

# 중증광범성 두뇌손상시 뇌CT의 기저수조상과 예후와의 관계\*

계명대학교 의과대학 신경외과학교실

김재연 · 이장철 · 김동원 · 이정교 · 임만빈 · 김인홍

## = ABSTRACT =

### States of Basal Cisterns on CT Scan and Outcome\* Prediction in Severe Diffuse Head Injury

Jae Yeon Kim, M.D., Jang Chull Lee, M.D., Dong Won Kim, M.D.,  
Jung Kyo Lee, M.D., Man Bin Yim, M.D., In Hong Kim, M.D.

*Department of Neurosurgery, Keimyung University, College of Medicine,  
Daegu, Korea*

The author studied the relationships of age, Glasgow coma scale, Glasgow outcome scale and appearance of basal cisterns as seen on initial computerized tomography on 95 patients with severe diffuse head injury.

The results were as follows:

1) The poor outcome rates were 76.8%, 41.2% and 16.6% among those absent, compressed, and normal basal cisterns, respectively.

2) The correlation with the initial GCS score and the status of basal cistern indicated significant difference of poor outcome rate in the patients with absent or compressed basal cisterns between GCS score 3-5 group and GCS 6-8 group while the patients with normal basal cisterns indicated significantly reduced poor outcome rate regardless of GCS score.

3) When outcome was observed in connection with the patient's age and the status of the basal cisterns, a good recovery was significantly increased in the children with normal basal cisterns while the poor outcome rate was very high in the elderly patients even if the basal cisterns were normal.

Therefore, the status of the basal cisterns on CT Scan should be used as non-invasive method for predicting the outcome of severe diffuse head injured patients.

**KEY WORDS:** Basal cisterns · Glasgow coma scale · Glasgow outcome scale · Diffuse head injury.

\* 1986년 6월 신경외과 정기 집담회 석상에서 구연 되었음.

\* 본 논문은 계명대학교 의학학술 연구비로 완성되었음.

## 서 론

중증두뇌손상시 뇌CT상 관찰함으로서 손상정도를 판단하여 환자의 예후를 추정함과 나아가 치료방향의 설정에 큰 영향을 미치는 것이 사실이다.

1975년 Jannett<sup>12</sup>가 중증두뇌손상의 정도를 평가하는 임상적 판정기준을 보고한 이후 여러 학자들에 의해 초기에 정확한 예후를 판정하기 위한 연구가 부단히 계속되어 왔다<sup>5)8)11)24)25)28)35)</sup>. 이들은 환자의 연령, Glasgow Coma Scale(GCS), 동공대광반사반응, 안구운동의 뇌간기능 검사와 같은 임상소견, 뇌CT, 두개강내압(Intracranial pressure) 감시장치, 뇌유발전위반응검사 등을 이용하였으며 이중에서 두부외상후 24시간 이내에 측정된 뇌압의 최고치가 예후추정의 요인이 된다고 한다<sup>7)10)15)</sup>. 그러나 이 방법은 뇌실질을 천자하여 뇌실내 압력을 연속 기록해야 하는 침습성 검사이므로 임상적 이용에 한계점이 있어 비침습성검사 방법을 요구하게 되었다<sup>14)20)</sup>.

중증두뇌손상 환자에서 뇌CT상과 뇌압파의 관계에 대한 실험적 연구 및 임상적 연구 결과는 여러 학자들에 의해 보고되고 있다<sup>9)13)25)27)32)33)</sup>. 특히 Teasdale 등<sup>30</sup>은 뇌CT상의 기저수조가 부분 또는 완전폐쇄를 보였던 중증광범성 두뇌손상 환자의 뇌압이 전 예에서 20mmHg 이상으로 정상 뇌압보다 높았음을 관찰하여 뇌기저수조의 상태와 뇌압파의 연관성을 보고한 바 있다.

