 있다고 한다²⁰⁾. 이같은 溶解血腫의 環狀造影增強의 기전은 확실치는 않으나, 血腫주위에 肉芽組織의 過血管分布¹⁹⁾ 血管의 自動調節능력(autoregulation)의 상실로 인한 Luxury Perfusion²⁰⁾ 및 局所的인 血腦障壁의 缺損¹⁾ 등이 관여하는 것으로 알려졌다. 腦血管造影術이나 同位元素檢査로서 ring blush가 나타나는 것도 이상의 기전들로 설명한다^{20,21)}.

腦硬塞症에서 造影增強은 7~18일에서 나타나며²²⁾ 그樣狀은 균등하거나, 環狀, 또는 線狀으로서 나타날 수 있다. Drayer²³⁾의 동물실험에 의하면 造影增強은 5일에서 16일에서 볼 수 있었다 하였는데 저자들의 경우에선 평균 10~30일에서 관찰되었다. Inoue²⁴⁾ 등에 의하면 病發後 9~14일에 30례중 28례에서 造影增強을 보였고, 25일~35일에선 28례중 14례에서 보였다고 한다. Norton²⁵⁾에 의하면 腦硬塞症 100례중에서 造影增強은 病發後 평균 14일에서 보이며 그樣狀은 5가지로서 均質性(homogenons), 異質性(heterogenons), 中心性

(central), 周邊性(peripheral), 및 血腫주위의 造影增強으로 나타난다고 했다. 이중에서 異質性造影增強이 가장 많은 형이라 한다. 腦硬塞症의 造影增強 기전은 溶解血腫과 같은 것으로 설명한다²⁵⁾. 저자의 11례는 모두 얇은 環狀이었고 이중 7례가 균일한 環狀이고 2례가 불규칙하고, 2례가 부분적인 環狀이었다. 주위 뇌부종은 모두 輕微했다. 이것은 環狀造影增強이 病發後 10~30일에서 나타났기 때문에 腦浮腫이 輕微한 것으로 생각된다.

V. 結 論

頭部電算化斷層撮影에서 環狀造影增強을 보인 83례의 環狀 및 二次的인 所見을 분석하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 原發性腦腫瘍 특히 多形性膠芽腫에서는 대부분에서 두점고, 불규칙한 環狀을 보였고, 주위뇌부종은 심했다.

2. 轉移性腦腫瘍은 두점고 불규칙한 環狀 및 環內에 結節을 보인 것이 많았고, 주위뇌부종은 中等度 내지 重等度가 대부분이었다. 多發性은 14례중 9례였으며 血出을 동반한 것은 3례로서 黑色腫, 乳癌, 肺癌에서 보였다.

3. 腦膿瘍은 주로 얇고 균일한 環狀造影增強을 보였으며 주위뇌부종은 中等度 내지 重等度였다. 腦囊尾蟲症은 주로 얇고 균일한 環狀을 보였고 주위뇌부종은 경미한 것이 많았다.

4. 溶解血腫과 腦硬塞症은 病發後 10~30일 정도에서 環狀造影增強을 보였으며 주로 얇고 균일한 環狀이 대부분이었으며, 주위뇌부종은 대부분이 輕微했다.

REFERENCES

1. Gado MH, Phelps ME, Coleman RE: An extravascular component of contrast enhancement in cranial computed tomography. Parts I and II Radiology 117:589-597, Dec 1975.
2. Hatam A, Bergvall V, Lewander R, et al: Contrast medium enhancement with time in computer tomography. In Lindgren E, (ed): Computer Tomography of Brain Lesions. Acta Radiology (Suppl 346):63-81, 1975.
3. Korman M, Dean PB: Extravascular contrast media: The major component of contrast enhancement. Radiology 121:379-382, Nov 1976.

4. Weisberg LA, Nice C, Katz M : *Cerebral computed tomography*. W.B. Saunders Co, 1978.
5. Norman D, Stevens EA, Wing SD : *Quantitative aspects of contrast enhancement in cranial computed tomography*. *Radiology* 129:683-688, Dec 1978.
6. Butler AR, Horii SC, Kricheff LI et al : *Computed tomography in astrocytomas*. *Radiology* 129:433-439, Nov 1978.
7. Fletcher JW, George EA, Henry RE, et al : *Brain scans dexamethasone therapy, and brain tumors*. *JAMA* 232:1261-1263, 23 June 1975.
8. Davis DO : *CT in the diagnosis of supratentorial tumors*. *Semin Roentgenol* 12:97-108, 1977.
9. Davis KR, Parker SW, New PF : *CT of acoustic neuroma*. *Radiology* 124:81, 1977.
10. Fitz CR, Wortzman G, Harwood-Nash DC, et al : *CT in craniopharyngioma*. *Radiology* 127:687-691, 1978.
11. Gildersleeen N, Koo AH, McDonald CJ : *Metastatic tumor presenting as intracranial hemorrhage*. *Radiology* 124:109, 1977.
12. Messina AV, Chernik NL : *Computed tomography: The "resolving" intracerebral hemorrhage*. *Radiology* 118:609-613, Mar 1975.
13. Enzmann DR, Britt RH, Yeager AS : *Experimental brain abscess evolution: Computed tomographic and neuropathologic correlation*. *Radiology* 133:113, 1979.
14. Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Shipkin PM, et al : *Evolution of cerebral abscess: Correlation of clinical features with computed tomography. A case report*. *Neurology* 27:14-19, Jan 1977.
15. Stevens EA, Norman D, Kramer RA, et al : *Computed tomographic brain scanning in intraparenchymal pyogenic abscess*. *Am J Roentgenol* 130:111-114, 1978.
16. Samson DS, Clark K : *A current review of brain abscess*. *Am J Med* 54:201, 1973.
17. Carbajal JR, Palacios E, Azar-Kia B, et al : *Radiology of cysticercosis of the central nerve system including computed tomography*. *Radiology* 125:127-131, Oct 1977.
18. Scott WR, New PF, Davis KR, et al : *Computerized axial tomography of intracerebral and intraventricular hemorrhage*. *Radiology* 112:73-80, Jul 1974.
19. Zimmerman R, Leeds NE, Naidich TP : *Ring blush associated with intracerebral hematoma*. *Radiology* 122:707-711, Mar 1977.
20. Leeds NE, Goldberg HI : *Abnormal vascular patterns in benign intracranial lesions: Pseudotumors of the brain*. *Am J Roentgenol* 118:576-585, Jul 1973.
21. O'Mara RE, McAfee JG, Chodos RB : *The "doughnut" sign in cerebral radioisotopic images*. *Radiology* 92:581-586, Mar 1969.
22. Yock DH Jr, Marshall WH Jr : *Recent ischemic brain infarcts at computed tomography: Appearance pre-and postcontrast infusion*. *Radiology* 117:599-608, Dec 1975.
23. Drayer BP, Dujovny M, Boehntte M, et al : *The capacity for computed tomography diagnosis of cerebral infarction*. *Radiology* 125 : 393-402, Nov 1977.
24. Inoue Y, Takemoto K, Miyamoto T, et al : *Sequential computed tomography scan in acute cerebral infarction*. *Radiology* 135 : 655-662, June 1980.
25. Norton GA, Kishore PS, Lin J : *CT contrast enhancement in cerebral infarction*. *Am J Roentgenol* 131 : 881-885, Nov 1978.