저자는 중증광범성 두뇌손상환자에서 뇌압상승의 요인이 되는 기저수조 특히 중뇌주위조의 폐쇄정도를 뇌CT소견으로 관찰하고 아울러 환자의 연령, GCS, Glasgow Outcome Scale(GOS), 뇌CT상의 기저수조 폐쇄정도와의 관계를 비교 검토함으로써 중증광범성 두뇌손상환자의 예후판단에 지침으로 삼고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

#### 1) 연구대상선정

두부외상으로 1984년 1월부터 1985년 12월까지 계명대학교 의과대학 신경외과에서 입원 치료를 받았던 환자 중 GCS score 8이하의 혼수환자로써 외상후 24시간 이내에 측정된 CT소견상 혈종이나 종괴효과(mass effect)가 없거나, 적은 국소 뇌좌상이 있더라도 중심선편위(midline shift)가 5mm 이내인 환자 95례를 연구대상으로 선정하였다.

#### 2) 대상분석

선정된 연구대상은 연령, 입원시 GCS score, 외상후 3개월 이후에 판정된 GOS를 적용하여 비교 분석하였다.

대상의 연령별 분포는 15세 이하 32례, 16세부터 30세까지 24례, 31세부터 45세까지 18례, 46세부터 60세까지 12례, 61세 이상 9례였다.

환자의 임상소견을 입원당시 적당한 심폐 응급처치후 GCS를 적용하여 두부외상후 24시간 동안 가장 낮은 GCS score를 선택하였다. 기저수조의 폐쇄정도에 따른 예후 판정이 GCS score의 영향을 받는지 살피기 위해 GCS 6~8군과 GCS 3~5군으로 나누어 대조 관찰하였다.

예후판정은 Jannett<sup>12</sup>가 제시한 판정기준에 따라 양호회복(Good recovery), 중등도 폐질(Moderate disability), 중증 폐질(Severe disability) 지속적 식물상태(Persistent Vegetative State) 사망(Death)의 5단계로 분류했으며 이 중 사망, 지속적 식물상태, 중증폐질을 합쳐 불량 결과(po or outcome)로 판정하였다.



Fig. 1. Example of normal basal cisterns as Niopam cisternography.



(a)

(b)

Fig. 2. Example of admission computerized tomography scans showing compressed basal cisterns (a) and absent basal cisterns (b).

## 2. 방법

### 1) 관측기계

기저수조 폐쇄정도를 측정하는데 사용된 진단 기구는 SOMATOM - II 전산화단층촬영기 였다.

### 2) 관독 및 연구방법

두부외상후 24시간 이내의 CT소견상 기저수조(특히 중뇌주위조)를 관찰하여 폐쇄정도에 따라

(1) 정상군(Normal) (Fig. 1 참조)

(2) 부분폐쇄군(Compressed) (Fig. 2-a 참조)

(3) 완전폐쇄군(Absent) (Fig. 2-b 참조)으로 분류하였다. 정상군은 기저수조가 전체적으로 다 보이는 경우로 36례, 부분폐쇄군은 한쪽 반구에서 기저수조의 저밀도 음영이 불분명한 경우로 46례, 완전폐쇄군은 기저수조가 완전히 폐쇄되어 CT상 나타나지 않는 경우로 13례였다. 또한 중증 두뇌외상의 조기예후판정에 뇌 CT소견의 중요성을 강조하기 위해 두부외상후 24시간이내에 실시된 첫 뇌CT소견을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 기저수조의 폐쇄정도와 GOS와의 관계

두부외상후 24시간 이내의 뇌CT 소견으로 기저수조의 폐쇄정도와 입원 후 3개월 이후에 판정

된 GOS와의 관계를 비교했을 때 불량 결과의 빈도는 기저수조의 완전폐쇄군에서 13례 중 10례; 76.8%, 부분폐쇄군 46례 중 19례; 41.2%, 정상군 36례 중 6례; 16.5%였으며(Fig. 3, Table 1), 사망의 빈도도 완전폐쇄군 69.2%, 부분폐쇄군 23.9%, 정상군 8.3%를 보였다(Fig. 3, Table 2). 이는 뇌CT소견상의 기저수조가 잘 나타날수록 불량결과 및 사망의 빈도가 현저히 감소함을 알 수 있었다.

### 2. 기저수조의 폐쇄정도, GCS, GOS 간의 비교

연구대상의 입원당시 GCS score는 GCS 6 ~

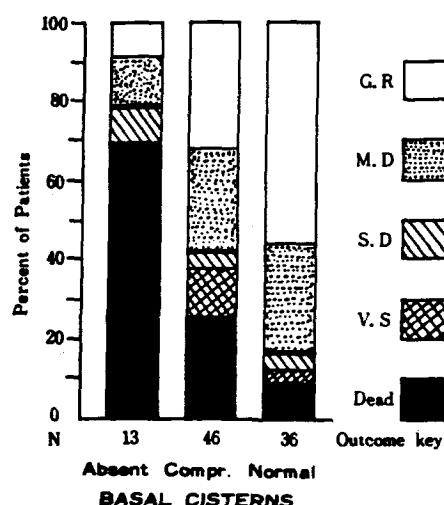


Fig. 3. Graph illustrating the strong relationship between the appearance of the cisterns on first computerized tomography.

Table 1. Relationship between poor outcome and state of basal cisterns

		CT Scan		
		Absent	Compressed	Normal
		G.O.S.		
Dead		9 (69.2)	11 (23.9)	3 (8.3)
V.S.		0 (00.0)	5 (10.8)	1 (2.7)
S.D.		1 (7.6)	3 (6.5)	2 (5.5)
Poor outcome		10 (76.8)	19 (41.2)	6 (16.5)
Total		13 (100)	46 (100)	36 (100)

Unit : No. of patients (%)

8군 77례, GCS 3~5군이 18례였다. 두 군에서 뇌CT소견상 기저수조의 폐쇄정도와 GOS 간의 관계를 분석하였는데 GCS 3~5군에서는 완전폐쇄군, 부분폐쇄군에서 공히 100%의 불량결과를 보였고, 정상군에서는 20%로 현저히 감소되었다. GCS 6~8군에서는 완전폐쇄군의 불량 결과

Table 2. Relationship between mortality and state basal cisterns

		Absent	Compressed	Normal
		G.O.S.		
Dead		9 (69.2)	11 (23.9)	3 (8.3)

Unit : No. of patients (%)

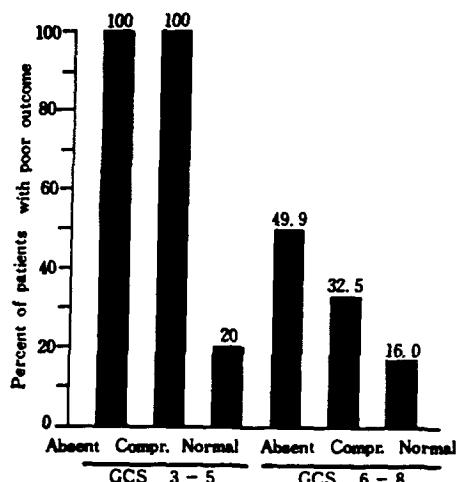


Fig. 4. Graph showing the percentage of patients with poor outcome (severely disabled, vegetative, or dead) correlated with condition of their basal cisterns and their Glasgow Coma Scale (GCS) score.

약 50%, 부분폐쇄군 32.5%, 정상군 16%로써 3:2:1의 비율로 감소현상을 보였다 (Fig. 4, Table 3). 이는 CT소견상의 기저수조가 정상인 경우는 입원시 GCS score에 관계가 없이 불량 결과가 20%미만이나, 부분폐쇄 및 완전폐쇄시는 GCS 6~8군에서 불량결과가 현저히 감소하므로 폐쇄정도에 더하여 GCS score도 예후판정에 영향이 미칠 것으로 생각되었다.

3. 기저수조의 폐쇄정도, 연령, GOS간의 관계 중증광범성 두뇌손상의 연령 분포는 15세이하 32례(33.7%), 16~30세 24례(25.3%), 31~45세

— 중증광범성 두뇌손상시 뇌 CT의 기저수조상과 예후와의 관계 —

Table 3. Relationship between G.C.S. score and state of basal cisterns

GOS	GCS	3 - 5			6 - 8		
		CT Scan	Absent	Compr.	Normal	Absent	Compr.
Dead			7 (100)	3 (50)	0 (0)	2 (20.0)	8 (20.0)
V.S.			0 (0)	3 (50)	0 (0)	0 (0)	2 (5.0)
S.D.			0 (0)	0 (0)	1 (20)	1 (16.6)	3 (7.5)
Total			7 (100)	6 (100)	1 (20)	3 (49.9)	13 (32.5)
							5 (16.0)

Unit : No. of patients (%)

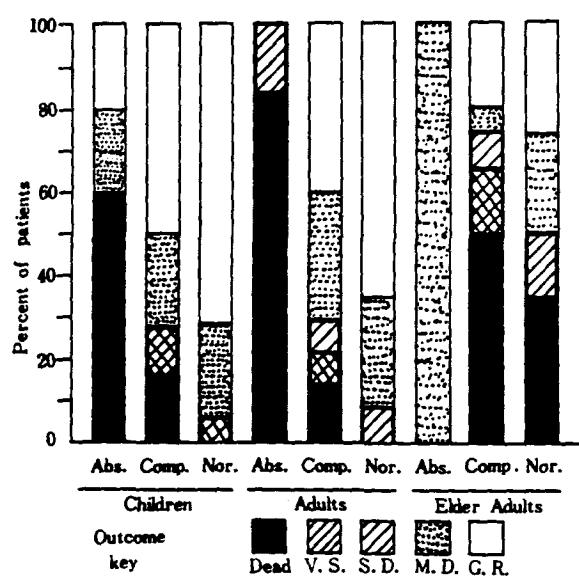


Fig. 5. Relationship among the age, patient's outcome and the state of the basal cisterns.

18례(18.9%), 46~60세 12례(12.6%), 61세이상 9례(9.5%)로 연령이 증가할수록 발생 빈수가 적었다. 저자는 15세이하를 아동군, 16~45세 성인군, 46세이상을 장노년군으로 구분하였다.

각 연령군과 불량결과와의 관계를 보면 아동군

21.7%, 성인군 35.7%, 장노년군 61.9%로 연령이 높을수록 불량결과의 빈도가 증가하였다.

뇌 CT상의 기저수조의 폐쇄정도와 연령에 따른 예후를 분석하면 기저수조가 정상군일 때 양호회복은 아동군 72%, 성인군 53.8%, 장노년군 25%로 연령에 따라 크게 감소되었고 반면 불량결과는 아동군 6.6%, 성인군 7.6%에 비해 장노년군에서는 50%로 현저히 증가되었다. 이 결과는 중증광범성 두뇌손상환자에서 뇌 CT상의 폐쇄정도가 심함에 따라 각 연령군 내에서도 불량결과가 증가하며 나아가 연령이 증가할수록 불량결과가 상대적으로 증가함을 알 수 있었다(Fig. 5).

## 고찰

뇌 CT가 중증두뇌손상환자의 진단과 경과관찰 및 예후판정에 비침습성으로 손쉽게 이용되고 있다. 지금까지 여러 학자들의 보고<sup>6,10,16,19,27)</sup>에 의하면 외상후 초기에 중증두뇌손상환자의 정확한 예후판정을 위한 요인들로 환자의 나이, 가장 낮은 GCS score, 뇌압의 최고치, 뇌 CT상의 중심선 편위정도와 측뇌실의 크기, 저산소증( $\text{PO}_2 < 60\text{mmHg}$ ), 탄산과다나 탄산부족증( $\text{PCO}_2 < 30, >$

50mmHg) 저혈압(수축기 혈압 < 90mmHg), 서맥(45회/분이하), 간질발작의 회수 등을 열거하고 있는데 이 중에서 가장 의미있는 지표는 수상후 첫 24시간 이내에 측정된 뇌압의 최고치로 알려져 있다<sup>15)</sup>.

중증광범성 두뇌손상시 일부이긴 하지만 뇌압의 상승이 초래된다고 한다. 그 결과 급작스런 뇌압상승에 반하여 일어나는 완충반응으로 두개강 내 뇌척수액의 용적이 감소되어 뇌척수액의 흐름이 폐쇄되는데 이때 뇌 CT소견상 기저수조의 폐쇄소견을 나타낸다고 한다<sup>17)18)30)36)</sup>.

최근 Murphy<sup>25)</sup>는 뇌CT상의 기저수조가 완전 폐쇄되어 보이지 않았던 중증두뇌손상 환자들의 뇌압이 25mmHg 이상이었음을 보고했으며 Teasdale<sup>30)</sup>도 37례의 중증광범성 두뇌손상환자에서 외상후 첫 24시간 이내에 뇌CT소견과 뇌압측정을 시도한 결과 기저수조가 관측되지 않았던 전 예에서 20mmHg 이상의 뇌압상승을 측정할 수 있었고 동시에 측뇌실의 형태변화와 뇌압상승과는 상관관계가 일정하지 않았음을 보고하였다. 그러므로 이들의 연구로 뇌CT소견상 기저수조의 폐쇄정도와 예후에 직접적인 영향을 주는 뇌압상승과의 상관관계가 밝혀지게 되었다.

Van Dongen<sup>33)</sup>는 뇌CT상에서 기저수조의 폐쇄정도와 예후판정간에 밀접한 관계가 있다고 보고했는데 저자의 연구 결과에서도 불량결과의 빈도가 완전폐쇄군에서 76.8%, 부분폐쇄군에서 41.2%였음에 비추어 정상군에서는 16.5%로 현저히 감소했음을 관찰하였고 사망의 빈도에서도 완전 폐쇄군 69.2%, 부분폐쇄군 23.9%, 정상군 8.3%로 기저수조의 폐쇄정도에 따라 3배씩 현저한 감소를 보여주었다. 또한 Toutant<sup>32)</sup>는 GCS와 뇌 CT소견으로 중증두뇌손상환자의 예후판정시 기저수조의 폐쇄정도는 GCS 3~5군에 비해 GCS 6~8군에서 더 유효한 임상적 의의가 있다고 주장했는데 반해 저자의 결과는 Fig. 4에서 보듯이 기저수조가 정상적 소견을 나타내 보인 경우는 두 군에서 모두 불량결과가 현저히 감소했음을

관찰할 수 있었다. 그러므로 비록 GCS 3~5 군의 중증두뇌손상환자라도 뇌CT상의 기저수조가 정상적인 소견을 보인 경우 집중적인 뇌부종 치료를 해주면 좋은 예후를 기대할 수 있다는 점을 다른 학자들의 결과와 비교해 볼 때 상이점이라고 생각된다.

이상과 같이 여러 문헌보고와 저자의 결과를 종합해 볼 때 외상후 24시간이내에 측정된 뇌CT상의 기저수조의 폐쇄정도는 중증광범성 두뇌손상의 불량결과를 조기에 예측할 수 있는 객관적인 지표로 이용될 수 있음을 확인해 주고 있다.

GCS 3~5군에서 기저수조가 폐쇄되지 않았던 정상군의 불량결과가 현저히 감소했는데 그 이유는 항부종 치료약제, 과호흡치료, 펜토탈흔수 등 조기에 신속하고 집중적인 뇌부종 치료를 시작했기 때문으로 사료된다<sup>23)42)22)28)</sup>.

Narayan<sup>26)</sup>은 중증두뇌손상의 예후판정에 임상증상, 뇌CT소견, 뇌압측정결과를 각기 단독으로 이용할 때는 신뢰도가 감소된다고 하였다. 그러므로 저자는 예후 판정에 신뢰도를 높이기 위해 환자의 연령, GCS, 뇌 CT상의 기저수조의 소견을 종합하여 분석하였다.

Miller<sup>22)23)</sup>는 장노년층일수록 중증두뇌손상시 뇌압상승이 심해 예후가 나빴고 혼수지속기간이 길어져 합병증의 병발로 인한 사망률이 증가되었다고 하였는데 저자의 결과에서도 장노년층에서는 기저수조가 정상적이었던 경우라도 불량결과가 50%(아동군 6.6%, 성인군 7.6%)로 현저히 높았다. 이에 대하여서는 연령군에 따라 혼수지속기간, 뇌척수액의 변화, 뇌부종의 병리, 뇌혈류의 차이가 고려되어 관찰되어야 할 과제로 생각된다<sup>1)6)34)</sup>.

지금까지도 뇌부종치료에 이용되는 집중적인 여러 치료법들로도 뇌CT상 기저수조가 전혀 보이지 않는 중증두뇌손상환자의 뇌부종은 조절할 수는 없지만 부분폐쇄나 정상적으로 보이는 경우는 조기에 예후를 예측하여 치료를 시작하면 뇌부종의 조절이 가능해 좋은 예후를 기대할 수 있다고

## — 중증광범성 두뇌손상시 뇌 CT의 기저수조상과 예후와의 관계 —

한다<sup>22)23)</sup>. 실제 Toutant<sup>22)</sup>는 중증광범성두뇌손상 시 뇌압이 15~20mmHg인 환자들에서 조기에 집중적인 뇌부종치료가 효과적이었다고 하였다.

그러므로 이 연구결과를 중증광범성두뇌손상환자에 적용하여 뇌 CT로 예후측정을 신속하게 한 뒤 외상후 초기부터 집중적인 뇌부종 치료를 해 주면 불량결과를 현저히 감소시킬 수 있으리라 사료된다.

### 결 론

중증광범성 두뇌손상환자 95례를 대상으로 연령, GCS, GOS, 뇌 CT상의 기저수조의 폐쇄정도를 다각적으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 뇌 CT소견상 기저수조의 폐쇄정도가 심할수록 환자의 예후에 있어서 불량결과 및 사망의 비도가 다같이 높은 비율로 증가하였다.

2) 뇌 CT소견상 기저수조의 폐쇄시는 폐쇄정도에 더하여 GCS도 예후판정에 영향을 미치나 기저수조가 정상인 경우에는 GCS에 관계없이 예후가 양호하였다.

3) 뇌 CT소견상 기저수조가 정상일 경우 연령군에 따른 예후의 차이는 연령이 낮을수록 양호회복의 율이 비례적으로 증가하였다.

그러므로 중증광범성 두뇌손상환자는 초진시 GCS, 환자의 연령과 함께 뇌 CT 소견상 기저수조의 폐쇄정도를 정확히 측정함으로 조기에 환자의 예후를 추정할 수 있을 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- 1) Adams JH, Graham DI, Murray LS, Scott G: *Diffuse axonal injury due to nonmissile head injury in humans; an analysis of 45 cases.* Ann Neurol 12: 557-563, 1982
- 2) Becker DP, Miller JD, Ward JD, Greenberg RP, Young HF, Sakalas R: *The outcome from severe head injury with early diagnosis and intensive management.* J Neurosurg 47: 491-502, 1977
- 3) Braakman R, Schouten HJA, van Dishoeck MB, Minderhoud JM: *Megadose steroids on severe head injury; results of a prospective doubleblind clinical trial.* J Neurosurg 58: 326-330, 1983
- 4) Bricolo A, Turazzi S, Feriotti G: *Prolonged post-traumatic unconsciousness; therapeutic assets and liabilities.* J Neurosurg 52: 625-634, 1980
- 5) Carlsson CA, von Essen C, Löfgren J: *Factors affecting the clinical course of patients with severe head injuries. Part 1; influence of biological factors. Part 2; significance of posttraumatic coma.* J Neurosurg 29: 242-251, 1968
- 6) Clifton GL, Grossman RG, Makela ME, Miner ME, Handel S, Sadhu V: *Neurological course and correlated computerized tomography findings after severe closed head injury.* J Neurosurg 52: 611-624, 1980
- 7) Cordobes F, de la Fuente M, Lobato RD, Roger R, Pérez C, Millán JM, Barcena A, Lamas E: *Intraventricular hemorrhage in severe head injury.* J Neurosurg 58: 217-222, 1983
- 8) French BN, Dublin AB: *The value of computerized tomography in the management of 1000 consecutive head injuries.* Surg Neurol 7: 171-183, 1977
- 9) Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DH, Thompson CJ, Marcinin RP: *Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate.* Ann Neurol 12: 564-574, 1982
- 10) Guterman P, Shenkin HA: *Prognostic features in recovery from traumatic decerebration.* J Neurosurg 32: 330-335, 1970
- 11) Holliday PO, Kelly DL, Ball M: *Normal computerized tomograms in acute head injury; correlation of intracranial pressure, ventricular size, and outcome.* Neurosurgery 10: 25-28, 1982
- 12) Jennett B, Bond M: *Assessment of outcome after severe brain damage.* Lancet 1: 480-484, 1975
- 13) Kishore PRS, Lipper MH, Becker DP, Domiragues da Silva AA, Narayan RK: *Significance of CT in head injury; correlation with intracranial pressure.* AJNR 2: 307-311. AJR 137: 829-833, 1981
- 14) Kishore PRS, Lipper MH, Becker DP, Miller JD:

- Correlation of intracranial pressure and computerized tomography findings in severe head injury.* Head injury. Raven press pp269-275, 1982
- 15) Klauber MR, To-tant SM, Marshall LF : A model for predicting delayed intracranial hypertension flowing severe head injury. *J Neurosurg* 61: 695 - 699, 1984
- 16) Kobayashi S, Nakazawa S, Otsuka T : Clinical value of serial computed tomography with severe head injury. *Surg Neurol* 20: 25 - 29, 1983
- 17) Langfitt TW : CT, NMR and emission tomography in the diagnosis and management of brain swelling and intracranial hypertension Ishii S, Nagai H, Brock M(eds); *Intracranial pressure V*, Berlin / Heidelberg / New York / Tokyo; Springer-Verlang pp562 - 565, 1983
- 18) Levati A, Farina ML, Vecchi G, Rossanda M, Marrubini MB : Prognosis of severe head injuries. *J Neurosurg* 57: 779-783, 1982
- 19) Levin HS, Grossman RG, Rose JE, Teasdale G : Long-term neuropsychological outcome of closed head injury. *J Neurosurg* 50: 412-422, 1979
- 20) Lipper MH, Kishore PRS, Enas GG, da Silva AAD, Choi SC, Becker DP : Computed tomography in the prediction of outcome in head injury. *AJR* 144: 483-486, 1986
- 21) Marshall LF, Smith RW, Shapiro HM : The outcome with aggressive treatment in severe head injuries. *J Neurosurg* 50: 20-25, 1979
- 22) Miller JD, Butterworth JF, Gudeman SK, Faulkner JE, Choi SC, Selhorst JB, Harbison JW, Lutz HA, Young HF, Becker DP : Further experience in the management of severe head injury. *J Neurosurg* 54: 289-299, 1981
- 23) Miller JD, Sweet RC, Narayan R, Becker DP : Early insults to the injured brain. *JAMA* 240: 439-442, 1978
- 24) Miller JD, Becker DP, Ward JD, Sullivan HG, Adams WE, Rosner MJ : Significance of intracranial hypertension in severe head injury. *J Neurosurg* 47: 503-516, 1977
- 25) Murphy M, Teasdale E, Matheson M, Galbraith S, Teasdale G : Relations hip between CT indices of brain swelling and intracranial pressure after head injury. Ishii S, Nagai H, Brock M(eds); *Intracranial pressure V*, Berlin / Heidelberg / New York / Tokyo; Springer-Verlang pp562 - 565, 1983
- 26) Narayan RK, Greenberg RP, Miller JD, Enas GG, Choi SC, Kishore PRS, Selhorst JB, Lutz HA, Becker DP : Improved confidence of outcome prediction in severe head injury. *J Neurosurg* 54: 751 - 762, 1981
- 27) Sadhu VK, Sampson J, Haar FL, Pinto RS, Handel SF : Correlation between computed tomography and intracranial pressure monitoring in acute head trauma patients. *Radiology* 133: 507-509, 1979
- 28) Snoek J, Jennett B, Adams JH, Graham DI, Doyle D : Computerised tomography after recent severe head injury in patients without acute intracranial haematoma. *J of Neurology, Neurosurgery and psychiatry* 42: 251-225, 1979
- 29) Stewart WA, Litten SP, Sheehe PR : A prognostic model for brain stem injury. *Surg Neurol* 1: 303-310, 1973
- 30) Teasdale G, Jennett B : Assessment of coma and impaired consciousness; a practical scale. *Lancet* II: 81-84, 1974
- 31) Toutant SM, Klauber MR, Marshall LF, Tool BM, Bowers SA, Seelig JM, Varnell JB : Absent or compressed basal cisterns on fist CT scan ; ominous predictors of outcome in severe head injury. *J Neurosurg* 61: 691-694, 1984
- 32) van Dongen KJ, Braakman R, Gelpke GJ : The prognostic value of computerized tomography in comatose head-injured patients. *J Neurosurg* 59: 951- 957, 1983
- 33) Wilkins RH, Rengachary SS : *Neurosurgery*. McGraw-Hill pp1531-1608, 1985
- 34) Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Genneralli T : Computed tomography of shearing injuries of the cerebral white matter. *Radiology* 127: 393 - 396, 1978